

Titre : Troisième congrès international de l'acétylène. 1900

Auteur : Exposition universelle. 1900. Paris

Mots-clés : Exposition internationale (1900 ; Paris) ; Acétylène

Description : 1 vol. ([4]-452 p.) ; 24 cm

Adresse : Paris : Société anonyme des publications scientifiques et industrielles, 1901

Cote de l'exemplaire : CNAM 8 Xae 483

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?8XAE483>

III<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL

DE

L'ACÉTYLÈNE



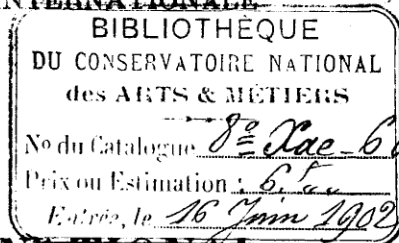
no 686

1<sup>er</sup> mai 483

EXPOSITION UNIVERSELLE INTERNATIONALE

DE 1900

TROISIÈME



# CONGRÈS INTERNATIONAL

DE

# L'ACÉTYLÈNE

TENU A PARIS DU 22 AU 28 SEPTEMBRE 1900

SOUS LA PRÉSIDENTIE DE

**M. le Général SEBERT**

MEMBRE DE L'INSTITUT

## RAPPORTS, DISCUSSIONS, TRAVAUX & RÉOLUTIONS DU CONGRÈS

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

**M. R. GUILBERT**

CHEF DU LABORATOIRE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST

PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME des PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES & INDUSTRIELLES  
28, Rue Brunel, 28

1901



# III<sup>e</sup> Congrès International DE L'ACÉTYLÈNE

(PARIS, DU 22 AU 28 SEPTEMBRE 1900)

SOUS LE PATRONAGE DU GOUVERNEMENT FRANÇAIS

---

## REGLEMENT

---

### ARTICLE PREMIER

Conformément à l'arrêté ministériel en date du 11 juin 1898, il est institué à Paris, au cours de l'Exposition universelle de 1900, un Congrès international de l'Acétylène faisant suite aux deux Congrès tenus respectivement à Berlin en 1898 et à Budapest en 1899.

### ART. 2.

Le Congrès s'ouvrira le samedi 22 septembre 1900, dans la grande salle des séances de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes, 44, et durera jusqu'au vendredi 28 septembre inclus.

### ART. 3.

Seront membres du Congrès international de l'Acétylène les personnes qui auront adressé leur adhésion au Secrétaire de la Commission d'organisation, avant l'ouverture de la session, ou qui se feront inscrire pendant la durée de celle-ci et qui auront acquitté la cotisation dont le montant est fixé à la somme de 25 francs, ou qui se seront fait inscrire comme membres donateurs.

## ART. 4.

Toutes les personnes faisant partie du Congrès de l'Acétylène recevront gratuitement les comptes rendus et les procès-verbaux des séances ainsi que les imprimés relatifs aux travaux et communications qui auront été faits au Congrès.

## ART. 5.

Le Bureau de la Commission d'organisation fera procéder, lors de la première séance, à la nomination du Bureau du Congrès qui aura la direction des travaux de la session.

## ART. 6.

Le Bureau du Congrès fixe l'ordre du jour de chaque séance.

## ART. 7.

Le Congrès comprend :  
Des séances générales ;  
Des séances de sections ;  
Des conférences ;  
Des visites à des établissements scientifiques ou industriels.

## ART. 8.

Les membres du Congrès ont seuls le droit d'assister aux séances et aux visites préparées par la Commission d'organisation, de présenter des travaux et de prendre part aux discussions ; ils recevront à cet effet une carte qui leur sera délivrée par le Commissaire général de l'Exposition. Cette carte donne droit à l'entrée de l'Exposition, mais pendant la durée du Congrès seulement.

Les délégués des administrations publiques françaises et étrangères jouiront des avantages réservés aux membres du Congrès.

## ART. 9.

Les travaux présentés au Congrès sur des questions mises à l'ordre du jour dans le programme de la session seront discutés en séance générale. Les travaux qui ne figureront pas dans ce programme publié à l'avance seront lus en séance de sections.

## ART. 10

Aucun travail ne pourra être présenté en séance, ni servir de point de départ à une discussion si, avant le 15 août 1900, l'auteur n'en a communiqué le résumé ou les conclusions à la Commission d'organisation.

## ART. 11.

Les lectures et discussions relatives aux travaux présentés auront lieu en langue française ; tout mémoire envoyé en langue étrangère devra être accompagné d'une traduction en français à moins qu'une entente n'ait lieu entre l'auteur du mémoire et le Bureau de la Commission relativement à la traduction dudit mémoire.

## ART. 12.

Les orateurs ne pourront occuper la tribune pendant plus de 15 minutes, ni parler plus de deux fois dans la même séance sur le même sujet, à moins que l'assemblée consultée n'en décide autrement.

## ART. 13.

Les membres du Congrès qui auront pris la parole dans une séance devront remettre au Secrétaire le jour même de la séance ou, au plus tard, dans les vingt-quatre heures, un résumé de leurs communications pour la rédaction des procès-verbaux. Dans le cas où ce résumé n'aurait pas été remis, le texte rédigé par le Secrétaire en tiendra lieu ou le titre seul sera mentionné.

## ART. 14.

La Commission d'organisation pourra demander des réductions aux auteurs des résumés ; elle pourra effectuer ces réductions ou décider que le titre seul sera inséré, si l'auteur n'a pas remis le résumé modifié en temps utile.

## ART. 15.

Les procès-verbaux sommaires seront imprimés et distribués aux membres du Congrès, le plus tôt possible après la session.

## ART. 16.

Le compte rendu détaillé comprenant tous les documents relatifs au Congrès sera publié par les soins de la

Commission d'organisation, il formera un volume spécial ; la Commission se réserve de fixer l'étendue des mémoires ou communications livrés à l'impression.

ART. 17.

Le Bureau du Congrès statue en dernier ressort sur tout incident non prévu au Règlement.

---

## III<sup>e</sup> Congrès International de l'Acétylène

(PARIS, DU 22 AU 28 SEPTEMBRE 1900)

---

Monsieur et Honoré Collègue,

Le deuxième Congrès international de l'Acétylène tenu à Budapest en 1899 a décidé que le troisième Congrès international aurait lieu à Paris en 1900, à l'occasion de l'Exposition universelle, et a chargé un certain nombre de délégués d'en provoquer la réunion.

Par décision en date du 27 novembre 1899, M. le Commissaire général de l'Exposition a admis ce Congrès au nombre des Congrès internationaux placés sous le patronage du Gouvernement, et a nommé la Commission spéciale chargée d'en préparer l'organisation sur les bases fixées par l'arrêté ministériel du 11 juin 1898.

Cette Commission, dans laquelle figurent les délégués désignés par le Congrès de Budapest, est composée comme il est indiqué ci-après.

Seront membres du Congrès et recevront les publications :

Les *donateurs* (personnes ou sociétés) qui auront versé une contribution d'au moins 100 francs <sup>(1)</sup> ;

Les *adhérents* qui auront acquitté la cotisation dont le montant est fixé à la somme de 25 francs ;

Les *délégués* des Administrations françaises et étrangères, ainsi que les *membres d'honneur*.

L'ouverture du Congrès de l'Acétylène est fixé au samedi 22 septembre 1900, il tiendra ses séances dans les salles de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et durera jusqu'au vendredi 28 septembre inclus.

Les membres adhérents et les membres donateurs recevront une carte qui leur donnera droit d'entrée aux séances, aux conférences et aux visites organisées par le Congrès ; ces cartes, qui sont personnelles, donneront également droit d'entrée à l'Exposition, mais pendant la durée du Congrès seulement.

---

(1) La liste des membres donateurs figurera en tête du compte rendu officiel du Congrès.

Les membres du Congrès recevront gratuitement les comptes rendus des travaux du Congrès.

Nous espérons, Monsieur et honoré Collègue, que vous voudrez bien nous apporter votre adhésion au « Troisième Congrès international de l'Acétylène ». Nous nous efforcerons de rendre ce Congrès aussi intéressant et aussi utile que possible, afin que, comme les deux Congrès internationaux tenus précédemment à Berlin et à Budapest, il fasse progresser l'industrie naissante de l'acétylène et laisse un souvenir durable ; dans ce but, nous vous prions de nous réserver la primeur de vos travaux.

Espérant que vous voudrez bien répondre à notre appel, nous vous prions de nous renvoyer signé le bulletin d'adhésion que vous trouverez ci-joint.

A la réception de votre adhésion ou sur votre simple demande, nous vous enverrons le règlement spécial du Congrès.

Veuillez agréer, Monsieur et honoré Collègue, l'assurance de nos sentiments distingués.

*Le Vice-Président,*  
BULLIER.

*Le Président,*  
Général SEBERT.

*Le Secrétaire général,*  
V. DAIX.

---

## COMMISSION D'ORGANISATION

---

### BUREAU

#### *Président d'honneur*

MM. BERTHELOT, secrétaire perpétuel de l'Académie  
des sciences.

MOISSAN, membre de l'Institut.

#### *Président.*

M. le général SEBERT, membre de l'Institut.

#### *Vice-Président.*

M. BULLIER, administrateur de la Société des car-  
bures métalliques.

#### *Secrétaire général.*

M. V. DAIX, ingénieur civil des Mines, professeur de  
chimie industrielle à l'Association polytech-  
nique.

#### *Secrétaire adjoint.*

M. HUBOU, ingénieur civil des Mines, inspecteur de  
la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

#### *Trésorier.*

M. R. GUILBERT, chef du Laboratoire des chemins de  
fer de l'Ouest.

### MEMBRES

MM. FONTAINE (Hippolyte), président de la Compa-  
gnie française de l'acétylène dissous.

GIN (Gustave), administrateur de la Compa-

gnie électro-métallurgique des procédés Gin  
et Leleux.

KIEFFER, ingénieur civil.

LACROIX, directeur de la Compagnie univer-  
selle d'acétylène.

NOBLEMAIRE, directeur de la Compagnie des  
chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

TURR, ingénieur civil.

---

## PROGRAMME SOMMAIRE

---

Le programme sommaire ci-après n'indique que le cadre des questions qui pourraient être traitées au Congrès.

Sur chacun de ces groupes de questions, la Commission d'organisation sollicite l'envoi de mémoires ou de propositions susceptibles d'être discutés utilement.

Elle demande que ces envois lui soient faits avant le 15 août 1900 pour lui permettre de procéder à un examen préalable destiné à coordonner et à faciliter les travaux du Congrès.

### I<sup>re</sup> PARTIE

#### CARBURE DE CALCIUM

##### THÉORIE DE LA PRÉPARATION DU CARBURE DE CALCIUM

Comparaison des différents procédés industriels de fabrication du carbure. — Procédés autres que l'emploi de fours électriques.

##### FABRICATION DE CARBURE DE CALCIUM AVEC FOURS ÉLECTRIQUES

Fours industriels. — Matières premières. — Différentes sortes de produits. — Rendement.

##### CARBURE DE CALCIUM DU COMMERCE

Diverses qualités de carbure. — Degré de pureté. — Conditions à remplir pour que, commercialement, le carbure de calcium soit marchandise loyale et marchande.

##### EMBALLAGE, TRANSPORT ET EMMAGASINAGE DU CARBURE

Différents modes d'emballage. — Formalités à remplir pour la douane. — Précautions à prendre dans le transport et l'emmagasinage. — Tarifs de transports.

II<sup>e</sup> PARTIE

## ACÉTYLÈNE

§ 1<sup>er</sup>. — *Production de l'Acétylène*

## APPAREILS GÉNÉRATEURS

Différents genres d'appareils producteurs d'acétylène.  
Modes de fonctionnement et de réglage.  
Avantages et inconvénients des différentes catégories d'appareils.

## ÉPURATION DE L'ACÉTYLÈNE

Impuretés de l'acétylène.  
Appareils destinés à l'épuration.  
Matières et produits chimiques ou procédés mécaniques employés.

## MESURES DE SÉCURITÉ CONCERNANT L'ACÉTYLÈNE

Précautions contre les accidents.  
De la surproduction ; moyens de l'éviter ou de la réduire.  
Précautions à prendre contre la gelée.  
Règlements administratifs.

§ 2. — *Applications de l'Acétylène à l'éclairage*

## ÉCLAIRAGE PAR L'ACÉTYLÈNE

Appareils servant à l'éclairage. — Acétylène dissous  
Mélanges d'acétylène et de gaz divers. — Eclairage par l'incandescence.  
Pouvoir éclairant — Brûleurs — Canalisations — Appareillage.  
Lampes portatives.  
Eclairage public — Eclairage des voitures et wagons.

§ 3. — *Applications diverses de l'Acétylène*

## EMPLOI DE L'ACÉTYLÈNE AU CHAUFFAGE

Fourneaux. — Réchauds. — Fers à souder. — Chaudières etc...

---

APPLICATIONS DE L'ACÉTYLÈNE AUX MOTEURS

Consommation — Comparaison des prix de revient  
avec les autres moteurs.

APPLICATIONS CHIMIQUES DE L'ACÉTYLÈNE

Noir d'acétylène. — Cémentation. — Benzine. — Al-  
cool — Fabrication des cyanures, etc...

APPLICATIONS DU CARBURE ET DE L'ACÉTYLÈNE  
A LA MÉTALLURGIE



# LISTE DES MEMBRES

DU

## CONGRÈS

---

### BUREAU DU CONGRÈS

---

#### *PRÉSIDENTS D'HONNEUR*

MM. BERTHELOT, Sénateur, Secrétaire perpétuel  
de l'Académie des Sciences.

CARNOT, Membre de l'Institut, Président de la  
Société d'Encouragement pour l'Industrie Na-  
tionale.

MOISSAN, Membre de l'Institut.

#### *PRÉSIDENT*

M. le Général SEBERT, Membre de l'Institut.

#### *VICE-PRÉSIDENTS ÉTRANGERS*

##### **Allemagne**

MM. FRAYS (baron de), ingénieur de la maison  
Schwartz.

KUNO-TURNAUER, ingénieur de la maison Sta-  
delmann.

**Angleterre**

M. WORTH, Président de la Société « The Acetylene Illuminating C<sup>o</sup> ».

**Autriche**

M. KOECHLIN, Conseiller au ministère de l'Intérieur de l'Empire d'Autriche. — Délégué officiel.

**Etats-Unis**

MM. BOURNONVILLE, ingénieur-directeur de la « General Acetylene C<sup>o</sup> ».

WILKINS, professeur au Collège d'Alabama. — Délégué officiel.

**Hongrie**

M. MARSOWSKY, Inspecteur en chef des chemins de fer et de la navigation du Royaume de Hongrie. — Délégué officiel.

**Italie**

M. MORANI, administrateur de la Società Italiana pel Carburo di Calcio.

**Roumanie**

M. STEINER (Docteur), acétyléniste.

**Russie**

M. LWOFF (Prince), attaché au ministère des Voies et Communications de l'Empire de Russie. — Délégué officiel.

**Suède**

M. LEFFLER (A.), ingénieur, professeur à Stockholm.

**Suisse**

M. GANDILLON, Directeur général de la Société La Volta.

**VICE-PRÉSIDENTS FRANÇAIS**

MM. JANET, administrateur délégué de la Compagnie Française de l'Acétylène dissous.

BESNARD, constructeur d'appareils à acétylène, Président des Comités de la classe 75 à l'Exposition universelle de 1900.

**SECRÉTAIRE GÉNÉRAL**

M. DAIX, ingénieur civil des mines, professeur de chimie industrielle à l'Association Polytechnique.

**SECRÉTAIRES-ADJOINTS**

MM. HUBOU, ingénieur civil des Mines, inspecteur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.

LELEUX, administrateur délégué de la Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leleux.

ROSENBERG, publiciste-acétyléniste.

**TRÉSORIER**

M. GUILBERT, chef du Laboratoire de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest.

**DÉLÉGUÉS OFFICIELS****Allemagne**

M. WIEBE (Docteur), Membre de l'Institut Technique de physique à Charlottenburg.

**Autriche**

MM. KASL, fabricant d'appareils d'éclairage à Weinberge-Prague (Bohême).

KOECHLIN, Conseiller au ministère de l'Intérieur de l'Empire d'Autriche.

ORNSTEIN, directeur de la fabrique Schiff et Cie, à Schwechat (Styrie).

SWETZ, Inspecteur du bureau de construction de la Ville de Vienne.

#### **Etats-Unis**

M. WILKINS, professeur au Collège d'Alabama.

#### **Hongrie**

M. MARSOWSKY, Inspecteur en chef des chemins de fer et de la navigation du Royaume de Hongrie.

#### **Mexique**

M. RIO DE LA LOZA, chef de la section de chimie à l'Institut National de Médecine, professeur de physique et de chimie à l'Ecole Normale de Mexico.

SELLERIER, inspecteur des mines de la République Mexicaine.

#### **Russie**

M. LWOFF (Prince), attaché au ministère des Voies et Communications de l'Empire de Russie.

#### **France**

MM. COUDERCHON, Inspecteur de l'éclairage de la Ville de Paris, pour la Ville de Paris.

DUCRU, Capitaine d'Artillerie, pour la Section technique d'Artillerie.

JOLY (de), Ingénieur des Ponts et Chaussées, pour le Ministère des Travaux Publics.

MORIN, Ingénieur de la Marine, pour le Ministère de la Marine.

PIERART, Capitaine du Génie, pour le Ministère de la Guerre.

RICHE, Directeur du Laboratoire des expertises du Ministère du Commerce, membre de l'Académie de Médecine, pour le Ministère du Commerce.

VALETTE (de la), Inspecteur des travaux publics des Colonies, pour le Ministère des Colonies.

### MEMBRES DONATEURS

COMPAGNIE Electro-Métallurgique des Procédés GIN et LELEUX, à Paris.

MM. HOURS, EDEL et DUPONT, négociants en carbure, à Lyon.

RADU, directeur du « Moniteur de l'Industrie du gaz », à Paris.

STADELMANN (J. et Cie), fabricants de becs en stéatite, à Nuremberg (Allemagne).

STEINER (D<sup>r</sup>), à Bucharest (Roumanie).

WORTH, fabricant de carbure de calcium (the Acetylene Illuminating C<sup>o</sup>), à Londres.

SYNDICAT professionnel de l'Acétylène, à Paris.

SYNDICAT pour la défense des intérêts du gaz acétylène, à Marseille.

-----

## Liste Générale des Membres du Congrès

---

- MM. ALEXANDRE (E.), ingénieur, Bruch, 122, Barcelone (Espagne).  
ALEXANDRE (F.), industriel acétyléniste, 26, Boulevard des Batignolles, Paris.  
ANDRÉ, (A.), fabricant à Massevaux (Alsace).  
ARBEL (P.), administrateur délégué des Forges de Douai, 3, rue Vignon, Paris.  
ARMENGAUD (jeune, J.), ingénieur-conseil, 23, boulevard de Strasbourg, Paris.  
BARCLAY (E.), administrateur délégué de la Compagnie Française d'éclairage et de chauffage par l'acétylène, rue de la Tour-des-Dames, 15, Paris.  
BARUT (J.), administrateur de la Société Electro-Chimique du Giffre, à Annecy (Haute-Savoie).  
BARZANO (C.), ingénieur, Foro Bonaparte, 1, Milan.  
BAUDOUIN (L.), négociant en carbure, rue des Fonderies, 76, à Rochefort-sur-Mer (Charente-Inférieure).  
BEDEL (C.), maître de forges à la Bérardière, Saint-Etienne (Loire).  
BEGHIN (G.), inspecteur d'usines à gaz, Cours du Midi, 11, Lyon.  
BENNI (S.), docteur ès-sciences, ingénieur, Pickna, 18, Varsovie.  
BERGE (R.), ingénieur civil, rue Pierre-Charon, 12, Paris.  
BERGER (A.), constructeur d'appareils à acétylène, rue de Lyon, à Vienne (Isère).  
BERTHELOT (M.), Sénateur, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, *Président d'Honneur*.

BESNARD (F.), père, constructeur d'appareils à acétylène, Président des Comités de la classe 75 à l'Exposition Universelle, 28, rue Geoffroy-Lasnier, Paris, *Vice-Président*.

BICHOT (P.), greffier au tribunal de Montbéliard (Doubs).

BILLY (de) (E.), ingénieur au corps des Mines, rue de Courcelles, 73, Paris.

BIRGER CARLSON, ingénieur électro-chimiste, Mansbo Avesta (Suède).

BLANC (Ch.), fabricant d'appareils d'éclairage au gaz, boulevard Richard-Lenoir, 45, Paris.

BLÉRIOT (L.), ingénieur civil, rue de Richelieu, 44, Paris.

BOHDAN-KUSPER, propriétaire d'usine de carbure de calcium, à Lobkovice, par Neratovice (Bohême).

BOONEN (L.), ingénieur de la Société Pesnell rue Amelot, 104, Paris.

BORDIER (E.), ingénieur des Arts et Manufactures, rue de la Tour, 60, Paris.

BOUGÈRE (G.), fabricant de carbure de calcium, à Kerrousse, près Hennebont (Morbihan).

BOURNONVILLE (E.), ingénieur-électricien, directeur des usines « The General Acetylene Co », New-York, *Vice-Président*.

BOUTAN (A.), ingénieur civil des Mines, rue de Savoie, 7, Lyon.

BOVET (de) (A.), ingénieur civil des Mines, avenue du Coq, 3, Paris.

BRAVET (L.), ingénieur à Chapareillan (Isère).

BULLIER (M.), administrateur de la Société des carbures métalliques, boulevard Haussmann, 50, Paris.

CAPELLE (R.-P.), professeur de physique, rue Monsieur, 15, Paris.

CARNOT (Ad.), Membre de l'Institut, Président de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, *Président d'Honneur*.

- CEDERKREUTZ (baron), ingénieur à Häme-  
koski (Finlande).
- CHAPERON (Ch.), ingénieur de l'Exploitation  
de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée,  
rue Roquépine, 11, Paris.
- CHAPSAL (F.), ingénieur des Services Techni-  
ques de l'Exploitation de la Compagnie de  
l'Ouest, rue d'Amsterdam, 13, Paris.
- CHASLES (H.), ingénieur civil des Mines, rue  
du Louvre, 7 bis, Paris.
- CHAVASTELON (R.), professeur à l'Université  
de Grenoble.
- COGUMBREIRO (José), Ponta Delgada, à Santa-  
Miguel (Açores).
- COMPAGNIE Electro-Métallurgique des Procé-  
dés GIN et LELEUX, 3, rue Vignon, Paris.
- CORNUAULT (E.), ingénieur civil, rue Camba-  
cères, 10, Paris.
- COUDERCHON (J.), inspecteur de l'éclairage  
de la Ville de Paris, avenue Victoria, 4,  
Paris, *Délégué de la Ville de Paris*.
- COURLON (de) (P.), ingénieur-directeur de la  
Société l'Inexplosible, 27, rue Drouot, Paris.
- CRÉDIT LYONNAIS, Service des Etudes Finan-  
cières, boulevard des Italiens, Paris.
- CRUELLELLIER (B.), ingénieur, rue Sylvabelle,  
116, Marseille.
- CUINAT (H.), administrateur délégué de la  
Compagnie Française des carbures de cal-  
cium, à Séchilienne (Isère).
- DAIX (V.), ingénieur civil des Mines, profes-  
seur de chimie industrielle, 72, rue Louis-  
Blanc, Paris, *Secrétaire général*.
- DALLEMAGNE (G.), administrateur de la « Pho-  
tolyte », 9, place de la Cathédrale, Liège.
- DEBRUYNE (L.), rue de la Madeleine, 19,  
Bruxelles.
- DELARBRE (Ed.), fabricant de becs à gaz, rue  
des Petites-Ecuries, 29, Paris.

- DEROY (fils aîné), constructeur d'appareils à acétylène, rue du Théâtre, 75, Paris.
- DESCOURS (A.), propriétaire d'usines à gaz, cours du Midi, 11, Lyon.
- DEVILAINE (L.), administrateur délégué de la Société Electrique Rioupéroux, à Rioupéroux (Isère).
- DOUSCHAN de VULITSCH, ingénieur civil des Mines, rue Crevaux, 5, Paris.
- DROUHIN (Ph.), directeur de la Société Electro-Chimique de la Romanche, à Livet (Isère).
- DUCHAMP (E.), administrateur délégué de la Compagnie Urbaine d'éclairage par le gaz acétylène, rue de Rome, 139, Paris.
- DUCRU (O.), Capitaine d'Artillerie, place Saint-Thomas-d'Aquin, 1, Paris, *Délégué par la Section technique d'Artillerie.*
- DUNOD, ingénieur de la maison Ch. Lorilleux, route de Paris, 77, à Nanterre (Seine).
- DUPONT (F.), ingénieur-chimiste, 156, boulevard Magenta, Paris.
- EGNELL (F.), ingénieur de la Société anonyme « Centrator », Stockholm.
- ELIOT (L.), fabricant d'appareils d'éclairage et de chauffage, passage Charles-Dallery, 11, Paris.
- ENGELFRED (A.), ingénieur-conseil, rue de Saint-Quentin, 8, Paris.
- EQUEVILLEY (R. d'), ingénieur civil des constructions navales, avenue de Wagram, 171, Paris.
- FAJOLE (E.), ingénieur des Arts et Manufactures, rue Etoupée, 3, Rouen.
- FONTAINE (H.), président de la Compagnie Française de l'acétylène dissous, rue Saint-Lazare, 28, Paris.
- FOUCHE (E.), directeur de la Compagnie Française de l'acétylène dissous, rue Saint-Lazare, 28, Paris.

FOURCHOTTE (M.), ingénieur des Arts et Manufactures, 101 bis, rue Lauriston, Paris.

FRAYS (baron de), de la maison Schwartz de Nuremberg, *Vice-Président*.

FREUNDLER (H.), ingénieur, rue d'Anjou, 42, Paris.

GADDA et Cie, Société de constructions électriques, via Castiglia, Milan.

GALL (H.), vice-président de la Société des carbures métalliques, boulevard Haussmann, 50, Paris.

GANDILLON (A.), Directeur général de la Société « la Volta », rue Diday, 12, Genève, *Vice-Président*.

GIGOT (P.), ingénieur en chef du service des usines de la Compagnie Parisienne du gaz, rue Condorcet, 67, Paris.

GIN (G.), ingénieur civil, rue de Lévis, 43, Paris.

GIRAUD (H.), chef du Laboratoire de la Compagnie des chemins de fer de l'Est, rue Lafayette, 168, Paris.

GOSSART (E.), professeur de physique expérimentale à la Faculté des Sciences, Bordeaux.

GRANJON (R.), dir. de l'« Acétyléniste », délégué par le Syndicat de Marseille, 8, rue Estelle, Marseille.

GRESLE (C.), fabricant de becs à gaz « Le Rubis », Bourse du Commerce, Paris.

GUENEAU (A.), président de la Société Electro-Métallurgique de Villelongue, 29, rue Le Peletier, Paris.

GUENEAU (G.), entrepreneur de plomberie, 7, quai Valmy, Paris.

GUGENHEIM (L.), Acétyléniste, rue de la Rochefoucault, 58, Paris.

GUILBERT (R.), Chef du Laboratoire de la Cie des Chemins de fer de l'Ouest, 155, rue Cardinet, Paris, *Trésorier*.

HARDMUTH (de), Directeur de la Société Française des électrodes de Venissieux (Rhône).

HAYS fils (E.), Fabricant d'appareils d'éclairage et de chauffage par le gaz acétylène, rue Saint-Sabin 65, Paris.

HELY d'OISSEL (E.), Administrateur de la Cie des chemins de fer de l'Ouest, rue de la Manutention, 1, Paris.

HEROULT (P.), Ingénieur à la Praz, par Modane (Savoie).

HERVIEU (G.), Ingénieur, Avenue Félix Faure 38, Nanterre (Seine).

HOURS, EDEL ET DUPONT, négociants en carbure, rue de la Bourse, 37, Lyon.

HUBOU (E.), ingénieur, inspecteur à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, rue du Faubourg-Montmartre, 164, Paris, *Secrétaire-Adjoint*.

JANET (A.), administrateur délégué de la Compagnie française de l'acétylène dissous, 28, rue Saint-Lazare, Paris, *Vice-Président*.

JAVAL (E.A.), constructeur, avenue du Roule, 58, Neuilly-sur-Seine.

JOLY (de) (G.), ingénieur ordinaire des Ponts-et-Chaussées, *Délégué par le Ministère des Travaux Publics*.

KASL, fabricant d'appareils d'éclairage à Weinberge-Prague (Bohême), *Délégué par le Ministère du Commerce de l'Empire d'Autriche*.

KELLER (A.), ingénieur civil, 3, rue Vignon, Paris.

KEMP (A.), architecte, ingénieur des Arts et Manufactures, à Luxembourg (Grand-Duché de Luxembourg).

KIEFFER (F.), ingénieur civil, 109, rue du Bac, Paris.

KOECHLIN (R.), ingénieur en chef de l'Omnium Lyonnais de Chemins de fer et de Tramways, 7, rue Scribe, Paris.

KOECHLIN (H.), conseiller au ministère de l'In-

térieur, à Vienne, *Vice-Président, Délégué par le Gouvernement autrichien.*

KORDA (D.), administrateur délégué de la Compagnie générale d'Electro-Chimie, ingénieur en chef de la Compagnie de Fives-Lille, rue Caudartin, 64, Paris.

KUNO-TURNAUER, de la maison Stadelmann, à Nuremberg, *Vice-Président.*

KUPPELER (G.), chimiste à Karlsruhe (Grand-Duché de Bade).

LACAZE (H.), de la Compagnie anonyme centrale pour la fabrication des compteurs à gaz, rue Pétreille, 9, Paris.

LACROIX (J.), mécanicien, route de Vichy, 42, à Cusset (Allier).

LACROIX (P.), directeur de la Compagnie universelle d'Acétylène, 36, rue de Châteaudun, Paris.

LAIR (T.), directeur de l'usine à gaz de Comines (Nord).

LAM (A.), chimiste communal de la ville, Rotterdam.

LAMY (V.), ingénieur civil, 280, rue de Solférino, à Lille (Nord).

LAN (M.), ancien administrateur de Compagnies gazières, 7, rue de Villersexel, Paris.

LAVAURS (A.) attaché au service des études financières du Comptoir National d'Escompte, 14, rue Bergère. Paris.

LEFFLER (Arthur), ingénieur, professeur à Stockholm, *Vice-Président.*

LEFFLER (G. Mittag), professeur à Stockholm.

LEGRIS (J.), fabricant de robinetterie, 29, rue des Gravilliers, Paris.

LELEUX (H.), administrateur délégué de la Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leleux, rue Vignon, 3, Paris, *Secrétaire-Adjoint.*

LEPINAY (A.), constructeur au Dorat (Haute-Vienne).

- LESSING (K.), fabricant d'électrodes à Nuremberg.
- LÉTANG (M.), directeur de la Maison Létang et Serpollet, rue du Faubourg-Saint-Honoré, 272, Paris.
- L'HERMITE (G.), constructeur à Louviers (Eure).
- LIMB (C.), docteur ès-sciences, ingénieur électricien, rue Coste, 58, à Caluire-et-Cuire (Rhône).
- LIOTARD (L.), constructeur d'appareils à acétylène, rue de Lorraine, 22, Paris.
- LONDEN (H.), ingénieur civil à Helsingfors (Finlande).
- LWOFF (le Prince), *Délégué du Ministre des voies et communications*, à Saint-Pétersbourg, *Vice-Président*.
- MACÉ (P.), ingénieur-constructeur, rue de Monceau, 36, Paris.
- MAGNARD, constructeur à Fourchambault (Nièvre).
- MARBEC (T.), ingénieur à Aix (Bouches-du-Rhône), délégué par le Syndicat de Marseille.
- MARIN (A.), constructeur de chaudronnerie, rue des Remparts, 16, à Meung-sur-Loire (Loiret).
- MARSOWSKY (N.), inspecteur en chef des chemins de fer et de la navigation à Budapest, *Délégué par le Ministère du Commerce de Hongrie, Vice-Président*.
- MARTIN (L.), fabricant d'appareils d'éclairage à acétylène, 108, rue d'Angoulême, Paris.
- MAYRARGUES (G.), administrateur délégué de la « Società Veneziana di Elettro-Chimica » à Venise.
- MESUREUR (J.), président de la Société des Anciens Elèves des Arts et Métiers, 6, rue Chauchat, représenté par M. Henri Besnard, 28, rue Geoffroy-Lasnier, Paris.
- MICHAUD (A.), directeur de l'éclairage au gaz

acétylène de Béziers (Hérault), et à Levallois-Perret, rue Chevalier, 83.

MICHEL (L.), inspecteur d'usines à gaz, cours du Midi, 11, Lyon.

MOISSAN, membre de l'Institut, 7, rue Vauquelin, Paris, *Président d'Honneur*.

MOLET (A.), industriel à Buenos-Ayres, rue Arenales, 783, représenté par M. Boistelle, rue Taitbout, 12, à Paris.

MONTAIS (R. de), constructeur acétyléniste, à Beauvoir, par Saint-Jean-Froidmantel (Loir-et-Cher).

MORANI (F.), administrateur de la « Società Italiana pel Carburio di Calcio », 92, San-Silvestro, à Rome, *Vice-Président*.

MOREL (M.), ingénieur civil des Ponts et Chaussées, à Lumbres (Pas-de-Calais).

MORIN (P.), ingénieur de première classe de la marine, *Délégué par le Ministère de la Marine*.

NEUBERG (E.), chimiste, Rathenower Strasse 24, Berlin, N. W. 5.

NOBLEMAIRE (G.), directeur de la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

ORFILA (P.), ingénieur, rue de la Rochefoucault, 56, Paris.

ORLOWSKY (d'), ingénieur, 59, boulevard Beauséjour, Passy, Paris, et à Saint-Pétersbourg, 34, Perspective Newski.

ORNSTEIN, directeur de la maison Schiff, à Schwechat (Styrie), *Délégué par le Ministère du Commerce de l'Empire d'Autriche*.

OVING (E.-H.), membre de l'Institut royal des Ingénieurs Hollandais, Geldersche Kade, 31, Rotterdam.

PALLORDET (L.), de la Société Française de l'Electro-Gaz, cours Lafayette, 266, Lyon.

PANASSIE (E.), président de la Compagnie Générale du gaz acétylène, rue de la Chaussée-d'Antin, 15, Paris.

- PARC (vicomte Alain du), administrateur délégué de la Société Electro-Métallurgique de St-Béron (Savoie), 4, place Grolier, Lyon.
- PAYRARD (E.), fabricant de carbure de calcium, 5, avenue de Vizille, Grenoble.
- PELLISSIER (L.), ingénieur civil, rue Singer, 16, Passy, Paris.
- PESNELL (P. V. et Cie), Société Française d'Eclairage, à Vienne (Isère), et à Paris, rue Amelot, 104.
- PETIT-PIERRE (P.), de la maison Petit-Pierre et Labouret, industriel, quai de l'Île, 11, à Roanne (Loire).
- PIATON (M.), ingénieur civil des Mines, rue de la Bourse, 49, Lyon.
- PIÉRART (A.), capitaine du Génie, rue Hallé 14, Paris, *Délégué du Ministère de la Guerre*.
- PINOT, ingénieur civil, à Paris, représentant la maison L'Hermite de Louviers (Eure).
- PITAVAL, ingénieur civil des Mines, directeur du *Journal de l'Electrolyse* (Aluminium, Acétylène), rue Brunel, 26, Paris.
- POLAIN (L.), ingénieur, 30, rue du Jardin Botanique, Liège.
- POTRON (E.), fabricant d'appareils d'éclairage et de chauffage, rue Oberkampf, 10, Paris.
- PRADON (J.), ingénieur, rue Balagny, 62, Paris.
- QUENTELLOT (P.), conducteur du service municipal des travaux de la Ville de Paris, rue Saint-Didier, 27, Paris.
- RADU (Ch.), directeur du « Moniteur de l'Industrie du gaz », rue Condorcet, 74, Paris.
- RENAUD (P.), ingénieur de la Société Industrielle d'articles d'éclairage, 70, rue de la Folie-Regnault, Paris.
- RICHE (A.), directeur du Laboratoire de la Monnaie, membre de l'Académie de Médecine, *Délégué du Ministère du Commerce*.
- RIO DE LA LOZA (F.), professeur de physique

- et de chimie à l'Ecole Normale de Mexico,  
*Délégué du Mexique.*
- ROBARD (R.), administrateur délégué de la Société d'éclairage électrique, rue de Rome, 141, Paris.
- ROCHE (C.), directeur de la Compagnie du gaz de Rennes, rue de La-Tour-d'Auvergne, 166, Rennes.
- ROSENBERG (P.), publiciste acétyléniste, rue d'Aumale, 6, Paris, *Secrétaire-Adjoint.*
- ROUMA (A.), ingénieur, 62, rue Vertbois, Liège.
- ROVERSI (J.), professeur de mathématiques, Caracas (Vénézuéla).
- SABATIER (J.), du Comptoir de l'Acétylène, rue Saint-Martin, 233, Paris.
- SABATIER (P.), professeur de chimie à l'Université de Toulouse, 11, allée des Zéphyr, Toulouse.
- SAINT-LOT (L.), représentant de la Société des carbures métalliques, boulevard Haussmann, 50, Paris.
- SALGUÈS (A.), administrateur délégué des Usines de Crampagna (Ariège), rue Alsace-Lorraine, 27, Toulouse.
- SAUTTER (E.), administrateur délégué de la Société des carbures métalliques, boulevard Haussmann, 50, Paris.
- SAUVAYRE (H.), négociant en carbure à Marseille, délégué du Syndicat de Marseille, 100, rue Dragon, à Marseille.
- SCHIFF et Cie, fabricants d'électrodes à Schwechat (Styrie).
- SCHINDLER (M.), directeur général de la Société anonyme pour l'Industrie de l'aluminium, à Neuhausen (Suisse).
- SCHMELK, chimiste de la Ville de Christiania.
- SCHUMACHER KOPP, chimiste d'Etat à Lucerne (Suisse).
- SEBERT (le Général), Membre de l'Institut, 14, rue Brémontier, Paris, *Président.*

SELLERIER (Carlos), inspecteur des Mines de la République Mexicaine, Secretaria de Fomento, Mexico, *Délégué du Mexique*.

SIMON (C.), ingénieur directeur de la Société Electro-Métallurgique de Saint-Béron (Savoie).

SNYERS (J.), directeur général d'Usines à gaz, cours du Midi, 11, à Lyon.

SOCIÉTÉ GOLD UND SILBER SCHEIDE ANSTALT, à Francfort-sur-Mein.

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE L'ACÉTYLÈNE (Cahen et Doyer), rue Amelot, 102, Paris.

STADELMANN (J.) et Cie, fabricants de becs en stéatite à Nüremberg.

STEINER (Docteur L.), Strada Academiei 2, Bucharest, *Vice-Président*.

STORNI (G.), de la Società Lombarda pel Carburo di Calcio, rue Paufito-Castaldi, 21 A, Milan.

SUNYÉ (R.), ingénieur, rue d'Allemagne, 4, Paris.

SWETZ (A.), inspecteur du Bureau de construction de la Ville de Vienne, *Délégué par le Ministère du Commerce de l'Empire d'Autriche*.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'ACÉTYLÈNE, rue Blanche, 19, Paris.

SYNDICAT POUR LA DÉFENSE DES INTÉRÊTS DU GAZ ACÉTYLÈNE, 60, cours Lieutaud, à Marseille.

TEMPERLEY (J.), armateur, Bishopsgate Street within, 72, Londres E. C.

THIBAL (A.), fabricant de cuivrerie, robinetterie et appareils d'éclairage, boulevard Richard-Lenoir, 22, Paris.

TILLY (J.), ingénieur civil à Arcueil (Seine).

TIMONOFF (de), directeur des voies et communications de la région de Saint-Petersbourg, 10, rue Bronnitski, Saint-Petersbourg.

TISSERAND (Ch.), constructeur à Saint-Dié (Vosges).

TURR (R.), ingénieur civil, administrateur délégué de la Compagnie Urbaine d'éclairage par le gaz acétylène, rue Jouffroy, 91, Paris.

VALETTE (de la), inspecteur des Travaux Publics des Colonies, *Délégué par le Ministère des Colonies*.

VAUTIER (Th.), ingénieur, rue Centrale, 46, Lyon.

VIAL, administrateur délégué de la Société Electro-Chimique de la Romanche, à Lyon et à Livet (Isère).

VIGANO (L.), directeur de la Società Lombarda pel Carbuco di Calcio, rue Paufito Castaldi, 21 A, Milan.

VORSTER (R.), à Hagen (Westphalie).

WIEBE (Dr H. F.), membre de l'Institut National technique de physique, Goethe Strasse, 87, Charlottenbourg, *Délégué de l'Allemagne*.

WILHELM (C.), constructeur, rue Sainte-Pauline, 2, Marseille.

WILKINS (G. S.), professeur au Collège d'Alabama, *Délégué des Etats-Unis, Vice-Président*.

WORMS DE ROMILLY, inspecteur général des Mines, rue Balzac, 7, Paris.

WORTH (F.), président de la Société « The Acetylene Illuminating Co », 3, Victoria street Westminster, Londres, *Vice-Président*.

WYDER (G.), représentant de la Société Industrielle des produits chimiques, rue de Rome, 5, Paris.

# Procès-verbaux sommaires

DU

**III<sup>e</sup> CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'ACÉTYLÈNE**



## PROCES-VERBAUX SOMMAIRES

---

SÉANCE DU SAMEDI 22 SEPTEMBRE 1900

---

PRÉSIDENCE DE M. LE GÉNÉRAL SEBERT,  
PRÉSIDENT DE LA COMMISSION D'ORGANISATION

La séance est ouverte à 10 heures 1/2.

M. LE PRÉSIDENT demande aux membres de la Commission d'organisation de prendre place avec lui au Bureau.

Il prie MM. les Délégués officiels des gouvernements représentés au Congrès de s'asseoir sur l'estrade.

Au nom de la Commission d'organisation du 3<sup>e</sup> Congrès international d'acétylène, le Président souhaite la bienvenue aux membres du Congrès et remercie, en la personne de leurs délégués, les Gouvernements qui s'y sont fait représenter, ainsi que les Sociétés qui sont venues lui apporter leur appui.

Il rend compte sommairement de la façon dont les travaux du Congrès ont été préparés et expose les difficultés qui ont empêché d'organiser une exposition spéciale d'appareils à acétylène au dehors de l'Exposition universelle où ces appareils n'ont pas reçu la place et le groupement qui leur convenaient.

Il rappelle les efforts faits à ce sujet par M. Daix et la tentative infructueuse pour faire coïncider la tenue du Congrès avec celle du Congrès de chimie appliquée et qui ont eu pour conséquence finale de retarder l'époque de la réunion.

Il signale que ce retard n'aura pas été sans profits, en permettant d'aborder dans de meilleures conditions l'é-

tude des questions qui intéressent l'industrie des carbures et de l'acétylène, actuellement menacée par une crise redoutable dont il rappelle les causes.

Il exprime l'espoir que le programme proposé pour les travaux du Congrès par la Commission d'organisation permettra, malgré la très courte durée de la session, d'aborder utilement l'étude de toutes les questions à résoudre et il insiste pour que le Congrès conserve ce programme pour la fixation de l'ordre du jour des séances.

M. le Président ajoute qu'il lui reste à faire procéder à l'élection du Bureau définitif et il propose à l'Assemblée de suspendre la séance afin de donner aux membres du Congrès le temps de se concerter sur le choix des candidats pour l'élection de ce Bureau.

Conformément à cette proposition, la séance est suspendue pendant un quart d'heure.

A la reprise de la séance et sur la proposition d'un membre, l'Assemblée procède à la nomination, par acclamation, de M. le général Sebert comme président.

M. le général SEBERT remercie l'Assemblée et fait connaître les noms des candidats aux fonctions de vice-présidents et de secrétaires.

Le Congrès s'occupe tout d'abord de la nomination des vice-présidents français. Plusieurs candidatures étant en présence et le Congrès ayant décidé de limiter à deux le nombre des vice-présidents français, il est procédé à l'élection de ces deux vice-présidents par bulletins de vote.

Le dépouillement du vote donne la majorité à MM. BESNARD et JANET, qui sont déclarés élus par le président.

Le Congrès procède ensuite à la nomination des vice-présidents étrangers.

Sont nommés :

MM. KUNO TURNAUER et baron FRAYS (Allemagne) ; WORTH (Angleterre) ; KOEHLIN (Autriche) ; WILKINS et BOURNONVILLE (Etats-Unis) ; MARSOWSKY (Hongrie) ; MORANI (Italie) ; D<sup>r</sup> STEINER (Roumanie) ; prince LWOFF (Russie) ; A. LEFFLER (Suède) ; GANDILLON (Suisse).

Vient ensuite l'élection des secrétaires.

Sont nommés :

M. V. DAIN, secrétaire général ; MM. HUBOU, LELEUX et ROSENBERG, secrétaires.

Le Président propose de maintenir M. GUILBERT comme trésorier.

Cette proposition est acceptée.

Le Président propose enfin de nommer MM. BERTHELOT, MOISSAN et Ad. CARNOT comme présidents d'honneur.

Cette proposition est acceptée par acclamation.

Le Bureau étant ainsi constitué, le Président et successivement MM. JANET, BESNARD et WORTH remercient l'Assemblée.

Le PRÉSIDENT propose d'arrêter l'ordre du jour, conformément au projet imprimé et qui a été distribué.

Cette proposition est adoptée.

Avant que la séance ne soit levée, M. KUNO-TURNAUER, au nom de la *Deutsches Acetylen Verein*, formule des vœux en faveur du Congrès et assure que l'association qu'il représente aidera à l'application des résolutions du Congrès de Paris.

M. DAIK, secrétaire général, donne lecture d'une dépêche du Syndicat de Marseille adressant des vœux pour le succès du Congrès. Il donne également lecture du programme des visites et excursions déjà arrêté.

La séance est levée à midi moins cinq.

---

## SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1900

(MATIN)

La séance est ouverte à 9 heures 3/4, sous la présidence de M. le général SEBERT.

MM. WORTH (Grande-Bretagne) et LEFFLER (Suède) prennent place au bureau comme vice-présidents.

Le procès-verbal sommaire de la séance du samedi 22 est lu et adopté.

M. LE PRÉSIDENT donne quelques indications sur la marche qu'il propose de suivre pour les travaux du Congrès et prie M. le secrétaire général de lire le règlement préparé par la Commission d'organisation et qu'il demande au Congrès de ratifier.

Ce règlement est adopté.

L'ordre du jour appelle les communications relatives

à la première partie du programme : *Questions techniques concernant l'industrie de la fabrication du carbure de calcium et de l'acétylène (généralités, statistique, usines, théorie, fabrication, fours et courants électriques, bibliographie).*

M. HUBOU donne lecture de sa communication sur *l'Application de la dissociation comme contribution à l'étude des fours électriques.*

M. Hubou fait remarquer que la réaction sur laquelle repose la préparation du carbure de calcium au four électrique est réversible et que cette réaction inverse, qui donne naissance à du charbon et à de la chaux, peut se produire lorsque la pression de l'oxyde de carbone formé atteint une certaine valeur, laquelle est elle-même fonction de la température. Il convient donc d'admettre que, pour une température donnée, il y a une pression-limite et pour une pression déterminée une température-limite, au-delà desquelles le carbure de calcium ne peut pas se produire. L'auteur termine en montrant, par des exemples, que cette théorie est confirmée par l'expérience.

M. MOREL fait remarquer que les théories de la thermodynamique rendraient sans doute possible l'étude de la question, non seulement pour le carbure de calcium, mais encore dans le cas de la dissociation de n'importe quel corps.

M. GUILBERT lit une *Nomenclature des Usines à carbure de calcium en France*, extraite d'un mémoire plus détaillé sur le même sujet qu'il dépose sur le bureau.

La conclusion de son travail est que, au mois de septembre 1900, il existait en France plus de 30 usines à carbure de calcium utilisant ensemble, d'après les données qui lui ont été fournies, une force totale d'environ 82,000 chevaux, alors qu'en avril 1899 on ne comptait, dans notre pays, pour cette industrie, que 20 usines employant ensemble moins de 35,000 chevaux.

Il est possible, toutefois, qu'il y ait lieu de considérer comme trop élevés les chiffres représentant la force motrice des usines, quelques fabricants ayant indiqué, non pas le nombre de chevaux réellement affecté par eux à la production du carbure, mais le nombre total de chevaux disponibles dans leur installation hydraulique.

M. LE PRÉSIDENT, pour compléter les documents qui viennent d'être lus, rappelle les rapports déjà présentés sur ce sujet au Congrès de chimie appliquée et prie ceux des membres qui pourraient donner des indications sur

l'industrie du carbure de calcium à l'étranger de bien vouloir le faire.

M. GANDILLON donne alors des renseignements sur les usines d'Allemagne et de Suisse, M. LEFFLER sur les usines suédoises, M. WORTH sur les usines anglaises, et M. BOURNOXVILLE sur celles des États-Unis. Ces renseignements seront reproduits à la suite du mémoire de M. Guilbert.

M. PITAVAL lit une communication sur le *Développement de l'industrie du carbure de calcium en France*. L'auteur, faisant l'historique complet du carbure de calcium et de l'acétylène, indique d'abord la part qu'il convient d'attribuer, en ce qui concerne l'étude de ces corps, aux chimistes dont les travaux ont précédé l'invention des fours électriques. Il fait remarquer, à cette occasion, que, dès 1840, Hare obtenait du carbure de calcium par fusion électrique et produisait de l'acétylène en traitant ce carbure par l'eau.

Constatant ensuite l'essor donné à l'étude des carbures métalliques par la découverte des fours électriques, il indique successivement les recherches de MM. W. Siemens, Héroult, Maquenne, etc. puis, suivant l'ordre chronologique, il examine en détail les travaux de MM. Wilson, Moissan et Bullier, après quoi il cite les applications pratiques qui ont été le résultat et le complément de ces travaux. Il termine par un aperçu sur l'état actuel de l'industrie du carbure de calcium et de l'acétylène et sur l'avenir probable de cette industrie.

M. LE PRÉSIDENT constate que les chaleureux applaudissements par lesquels l'assemblée a accueilli cette communication font ressortir la valeur et l'intérêt du travail si bien documenté de M. Pitaval.

M. GOSSART exprime le regret que M. Pitaval, dans son historique, n'ait pas suffisamment fait ressortir l'importance de la communication faite par M. Moissan à l'Académie des Sciences.

M. BULLIER dit qu'il est tenu à ce sujet à une grande réserve par le procès qui est en cours, mais qu'il est obligé de protester contre certaines parties du mémoire de M. Pitaval, dont il doit contester l'exactitude.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il comprend les scrupules de M. Bullier, mais qu'à son défaut d'autres pourraient prendre part à la discussion, et que le Congrès entendrait certainement avec intérêt l'exposé des faits, s'il en existe, qui pourraient être opposés à ceux mentionnés par M. Pitaval.

M. ARMENGAUD dit qu'ayant dû suivre avec attention toutes les phases du procès engagé, il peut certifier que les faits relatés dans le travail de M. Pitaval sont d'une rigoureuse exactitude ; ce n'est pas de ces faits eux-mêmes, mais de leur interprétation que dépend l'issue du procès engagé, et il est persuadé que les expériences contradictoires qui restent à exécuter pour fixer cette interprétation établiront nettement où est la vérité.

M. BULLIER ayant quitté la salle et personne ne demandant plus la parole sur cette question, il est passé à la suite de l'ordre du jour.

M. KELLER commence la lecture d'un mémoire sur le *Rôle de la densité de puissance dans le procédé de fabrication du carbure de calcium au four électrique*. L'auteur définit tout d'abord l'expression nouvelle *densité de puissance* et indique l'influence de ce facteur sur la marche des fours électriques et sur leur rendement.

Il examine ensuite les avantages et les inconvénients comparatifs du carbure coulé et du carbure en pains, tant au point de vue de la fabrication qu'au point de vue de l'emploi, et conclut en faveur du carbure coulé.

Il donne enfin la description d'un four électrique de son invention, qui est caractérisé par deux électrodes verticales servant l'une à l'arrivée, l'autre au retour du courant, la matière à traiter étant employée comme conducteur intermédiaire et pouvant être réchauffée au moment de la coulée par un dispositif spécial.

La séance est levée à 11 heures 3/4.

## SEANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1900

(SOIR)

La séance est ouverte à 2 heures 1/2, sous la présidence de M. le général SEBERT.

MM. Kœchlin, Gandillon, Leffler, Worth, Janet, Besnard, vice-présidents, prennent place au bureau.

M. Héroult, revenant sur l'historique de la fabrication du carbure de calcium, signale les conditions dans lesquelles, à l'usine de Froges, avec un four disposé pour la fabrication du corindon, il a obtenu immédia-

tement du carbure de calcium, par la simple substitution de chaux et de charbon, dans les proportions indiquées par l'*Agenda du chimiste*, aux matières employées pour la fabrication du corindon.

M. KELLER achève la lecture de son mémoire sur le *Rôle de la densité de puissance dans la fabrication du carbure de calcium au four électrique*.

M. SIMON dit qu'il est avantageux d'avoir dans les fours électriques un bain de carbure de calcium en fusion sur la sole.

M. KELLER conteste cet avantage, et, pour répondre à une question de M. Héroult au sujet du four à électrodes mobiles qu'il a décrit, donne des explications complémentaires sur le déplacement que l'on peut imprimer aux électrodes au sein de la matière, malgré la cohésion de celle-ci; répondant enfin à une autre question de M. GANDILLON, il entre dans quelques détails sur la distance qui doit séparer les électrodes entre elles.

M. LE PRÉSIDENT signale au Congrès plusieurs questions importantes qui lui paraissent de nature à justifier la nomination de commissions chargées d'étudier, au préalable, la solution à leur donner, avant de les soumettre aux résolutions du Congrès, et il propose de procéder, dès maintenant, à la nomination de ces commissions.

#### PREMIÈRE QUESTION

Fixation de la date et du lieu du 4<sup>e</sup> Congrès international de l'acétylène.

M. LE PRÉSIDENT propose de charger de l'examen de cette question le Bureau, dans la composition duquel entrent des membres de plusieurs pays, et d'y adjoindre M. LELEUX.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

#### DEUXIÈME QUESTION

Conditions à fixer pour les transactions commerciales du carbure de calcium.

Commission nommée : MM. KUNO, TURNAUER, GANDILLON, SCHMELK, HUBOT et KELLER.

#### TROISIÈME QUESTION

Transport du carbure par voies de terre et de mer.

Commission nommée : MM. LACROIX, SAUTTER et BARUT.

#### QUATRIÈME QUESTION

Réglementation de la fabrication et de l'emploi des appareils à acétylène et du carbure, en vue des accidents. Assurances.

En raison de l'importance de cette question et après un échange de vues entre MM. SIMON, MICHAUD, SABATIER, GRANJON et BARUT, M. le Président propose de nommer une commission de neuf membres qui pourra, si elle le juge à propos, se scinder en deux sous-commissions chargées l'une de la réglementation, l'autre des assurances.

La commission est ainsi composée de MM. SIMON, le R. P. CAPELLE, L'HERMITE, BERNARD, BARCLAY, BARUT, SABATIER, FOURCHOTTE et KIEFFER.

M. KELLER lit son mémoire sur *les fours électriques*.

L'auteur rappelle l'origine des fours électriques et décrit les premiers types inventés ; puis, les rattachant aux fours industriels actuels, présente une classification de ces derniers, tant au point de vue de leurs principes que de leurs applications.

Il termine par des considérations sur les différents courants électriques employés dans les fours, les électrodes et les canalisations, et donne une description succincte des fours électriques figurant à l'Exposition.

M. SIMON lit deux mémoires, l'un sur les *lignes à courant alternatif à grand débit et faible potentiel*, l'autre sur le *décalage du courant dans les fours électriques*.

Dans le premier de ces mémoires, l'auteur soumet au calcul les conditions les plus favorables d'établissement des lignes à courant alternatif de haute intensité. De ces considérations théoriques, il tire les conclusions suivantes :

1° Il convient de rapprocher, autant que possible, les conducteurs du circuit ;

2° Il faut éviter que les pièces métalliques telles que boulons, plaques de serrage, etc., soient rapprochées du circuit ; de plus, ces pièces doivent être, autant que possible, en métal non magnétique, en bronze par exemple ;

3° Les conducteurs parallèles doivent être formés de lames de cuivre séparées par des couches d'air, avec intervention de polarité, et aussi rapprochées que possible l'une de l'autre.

Dans son second mémoire, M. Simon étudie les méthodes de mesure de décalage du courant. A une première méthode, très simple en théorie, mais coûteuse en pratique, à cause des installations préparatoires qu'elle exige, l'auteur en préfère une autre dont il établit le principe par le calcul et qui se réduit à faire deux lectures au galvanomètre après avoir placé dans le circuit une résistance non inductive.

M. Simon fait observer qu'on pourrait également déterminer le décalage au moyen de l'oscillographe Blondel ou d'un wattmètre, mais que ces appareils sont coûteux pour les grandes intensités et que leurs indications manquent d'ailleurs de précision dans ce cas.

M. KELLER fait remarquer que cette question a déjà été traitée par lui au Congrès d'électricité et que la Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leleux a déjà mis en pratique, dans plusieurs usines, les principes énoncés par M. Simon.

M. SIMON est d'accord avec M. Keller et pense qu'il y avait quelque intérêt à insister sur la question de fréquence dans l'établissement des alternateurs.

M. KELLER et M. SIMON se mettent d'accord, après une courte discussion, sur l'avantage qu'il y a à diminuer la fréquence dans les fours à incandescence.

A ce moment entre dans la salle M. le professeur Wiebe, membre de l'Institut technique de physique de l'Empire d'Allemagne.

M. LE PRÉSIDENT introduit M. Wiebe sur l'estrade et lui souhaite la bienvenue.

M. WIEBE lui adresse ses remerciements.

M. KELLER lit une communication sur *les variations du rendement du carbure de calcium en poids et en litres de gaz*.

L'auteur expose que le rendement du carbure de calcium en litres de gaz est essentiellement variable avec les proportions du mélange qui sert à la fabrication, et les constantes électriques du four employé.

Il présente des graphiques établissant ces variations, qu'il a étudiées dans plusieurs usines. Il insiste sur l'insuffisance des garanties imposées aux fabricants pour la vente du carbure de calcium, ces garanties ne portant pas, jusqu'à présent, sur la qualité du gaz acétylène.

Il conclut en proposant de fixer le rendement industriel du carbure de calcium à 290 litres et d'étudier un appareil-étalon pour la mesure du pouvoir éclairant du gaz ou sa composition chimique.

M. LACROIX annonce qu'il a imaginé un appareil simple permettant d'apprécier par une seule lecture la qualité de l'acétylène produit par un carbure donné.

M. BESNARD fait ressortir l'importance de la question au point de vue commercial ; il souhaite que l'on se mette d'accord sur la limite de tolérance à fixer pour les impuretés du carbure de calcium.

M. GUILBERT lit une étude sur quelques *sous-produits de la fabrication du carbure de calcium*, étude qu'il a faite avec la collaboration de M. Dinan.

Les auteurs ont analysé trois échantillons de sous-produits nettement cristallisés, provenant respectivement des usines de la Bâthie (M. Robert), de Pont-du-Giffre et de Séchillienne. Ils ont constaté, dans les trois cas, que ces corps étaient des silico-carbures de fer contenant de petites proportions d'éléments étrangers (aluminium, calcium, manganèse).

M. LÉTANG lit son mémoire sur la *fabrication de l'acétylène au moyen de l'acétylithe*.

L'auteur ayant remarqué que la surproduction de l'acétylène résulte surtout de l'accumulation d'eau dans la chaux produite par la décomposition du carbure de calcium a songé, avec M. Serpollet, à éliminer cette chaux en la transformant en sucrate de chaux soluble. A cet effet, il enrobe dans de la glucose le carbure en morceaux ; cette glucose met le carbure à l'abri de l'humidité avant l'emploi et dissout ensuite la chaux dans le gazogène au fur et à mesure de sa production.

M. JANET demande quelle est la quantité de glucose qu'il convient de déposer sur le carbure.

M. LÉTANG répond que cette quantité est le sixième ou le septième de la proportion théorique.

M. MOREL fait observer que le sucrate de chaux étant moins soluble à chaud qu'à froid et la température du gazogène s'élevant à mesure que la réaction se prolonge, il est à craindre que l'efficacité de la glucose ne devienne insuffisante à la fin.

M. LÉTANG réplique qu'il suffit de proportionner les dimensions de l'appareil au débit que l'on veut obtenir, pour éviter une élévation de température nuisible.

La séance est levée à 4 h. 50.

## SÉANCE DU MARDI 25 SEPTEMBRE 1900

(MATIN)

La séance est ouverte à 9 h. 3/4, sous la présidence de M. le général SEBERT, assisté de MM. LEFFLER, WORTH, KÖCHLIN, JANET et BESNARD, vice-présidents.

M. ROSENBERG donne lecture du procès-verbal qui est adopté à l'unanimité.

L'ordre du jour appelle les communications relatives à la deuxième partie du programme : *Questions techniques concernant les applications du carbure de calcium et de l'acétylène à l'éclairage.*

M. BESNARD lit son *Compte rendu des appareils admis à l'Exposition universelle de 1900 et de ceux présentés au Congrès.*

Dans ce travail, il divise les appareils en cinq classes principales :

1<sup>o</sup> Appareils portatifs et lampes à main (22 types présentés) ;

2<sup>o</sup> Appareils à chute d'eau sur le carbure (10 types présentés) ;

3<sup>o</sup> Appareils à contact où l'eau attaque le carbure soit directement, soit par compartiments séparés (35 types présentés) ;

4<sup>o</sup> Appareils à chute de carbure dans l'eau, se subdivisant en deux catégories :

a) Appareils employant du carbure granulé (16 types présentés) ;

b) Appareils employant du carbure tout-venant (22 types présentés) ;

5<sup>o</sup> Appareils à gaz acétylène dissous dans un liquide ou mélangé d'air (2 types présentés).

Les brûleurs à acétylène présentés ont été de six types différents.

Le total des appareils présentés à l'Exposition ou au Congrès est donc de 107 et les brûleurs sont au nombre de 6.

M. LE PRÉSIDENT annonce que des cartes permettant aux membres du Congrès de visiter l'usine d'acétylène des berges de la Seine sont déposées sur le bureau par les soins de M. Besnard.

M. OUVING développe ensuite son mémoire sur l'*Emploi*

*d'un appareil mélangeur d'acétylène et d'air pour l'éclairage des communes et des villes.*

L'appareil décrit par M. Oving consiste en deux tambours tournants montés sur un même axe horizontal et enfermés dans une sorte de compteur à gaz. Ces tambours sont en communication l'un avec un réservoir d'acétylène, l'autre avec l'atmosphère. M. Oving établit par le calcul le rapport qu'il convient d'observer entre les volumes des deux tambours pour que la proportion d'acétylène, dans le mélange gazeux obtenu, soit telle que ce mélange ne devienne pas explosif.

M. WORTH demande à M. Oving si ce n'est pas par erreur qu'il a indiqué le début de l'année 1894 comme la date de ses expériences, lui faisant remarquer qu'à cette date il n'existait pas encore de carbure fabriqué industriellement.

M. Oving répond qu'à cette date il avait du carbure à sa disposition et que ce carbure lui était fourni par l'usine de Schaffouse (Suisse) qui en avait fabriqué dès 1892. Cette réponse produit quelque émotion dans l'assemblée à cause des procès engagés à propos de certains brevets.

M. LE PRÉSIDENT demande alors à M. Oving de préciser les faits et de remettre au Bureau une note sur ce sujet.

M. DAIX demande à M. Oving s'il peut indiquer la pression à laquelle sortira le mélange d'air et d'acétylène.

M. Oving répond qu'il n'a pas fait d'expériences à cet égard.

M. MOREL développe ensuite sa communication : *Considérations nouvelles sur les appareils producteurs de gaz acétylène.*

M. MOREL étudie analytiquement le phénomène de surchauffage dans les divers types d'appareils et il calcule les conditions à remplir pour que cet inconvénient puisse être évité. On peut empêcher le surchauffage du gaz naissant en ayant recours soit au refroidissement par mélange, soit au refroidissement par surface.

Dans les appareils à chute de carbure dans l'eau, le refroidissement par le mélange peut être suffisant, mais tous ces appareils, lorsqu'ils sont automatiques, comportent forcément des organes mécaniques d'un fonctionnement incertain.

Dans les appareils à chute d'eau sur le carbure, on ne peut appliquer que le refroidissement par surface externe,

et malgré ce refroidissement, il arrive que, dans le milieu de la masse interne du gazogène, la température dépasse 60 degrés. Dans les appareils à contact, on peut combiner les deux modes de refroidissement. Avec de tels appareils, il est possible de produire l'acétylène dans les meilleures conditions de température sans organes mécaniques.

C'est ce genre d'appareils que M. Morel estime devoir être adopté de préférence.

M. JANET fait une communication sur l'*Acétylène dissous*.

L'orateur présente au Congrès les appareils portatifs de la Compagnie française de l'acétylène dissous, utilisant la solubilité de l'acétylène dans l'acétone (procédés Claude et Hess).

L'acétone contenant l'acétylène en dissolution est emmagasiné dans des briques très poreuses ; avec d'autres corps poreux à base de charbon on peut même, fait remarquer M. Janet, supprimer l'acétone et comprimer directement l'acétylène dans les récipients.

M. Janet décrit les expériences de M. Vieille, à la suite desquelles ont été fixées les règles d'épreuves des récipients destinés à l'usage public, et présente au Congrès trois de ces réservoirs contenant respectivement 200, 1,200, 10,000 litres d'acétylène disponible.

M. Janet est vivement applaudi, et la séance est levée à midi.

## SÉANCE DU MERCREDI 26 SEPTEMBRE 1900

(MATIN)

La séance est ouverte à neuf heures trois quarts, sous la présidence de M. le général SEBERT, assisté de MM. JANET, KÆCHLIN, WORTH et BESNARD, vice-présidents.

M. ROSENBERG fait la lecture du procès-verbal. Il est adopté à l'unanimité, après rectification de M. O Ving. Celui-ci ayant rappelé ses souvenirs, déclare que c'est seulement dans le courant de 1894 qu'il a reçu du carbure.

M. LE PRÉSIDENT donne ensuite lecture d'une lettre de M. Bullier protestant contre la communication de M. Pitaval, demandant l'insertion de cette protestation, et donnant sa démission de membre du Congrès.

M. le général SEBERT signale que le procès-verbal sommaire approuvé par l'assemblée avait donné, par avance, satisfaction à M. Bullier pour l'insertion qu'il réclame. Ses observations ont été reproduites, sinon en termes identiques à ceux de sa lettre, du moins en termes équivalents et s'approchant peut-être plus encore du texte recueilli par la sténographie. Il ne pense donc pas qu'il y ait lieu de rectifier le procès-verbal. En ce qui concerne le sujet même de la lettre, il n'a pas besoin de dire combien il regrette personnellement les appréciations de M. Bullier et sa détermination finale, car il avait pris soin, à deux reprises, de faire connaître son intention de diriger les débats de façon à éviter, dans le sein du Congrès, toute appréciation ou tout jugement critique sur des questions aujourd'hui pendantes devant la justice, en restreignant les communications à l'exposé des documents et des faits pouvant éclairer ceux qui ont intérêt à connaître la vérité. Il déplore l'insuccès de ses efforts, car il pense que le concours de M. Bullier aurait pu, pour une grande part, aider le Congrès dans la recherche des moyens de conjurer la crise qui sévit sur l'industrie du carbure de calcium. (*Applaudissements.*)

M. BOISTELLE lit sa communication sur : *Un appareil permettant le mélange de l'acétylène avec de l'air ou du gaz d'éclairage.*

M. Boistelle ne décrit pas en détail l'appareil en question, dû à M. Molet ; il indique seulement que cet appareil, construit spécialement en vue des mélanges d'acétylène et d'air, est également applicable à d'autres mélanges gazeux, que son fonctionnement est automatique, et que les mélanges s'opèrent dans des proportions toujours égales.

M. Boistelle pense que le mélange d'acétylène et d'air ainsi obtenu convient tout particulièrement pour les applications au chauffage et aux moteurs.

Pour répondre à une demande de M. MICHAUD, qui exprime le désir de connaître la description de l'appareil en question, M. BOISTELLE dit que cet appareil, quoique différent de celui décrit la veille par M. Oving, a quelque analogie avec lui, mais qu'il ne peut en donner la description, car, certains brevets n'étant pas encore pris, il doit, par mesure de précaution, s'en tenir à ce qu'il a lu.

M. BESNARD demande à M. Boistelle s'il pourra néanmoins faire figurer son appareil sur la liste de

ceux dont il a donné la nomenclature, en s'en tenant à ce qui a été lu.

M. BOISTELLE y consent.

M. LE PRÉSIDENT propose au Congrès de désigner, dès maintenant, le comité de publication qui serait chargé, sous sa présidence, du soin de publier les travaux du Congrès, car eu égard au grand nombre de communications envoyées, il devient nécessaire de mettre en ordre toutes les communications et tous les renseignements reçus, et de seconder dans cette tâche le secrétaire général.

MM. DAIX, GUILBERT, HUBOU, LELEUX et P. ROSENBERG sont désignés pour faire partie de ce comité.

M. DOUSCHAN DE VULISTSCH lit sa communication sur l'*Orlyte*. L'*Orlyte* est, dit l'auteur, un carbure granulé que son enrobage avec des hydrocarbures rend inattaquable à l'air et indifférent à l'humidité.

D'après M. DE VULISTSCH, le prix de revient de l'*Orlyte* est inférieur à celui du carbure de calcium. Non seulement l'*Orlyte* est une matière spéciale, mais le gaz produit est lui-même différent de l'acétylène ordinaire. Les hydrocarbures qui se trouvent mélangés au gaz empêchent les dépôts de vapeurs de se former et permettent d'obtenir une combustion parfaite.

M. GRANJON dit qu'il a eu l'occasion de voir de l'*Orlyte* qui, ayant été conservé à l'air dans un laboratoire, s'est altéré au bout d'un mois. Il demande à quoi il convient d'attribuer ce phénomène.

M. DE VULISTSCH répond qu'il serait facile de s'assurer de la bonne conservation de l'*Orlyte* en demandant communication des résultats obtenus avec les différentes livraisons faites par l'usine de Francfort qui, seule, fabrique ce produit.

Quelques congressistes ayant posé diverses questions au sujet de l'action de l'humidité sur l'*Orlyte*, M. de Vulitsch déclare se tenir à leur disposition pour faire toutes les expériences que l'on pourra désirer.

M. FOUCHÉ prend la parole sur l'*Eclairage intensif par l'acétylène*.

L'orateur présente au Congrès un brûleur à incandescence avec manchon étudié par la Compagnie française de l'acétylène dissous, et donnant la carcel pour une consommation horaire de 2 à 3 litres; à la pression de 15 centimètres d'eau, on peut obtenir depuis 7 jusqu'à 70 carcels; l'intensité lumineuse croît avec la pression et, lorsque celle-ci est de 1 mètre, on obtient de 20

à 150 carrels. D'après M. Fouché, ce procédé, expérimenté dans des appareils d'optique, a donné des résultats qui ne sont dépassés que par l'arc électrique. Avec les appareils des phares, l'incandescence à l'acétylène l'emporte sur la vapeur de pétrole brûlée sous pression ; dans les lanternes à projections, on obtient avec le plus petit type de manchons un éclat supérieur à celui de la lumière oxyhydrique.

M. le général SEBERT, obligé de se retirer, cède à ce moment la présidence à M. JANET.

M. DAIX demande à M. Fouché quelle peut être la durée des manchons à incandescence qu'il emploie, étant donné l'intensité considérable de la flamme et la haute température à laquelle le manchon doit, par suite, se trouver soumis.

M. FOUCHÉ répond que, lorsque le manchon fonctionne sous une pression peu élevée, sa durée est plus longue, mais que c'est là, d'ailleurs, un point négligeable, si l'on considère l'économie obtenue avec ce mode d'éclairage.

Si l'adjonction d'un manchon permet de ne dépenser que 2 litres par carrel au lieu de 8 litres, ce qui fait 85 p. 100 d'économie, il est clair que, sur une consommation qui peut être de 200 litres à l'heure, on aurait avantage à employer un manchon même si la durée de cet organe n'était que de quelques heures.

M. DE JOLY signale les expériences d'incandescence faites par le Service des Phares. Il dit qu'elles ont donné des résultats encourageants au point de vue de l'intensité lumineuse, mais moins satisfaisants au point de vue de la durée des manchons. M. de Joly ne pense pas que cette courte durée des manchons doive être attribuée à la pression de l'acétylène. Il croit plutôt que la qualité du gaz joue dans ce cas un grand rôle dans la durée du manchon ; ce qui semble justifier cette manière de voir, c'est que le Service des Phares emploie des brûleurs à incandescence alimentés par de la vapeur de pétrole et fonctionnant sous des pressions qui se mesurent, non plus par centimètres, mais par mètres d'eau. Or, les manchons durent, dans ce cas, 200, 400 et 500 heures, tandis qu'avec l'acétylène, d'après les essais de laboratoire faits au Service des Phares, la durée de ces manchons soumis à des pressions de 75 centimètres à 1 mètre d'eau au plus est extrêmement limitée ; les manchons se détériorent généralement à la partie inférieure. M. de Joly estime que cet inconvé-

nient constitue un obstacle sérieux à l'emploi de l'acétylène pour l'éclairage intensif et croit que l'épuration de l'acétylène serait le meilleur remède à apporter à cet état de choses.

M. FOUCHÉ répond que la détérioration rapide des manchons s'observe, en effet, surtout lorsque le carbure de calcium employé donne lieu à la production de quantités excessives d'hydrogène phosphoré. Si l'on a soin d'épurer préalablement l'acétylène, les manchons ne durent pas moins qu'avec le gaz d'éclairage ordinaire.

M. MICHAUD pose quelques questions sur la différence d'intensité entre deux becs, dont l'un forme un papillon parfait et l'autre un papillon imparfait.

M. FOUCHÉ dit qu'il n'a pas fait d'études spéciales à ce sujet, mais il pense que, si la flamme n'a pas une forme régulière, il y a certainement diminution du pouvoir éclairant.

M. MICHAUD désire savoir s'il serait possible d'établir une échelle graduée de ces variations des becs d'après leur type et leur rendement.

M. FOUCHÉ répond que cela est bien difficile puisque même dans les becs d'un modèle identique on constate des différences dans le rendement.

M. GOSSART demande quelle est la pression qui convient pour les becs à incandescence.

M. FOUCHÉ répond que la pression minima est de 13 centimètres.

M. DOYER prie M. Fouché d'indiquer le débit des différents brûleurs à incandescence.

M. FOUCHÉ répond que ces débits sont, à 15 centimètres de pression, de 20, 40, 75 et 80 litres.

M. DE JOLY donne les chiffres des expériences faites au Service des Phares. La consommation horaire par carcel était, dit-il, de 2 litres, 2 lit. 3 et 2 l't. 6, mais avec des pressions de 0 m. 75 à 1 mètre. Les débits des becs étaient, à ces pressions, de 60, 64 et jusqu'à 245 litres à l'heure. Avec les autres gaz, d'ailleurs, il faut également opérer sous de fortes pressions pour obtenir des résultats analogues.

M. FOUCHÉ explique que l'intensité lumineuse obtenue dépend beaucoup de la qualité des manchons. Des manchons fournis au Service des Phares, en par-

ticulier, ont donné des résultats inférieurs de moitié à ceux qui avaient été obtenus au laboratoire de la Compagnie française de l'Acétylène dissous avec les mêmes appareils. Il cite les expériences faites au laboratoire municipal de la Ville de Paris, où on a obtenu, avec une pression de 32 centimètres, 12 carcels avec 30 litres de gaz, et où les manchons ont duré 500 heures.

M. TÜRRE, qui devait lire un mémoire sur l'*Incandescence*, s'étant fait excuser, M. JANET, président, prie M. DAIX, secrétaire général, de lire le mémoire de M. FAJOLE, absent, sur l'*Eclairage des trains et tramways*.

L'auteur, après une critique des modes actuels d'éclairage des trains, décrit le système dont il est l'inventeur, et qu'il a appliqué au tramway à vapeur de Saint-Romain-de-Colbosc (Seine-Inférieure).

Un générateur d'acétylène installé dans un fourgon est relié aux voitures par une conduite générale. Chaque voiture comporte, en outre, un réservoir auxiliaire destiné à assurer l'éclairage en cas de découplément. Le carbure employé est imbibé de pétrole; l'acétylène produit est lavé, épuré et séché avant d'arriver aux becs.

M. ROVERSI lit ensuite sa communication sur *Un appareil portatif*.

La séance est levée à midi.

## SÉANCE DU JEUDI 27 SEPTEMBRE 1900

(MATIN)

La séance est ouverte à 9 h. 3/4, sous la présidence de M. le général SEBERT, assisté de MM. BESNARD, KœCHLIN et JANET, vice-présidents.

M. DAIX lit le procès-verbal qui est adopté à l'unanimité.

M. GOSSART développe sa communication sur *Une lampe portative à l'acétylène*. La description de cet appareil figure dans les comptes rendus *in extenso* du Congrès.

M. FOUCHÉ complète les explications qu'il a données, la veille, au sujet de l'*incandescence*.

L'orateur fait remarquer que les générateurs ordinaires à acétylène ne permettent généralement pas d'obtenir une pression suffisante pour le fonctionnement des appareils à incandescence qu'il a décrits.

La *Compagnie française de l'acétylène dissous* a étudié, pour cet usage spécial, des générateurs portatifs sans gazomètre, dans lesquels l'eau arrive sur le carbure en traversant une matière poreuse fortement serrée dans une monture métallique. M. FOUCHÉ présente au Congrès deux spécimens de ces générateurs : l'un destiné à des projections, et l'autre, de plus grandes dimensions, destiné à l'éclairage des chantiers.

M. FOUCHÉ termine en montrant que les phénomènes de capillarité sur lesquels est fondé le principe de ces appareils permettent des applications simples, telles que lampes de mines, etc.

L'ordre du jour appelle les communications sur la troisième partie du programme :

*Questions techniques concernant les applications du carbure de calcium et de l'acétylène autres que l'éclairage.*

Avant d'aborder ces communications, M. LE PRÉSIDENT signale l'arrivée d'un certain nombre de mémoires qui n'avaient pas été annoncés et dont il ne serait pas possible de donner lecture dans les séances projetées ; il propose, par suite, de tenir une séance supplémentaire dans l'après-midi de ce jour. A cette séance pourraient assister les membres qui ne feraient pas les visites prévues au programme et l'on pourrait y donner lecture d'une partie des mémoires déposés sur le bureau. M. LE PRÉSIDENT signale, en outre, comme n'étant pas encore parvenus au Congrès, les mémoires annoncés de MM. Bullier, P. Sabatier et Gin. Ces mémoires ne pourront, par suite, que trouver place dans les comptes rendus officiels, s'ils parviennent en temps utile au Comité de rédaction ; ils ont respectivement pour titres :

M. BULLIER, *Action du carbure de calcium sur les minerais sulfurés ou les composés sulfurés.*

M. GIN, *Applications chimiques industrielles du carbure et de l'acétylène.*

M. P. SABATIER : 1<sup>o</sup> *Synthèse des pétroles par hydrogénation de l'acétylène en présence de divers métaux ;*

*2<sup>e</sup> Synthèse d'un hydrocarbure solide par action du cuivre sur l'acétylène.*

M. HUBOU développe ensuite sa communication sur le *Noir d'acétylène et ses dérivés.*

L'auteur décrit le procédé qu'il a imaginé pour produire le noir d'acétylène, procédé qui consiste à faire détoner le gaz sous pression au moyen de l'étincelle électrique, en profitant des propriétés explosives de l'acétylène. On obtient ainsi du carbone sous forme de noir très pur et de l'hydrogène qui peut être employé à divers usages industriels.

L'auteur donne le prix de revient de son procédé et examine dans quelles conditions il convient d'opérer pour se mettre à l'abri du danger; il expose également les résultats des essais pratiques faits avec le noir d'acétylène, indique que son procédé permet de tirer parti : d'abord des déchets de carbure de calcium non utilisables pour les appareils d'éclairage, ensuite des autres carbures alcalino-terreux, en particulier du carbure de baryum, qui n'ont encore reçu aucune application.

M. DAIX demande quelle est la quantité de noir consommée annuellement en France.

M. HUBOU répond que, d'après les statistiques qu'il lui a été donné de consulter, cette quantité dépasse certainement 1 million de kilogrammes, constitués pour la majeure partie de noir commun. M. Hubou ajoute qu'il n'a pu connaître exactement la quantité des noirs fins avec lesquels le noir d'acétylène pourrait avantageusement lutter; il pense que la production de ces noirs peut atteindre 400,000 kilogrammes avec une valeur approximative de 1 fr. 50 à 2 francs le kilogramme.

M. DAIX demande à M. Hubou à quoi l'on reconnaît que l'opération permettant d'obtenir le noir d'acétylène est terminée.

M. HUBOU répond que cette opération est instantanée.

M. MICHAUD demande quand on traitera la question des becs, qui est fort intéressante.

M. LE PRÉSIDENT répond qu'aucun mémoire sur ce sujet n'ayant été présenté, on réservera le commencement de la séance de vendredi pour traiter cette question.

M. ROVERSI développe sa communication sur la *Transformation économique et instantanée de la flamme lumineuse de l'acétylène en flamme calorifique.*

L'auteur a construit des appareils reposant sur le

principe du brûleur de Bunsen et dans lequel il fait varier à volonté, soit le débit de l'air, soit celui de l'acétylène, soit enfin la surface libre de la flamme.

Il a construit deux modèles de ces appareils fonctionnant, les uns à basse pression, les autres à haute pression.

Dans les premiers, l'orifice d'arrivée de l'acétylène est à grand diamètre et la flamme brûle au-dessus d'un diaphragme surmonté d'une toile métallique.

Dans les seconds, l'orifice d'arrivée de l'acétylène est, au contraire, d'un diamètre restreint; en outre la toile et le diaphragme sont remplacés par un cône en métal dont la position se règle à l'aide d'une vis et qui donne lieu à une flamme en forme de couronne.

La séance est levée à 11 h. 1/4.

#### SÉANCE DU JEUDI 27 SEPTEMBRE 1900

(APRÈS-MIDI)

La séance est ouverte à 2 h. 3/4 sous la présidence de M. BESNARD, vice-président.

M. LE PRÉSIDENT lit le mémoire de M. LAROCHE sur l'*Enrobement du carbure de calcium*.

L'auteur estime que pour enrober d'une façon efficace le carbure au moyen d'une huile, d'un pétrole, etc., on doit effectuer l'opération à la température du rouge, de façon que l'imprégnation soit aussi complète que possible.

Dans ces conditions, le carbure n'est plus décomposé par l'eau que dans certaines circonstances particulières et peut supporter des transports de longue durée dans des caisses en bois ordinaires sans éprouver d'altération.

M. LE PRÉSIDENT signale ensuite le dépôt, sur le bureau, des mémoires de MM. Javal, Bordier, Macé, L'Hermite, Gresle, Chaperon, Marin et Chabrier, dont les mémoires sont mentionnés dans le compte rendu de la séance du vendredi matin (voir page 57) et de ceux de M. Chaperon (*Eclairage des trains*) et de M. Renaud (*Lampes portatives*).

M. ROSENBERG donne lecture du rapport de la

*Deutsche Gold und Silber Scheide Anstalt* sur l'*Épuration de l'Acétylène par le Puratylène*.

Après une critique des procédés ordinaires d'épuration de l'acétylène, on préconise dans ce mémoire l'emploi d'un mélange en proportions définies de chlorure de calcium, de chlorure de chaux et d'hydrate de chaux, préparé en formant d'abord une pâte avec de l'eau, puis séchant cette pâte à chaud dans le vide.

La porosité de la matière ainsi obtenue augmente son pouvoir épurant.

M. ROSENBERG donne lecture de la communication de M. JAVAL sur son *appareil à acétylène*.

M. LACROIX donne quelques explications sur les *Appareils héliogènes de la Compagnie universelle d'Acétylène*.

M. ROSENBERG lit ensuite le mémoire de M. CUINAT sur les *Applications de l'acétylène aux moteurs*.

L'acétylène étant doué d'un grand pouvoir calorifique convient parfaitement, dit l'auteur, à la production de force motrice par l'emploi de mélanges tonnants. M. Cuinat cite, à cet égard, les expériences de M. Gréhan et de M. Le Chatelier. Il résulte d'essais faits par l'auteur et par la *Gas Motoren Fabrik Deutz*, près Cologne, que le prix de revient par cheval-heure effectif est de 0 fr. 302 pour les petits moteurs et de 0 fr. 235 pour les moteurs de moyenne puissance.

M. LE PRÉSIDENT dit que les chiffres donnés par M. Cuinat concordent avec ceux fournis par les exposants qui ont fait fonctionner des moteurs à Vincennes. En admettant une consommation de 175 à 200 litres par cheval-heure et en comptant l'acétylène à raison de 1 fr. 66 le mètre cube (carburé à 0 fr. 50 le kilogramme avec rendement de 300 litres), on arrive à des prix variant de 0 fr. 29 à 0 fr. 35 par cheval-heure, c'est-à-dire à peu près à la même dépense qu'avec le gaz de houille.

M. GRANJON demande si le jury a expérimenté les moteurs exposés à Vincennes.

M. LE PRÉSIDENT répond que, les moteurs appartenant à la classe 74 (chauffage), le jury de la classe 75 (éclairage) n'avait aucune qualité pour procéder à ces expériences. M. le Président offre cependant de demander à l'Inspecteur du gaz de la ville de Paris, qui

a étudié de nombreux brûleurs à gaz, à alcool et à acétylène, de faire, à cet égard, un travail de comparaison qui présentera un certain intérêt.

M. LACROIX signale que la *Compagnie universelle d'acétylène* a exposé à Vincennes un moteur Otto à acétylène. Il dit n'avoir pu faire encore les expériences nécessaires pour déterminer exactement la dépense par cheval-heure ; mais, si l'on voulait procéder à un essai officiel, il serait heureux de mettre l'appareil à la disposition des personnes que cette question intéresse.

M. GRANJON trouve qu'il serait nécessaire de faire cette étude, les demandes de renseignements sur les moteurs étant nombreuses et les expériences faisant défaut jusqu'à ce jour.

M. LE PRÉSIDENT fait observer que l'on pourrait demander au laboratoire du Ministère de l'Agriculture de procéder à ces essais.

M. ROSENBERG signale que M. Alfred Quentin, industriel à Albert (Somme), construit depuis plusieurs années des moteurs à acétylène.

M. LACROIX pense qu'il ne faut faire d'expériences publiques que si l'on est à peu près certain d'arriver à un résultat favorable, sans quoi on risque de jeter du discrédit sur l'acétylène. Il signale que l'on a constaté dans certains moteurs des dépôts de charbon qui se produisaient sur le piston et en d'autres endroits.

Il est nécessaire de nettoyer fréquemment la bougie d'allumage qui s'encrasse rapidement, faute de quoi le fonctionnement de l'appareil est défectueux.

Cela démontre que les conditions dans lesquelles on brûle l'acétylène dans les moteurs ne permettent pas d'utiliser tout le carbone du gaz. Il faut donc étudier cette question très sérieusement et il est fort probable qu'on arrivera alors à un résultat satisfaisant.

M. LE PRÉSIDENT pense que les membres présents étant bien peu nombreux pour prendre une résolution, il sera préférable de proposer à la séance du lendemain un vœu tendant à ce qu'une commission soit nommée pour étudier et expérimenter tous les types connus de moteurs et pour déterminer les conditions pratiques dans lesquelles il convient de se placer, afin que l'acétylène puisse lutter avec les moteurs à gaz.

MM. LACROIX, GRANJON, MACÉ, D'EQUEVILLEY, GRESLE et ROSENBERG émettent encore quelques opinions sur

ce sujet, et l'accord étant fait sur la proposition de M. le Président, on désigne d'ores et déjà MM. CUINAT, LACROIX, MACÉ, D'EQUEVILLEY et BESNARD pour être proposés comme membres de la commission en question.

MM. GRESLE et le vicomte A. DU PARC signalent MM. Henriot, de l'Electro-gaz de Lyon, et Tripiet, de Semur, comme construisant des moteurs à acétylène.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4 heures et demie.

## SÉANCE DU VENDREDI 28 SEPTEMBRE 1900

(MATIN)

La séance est ouverte à 9 heures 5/4 sous la présidence de M. le général SEBERT, assisté de MM. KœCHLIN, BESNARD et JANET, vice-présidents.

M. DAIX donne lecture du procès-verbal qui est adopté à l'unanimité.

M. MICHAUD, parlant sur la question des *brûleurs*, dit que cette question présente une importance considérable dans l'éclairage à l'acétylène et qu'il serait regrettable qu'elle ne fût pas traitée devant le Congrès.

Après avoir rappelé les différentes phases traversées par l'industrie des brûleurs, il termine en exprimant le désir que M. le Président veuille bien inviter les membres du Congrès, qui sont des spécialistes en cette matière, à exprimer leurs vues sur cette question.

M. THIBAL signale à l'attention du Congrès le *bec Rubis*, nouvellement introduit en France, et qui est à l'essai sur les berges de la Seine, à l'Exposition universelle.

M. LE PRÉSIDENT dit que si M. Thibal veut bien donner une description de ce bec, elle pourra figurer dans les documents du Congrès. M. BESNARD fait observer à ce propos que les berges de la Seine ont été mises à la disposition de tous les fabricants de brûleurs.

M. MICHAUD demande à M. le Président de prier le Syndicat d'éclairage des berges de la Seine de faire un rapport sur les résultats et la qualité des becs employés.

M. DEROT, membre de ce Syndicat, décline la responsabilité de ce rapport ; d'après lui, il appartient aux personnes qui emploient les becs de choisir et de distinguer le meilleur type.

M. LE PRÉSIDENT propose le renvoi de cette question à la Commission permanente qu'on a l'intention de créer.

M. DE MONTAIS décrit alors son appareil le *Bayard*.

L'ordre du jour appelle la suite du programme :

*Questions administratives et commerciales concernant l'industrie du carbure de calcium et de l'acétylène (réglementation, établissements, transports, tarifs, assurances, transactions commerciales, magasinage, emballage, règlements y relatifs, associations d'acétylénistes).*

Avant de donner aux membres présents la parole sur ces questions, M. LE PRÉSIDENT dépose sur le bureau les documents suivants relatifs à cette partie du programme ou aux questions déjà précédemment traitées, et qui, n'ayant pas fait l'objet de communications verbales, ne pourront qu'être insérés dans les comptes rendus *in extenso* du Congrès.

M. SAUTTER, *Note sur le transport du carbure de calcium en France ;*

M. SIMON, *Note sur le transport du carbure de calcium ;*

M. MACÉ, *Note sur l'obtention de l'acétylène non polymérisant aux brûleurs ;*

M. GRESLE, *Note sur le bec « Rubis » ;*

M. ORNSTEIN, *Note sur la fabrication d'électrodes pour fours électriques ;*

M. GRANJON, *Mémoire sur le Syndicat des acétylénistes de Marseille ;*

M. GANDILLON, *Mémoire sur la Société suisse du carbure et de l'acétylène.*

MM. BORDIER, L'HERMITE, JAVAL, MARTIN, DAIX et CHABRIER déposent la description des appareils à acétylène qu'ils présentent au Congrès.

M. LE PRÉSIDENT dit que M. Violle a annoncé l'envoi d'un mémoire sur les expériences de photométrie auxquelles il s'est livré et sur la description d'un photomètre à l'acétylène. Ce rapport sera publié à la suite des mémoires présentés au Congrès. M. le Président annonce encore que plusieurs membres du Congrès ont proposé

de profiter de la réunion du Congrès pour jeter les bases de la création d'une société française ou d'une association d'acétylénistes, semblable à celles qui existent à l'étranger. Cette société pourrait établir des liens avec ces dernières pour les questions d'intérêt international. Les membres du Congrès qui seraient disposés à étudier la réalisation de cette idée sont priés de s'inscrire, et ils pourront se réunir le lendemain matin, samedi, dans une des salles mises à la disposition du Congrès.

M. le Président dépose sur le bureau une note donnant la *Description des installations et du laboratoire d'expériences de la Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leclur*. Cette note pourra être consultée par les personnes qu'elle intéresserait.

Il signale enfin que l'Institut international de bibliographie dont le siège est à Bruxelles et qui s'occupe de la préparation d'un répertoire bibliographique universel, établi sur fiches, et basé sur l'emploi de la classification bibliographique décimale a, de concert avec le Bureau bibliographique de Paris, poussé assez loin la préparation de la partie de ce répertoire qui concerne les carbures métalliques et l'acétylène.

Les fiches ainsi réunies et qui concernent non seulement les livres mais aussi les articles de revue traitant des sujets dont il s'agit, remplissent un meuble classé qui est placé sous les yeux des membres du Congrès et qu'accompagnent des brochures relatives à l'œuvre du répertoire bibliographique universel et au système de classification bibliographique décimale, et un projet de tables développées pour la partie qui concerne l'industrie de l'acétylène et du carbure. Une note relative à ces travaux figurera dans les comptes rendus du Congrès.

M. SIMON donne lecture des conclusions de la *Commission de réglementation des appareils d'acétylène*. La conclusion de ce mémoire est que, le temps faisant défaut pour étudier à fond et régler toutes les questions soumises à la commission, le Congrès devra nommer un comité chargé :

1° De s'entendre avec les compagnies d'assurances françaises et étrangères pour la suppression de toute surprime provenant de l'installation de l'acétylène ou des dépôts de carbure et pour que ces établissements et installations soient traités d'une façon moins restrictive par les Compagnies d'assurances, dans tous les cas, sur le même pied que les installations gazières ;

2° De s'entendre avec les pouvoirs publics pour la suppression pure et simple de l'enquête de *commodo et in-*

*commodo*, tant pour les installations d'éclairage que pour les dépôts de carbure. L'enquête en question serait remplacée par une simple déclaration à la mairie, accompagnée d'un certificat de bonne construction et de visite remis au constructeur par l'administration compétente ;

3<sup>e</sup> De mettre à l'étude le projet de création, entre acétylénistes, d'une assurance mutuelle consentant des conditions spéciales pour les installations d'éclairage, les dépôts de carbure, les fabriques de carbure, et en un mot pour tout ce qui se rattache à l'industrie de l'acétylène.

M. KEMP propose de procéder à l'égard des générateurs et des appareils d'acétylène, comme pour les machines à vapeur, en créant une *Association générale de propriétaires d'appareils*, qui pourrait procéder au poinçonnage des appareils après vérification de leur bonne construction, ce qui, en supprimant les risques, donnerait des garanties de sécurité aux pouvoirs publics et aux particuliers.

M. LE PRÉSIDENT estime qu'il y a lieu de faire examiner cette proposition par une commission spéciale ; il demande ensuite à M. Simon quelques explications sur la partie de son rapport qui traite de la création d'un *Comité d'études et de défense des intérêts de l'acétylène*.

En réponse à cette question, M. SIMON dit qu'il pense que ce comité devrait être ouvert à tous les acétylénistes et examinerait, d'ici le prochain Congrès, toutes les questions intéressant l'industrie de l'acétylène.

M. LE PRÉSIDENT fait observer qu'un semblable comité deviendrait analogue aux associations d'acétylénistes qui existent à l'étranger.

M. SIMON déclare que cette association remplirait parfaitement le but que la commission s'est proposé. MM. BARUT, DAIN, BARCLAY et SIMON parlent encore sur ce sujet et il est finalement convenu qu'une commission composée de MM. le général SEBERT, JANET, KEMP et WORTH examinera la question et présentera ses conclusions à la séance de clôture.

M. DAIN parle de la nécessité de limiter l'enquête de *commodo et incommodo*. Il pense qu'il ne faut pas en demander la suppression complète, laquelle ne serait pas accordée ; mais qu'il convient de la réduire à son minimum et de la faire supprimer dans certains cas, notamment pour les petites installations.

M. SABATIER (J.) fait une communication traitant de *l'unification des mesures dans l'industrie de l'acétylène* et propose notamment l'adoption du bec de 20 litres à 0 m. 10 de pression comme unité de mesure pour la puissance des brûleurs. Il invoque à l'appui de cette proposition le fait que beaucoup de personnes ont l'habitude de désigner un appareil par le nombre de becs. Pour éviter toute confusion, il est indispensable de convenir de quel type il s'agit en pareil cas, et d'adopter un bec étalon.

M. BESNARD estime que le bec de 100 litres est celui qu'il convient d'adopter de préférence comme unité.

M. WORTH est d'avis que le bec de 20 litres, n'étant pas celui dont le rendement est le plus élevé, ne doit pas être choisi comme étalon.

M. FOURCHOTTE trouve qu'il serait préférable d'adopter comme unités pour l'acétylène la bougie et la carcel qui sont déjà en usage pour le gaz d'éclairage et l'électricité.

M. MOREL pense qu'il y a lieu de tenir compte non seulement de l'influence de la pression, mais encore de celle de la température, qui exerce une action notable sur le débit d'un bec.

M. LE PRÉSIDENT, résumant la discussion, demande au Congrès s'il est d'avis d'adopter un bec étalon.

Le Congrès décide de renvoyer l'étude de cette question à la commission permanente qui sera nommée à la séance de clôture.

La séance est levée à 11 heures 45.

---

## SEANCE DU VENDREDI 23 SEPTEMBRE 1900

(APRÈS-MIDI)

La séance est ouverte à 2 heures 3/4 sous la présidence de M. le général SEBERT, assisté de MM. JANET, KÆCHLIN et BESNARD, vice-présidents.

M. LACROIX donne lecture du rapport qu'il avait préparé pour la *Commission de transport du carbure de calcium*.

Dans ce rapport, il expose en détail, avec tableaux

à l'appui, les conditions de transport appliquées au carbure de calcium en France et à l'étranger.

En France, tandis que les chemins de fer de l'État, du Nord et surtout celui de l'Ouest appliquent une tarification comparable à celle de la plupart des marchandises de grand trafic, le P.-L.-M., le Midi et surtout l'Orléans et l'Est maintiennent des tarifs élevés, et grâce aux bas tarifs d'exportation consentis par les chemins de fer suisses et allemands, les usines suisses de carbure peuvent lutter avantageusement avec les usines de Savoie sur le marché français.

À l'étranger, les chemins de fer, exception faite pour la Suisse, transportent le carbure à des conditions beaucoup plus favorables qu'en France. Il en résulte que, pour expédier du carbure d'une usine française à une ville de France un peu éloignée, on a souvent avantage à emprunter les réseaux étrangers.

M. Lacroix passe ensuite en revue les tarifs d'exportation par voie de terre et établit que, sauf dans quelques cas particuliers, ces tarifs sont peu avantageux pour l'industrie française. Quant à l'exportation par voie de mer, elle se trouve paralysée par les tarifs prohibitifs des grandes compagnies françaises de navigation, tandis que les compagnies italiennes et allemandes font des conditions beaucoup moins onéreuses.

M. Lacroix termine en émettant le vœu que, pour le trafic intérieur, la tarification des chemins de fer soit unifiée; que, pour l'exportation, elle soit modifiée de façon à devenir proportionnelle à la distance kilométrique; enfin que le régime prohibitif actuel ne soit pas maintenu par les grandes compagnies de navigation.

Après un échange de vues au sujet de ces conclusions, M. LE PRÉSIDENT propose de mettre aux voix les résolutions suivantes qui paraissent de nature à répondre aux *desiderata* exprimés :

« Le Congrès émet le vœu qu'il y ait une revision des tarifs de transport dans un sens favorable à l'acétylène et au carbure de calcium, et que des mesures soient prises pour faciliter les transports en diminuant les formalités et pour rendre possibles les expéditions dans des conditions pratiques, par voie de terre, par voie fluviale et par voie de mer. »

M. LACROIX dit que la rédaction proposée lui donnerait satisfaction : mais il voudrait, en outre, qu'une commission reçût mandat du Congrès de demander l'adoption d'une unification des tarifs.

M. SALGUES estime qu'il y aurait peut-être lieu de traiter tout d'abord la question des assurances au point de vue du transport, la rigueur des Compagnies d'assurances entrant pour une large part dans les entraves que rencontre l'industrie du carbure.

M. MICHAUD propose de compléter le vœu qui précède par une déclaration du Congrès certifiant que, moyennant certaines réserves, le transport du carbure n'est pas plus dangereux que celui de toute autre matière. Il pense que ce vœu, émis par une assemblée de personnes compétentes, serait de nature à inspirer confiance aux Compagnies de transport et d'assurances.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'on obtiendrait le résultat cherché en faisant précéder le vœu de considérants convenables. La rédaction ci-après est proposée dans ce sens :

« Le Congrès, considérant que le transport du carbure de calcium n'est pas plus dangereux que le transport d'une marchandise ordinaire, pourvu que cette matière soit contenue dans des récipients satisfaisant à des conditions de sécurité qui seront, au besoin, fixées, émet le vœu :

« *Que des mesures soient prises pour l'amélioration des conditions de transport du carbure de calcium par voie de terre et de mer et par voie fluviale.* »

Ce vœu, ainsi formulé, est adopté à l'unanimité.

M. BARUT dépose alors deux mémoires de M. PETIT-PIERRE, ayant respectivement pour titres :

*Réglementation du commerce général du carbure de calcium sur la base d'un rendement garanti par les usines fabriquant ce produit ;*

Et :

*Détermination définitive du mode d'emballage à employer pour le transport du carbure de calcium.*

Le second de ces mémoires ayant trait à la question de l'emballage, lecture en est donnée. Après discussion à laquelle prennent part MM. SABATIER, BARUT, SALGUES, LACROIX et ROVERSI, discussion au cours de laquelle le Congrès décide que l'on devra prendre comme base de prix, pour le carbure de calcium, la marchandise nue et nette, le vœu suivant est mis aux voix et adopté à l'unanimité :

« Le Congrès émet le vœu de voir mettre à l'étude la

*question des conditions d'emballage pour le carbure de calcium et renvoie cette étude à la commission permanente.*

M. KELLER, au nom de la Commission d'examen des conditions de *transactions commerciales du carbure de calcium*, lit un rapport sur les conditions à remplir pour la vente du carbure de calcium loyal et marchand. Dans ce rapport, la Commission propose au Congrès d'adopter le chiffre de 5 p. 100 pour la proportion de *poussiers*, c'est-à-dire de carbure de calcium susceptible de passer à travers un tamis à mailles de 1 mm. carré; c'est ce qui a été adopté par l'*Acetylenverein* allemand.

M. ROVERSI et quelques congressistes ayant trouvé ce chiffre trop élevé, M. SIMON dit que le poussier en question provient surtout des chocs subis en cours de transport et que la proportion de 5 pour 100 n'est pas exagérée. La discussion au sujet de la limite de tolérance à accorder devient générale; les fabricants d'appareils à acétylène trouvent cette limite trop élevée et estiment qu'il en résulterait pour eux un notable préjudice faute de pouvoir utiliser les poussiers de carbure. Les fabricants de carbure, au contraire, pensent que la tolérance de 5 pour 100 est acceptable; ils font observer que le carbure de bonne qualité étant souvent friable, il convient d'admettre une certaine quantité de poussier, indépendamment même de l'effritement résultant des chocs reçus au cours des transports. Ils ajoutent que si on accepte la définition donnée par l'*Acetylenverein* allemand (poussier constitué par les fragments de carbure passant au travers d'un tamis à mailles de 1 millim. carré), de semblables déchets sont loin d'être inutilisables et donnent encore un rendement d'au moins 200 à 250 litres.

Les avis étant partagés, M. LE PRÉSIDENT met aux voix les conclusions du rapport, question par question :

1<sup>o</sup> La première question traitée est celle-ci :

*Le prix sera fixé par 100 kilog. de carbure de calcium tout venant, marchandise nue et nette.* (Adopté à la majorité des voix.)

2<sup>o</sup> La deuxième question discutée est celle de l'*emballage*.

M. LE PRÉSIDENT fait remarquer que le vote précédent ayant déterminé que la marchandise serait vendue nue et nette, il n'y a pas lieu de s'arrêter sur ce point. (Adopté à l'unanimité.)

3° La troisième question est celle-ci :

« Le Congrès accepte comme définition du carbure *tout venant* : carbure en morceaux de 300 grammes au plus, c'est-à-dire de la grosseur du poing environ. »

M. LE PRÉSIDENT propose au Congrès de se rallier à cette définition qui est celle adoptée en Allemagne par l'*Acetylenverein*.

Cette définition est adoptée à la majorité des voix.

4° M. KELLER aborde la quatrième question qui est celle du *rendement du carbure*.

La Commission propose d'adopter, comme carbure loyal et marchand, un carbure produisant par kilogramme 300 litres de gaz mesurés à la température de 15 degrés et à la pression de 760 millimètres avec tolérance de 10 litres. Le carbure pourra être refusé si son rendement est inférieur à 265 litres ; de 290 litres à 265 litres, l'acheteur pourra exiger une réduction proportionnelle à la différence sur le montant du prix du carbure de calcium (ainsi que sur celui de son transport jusqu'au lieu de destination) rapporté au rendement de 290 litres.

Cette première partie est votée à l'unanimité.

On passe ensuite à la question d'analyse des échantillons.

M. LE PRÉSIDENT estime que l'étude de cette question est assez délicate et pourrait être renvoyée à la Commission permanente. (Adopté à l'unanimité.)

M. BESNARD demande si la détermination du rendement sera faite avec un échantillon moyen comprenant une part proportionnelle de poussier ou sur le carbure en bloc.

M. KELLER répond que la décision sur ce point a été réservée et appartient à la Commission permanente. La discussion continuant sur cette question, M. Keller ajoute que la Commission qu'il représente a émis le vœu que le Congrès mette à l'étude une méthode pratique pour l'échantillonnage. (Renvoyé à la Commission permanente.)

M. LE PRÉSIDENT propose alors la nomination d'une Commission permanente qui, fixée à Paris et composée de membres français, mais pouvant s'adjoindre des membres correspondants étrangers, concluerait définitivement sur les mémoires des Commissions que le Congrès lui renvoie, et prendrait auprès des pouvoirs

publics l'initiative de la réalisation des vœux émis par le Congrès ; il met aux voix, en conséquence, la résolution suivante :

« Le Congrès constitue une Commission permanente chargée de donner suite à ses résolutions et de faire toutes démarches utiles pour obtenir la réalisation des vœux qu'il a émis. »

MM. JANET, BESNARD, DAIN, GUILBERT, LELEUX, BARUT, LACROIX, FOURCHOTTE, KELLER, L'HERMITE, SIMON et FOUCHÉ sont nommés membres de cette Commission à l'unanimité. L'un d'eux demande à M. le général Sebert de vouloir bien être le président de cette Commission.

M. le général SEBERT, craignant de ne pouvoir consacrer à cette Commission tout le temps qui serait nécessaire, dit qu'il n'accepte d'en prendre la présidence qu'à titre provisoire et à la condition de pouvoir être remplacé prochainement par un président pouvant donner à la Commission un concours plus actif. En attendant, il fera tous ses efforts pour mettre en bonne voie l'organisation de la Commission. (*Applaudissements.*)

MM. GANDILLON, KEMP, WORTH, DIEFFENBACH, LEFFLER et MORANI, proposés comme membres correspondants, sont nommés à l'unanimité.

M. JANET lit alors les conclusions du rapport de la deuxième Commission chargée de l'étude de la réglementation des appareils à acétylène et de l'examen d'un projet d'association entre propriétaires d'appareils. Après discussion, les conclusions suivantes sont votées :

Adoptant les conclusions de sa deuxième Commission, le Congrès émet les vœux suivants :

1<sup>o</sup> *En ce qui concerne les installations d'éclairage par l'acétylène ou celles des dépôts de carbure, il y a lieu de demander aux pouvoirs publics la suppression du classement, sauf à remplacer les formalités actuelles par une déclaration à faire dans des conditions déterminées.*

2<sup>o</sup> *En ce qui concerne les dépôts de carbure ou les usines centrales de production d'acétylène, la déclaration serait accompagnée, soit d'un certificat d'une compagnie d'assurances s'engageant à assurer le dépôt ou l'usine contre tout accident et contre le recours du voisin, soit d'un certificat de bonne installation émanant d'une association reconnue par l'État, qui pourrait prendre la*

*forme d'une société d'assurances mutuelles entre acétylénistes ou celle d'une association technique telle qu'elle est définie dans le vœu suivant.*

3° *Dans le but d'assurer aux compagnies d'assurances d'une part, au public d'autre part, toutes garanties techniques de nature à dissiper pleinement les préventions injustifiées contre l'éclairage à l'acétylène, le Congrès estime qu'il y a lieu de procéder à l'institution d'une association des propriétaires d'appareils à acétylène analogue à celle qui existe parmi les propriétaires d'appareils à vapeurs. Il serait à désirer aussi qu'une société d'assurances mutuelles se constituât entre acétylénistes.*

4° *En présence des avantages qui pourraient résulter de l'étude comparée des législations des divers pays et de leur unification possible par le choix de ce que chacune d'elles renferme de meilleur, le Congrès reconnaît l'utilité de la mise à l'étude d'une organisation internationale qui pourrait jouer, suivant l'accueil qu'elle rencontrerait, soit le rôle d'une association internationale de propriétaires d'appareils à acétylène, soit le rôle de trait d'union entre les diverses associations nationales créées ou à créer dans ce but dans chaque pays.*

Le Congrès confie cette étude à sa Commission permanente.

M. LE PRÉSIDENT prend alors la parole pour donner le résultat des délibérations du Bureau sur la tenue du futur Congrès et lit le vœu suivant :

*Le Congrès émet le vœu qu'un quatrième Congrès international soit tenu en Suisse en 1901 et soit accompagné, s'il est possible, d'une exposition présentant surtout un caractère scientifique, dans laquelle seraient effectués des expériences et des essais permettant de déterminer les conditions normales de fonctionnement et les caractéristiques des appareils présentés.*

*Il charge sa Commission permanente de poursuivre la réalisation de ce vœu et l'engage à se mettre en rapport avec les représentants de l'industrie acétylénique en Suisse pour obtenir que cette exposition soit organisée de préférence à Genève.*

Ce vœu est adopté à l'unanimité.

M. ROVERSI dit que les Italiens seraient également désireux de recevoir les congressistes, et M. LE PRÉSIDENT répond que la ville de Rome pourrait d'ores et déjà être désignée comme siège du Congrès en 1902 ou 1903.

M. BESNARD dépose sur le bureau un tableau dressé

par les soins du Service d'éclairage de la ville de Paris et donnant les prix comparatifs des divers éclairages employés par la Ville. L'acétylène figure dans ce tableau. Il parle ensuite de la question des *moteurs* et demande à M. le Président s'il ne serait pas utile, conformément au vœu exprimé par les membres présents à la séance du jeudi 27 septembre (après-midi), de nommer une Commission chargée d'étudier cette question. Cette Commission remettrait son rapport à la Commission permanente.

Cette proposition est prise en considération à l'unanimité, et MM. LACROIX, CUINAT, D'EQUEVILLEY, MACÉ, BESNARD, DAIX et FOURCHOTTE sont désignés pour faire partie de cette Commission.

M. J. SABATIER demande alors que l'on renvoie également à la Commission permanente son projet d'unification des mesures, et il propose la résolution suivante :

*Le Congrès émet le vœu qu'il soit procédé à l'unification de la mesure de la puissance des appareils à acétylène et charge la Commission permanente d'étudier cette question.*

Cette proposition est adoptée, et il est décidé que M. J. SABATIER sera adjoint à la Commission permanente pour l'étude de cette question.

M. LE PRÉSIDENT prononce alors une allocution dans laquelle il remercie les membres du Congrès de leur assiduité et de la bienveillance qu'ils lui ont témoignée. Il espère que le Congrès aura fait œuvre utile et que l'industrie de l'acétylène pourra en recueillir de grands avantages dans un temps prochain. (*Applaudissements.*)

M. BESNARD, au nom de tous les membres du Congrès, remercie M. le général Sebert de la façon magistrale avec laquelle il a présidé les débats et grâce à laquelle, en dépit de la diversité des intérêts en présence, il a réussi à maintenir jusqu'au bout la concorde et la cordialité. (*Applaudissements.*)

M. JANET, au nom du Bureau et du Congrès tout entier, remercie à son tour les secrétaires qui ont accepté avec beaucoup de dévouement une tâche lourde et souvent fastidieuse. (*Applaudissements.*)

M. MICHAUD invite les acétylénistes français à remercier les délégués et les membres étrangers qui ont honoré le Congrès de leur présence. Il exprime la satis-

faction éprouvée au cours de ces réunions et souhaite que l'on se retrouve bientôt dans une ville étrangère. (*Applaudissements.*)

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Michaud d'avoir si bien exprimé ce qui était la pensée de tous et déclare clos le Congrès de 1900. (*Applaudissements.*)

# MÉMOIRES

*présentés au III<sup>e</sup> Congrès de l'Acétylène*

tenu du 22 au 28 septembre 1900

---

## PREMIÈRE PARTIE

*Questions techniques concernant l'industrie de la  
fabrication du carbure de calcium et de l'acé-  
tylène.*



**DÉVELOPPEMENTS SUCCESSIFS**  
**DE L'INDUSTRIE**  
**Du Carbure de calcium et de l'Acétylène**

par

**M. R. PITAVAL**

Ingénieur civil des Mines, Directeur du *Journal de l'Electrolyse*

---

Messieurs,

Ainsi que vous avez pu le constater dans vos visites à l'Exposition, beaucoup d'industries sont fières de placer en regard de leur état actuel un musée rétrospectif montrant leur situation au début du dix-neuvième siècle. On a constitué ainsi à côté de notre belle exposition moderne une exposition centennale du plus haut intérêt, le visiteur attentif peut de cette façon, d'un simple coup d'œil, mesurer les progrès réalisés pendant un siècle qui en a tant vus.

La jeune industrie du carbure de calcium et de l'acétylène n'a pu évidemment offrir une exposition centennale, c'est à peine même si elle a pu dénoncer sa présente vitalité dans quelques coins trop ignorés des visiteurs. Mais il ne faudrait pas en conclure que le carbure de calcium et l'acétylène sont nés d'hier à la vie scientifique et industrielle.

Je vais en quelques mots vous rappeler leurs origines et si cette étude chronologique n'a pas l'intérêt des savantes communications que vous allez entendre, elle aura au moins celui de déterminer l'état civil de deux produits qui vous intéressent spécialement.

Et puis, ne vous semble-t-il pas qu'à l'aube du vingtième siècle, nous ayons le devoir de jeter un coup d'œil en arrière pour contempler le chemin par-

couru et adresser un hommage de reconnaissance aux hommes éminents qui à différentes époques ont facilité par leurs recherches et leurs travaux l'avènement de votre industrie ?

La chaux et le charbon, matières premières du carbure de calcium, sont deux corps que la nature s'est plu à semer sous nos pas un peu partout et on peut se montrer étonné que le carbure de calcium, produit direct d'une très simple réaction analogue à celle du haut fourneau où le fer se réduit d'abord puis se carbure ensuite, n'ait été découvert qu'au dix-neuvième siècle. Dès l'origine la plus lointaine de l'alchimie, ces deux corps se sont trouvés en présence dans les creusets des laboratoires sans cependant amener aucune réaction ! Le fait s'explique facilement quand on songe que le carbure de calcium appartient plutôt au domaine de la thermo-chimie que de la chimie proprement dite. C'est avant tout un produit de la chaleur quelle que soit la cause de cette dernière. Le carbure de calcium est venu tout naturellement au monde lorsque les progrès réalisés dans la conception des appareils destinés à produire de hautes températures ont permis d'atteindre celles de 2 à 3.000°.

Dans un même ordre d'idées, je dirai que la liquéfaction de l'air est un phénomène que les physiciens ont réalisé tout naturellement lorsqu'ils ont pu atteindre un abaissement de température suffisant, combiné avec une pression convenable.

Aujourd'hui l'acétylène est un dérivé du carbure de calcium mais il a été cependant découvert bien avant ce dernier.

C'est en mars 1836 que Edmund Davy, professeur de chimie à la Société royale de Dublin, fit connaître dans une réunion de ce corps savant les propriétés de l'acétylène qu'il venait de découvrir. Mais le nom d'acétylène ne fut donné à ce gaz que plus tard, en 1862, par Berthelot.

A l'automne de la même année, Edmund Davy exposa sa découverte à l'Association Britannique : « En cherchant, dit-il, à me procurer du potassium en chauffant fortement un mélange de tartre calciné et de charbon de bois dans un récipient en fer, j'obtins une substance noire, décomposant l'eau rapidement

en fournissant un gaz inflammable formé de carbone et d'hydrogène. »

Cette substance était du carbure de potassium, et comme on le voit c'est par un mode analogue à celui employé de nos jours que l'acétylène fut obtenu pour la première fois.

Il est extrêmement intéressant de signaler la conclusion de Davy qui, par une sorte de prescience remarquable, entrevoyait déjà le rôle admirable que l'acétylène était appelé à remplir.

« Le nouveau gaz donne en brûlant dans l'atmosphère une flamme tellement brillante qu'elle pourrait servir de lumière artificielle, si on pouvait se procurer le gaz à meilleur marché. »

Dans une revue « *American Gas Light Journal* », parue à New-York en octobre 1859, on signale que Torrey dès 1839 avait trouvé dans les conduites de gaz de la ville, qui étaient alors en cuivre, un produit spécial qui n'était autre que l'acétylure de cuivre.

En 1846, nous trouvons dans le « *Traité de chimie minérale* » de Berzélius, une indication extrêmement intéressante puisée dans les comptes rendus de l'« *American philosophical Society* » pour les années 1838-1839-1840 : « Suivant Hare, on obtient un carbure de calcium en carbonisant à un feu violent de l'acétate calcique ou un mélange de chaux et de sucre dans un vase couvert et en chauffant la masse noire ainsi formée entre deux pointes de charbon, par lesquelles se décharge une forte pile électrique de Grove, dans un gaz exempt d'oxygène. Le carbure de calcium se présente sous forme d'une matière grise qui sous le brunissoir se réduit en écailles d'un éclat métallique.

En projetant des gouttes d'eau sur ce produit, Hare obtenait un gaz d'une odeur très caractéristique.

« Il est évident, lisons-nous dans « *Acétylène* », traité remarquable que vient de faire paraître un savant chimiste anglais, bien connu de vous tous, M. Vivian B. Lewes, que non seulement Hare obtint un carbure de calcium par fusion électrique, mais encore qu'il décomposa ce produit par l'action de l'eau avec formation d'acétylène, sans avoir cepen-

dant une idée bien nette du corps traité et des réactions qui s'opéraient. »

Hare mentionne, en effet, que ce corps est insoluble dans les acides chlorhydrique et sulfurique.

Poursuivant l'ordre chronologique, nous voyons qu'en 1858, Quet fabrique de l'acétylène en faisant passer des étincelles électriques à travers une solution alcoolique de potasse. La même année Vogel et Reischauer et l'année suivante Boettger découvrent la série des acétylures métalliques.

Ces travaux et la démonstration de ce fait que l'acétylène est formé par l'action de la chaleur sur les composés hydrogénés du carbone ouvrent la voie à Berthelot qui commence en 1860 les communications de ses remarquables études sur l'acétylène.

Le grand chimiste prépare ce gaz en faisant passer les vapeurs d'éther ou de méthane dans un tube de verre chauffé au rouge, puis il en établit la formule rigoureuse, détermine sa densité et ses principales propriétés et lui donne pour la première fois le nom d'acétylène.

Chose assez curieuse, ce savant ne fait aucune mention dans son mémoire des travaux précédents sur ce gaz et on ne sait s'il en eut connaissance.

En 1861, Miasnikoff et Sawitsch obtiennent l'acétylène par d'autres moyens. Enfin, en 1862, après plusieurs essais infructueux, Berthelot découvre la synthèse directe de l'acétylène en faisant jaillir l'étincelle électrique entre deux charbons préalablement purifiés et entourés d'une atmosphère d'hydrogène.

Mais les dates 1861-1862 sont surtout remarquables et chères aux carburiers parce qu'elles marquent les travaux du grand chimiste allemand Woehler.

L'expérience est aujourd'hui classique. Woehler porta à une très haute température un mélange d'un alliage zinc-calcium et de charbon et obtint en peu de temps un corps qu'il baptisa « calcium carbure » le zinc s'était volatilisé.

Woehler reconnut également la propriété de ce corps d'être décomposé par l'eau avec formation d'un gaz qu'il n'analysa pas mais qu'il identifia avec l'acétylène dont les propriétés caractéristiques avaient été mises en évidence par Berthelot à la même époque.

Il est certain que Hare, vers l'année 1840, avait obtenu du carbure de calcium, mais c'est Woehler qui le découvre à nouveau en 1862 et Beilstein qui lui donna sa formule définitive en 1881.

Dans les années qui suivent nous assistons aux progrès de la chimie et une foule de savants s'occupent de l'acétylène et créent des méthodes nouvelles pour obtenir ce gaz ; parmi eux nous citerons Kekulé, Vohl, Meac Leod, Kletzinsky, Fittig, Sabanejeef, Rieth, Birnbaum, dont les travaux nous conduisent jusqu'en 1872.

En 1877, Cailletet, le premier, liquéfia l'acétylène ; ses travaux furent repris en 1879 par Ansdell et plus tard par Villard en 1895, avec du gaz obtenu à l'aide du carbure de calcium. L'acétylène liquide donnant 400 volumes de gaz aurait pu devenir un produit commercial très intéressant à l'instar de l'acide carbonique liquide, mais de nombreuses explosions démontrèrent son caractère dangereux et certains pays, comme l'Angleterre, en prohibèrent la fabrication.

On sait du reste que l'acétylène fut solidifié en 1893 à une température de  $-81^{\circ}5$  par Willson et Suckert.

Il ne fut rien signalé de particulier sur le carbure de calcium de 1872 à 1881 ; des chimistes comme Berthelot, de Wilde, Truchot, Pizzarello, Haller, Jungfleisch, Jahn, Dewar, et Kutscheroff continuèrent les recherches sur l'acétylène et ses propriétés.

En 1881 se place un fait très important ; Beilstein en signalant les travaux de Woehler sur le calcium carburé établit et publie dans son traité de chimie la formule définitive de ce produit,  $\text{Ca C}_2$ . Cette formule permettra plus tard de déterminer les proportions théoriques de chaux et de charbon à introduire dans le four électrique.

A partir de cette époque nous entrons dans une période très intéressante par suite de l'apparition des fours électriques qui permettent d'obtenir des températures bien supérieures à celles atteintes jusqu'alors. On ne doit pas oublier, ainsi que nous l'avons dit, que le carbure de calcium est plutôt un produit thermique qu'un produit électro-chimique.

Napier en 1845, Despretz en 1849 et Pichon en 1853 avaient déjà utilisé la chaleur de l'arc électrique pour la réduction de certains métaux de leurs mi-

nerais. Mais c'est à l'Exposition de Londres, en 1884, que l'on vit fonctionner pour la première fois un four pratique, celui de Sir William Siemens dans lequel, d'après Violle, la température pouvait atteindre  $3.500^{\circ}$ . En 1883, Bradley construisit un four spécial et les frères Cowles, de Cleveland, en 1885, ces derniers firent même breveter l'année suivante une garniture réfractaire en chaux et en charbon ! Puis vint le four Héroult en 1886. La plupart de ces derniers fours étaient destinés à la fabrication de l'aluminium, mais il est évident que le carbure de calcium devait se former incidemment dans quelques unes des opérations auxquelles ils étaient destinés. Vivian, B. Lewes nous dit en effet que pendant les années 1886 et 1887 les ouvriers employés aux fours Cowles s'amusaient aux heures des repas à jeter de l'eau sur les scories des garnitures et à faire flamber le gaz qui se dégageait. Ces scories n'étaient autres que du carbure de calcium plus ou moins grossier.

Cette formation n'était qu'accidentelle ; mais la recherche scientifique allait bientôt expliquer ces faits comme la conséquence d'une loi nouvelle, à savoir, la réduction au four électrique en présence du charbon de la plupart des oxydes métalliques.

Ce fut avant 1886 que T. Sterry Hunt publia dans les « Transactions de l'Institut des ingénieurs des mines américains », une étude sur la réduction par ce moyen des oxydes des métaux alcalins et d'autres métaux comme le calcium, le magnésium, l'aluminium, le silicium, etc.

Il indique même que le charbon peut former des composés cristallins avec ces métaux.

Plus tard, en 1891, Borchers va plus loin dans son « Traité d'Electro-Métallurgie ». Il affirme que tous les oxydes sont capables d'être réduits par le carbone chauffé électriquement.

C'est en se basant sur ces considérations que Maquenne, l'année suivante, en 1892, parvient à préparer l'acétylène d'une manière infiniment plus pratique et plus rapide que toutes celles connues jusqu'à ce jour. Il opère la réduction de la baryte et du carbonate de baryum par le magnésium en présence du charbon, le tout étant porté à la température d'un four à vent.

Maquenne prépare ensuite l'acétylène en décomposant le carbure de baryum par l'eau froide versée goutte à goutte. Ce chimiste, véritable précurseur des appareils à chute d'eau, est le premier qui ait eu la notion bien nette de la préparation en grand de l'acétylène par les carbures métalliques. Il fit sur ce sujet, en 1892, une communication à l'Académie des Sciences.

Maquenne est arrivé à ces beaux résultats sans le secours des fours électriques, mais ceux-ci se perfectionnaient rapidement et la fabrication d'un carbure plus simple, le carbure de calcium, devait naturellement surgir de ce faisceau de connaissances théoriques et pratiques qui se révélaient si heureusement presque au même moment.

En effet, au printemps de 1892, Thomas Willson obtint du carbure de calcium dans un four destiné à la fabrication de l'aluminium et quelques mois plus tard, le 9 août, il demanda un brevet relatif à certains nouveaux et utiles perfectionnements apportés dans la réduction électrique des composés métalliques réfractaires. Ce brevet lui fut accordé le 21 février 1893.

Willson avait surtout pour but dans ce procédé d'éviter les courts circuits, très préjudiciables à la machinerie, occasionnés par les projections du bain d'alumine en ébullition dans son four, et pour régulariser la résistance entre les électrodes, il ajoutait du carbone au mélange.

« Mon invention, dit Willson, dans son brevet, est applicable à d'autres réactions chimiques que celles comprises dans le mot réduction employé purement dans son sens métallurgique ; par exemple, je propose de l'appliquer au traitement des composés réfractaires ou minerais de métaux non pas nécessairement pour la production des métaux eux mêmes, mais pour l'obtention d'autres composés de ces métaux. Par exemple, je l'ai déjà employée pour réduire l'oxyde de calcium et produire du carbure de calcium. »

Cette dernière phrase donne à Willson la paternité de la fabrication du carbure de calcium au four électrique. Quand on lit ce document et ceux qui vont suivre et qu'on cherche la vérité avec un esprit de désintéressement en se plaçant au-dessus des débats judiciaires que cette question a soulevés, on est forcé

de conclure que l'ingénieur canadien Willson a eu le premier la conception nette de tout le parti que l'on pourrait tirer du carbure de calcium.

La « Willson Aluminium Company » qui exploitait à l'usine de Spray dans la Caroline du Nord, les brevets Willson, est le premier établissement qui ait produit et cherché à écouler le carbure de calcium commercial. James Turner Morehead, président de la Willson Aluminium Co, et M. Willson expédièrent, paraît-il, une centaine d'échantillons de ce produit en 1892 et 1893 afin d'en faciliter le lancement et d'encourager la découverte de ses applications en dehors de celle relative à la fabrication de l'acétylène. Ils offraient de le livrer au prix de 10 cents la livre.

L'un de ces échantillons fut adressé le 16 septembre 1892 par Willson à lord Kelvin de l'Université de Glasgow qui le trouva fort curieux et obtint de l'acétylène par son immersion dans l'eau.

Il est intéressant de se demander ici quel était par rapport au carbure de calcium actuel le produit obtenu par Willson.

Willson, dans son brevet allemand déposé en 1895, et dans sa patente canadienne de 1894, constate que ni lui ni d'autres n'ont pu obtenir jusqu'alors le carbure de calcium qu'à l'état non cristallisé. De plus, dans sa patente délivrée en 1896, aux Etats-Unis, Willson n'a modifié son texte primitif qu'en novembre 1894, après les publications de Moissan et de Bullier sur le carbure cristallisé.

Cependant la lecture du texte du dépôt de Willson du 16 mars 1893, prouve que Willson a bien obtenu le carbure cristallisé plus ou moins chargé d'impuretés et ce savant, se déjugant, l'a reconnu lui-même en 1897.

Ceux qui ont vu les premiers échantillons, comme lord Kelvin, Auguste Eimer, James Turner, Morehead l'ont certifié dans les procès Weichsel et Venable, qui visita en 1892 la fabrique de Spray et analysa quelques morceaux du produit, affirme que c'était bien du carbure cristallisé.

Un autre savant américain, Acheson, s'occupait à la même époque de la fabrication des carbures au four électrique. Dans son brevet français, pris le 13 octobre 1892, il revendique la méthode de produire

des substances carburées cristallines artificielles en amenant le carbone à former des structures cristallines en le soumettant conjointement avec une ou plusieurs autres substances à l'action d'un courant électrique. Acheson visait spécialement le carbondum ou carbure de silicium, mais en généralisant son procédé on pouvait parfaitement obtenir du carbure de calcium.

C'est à la fin de l'année 1892 déjà si remarquable par les travaux de Maquenne, Willson et Acheson, que M. Moissan fit, le 12 décembre, une très intéressante communication à l'Académie des Sciences sur un nouveau four électrique qu'il avait établi avec la précieuse collaboration d'un physicien renommé, M. Jules Violle, membre de l'Institut.

Dans ce four Moissan-Violle, si souvent décrit depuis, simplement sous le nom de four Moissan, le chimiste français obtenait des réactions entre 2.500 et 3.000°.

« Dès que la température est voisine de 2.500°, la chaux, la strontiane, la magnésie cristallisent en quelques minutes. Si la température atteint 3.000° la matière même du four, la chaux vive fond et coule comme de l'eau. A cette même température le charbon réduit avec rapidité l'oxyde de calcium et le métal se dégage en abondance, il s'unit avec facilité aux charbons des électrodes pour former un carbure de calcium liquide au rouge qu'il est facile de recueillir. »

Comme on le voit par cette note claire et concise, le savant français recueillit du carbure de calcium dans un four de laboratoire presque en même temps que Willson dans un four industriel.

Quelques jours après, au début de 1893, Morris W. Travers indique un procédé pour obtenir l'acétylène par une fabrication pratique du carbure de calcium.

Travers réduit le chlorure de calcium par le sodium en présence du charbon, il obtient un produit friable, contenant du carbure de calcium et du cyanure de sodium.

L'année 1893 est encore marquée par de nouveaux travaux de Maquenne et par la publication du brevet Willson le 21 février et du brevet Acheson le 28,

brevets dont nous avons parlé à leur date d'enregistrement.

Le 16 mars, Thomas Willson dépose un procédé pour la fabrication des composés du calcium et il dit en débutant :

« J'ai découvert et produit un nouveau composé de calcium qui est essentiellement formé je crois de carbure de calcium.

Cette nouvelle substance promet d'avoir des usages industriels importants.

Mais ce brevet, par suite de modifications successives, ne fut délivré que le 7 juillet 1896.

Bien que les différents procédés signalés jusqu'à ce jour aient fait faire un grand pas à la question de la production industrielle de l'acétylène, rien ne fut tenté dans ce sens méritant d'être signalé.

Au seuil de l'année 1894 se place un fait d'un haut intérêt.

Comme je l'ai dit, la « Willson Aluminium Company », de Spray, essayait de placer du carbure de calcium dans l'industrie.

Elle s'était pour cela adressée à la maison des produits chimiques Eimer et Amend, de New-York. Cette dernière, après quelques essais, donna le 29 janvier à Willson, qui se trouvait alors à New-York, la commande d'une tonne de carbure ! C'était là évidemment un événement considérable et il en faut moins que cela pour que les Américains jouent du télégraphe, aussi Willson s'empressa-t-il d'annoncer par ce moyen cette bienheureuse commande à M. Morehead, le directeur de l'usine de Spray.

Quel était le prix de cette première tonne de carbure ?

Le marché fut traité aux conditions de 10 cents la livre, soit 1,400 francs la tonne.

La commande fut-elle exécutée ?

Evidemment et même assez rapidement, car dix jours après l'ordre, le 10 février 1894, un bulletin d'expédition de la « Danver and Western Railway » mentionne l'envoi d'un tonneau de 630 livres de carbure !

Le reste de la commande fut livré par expéditions successives.

La maison Eimer et Amend continua ses ordres jusqu'en 1896, époque où l'usine de Spray fut brûlée.

Par une coïncidence curieuse, c'est la veille du jour où fut expédiée en Amérique la première tonne de carbure de calcium qu'un chimiste français, M. L.-M. Bullier fit enregistrer, pour la préparation des rés des métaux alcalino-terreux, un brevet qui eut un certain retentissement !

Par ce brevet, en date du 9 février 1894, M. Bullier revendique le procédé de fabrication des carbures des métaux alcalino-terreux consistant à chauffer au four électrique un mélange de charbon et d'oxyde du métal dont on veut obtenir le carbure, cet oxyde pouvant être remplacé par le carbonate ou autre corps équivalent.

Dans le cas particulier de la réduction de la chaux, si l'on emploie 56 parties de chaux vive et 36 parties de charbon, on obtient un carbure défini répondant à la formule  $\text{Ca C}^2$ .

Nous citons le procédé de M. Bullier à sa place chronologique, mais constitue-t-il à proprement parler une nouveauté ? Le *Patentamt* de Berlin, par un jugement du 16 juin 1898, confirmé par un arrêt de la cour de Leipzig du 18 mars 1899, s'est prononcé pour la négative ; le tribunal de Mexico, et celui de la Seine par un arrêté du 12 juillet 1900, se sont prononcés pour l'affirmative ; les tribunaux américains n'ont pas encore fait connaître leur décision.

Nous n'insisterons pas sur cette question délicate non encore souverainement tranchée, sauf en Allemagne, et qui est d'un intérêt primordial pour l'industrie française du carbure de calcium et de l'acétylène.

Les dates et les faits que nous avons cités sont du reste probants et si les jugements français et mexicains sont en contradiction avec les jugements allemands et la majorité de l'opinion, il faut y voir moins une question de principes qu'une question de procédure judiciaire.

Quelques jours après le dépôt du brevet Bullier, le 5 mars 1894, M. Moissan fait à l'Académie des Sciences une communication très remarquable sur le carbure de calcium cristallisé, il en décrit les principales propriétés physiques et chimiques.

Pour la seconde fois, depuis la découverte des car-

bures métalloïdiques ou métalliques il est fait mention d'une distinction de la nature amorphe ou cristallisée de ces produits. Acheson, en 1892, avait déjà revendiqué, d'une façon très générale il est vrai, une méthode pour produire des substances carburées cristallines artificielles. Mais MM. Moissan et Bullier semblent faire du carbure de calcium cristallisé un corps nouveau et bien spécial.

Devons-nous l'inscrire comme tel dans notre chronologie ? Non. L'avis des savants et des industriels est assez unanime sur ce sujet et ils estiment que tous les carbures obtenus électriquement, depuis celui de Hare jusqu'à celui de M. Moissan en 1892, l'ont été à l'état cristallin plus ou moins défini.

Du reste, on admet aujourd'hui que chaque fois que dans un four électrique la chaux fondue et que cette chaux fondue est en contact intime ou non avec du carbone, il se produit du carbure de calcium fluide à la température à laquelle il se forme et cristallisant par refroidissement suivant les proportions employées, ce carbure est du carbure  $\text{CaC}_2$  noyé ou dissous dans un excès de chaux fondue qui cristallise avec lui sans qu'il y ait séparation des deux corps.

Les travaux de Willson et de Moissan eurent un grand retentissement et dès la fin de 1895 le monde industriel prévoit tout le parti considérable que l'on pourra tirer de la fabrication pratique et économique de l'acétylène au point de vue de l'éclairage public ou privé. Déjà on commence à voir les premiers appareils générateurs d'acétylène en novembre et décembre. Ils sont à chute d'eau sur le carbure.

Mais cependant le carbure de calcium reste toujours une matière extrêmement rare !

Il y aurait lieu de s'étonner de ne voir apparaître un peu de carbure de calcium en Europe qu'à la fin de 1895 et ce malgré les dépôts de procédés de fabrication industrielle bien antérieurs à cette date !

Cela s'explique cependant très facilement aujourd'hui que les carburiers ont reconnu, à leurs dépens hélas ! combien cette industrie est hérissée de difficultés. Il semblait aisé au début de 1894 de fabriquer du carbure de calcium ! Mais on s'est bien vite aperçu que les idées émises alors étaient d'une très

grande imprécision ; que les proportions théoriques du mélange de chaux et de charbon n'ont rien d'absolu et sont souvent même très différentes de celles qu'indique la pratique ; que ces matières premières doivent subir une préparation spéciale avant leur emploi ; et enfin que le secret de la fabrication du carbure réside surtout dans la conduite du four et la détermination des constantes électriques à adopter.

Voilà pourquoi cette fabrication fut si longtemps précaire. Elle en serait peut-être encore à cette période de recherches et de tâtonnements si l'industrie de l'aluminium, qui depuis plusieurs années utilisait le four électrique, ne lui avait apporté son précieux concours. Les praticiens habiles qui étaient rompus à toutes les difficultés de la conduite de cet appareil eurent peu de peine à réaliser les conditions nécessaires à la fusion de la chaux et à la production du carbure.

Aussi en Europe, comme en Amérique en 1893, ce sont les usines d'aluminium qui les premières, à la fin de 1895, jetèrent du carbure sur le marché. Parmi les établissements électro-chimiques ou électro-thermiques qui se distinguèrent ensuite dans cette voie on peut citer ceux de Froges et de N.-D. de Briançon, en France, de Bitterfeld en Allemagne, et ceux de Neuhausen en Suisse.

Nous devons reconnaître que c'est l'industrie de l'aluminium qui a donné l'élan à celle de l'acétylène par la mise au point pratique des procédés de fabrication du carbure de calcium.

En 1896, de nombreux projets de créations d'usines sont étudiés, notamment dans les pays de montagnes où les chutes d'eau sont en grand nombre, comme dans les Alpes françaises, suisses et italiennes. Ces projets seront réalisés en partie pendant les années qui suivront.

L'Amérique, toujours en tête du mouvement, produisait déjà 2.000 tonnes de carbure en 1897.

Par suite de l'importance commerciale que prend le carbure de calcium, des recherches sont entreprises pour l'obtenir par une autre voie que celle du four électrique. Dans cet ordre d'idées nous citerons les essais de Zino, de Woodside et Borchers. Ce dernier notamment a fait breveter dernièrement un

procédé de fabrication du carbure à l'aide d'un mélange de chaux, coke et air liquide enflammé par une capsule. Bergemann espère obtenir une suffisante température par la combustion du carbone dans l'oxygène. Ces procédés n'ont pas fait leurs preuves.

Enfin, nous citerons pour terminer un procédé mixte dû à Hartenstein et par lequel on obtient une variété de carbure ou plutôt un produit très complexe mais intéressant, dénommé carbolite. Ce produit est le résultat de la carbonisation des scories de hauts-fourneaux, coulées chaudes dans un cubilot de Bessemer, par une insufflation par les tuyères de coke pulvérisé. Le procédé est mixte en ce sens qu'après l'opération dans le Bessemer, le mélange est versé dans une sorte de four électrique formé de plusieurs électrodes entre lesquelles circule un courant suffisant pour provoquer par une légère élévation de la température la réduction des scories.

Mais c'est moins dans la fabrication du carbure que dans celle des appareils générateurs d'acétylène que l'esprit des chercheurs se donne libre carrière. De la théorie on passe aux actes et en 1896 de petites installations se créent et commencent à fonctionner.

Le manque de pratique et de précautions dans le maniement des appareils provoquent quelques accidents qui ont un retentissement plutôt fâcheux pour les débuts de la jeune industrie de l'acétylène.

Dans presque tous les pays ces faits attirent l'attention des autorités administratives qui en 1897 et 1898 s'empressent d'élaborer des règlements, la plupart draconiens, sur la fabrication du gaz acétylène.

Les Compagnies d'assurances s'inquiètent et entourent leurs polices d'une foule de réserves.

Enfin, les Sociétés de transports maritimes refusent nettement de recevoir du carbure de calcium et les chemins de fer appliquent à ce produit un tarif spécial et ridiculement exagéré.

La jeune industrie de l'acétylène semblait ne pouvoir survivre à ces furieuses attaques dirigées contre ses premières manifestations. Les multiples obstacles qui étaient amoncelés sous ses pas paraissaient infranchissables, le découragement gagnait les plus enthousiastes, lorsqu'au début de 1898, la première

Exposition de l'acétylène, l'Exposition de Berlin, vint ranimer tous les courages.

D'autre part des progrès sensibles avaient été réalisés dans la construction ou l'utilisation des fours électriques en Amérique et en Europe. En 1887, les frères Cowles les premiers avaient adopté un mode de marche continue, plus tard on utilisa le courant alternatif auquel on reconnut des avantages sérieux sur le courant continu.

Toute la série des progrès réalisés peut se suivre quand on examine en détails, en outre des fours déjà cités, ceux dûs à MM. Bullier, Patin, Gin et Le-Memmo, Nicolaï, Bertolus, Halske, Rathenau, etc., en Europe, et Horry et Bradley en Amérique.

La fabrication des électrodes qui jouent un si grand rôle dans le four électrique, fit aussi de très grands progrès. Alors qu'en 1886 les électrodes obtenues ne dépassaient pas 50 millimètres de diamètre, on en fabrique facilement aujourd'hui ayant 30 centimètres de côté.

L'Exposition de Berlin avait déjà révélé au public que l'industrie de l'éclairage par l'acétylène était en pleine possession de tous ses moyens et n'avait pas succombé aux attaques dirigées contre elle. Celle de Buda-Pesth qui s'ouvrit le 13 mai de l'année dernière avec un caractère international très accentué et dont le succès fut incontestable, acheva de convaincre les plus hésitants.

Enfin si l'industrie de l'acétylène en 1900 n'a pu montrer sa puissance et sa vitalité par une manifestation suffisamment grandiose, nous devons cependant reconnaître que soit à la classe 75, soit à son annexe de Vincennes, soit sur les berges de la Seine, son Exposition a été très vivement remarquée.

Messieurs,

Après ce rapide aperçu de l'industrie du carbure et de l'acétylène depuis la découverte de ces produits jusqu'à ces derniers temps, nous devons, fidèles à notre programme, examiner la situation actuelle.

Un fait la domine en ce qui concerne le carbure de calcium, c'est la surproduction.

Le manque de concordance entre la production et la consommation a amené une crise qui, il est vrai,

est commune pendant la belle saison à toutes les industries de l'éclairage. Mais cette année, la crise présente pour l'industrie du carbure un caractère de particulière gravité à raison des sacrifices financiers imposés à beaucoup d'usines par les essais et tâtonnements inévitables du début de la fabrication.

En outre, beaucoup pensaient et pensent encore que les procédés de cette fabrication sont du domaine public, mais un récent jugement vient de leur apprendre le contraire (1).

Voilà la situation actuelle des carburiers français. Il leur appartient de saisir l'occasion de ce Congrès pour s'entendre en vue de déterminer les moyens de l'améliorer.

L'industrie de l'acétylène a profité pour ainsi dire de la crise du carbure qui a provoqué la baisse de ce produit, quoiqu'on se soit vite aperçu que le carbure trop bon marché était d'un trop pauvre rendement. Il est certain que l'abaissement du prix du carbure ne peut que grandement favoriser la vulgarisation de l'éclairage à l'acétylène. Mais il est des limites que l'on ne peut dépasser, on est déjà fort loin du prix de 1.400 francs auquel fut livrée la première tonne de carbure : il semble aujourd'hui que l'on tende vers le prix de 300 francs la tonne pour un bon carbure commercial. Si on le réalise par les progrès de la fabrication, la lutte contre l'éclairage public au gaz de houille même par incandescence peut devenir très avantageuse à raison surtout du prix du charbon.

L'industrie de l'acétylène prendra alors un nouvel essor et nous pourrons voir, comme en Allemagne, une foule de petites villes s'éclairer par ce nouveau mode.

---

(1) Par un jugement en date du 22 février 1901, la Cour d'appel de Paris a confirmé le jugement du Tribunal de première instance consacrant la validité du brevet Bullier, relatif au produit défini carbure de calcium cristallisé  $\text{Ca C}_2$  et à son mode de fabrication.

DESCRIPTION  
DES  
**Usines à carbure de calcium de France**  
par  
**M. Robert GUILBERT**

Chef du Laboratoire de la C<sup>ie</sup> des chemins de fer de l'Ouest

---

*Cette description remplace et complète celle qui a été insérée dans les Comptes-rendus du 2<sup>me</sup> Congrès de l'Acétylène (Budapest 1899).*

*Les renseignements que l'on trouvera ci-dessous ont été fournis par les Administrateurs-délégués ou par les Directeurs des Usines, et on les a reproduits sans aucune modification.*

*Dans quelques cas certains détails manquent, en particulier à l'égard des fours électriques ; cette absence est due au désir qui nous a été manifesté de ne pas les publier.*

**USINE D'ALBAS**

Cette usine, propriété de M. Henri Gayral, à Albas, fonctionne depuis le mois de janvier 1899. Elle est située dans le département du Lot, à 3 kilomètres de la gare de Castelfranc-Prayssac (ligne de Cahors à Monsempron-Libos, Compagnie d'Orléans). La force motrice est fournie par un barrage établi sur le Lot (une partie de la rivière seulement est utilisée). On fabrique aussi dans cette usine des produits chimiques, de la poudre à sulfater, de la farine, etc.

Trois turbines Hercule, développant au total 450 chevaux, font mouvoir trois dynamos de la Société Alsacienne de constructions mécaniques, tournant à raison de 500 tours à la minute.

L'usine comporte un seul four électrique d'un type spécial étudié par M. Gayral ; la production est de 600 kilogrammes environ par 24 heures, soit une production annuelle de 216 tonnes ; huit ouvriers sont occupés exclusivement à cette fabrication, les dimensions de la salle dans laquelle se trouvent les fours sont de 30 mètres sur 10 mètres. Comme matières premières, on emploie de la chaux provenant de calcaires d'Albas et du coke lavé fourni par les mines de Carmaux.

Le carbure fabriqué rend de 310 à 320 litres d'acétylène par kilogramme. Ce produit est surtout vendu dans le département du Lot.

## 2° — USINE D'ARUDY

L'usine d'Arudy (Basses-Pyrénées), qui fonctionne depuis le mois de novembre 1899, appartient à la Société de construction de chemins de fer et de tramways l'« Omnium Lyonnais », 7, rue Scribe, Paris.

Elle est située sur le Gave d'Ossau ; la fabrique de carbure de calcium se trouve à côté de la gare d'Arudy (ligne de Pau à Laruns, Compagnie du Midi), l'usine génératrice en est distante de 1 kilomètre.

La force motrice, actuellement de 600 chevaux, et obtenue à l'aide d'un barrage de neuf mètres de hauteur, pourra être portée à 2,000 chevaux (débit moyen du Gave d'Ossau : 6 mètres cubes par seconde, minimum absolu, 3 mètres cubes).

On emploie deux dynamos, construites par la Société Alsacienne de constructions mécaniques et actionnées par deux turbines fabriquées par la même Société.

Les deux fours électriques sont du système Siemens ; ils produisent de 4 à 5 kilogs de carbure par kilowatt et par 24 heures. La chaux employée est celle qui est fabriquée depuis un certain temps déjà à l'usine d'Arudy.

Le charbon employé est soit du coke métallurgique, soit de l'anhracite d'Angleterre.

Le carbure fabriqué rend couramment plus de 300 litres, on a obtenu jusqu'à 340 litres.

**Usines de La Bâthie****3<sup>e</sup> USINE DE M. L. ROBERT**

Cette usine, en marche depuis le mois d'août 1896, est située sur le territoire du hameau de l'Arbine, commune de La Bâthie (Savoie), dans la Tarentaise (Vallée de l'Isère), à 1.500 mètres de la gare de La Bâthie (ligne d'Albertville à Moutiers, Compagnie P.-L.-M.), à laquelle elle est reliée par la route nationale de Grenoble à Aoste. L'établissement se trouve à l'altitude de 400 mètres.

La force motrice est fournie par le ruisseau d'Arbine, torrent qui n'est alimenté par aucun glacier, mais dont le bassin est bien boisé et constitué par un sol très perméable.

L'eau est captée dans une canalisation en tôle de 60 centimètres de diamètre et d'une longueur de 1100 mètres, précédée d'un canal d'amenée en ciment, également de 60 centimètres de diamètre et de 1100 mètres de longueur.

La chute est de 432 mètres, avec un débit en basses eaux de 600 litres par seconde.

La force produite est de 2500 chevaux, partagée par moitié avec l'usine de la Compagnie Internationale de Carborundum.

Cette force de 1250 chevaux actionne trois turbines centripètes à axe vertical, construites par la maison Bouvier, de Grenoble, et capables de fournir chacune 550 chevaux ; six autres petites turbines accessoires sont utilisées pour les excitatrices, l'atelier de broyage, l'éclairage, etc.

L'usine occupe 20 ouvriers et comporte : une salle des machines de 12 m. sur 8 m., une salle des fours de 12 m. sur 12 m., un atelier pour le broyage, l'emballage, etc., de 12 m. sur 37 m., un bâtiment de 40 m. sur 10 m., servant d'entrepôt et abritant aussi une turbine et un alternateur de 500 chevaux, un atelier de réparation et un laboratoire d'essais.

Des voies Decauville relient entre elles les diverses parties de l'établissement.

Le broyage des matières premières s'effectue au moyen d'un malaxeur à boulets pouvant pulvériser 1200 kilogrammes par heure.

On fabrique environ 3 tonnes de carbure par jour (soit environ 700 tonnes par an) dans quatre fours clos — à récupération de chaleur — utilisant le calorique perdu à l'échauffement de la matière à traiter. (Rendement par cheval : 4 à 5 kilogs, suivant la provenance des matières premières).

Ces fours sont actionnés par des dynamos à courant alternatif, à axe vertical, montées directement sur les turbines et animées d'une vitesse de 200 tours par minute.

La chaux employée provient des gisements calcaires de Chambéry (calcaire à 99 % de carbonate de chaux).

Comme charbon, on emploie des anthracites anglaises à 4% de cendres, et on essaie actuellement des anthracites de la région ayant une teneur en cendres de 12 à 14 %.

On garantit un rendement de 300 litres d'acétylène au kilogramme et on obtient généralement 315 litres.

Le carbure est vendu en France et à l'étranger.

M. L. Robert compte, à partir de l'année prochaine, doubler sa force motrice en captant le ruisseau de l'Arbine, beaucoup plus haut, à l'altitude de 1270 mètres.

#### 4<sup>e</sup> — USINE DE LA COMPAGNIE INTERNATIONALE DE CARBORUNDUM (1)

Cette usine, qui fonctionne depuis le mois d'avril 1898, est située, ainsi qu'on vient de le voir, à côté de l'établissement de M. L. Robert. Les 1250 chevaux pris sur la conduite du ruisseau de l'Arbine font mouvoir trois grandes turbines construites par la maison Bouvier, de Grenoble, et capables de développer chacune 500 chevaux, et en outre quatre petites turbines de 50 chevaux qui actionnent les ateliers de broyage, de concassage, de réparation, etc.

L'établissement comporte une salle de machines de 10 m. sur 20 m., une salle des fours de 40 m. sur 12 m., et en outre des bâtiments à 3 étages, occupant

---

(1) La Compagnie Internationale de Carborundum appartient à la Lan derbank autrichienne, dont le siège social est à Vienne.

une superficie de 150 mètres sur 30 mètres, dont la majeure partie est affectée à la fabrication du carborundum.

Sept fours d'un système spécial, actionnés par des dynamos (système Labour et système Zypernowski) de 400 kilowatts, marchant à 40 ou 50 volts, permettent d'obtenir par an 800 tonnes de carbure coulé (on ne fabrique pas de carbure en masselottes). Ce carbure ne contient ni phosphore ni silicium; son rendement garanti est de 300 litres au kilogramme, mais il produit couramment 325 litres et certains échantillons ont rendu jusqu'à 340 litres.

La chaux employée provient de Chambéry et de Voreppe (Isère). Elle renferme 99 % d'oxyde de calcium. Les charbons sont des anthracites anglaises. Le carbure est vendu en France et en Algérie, et beaucoup à l'étranger (Amérique, Autriche, Hongrie, Espagne, Grèce, Italie, etc.).

L'usine, dans laquelle on fabrique en outre annuellement 80 tonnes de carborundum, de l'électrit (produit à polir) et des électrodes pour usines électro-chimiques, occupe 24 ouvriers à la fabrication du carbure de calcium.

#### 5° — USINE DE M. BERTOLUS A BELLEGARDE

Cette usine, qui fonctionne depuis le mois de mars 1897, appartient à M. Charles Bertolus, 8, place Paul Bert à Saint-Etienne (Loire). Elle est située à Bellegarde-sur-Valserine (Ain) et communique avec la gare de Bellegarde (lignes de Mâcon à Genève, de Bourg à Bellegarde par Nantua, de Bellegarde au Bouveret, compagnie P.-L.-M.) par un embranchement particulier de 1 kilomètre de longueur.

La force motrice est louée à la Société des forces hydrauliques du Rhône qui a la propriété des forces motrices du Rhône à Bellegarde. Cette compagnie dispose au total d'une puissance de 8000 chevaux, actionnant des groupes de turbines de 600, 800 et 1200 chevaux et répartie entre diverses industries.

L'usine de M. Bertolus est située à 1400 mètres des turbines et reçoit la force par transport électrique sous forme de courant triphasé à 2000 volts.

Le fleuve étant alimenté par un grand glacier et par le lac Léman, il n'y a pas à redouter d'arrêts par suite de l'abaissement du niveau des eaux.

L'usine de M. Bertolus est construite en pierre du pays, avec couverture en acier et partout dallée en ciment. Tous les dépôts de matières premières sont échelonnés le long de la voie de l'embranchement particulier, ainsi que le magasin à carbure, et ces dépôts sont reliés à l'intérieur avec les diverses salles de manutentions par des voies Decauville ; la salle des fours est aérée au moyen de cheminées d'appel munies de hottes en tôle couvrant les fours.

La salle des transformateurs a 5m. sur 40m. et la salle des fours 40m. sur 30m. L'établissement possède une forge, un atelier de réparation et un laboratoire avec photomètre. Le dépôt de carbure, situé à côté de l'usine, peut contenir 500 tonnes de cette matière. Le nombre d'ouvriers employés est d'une soixantaine.

Le carbure est obtenu à l'aide de six fours triphasés (fours à trois électrodes) système Bertolus (breveté). Ces fours sont actionnés par 8 transformateurs triphasés de 300 chevaux chacun, construits à La Buire, près Lyon ; le courant reçu sous 2.000 volts, comme il a déjà été dit, est rendu à une tension convenable pour être utilisé dans les fours ; la liaison des transformateurs et des fours a lieu au moyen de barres de cuivre électrolytique.

Diverses analyses du carbure obtenu dans l'usine ont montré que le phosphore et le silicium ne s'y rencontraient qu'à l'état de traces indosables. La chaux employée provient des massifs jurassiques de Chambéry et ne contient elle-même que des traces de phosphore et de silicium (le calcaire d'où elle est extraite contient 99 % de carbonate de chaux). Le charbon est du coke métallurgique de Saint-Etienne avec une teneur maximum de 5 % de cendres.

Le carbure fabriqué actuellement produit 330 litres d'acétylène au kilogramme et quelques échantillons ont donné jusqu'à 348 litres de gaz ramené à la température de 15 degrés et à la pression de 76 c.

Ce carbure est vendu en France et dans les colonies.

### 6° USINE DE BOZEL

Cette usine est la propriété de la Compagnie Générale d'Electro-Chimie, société anonyme au capital de 4.000.000 de francs, ayant son siège social à Paris, rue de Caumartin, 68, et fondée par la Compagnie de Fives-Lille, qui a créé de toutes pièces l'installation hydraulique et électrique de Bozel.

L'usine de Bozel est située dans l'arrondissement de Moutiers-Salins (Savoie), à 9 kilomètres en amont de Brides-les-Bains, dans la vallée du Doron de Pralognan, affluent de l'Isère, à 895 mètres d'altitude.

Elle est desservie par la route départementale n° 6 qui relie Moutiers-Salins à Pralognan ; le tramway électrique de Moutiers à Brides-les-Bains va être prochainement prolongé jusqu'à l'usine. La station de chemin de fer la plus voisine est celle de Moutiers-Salins (ligne de Saint-Pierre-d'Albigny à Moutiers-Salins, Cie P.L.M.).

La force motrice est fournie par le Doron de Pralognan, le volume d'eau utilisé est de 1 mc, 5 à 2 mc. Les travaux d'art consistent en un barrage, une chambre d'eau avec bassins de décantation, une conduite métallique de 2.200 mètres de longueur et de 0 m. 90 de diamètre, traversant trois fois la vallée sur des passerelles suspendues de 38 à 55 mètres de portée. Cette canalisation a été construite par les ateliers de Fives-Lille, à Givors. La hauteur de chute est de 237 mètres, soit une force disponible de 4 à 5000 chevaux, actionnant 7 turbines de 700 chevaux (dont une de rechange) fournies par la Société Escher Wyss et Cie, de Zurich (système Francis à axe horizontal).

L'usine comprend une salle de fours, un atelier de broyage, un atelier de concassage, un dépôt de matières premières, un magasin de produits fabriqués, et en outre, un atelier de mécanique et de tonnellerie, ainsi qu'un four à chaux à gazogène. La surface couverte est de 4.000 mètres carrés. Un chemin Decauville, qui sera relié à la voie du tramway électrique, dessert tous les bâtiments et les mines.

Le procédé employé pour la fabrication du carbure est celui du brevet Bullier. 14 fours, produisant 500 k<sup>g</sup>. de carbure à l'heure, sont actionnés par 7 dyna-

mos à courant continu, à 200 volts et 2500 ampères, construites par les ateliers de Fives-Lille, à Givors.

La production annuelle est de 4000 tonnes. Le rendement du carbure courant est de 315 litres à 15° et à 760 mm. On analyse le carbure à l'usine même. Le calcaire et l'anthracite employés comme matières premières sont extraits de concessions acquises par la Compagnie à proximité immédiate de l'usine. Le calcaire contient 98,5 % de carbonate de chaux, l'anthracite a une teneur en cendres de 25 %, mais les cendres contiennent 99 % de silice, ce qui permet la fabrication, comme sous-produit, d'un ferro-silicium d'une teneur de 25 à 50 % de silicium, qui trouve son emploi en métallurgie. Cent ouvriers sont occupés dans cette usine, qui est en marche depuis le 6 février 1900.

#### 7° — USINE DU CASTELET

Cette usine, qui a été mise en marche le 14 janvier 1899, est la propriété de la société Hydro-Electrique des Pyrénées, société anonyme au capital de 1.400.000 francs, ayant son siège social à Toulouse, boulevard de Strasbourg, n° 12.

L'usine du Castelet est située dans la vallée de l'Ariège, à 900 mètres de la halte du Castelet et à 4 kilomètres 600 de la gare à marchandises d'Ax-les-Thermes (ligne de Toulouse à Ax-les-Thermes, compagnie du Midi). On projette de construire un embranchement reliant l'usine à la gare d'Ax-les-Thermes.

La force motrice est fournie par l'Ariège ; ce cours d'eau reçoit à Ax, c'est-à-dire un peu en amont du Castelet, les deux torrents La Lauze et l'Oriège, ce dernier alimenté par le lac de Naguille. L'Ariège, après avoir formé à 600 mètres en amont de l'usine une cascade de 19 mètres de hauteur, est capté en entier dans une canalisation métallique de 2 m. 30 de diamètre et de 550 mètres de longueur, passant sous la voie ferrée.

Le débit moyen du cours d'eau est de 8 à 10 mètres cubes par seconde ; dans une crue, on a constaté un débit de 100 mètres cubes à la seconde.

L'Ariège, ainsi canalisé, fait mouvoir : trois turbi-

nes centripètes aspirantes doubles (système Hercule légèrement modifié) développant une force totale de 2.500 chevaux et commandant trois alternateurs dont il sera parlé plus bas : une turbine de 120 chevaux servant à actionner les machines de l'atelier d'entretien, l'éclairage, etc.; enfin, une turbine de 15 chevaux commandant une dynamo excitatrice. Ces turbines ont été construites par la maison Bonnet, de Toulouse.

Les bâtiments de l'usine sont construits en moellon du pays. La charpente de la salle des fours est complètement métallique; des voies Decauville relient entre elles les diverses parties de l'installation. Un pont roulant de six tonnes et de 11 mètres de portée circule dans toute la longueur de l'usine.

Les dimensions de la salle des fours sont de 28 m. 50 sur 12 mètres. Le plancher de cette salle se compose d'une armature métallique sur laquelle sont boulonnées des solives en fer à double T.

Les fours électriques sont du système Bullier.

L'installation électrique comprend : 3 alternateurs biphases de 730 chevaux, type Thury, tournant à 600 tours et débitant chacun 3.000 ampères, avec une excitatrice de 7.700 watts, 110 volts, tournant à 1200 tours : une dynamo à courant continu de 80.000 watts, tournant à 380 tours, pour transport d'énergie et d'éclairage, enfin des moteurs de 7 1/2, 20 et 30 chevaux, à 110 volts, servant à actionner les broyeurs et les transmissions de différents ateliers.

La chaux employée à la fabrication du carbure de calcium provient d'Ussat-les-Bains, localité située à une vingtaine de kilomètres du Castelet, sur la ligne de Toulouse à Ax-les-Thermes. D'après les analyses qui en ont été faites, le calcaire qui la fournit contient au minimum 97, 97 %, et au maximum 99, 46 % de carbonate de chaux.

Le charbon employé est tantôt du coke, tantôt de l'anthracite.

Dans le premier cas, on se sert de coke lavé de Carmaux ayant une teneur en cendres garantie de 7 % maximum.

L'anthracite est fourni par des maisons de com-

merce anglaises, sans garantie de teneur en cendres.

Le carbure de calcium fabriqué est garanti rendant 300 litres d'acétylène par kilogramme, le gaz étant ramené à 76 kilogs de pression et à la température de 15 degrés. Il rend effectivement 310 litres d'acétylène par kilogramme.

La Société Hydro-Electrique des Pyrénées ne vend pas elle-même ses produits ; elle s'est entendue à cet égard avec la Société des Carbures Métalliques, 50, boulevard Haussmann, à Paris.

#### 8° — USINE DE CHAPAREILLAN

Cet établissement, qui fonctionne depuis août 1897, appartient à la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan, Société anonyme au capital de un million de francs, ayant son siège social à Grenoble, 2, place du Lycée, et qui a entrepris l'éclairage électrique de diverses localités, en particulier de la ville de Chambéry. L'usine à carbure est établie à Chapareillan (Isère), à six cents mètres de l'usine génératrice, avec laquelle elle est reliée par une ligne de transport de force à haute tension. Située au pied du massif de la Chartreuse, sur le versant de la vallée du Grésivaudan, elle est distante de la voie ferrée de 3 kilomètres et une route nationale assure le transit de ses marchandises jusqu'à la station de Poltcharra-sur-Bréda (ligne de Grenoble à Chambéry, Compagnie P.-L.-M.).

La force motrice est fournie par le Cernon, torrent qui descend du massif de la Grande-Chartreuse (débit moyen, 500 litres, débit minimum 100 litres, pendant trois à quatre semaines en août et autant en janvier).

Depuis le 12 février 1900, les services d'éclairage et de location de force de la Société étant effectués uniquement par l'usine de Bréda, qui appartient à la même société, l'usine de Chapareillan dispose seule de la force motrice fournie par les 612 mètres de chute du Cernon, soit 1200 chevaux électriques produits par deux alternateurs système Zipernowsky-Creusot, de 200 chevaux chacun, et deux alternateurs « l'Eclairage électrique » système Labour, de 400 chevaux chacun. L'usine comporte : une salle de transformateurs abais-

sant la tension de 5.000 volts à 110 volts, un bâtiment principal ayant 35 mètres sur 18 mètres et un hangar pour l'entrepôt des matières premières. Elle occupe 10 ouvriers à raison de 5 par équipe de 10 heures.

Les fours, primitivement du système Patin, sont actuellement des fours coulants ordinaires. Ils produisent une tonne de carbure par jour, soit 360 tonnes par an.

Comme matières premières, on utilise la chaux des environs de Chambéry concurremment avec les chaux de M. Milly-Brionnet, de Grenoble, et presque exclusivement le grèsil d'antracite des mines de La Mure (Isère).

Les centres de vente de carbure sont principalement le midi de la France et aussi la région du Nord-Ouest. On livre aussi beaucoup à l'Italie, à l'Espagne et à l'Australie.

#### 9° — USINE DE CHEDDE (Haute-Savoie)

Cette usine, qui appartient à MM. Corbin et Cie, produit actuellement du chlorate de potasse électrolytique et du carbure. L'usine de Chedde est située sur le territoire de la commune de Passy (Haute-Savoie), sur l'Arve, affluent du Rhône descendant des glaciers du Mont-Blanc. Elle est distante de 3 kilomètres de la station du Fayet-Saint-Gervais (ligne de la Roche-sur-Foron au Fayet-Saint-Gervais, compagnie P.-L.-M.).

La force motrice est prise sur l'Arve, au moyen d'une dérivation en tunnel de 500 mètres de longueur, suivie d'une canalisation forcée, en tôle, de 250 mètres de longueur et de 1 m. 20 de diamètre. La hauteur de la chute est de 140 mètres.

On dispose ainsi d'une force totale de 12.000 chevaux, dont 10.000 sont actuellement utilisés à la fabrication du chlorate de potasse, et les 2.000 chevaux restants à l'obtention du carbure de calcium.

En ce moment, 8 turbines construites par la maison Brenier et Neyret de Grenoble actionnent 8 dynamos de 1.000 chevaux chacune à courant continu de 110 volts. Deux autres turbines identiques, actionnant deux dynamos également identiques, sont affectées.

tées chacune à un four électrique qui produit le carbure coulé. La salle des fours est distante de 100 mètres de la salle des machines.

On obtient un rendement de 3 kil. de carbure par cheval et par 24 heures, soit une production quotidienne de 5 à 6 tonnes et une production annuelle de 2.000 tonnes environ, avec garantie de rendement de 300 litres au kilogramme, à la température de 0 degré et à la pression de 76 c.

La chaux est fournie par les carrières de Bellegarde qu'exploite la société Electro-Chimique du Giffre et on emploie du coke métallurgique de Saint-Etienne. Le carbure produit est en presque totalité exporté.

La mise en marche de l'usine a eu lieu en septembre 1899.

#### 10° — USINE DES CLAVAUX

Cette usine, qui ne fonctionne pas actuellement comme usine à carbure, est la propriété de la Compagnie Universelle d'Acétylène, société anonyme au capital de 3.800.000 francs, ayant son siège social à Paris, rue de Châteaudun, 36.

Elle est située à Livet-Gavet (Isère), sur la Romanche, torrent dont la source est au col du Lautaret et qu'alimentent les glaciers de la Meige.

On y accède par le chemin de fer à voie étroite reliant la gare de Vizille P.-L.-M. au bourg d'Oisans (Société des Voies ferrées du Dauphiné), et dont un embranchement pénètre dans l'usine même.

La force motrice de l'usine est fournie par une dérivation de la Romanche, dont les eaux sont captées à environ 1,200 mètres de l'usine, au moyen d'un barrage naturel formé de blocs de rochers réunis dans un mortier hydraulique, et sont conduites dans une chambre dont l'entrée est réglée par un jeu de cinq vannes à tiroirs.

De là elles se rendent dans deux bassins de décantation et enfin dans une conduite forcée en tôle, de 2 m. 50 de diamètre, qui la conduit à un collecteur sur lequel sont branchées les turbines.

La différence de niveau entre le barrage et le plan d'eau du canal de fuite est de 40 mètres environ.

Le débit utilisable de la canalisation est de 15 mè-

tres par seconde, correspondant à une puissance effective de plus de 5,000 chevaux, sur lesquels 2,800 sont réalisés au moyen de cinq groupes électrogènes de 540 chevaux et d'un sixième de 100 chevaux.

Les machines, de 375 kw. chacune, sont à courant continu et ont été fournies par le Creusot, la maison Allioth et la maison Labour.

Enfin, la Compagnie Universelle d'Acétylène est propriétaire des riverainetés nécessaires pour porter à 75 mètres environ la hauteur de la chute, ce qui lui permettra de réaliser, le jour où elle le jugera convenable, une force totale de plus de 10,000 chevaux.

Les bâtiments d'usine occupent une superficie de plus de 4,000 mètres carrés et comprennent, en dehors des ateliers de fabrication, de vastes magasins et bureaux, ainsi que des habitations pour le directeur de l'usine, les ingénieurs et employés, et un nombreux personnel ouvrier.

Le canal de fuite et les constructions ont été prévus en vue d'agrandissements futurs et de l'utilisation de la force totale dont l'usine pourra disposer.

Pour le moment, une partie de l'usine est utilisée pour la fabrication de produits électrolytiques, la Compagnie Universelle d'Acétylène ayant remis à plus tard ses projets de fabrication du carbure de calcium.

#### 11° — USINE DE CRAMPAGNA

Cette usine, qui fonctionne depuis le mois de février 1898, appartient à la Société des usines électro-chimiques de Crampagna, société anonyme au capital de 200.000 francs, ayant son siège social à Toulouse, rue Alsace-Lorraine, 27.

L'usine de Crampagna est située dans la vallée de l'Ariège, au pied des premiers contreforts des Pyrénées. Elle est distante de 2 kilomètres de la station de Varilhes (ligne de Toulouse à Ax-les-Thermes, réseau du Midi.)

La force motrice est fournie par l'Ariège, dont les eaux sont dérivées pour le service de l'usine dans un canal de 500 mètres de longueur et de 15 mètres carrés de section mouillée. La hauteur de chute est d'environ 5 mètres. Comme, à l'étiage, l'Ariège dé-

bite encore près de 10 mètres cubes, l'usine dispose ainsi d'une force minima de 500 chevaux .

Jusqu'à présent, elle n'a été équipée que pour cette puissance d'étiage, malgré la courte durée des basses-eaux. Son matériel comprend en effet seulement deux turbines de 280 à 300 chevaux chacune, à libre déviation, construites par la maison Grèzes et Piques à Toulouse, et en outre une petite turbine de 15 à 18 chevaux qui fait mouvoir des appareils de broyage et de criblage du carbure.

Mais une troisième turbine de même puissance, soit 280 à 300 chevaux, est actuellement en construction pour fonctionner aux prochaines hautes eaux.

En outre de ces moteurs, l'usine de Crampagna, qui fabrique également des chaux hydrauliques, a une turbine d'environ 80 chevaux de force affectée à cette industrie spéciale.

Au total, c'est donc à près de 1000 chevaux, dont 900 pour le carbure, que s'élèvera la force motrice, une fois terminée l'installation en cours.

Les deux turbines actuelles, de 280 à 300 chevaux, actionnent chacune une dynamo du système Siemens et Halske, construites par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, et capables de fournir chacune un courant d'environ 180 kilowatts.

L'une est établie pour 100 volts de tension et commande un four destiné à la production de carbure en blocs. L'autre est établie au voltage de 50 volts et commande un four à carbure coulé. La troisième turbine en établissement actionnera une dynamo semblable, à bas voltage, pour carbure coulé.

Les matières premières employées à la fabrication du carbure à Crampagna sont : du coke spécial de Carmaux, très peu sulfureux, ayant une teneur garantie de 7 % de cendres au maximum ; et de la chaux très cuite préparée dans l'usine, à l'aide de calcaires voisins très peu siliceux et exempts de phosphore et de magnésie.

Le carbure obtenu ainsi, soit en blocs, soit coulé, a un rendement garanti de 300 litres d'acétylène au kilogramme et atteint pratiquement de 310 à 330 litres.

Le personnel occupé en vue de la fabrication du carbure s'élève à une trentaine d'ouvriers.

**12° — USINE DE LA SOCIÉTÉ FRANCO-SUISSE**

Cette usine, actuellement en construction, à Bellegarde-sur-Valserine (Ain) est la propriété de la Société Franco-Suisse, filiale de la Société des Carburés Métalliques.

La force motrice, de 4.500 chevaux, sera fournie par la chute du Rhône.

L'usine sera mise en marche au commencement de 1901.

**Usines de la Société Métallurgique Française**

La société Métallurgique française, société anonyme au capital de 5.700.000 francs, ayant son siège social à Froges, possède deux usines, l'une à Froges, l'autre à La Praz.

**13° — USINE DE FROGES**

Cet établissement, qui fonctionne depuis l'automne de l'année 1895, est situé à Froges (Isère) dans le Grésivaudan, vallée de l'Isère, au pied de la Jasse, contrefort du massif des Sept-Laux, à 2 kil. 500 de la gare de Brignoud (ligne de Grenoble à Chambéry, Compagnie P.-L.-M.) à laquelle elle est reliée par la route départementale de Grenoble à Pontcharra.

La force motrice, fournie par le ruisseau des Adrets lequel est alimenté par des névés et des sources nombreuses dans un bassin très boisé, est amenée à l'usine par un canal en ciment et terre, à ciel ouvert, de 300 mètres de longueur, se terminant par une conduite en tôle d'un diamètre de 60 centimètres.

La hauteur de chute est de 200 mètres, le débit moyen de l'eau, 400 litres par seconde, et une partie seulement de la force est utilisée par l'intermédiaire de trois turbines, deux de 200 à 250 chevaux, actionnant les dynamos des fours, et une troisième de 75 chevaux servant à l'éclairage de l'usine. Ces turbines sont du type Escher-Wiss, de Zurich.

Le carbure (environ 360 tonnes par an) est obtenu coulé au moyen de deux fours Héroult, actionnés par des dynamos à courant continu, système Brown. La

chaux provient des gisements de Chambéry et le charbon est du coke de Saint-Etienne. On garantit un rendement de 300 litres d'acétylène par kilogramme et on livre surtout en France, un peu aussi à l'étranger, particulièrement en Espagne.

L'usine occupe 15 ouvriers à la préparation du carbure ; elle fabrique elle-même ses électrodes.

#### 14° — USINE DE LA PRAZ (Savoie)

Cette usine, en marche depuis le mois d'octobre 1896, est située dans la Maurienne (vallée de l'Arc) tout à côté de la gare de la Praz (ligne de Paris à Modane, Compagnie P.-L.-M.). Elle est surtout affectée à la fabrication de l'aluminium, celle du carbure de calcium n'étant qu'accessoire. La force motrice est fournie par deux chutes de l'Arc, torrent qui descend du massif de la Vanoise.

La première chute, de 33 mètres, est captée dans un tuyau en tôle de 2 kilomètres de longueur et de 2 mètres de diamètre, la seconde, de 75 mètres, est amenée dans une canalisation en tôle de 1500 mètres de longueur et de 2 m. 40 de diamètre, précédée d'un tunnel de 1575 mètres de longueur.

Le débit minimum de l'Arc est de 10 mètres cubes par seconde.

La chute de 33 mètres (3.000 chevaux) actionne 6 turbines, celle de 75 mètres (12.000 chevaux) en actionne 14 et en actionnera prochainement 24.

L'usine comporte de vastes bâtiments, des logements ouvriers, les uns isolés, les autres réunis (bâtiments-casernes).

Le carbure est obtenu coulé au moyen de 3 fours Héroult, actionnés par 5 dynamos système Brown (l'usine comprend, au total, 12 dynamos système Thury, dont 9 construites au Creusot et 3 par la Compagnie de l'Industrie électrique, à Sécheron, près Genève, et 5 dynamos, système Brown, soit au total, 17 dynamos). On obtient environ 1500 kilogr. de carbure par jour, soit 550 tonnes par an.

La provenance des matières premières est la même qu'à Froges, ainsi que la garantie de rendement du carbure qui est vendu en assez notable quantité en

Italie, dont La Praz n'est distant que de quelques kilomètres.

L'usine fabrique elle-même ses électrodes et occupe une vingtaine d'ouvriers à la préparation du carbure de calcium.

#### 15° — USINE DE KERROUSSE

Cette usine, qui va être mise en marche au printemps de 1901, est située près d'Hennebont (Morbihan); elle appartient à M. Bougère.

La force motrice est fournie par une chute du Blavet, de 2 m. 40 de hauteur, sise à l'écluse de Kerrousse. Le barrage existait par suite avant la création de l'usine, qui a été installée par la Cie Electro-métallurgique des procédés Gin et Leleux, 3 rue Vignon à Paris. Il n'existe pas de canal d'amenée, et l'eau entre directement dans la chambre des turbines. L'installation hydraulique a été faite pour un débit de 18 mc.

4 turbines Singrün Hercule Progrès à axe vertical d'une puissance de 115 chevaux chacune, en tournant à une vitesse de 60 tours par minute; commandent par engrenages d'angle un arbre horizontal tournant à 200 tours et portant les poulies de commande de deux alternateurs monophasés Labour de 250 chevaux chacun, commandés par courroie tournant à 42 tours et fournissant le courant à la tension de 33 volts. 4 fours électriques à incandescence, de 150 kilowatts, (dont 2 de rechange) du type de la Compagnie Electro-Métallurgique Gin et Leleux, sont alimentés par groupes de 2 en parallèle sur ces alternateurs. La manœuvre de l'électrode, dans chacun des fours, avec ce genre de groupement électrique, suffit pour les mettre en circuit ou hors circuit.

L'usine est prévue pour recevoir en supplément le courant à haute tension qui serait fourni ultérieurement par une station électrique installée au premier barrage d'amont du Blavet.

L'usine possède un four à chaux ; le calcaire, de bonne qualité (teneur en carbonate de chaux : 98 %) est extrait dans les environs. Le charbon employé est de l'anthracite maigre d'Angleterre, ayant une très faible teneur en cendres et en matières volatiles.

La production annuelle prévue est de 350 tonnes de carbure.

Les bateaux contenant les matières premières, arrivent à quai devant l'usine et sont déchargés sur des wagons Decauville ; les voies de ce Decauville continuent dans l'intérieur de l'usine.

#### 16° — USINE DE MANCIOUX

Cette usine, qui fonctionne depuis le courant de l'année 1898, est exploitée par la Société Electro-Métallurgique des Pyrénées, société au capital de 210.000 francs ayant son siège social à Mancieux (Hte Garonne).

Elle est située au bord de la route nationale de Toulouse à Tarbes, et à égale distance (2 km. 1/2) des gares de Boussens et de Saint-Martory (ligne de Toulouse à Bayonne, Compagnie du Midi).

La force motrice, de 300 chevaux, est fournie par un barrage en maçonnerie sur la Garonne. (Volume des eaux, 30 à 40 mètres cubes pendant 8 mois de l'année, 15 mètres cubes environ pendant les basses eaux).

Une turbine Fontaine à axe vertical, construite par la maison Shabaver de Castres, actionne par volant et courroie les appareils de broyage et une dynamo Thury du Creusot (alternateur biphasé) de 600 kilowatts. L'excitation de cette dynamo est produite par une autre petite dynamo Thury de 110 volts et 70 ampères, commandée par une turbine spéciale à aspiration.

Deux fours, d'un système étudié par M. Cartier, administrateur délégué de la Société, fonctionnent séparément, et produisent environ 300 tonnes de carbure par an.

Le coke est acheté à Bayonne ou à Bordeaux, la chaux provient de calcaires tout-à-fait purs.

Le carbure obtenu donne un rendement de plus de 320 litres.

Six ouvriers sont employés dans cette usine.

## 17° — USINES DE NOTRE-DAME DE BRIANÇON

Les Usines de Notre Dame de Briançon appartiennent à la Société des Carbures métalliques, société anonyme au capital de 3,200,000 francs ayant son siège à Paris, 50, Boulevard Haussmann. Elles sont situées dans la Tarentaise ; l'usine génératrice d'électricité est bâtie sur les bords du Merdarel, affluent de l'Isère, dans la vallée de Belleville, à 3 kilomètres de Moutiers ; les usines de fabrication sont situées sur les deux rives de l'Isère, à l'altitude de 409 mètres et à la distance de 1300 mètres de la gare de N.-D. de Briançon (ligne d'Albertville à Moutiers, Compagnie P.-L.-M.) à laquelle elle est reliée par la route nationale de Chambéry à Aoste. La première force motrice utilisée à Notre-Dame de Briançon est formée par le torrent de l'Eau Rousse qui descend des glaciers situés au dessus du col de la Magdeleine. Ce torrent est capté par une canalisation en tôle de 80 centimètres de diamètre et de 1.400 mètres de longueur ; la pression disponible à l'extrémité de la canalisation est de 230 mètres, le débit de l'eau moyen est de un mètre cube par seconde et la force totale moyenne est de 3.000 chevaux. La chute fait mouvoir cinq turbines à axe horizontal de 700 chevaux chacune, construites par la maison Duvillard de Lausanne, elles actionnent cinq alternateurs monophasés à fer tournant. La deuxième force motrice est celle fournie par le torrent le Merdarel qui descend des Glaciers du Pécelet ; ce torrent est capté par un tunnel de 4 kilom. 500, un tuyau en ciment de 1 kilomètre et deux canalisations en tôle de 650 mètres chacune ; la pression disponible à l'extrémité de la canalisation est de 362 mètres, le débit moyen du torrent, de 3 mètres cubes environ et la force totale de 10.000 chevaux ; les machines ne sont actuellement installées que pour 6.600 chevaux ; sous peu on installera encore des machines pour 8.800 chevaux.

Les turbines sont au nombre de 3 à axe horizontal de 2.200 chevaux chacune, construites par la maison Picard et Pictet de Genève : elles actionnent chacune un alternateur triphasé à 15.000 volts. Ces trois machines mises en parallèle, envoient le courant à l'usine de Notre-Dame de Briançon au moyen de

trois fils en cuivre de 9 1/2 m/m de diamètre. Le courant arrive à Notre-Dame de Briançon dans 9 transformateurs monophasés de 650 chevaux chacun. L'usine de fabrication comporte deux salles de fours de 500 m<sup>2</sup> chacune et des bâtiments accessoires (magasin, broyage, emballage, concassage, laboratoires, etc., etc.) couvrant ensemble plus de 3.000 mètres carrés.

La chaux employée est fabriquée à l'usine au moyen de calcaire de bonne qualité provenant des environs d'Aix-les-Bains. L'anthracite provient d'Angleterre et ne contient que fort peu de cendres. La fabrication totale atteint 25 tonnes par jour. Le carbure fabriqué ne contient ni phosphore ni silicium mais seulement des traces de fer ; son rendement garanti dépasse 300 litres d'acétylène par kilogramme. On se tient généralement à 310 litres.

Le carbure est vendu en France et à l'étranger, notamment en Allemagne, Amérique, Belgique, Italie, Madagascar, etc. Les électrodes pour les fours électriques sont fabriquées à Notre-Dame de Briançon : les ateliers sont situés sur la rive droite de l'Isère reliée à la rive gauche par une passerelle en ciment armé.

Entre autres outils remarquables, cette usine possède une presse hydraulique permettant d'étirer des pièces de 30 sur 30 centimètres.

La production totale est de 50.000 kilogrammes avec un seul four, le deuxième sera construit sous peu. Cette production de 5.000 kilogs est trop élevée pour les Usines de Notre-Dame de Briançon qui ne consomment que 1500 kilogs par jour seulement ; la différence est écoulée à d'autres usines sous forme d'électrodes rondes ou carrées de toutes dimensions ou sous forme de plaques.

Les usines de Notre-Dame de Briançon, décrites ci-dessus, occupent en tout 200 ouvriers dont 15 pour la station électrique, 40 pour l'usine à électrodes, 10 pour l'usine à chaux, 20 pour les ateliers de réparation et 115 pour les usines à carbure et annexes.

La Société a fait élever 16 maisons ouvrières pour un ménage chacune et deux grandes maisons pouvant abriter chacune huit ménages ; une cantine pour les employés et ouvriers fonctionne depuis le commencement de l'année.

A l'intérieur des barrières de l'usine, se trouvent diverses habitations pour le directeur, les concierges et certains contremaîtres.

#### 18° — USINE DU PLAN-DU-VAR

Cette usine, qui fonctionne depuis le 1<sup>er</sup> août 1900, est la propriété de la Société Nîçoise d'Electrochimie, 53, rue de la Bourse à Lyon. Elle est établie au lieu dit Plan-du-Var, commune de Bonson (Alpes-Maritimes), et est desservie par la ligne de Puget-Théniers à Nice (chemins de fer du sud de la France). La force motrice est produite par la chute de la Mescla (5.500 chevaux), qui appartient à la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes.

Trois turbines, à axe horizontal, du type Brenier-Neyret, de 1200 chevaux chacune sur l'arbre, actionnent trois dynamos à courant alternatif monophasé, type Brown Boveri et Cie, de 1.000 chevaux chacune, tournant à 1.300 tours.

Les trois fours électriques, de 1.000 chevaux chacun, sont du type « La Volta ».

L'établissement comporte, outre une maison d'habitation et des bureaux, un bâtiment pour les turbines, un hall pour les fours, des annexes pour la préparation des matières premières, le concassage et l'emballage du carbure.

La chaux, très pure, provient de La Colle (Alpes-Maritimes) ; le charbon est de provenances diverses.

50 ouvriers sont occupés dans cette usine, où l'on ne fabrique actuellement que du carbure de calcium.

#### Usines de la Société Electro-Chimique du Giffre

##### 19° — ETABLISSEMENT DU PONT-DU-GIFFRE

Cette usine appartient à la Société Electro-Chimique du Giffre, société anonyme au capital de un million de francs, ayant son siège social à Annecy (Haute-Savoie), Chemin d'Aléry.

Elle est située dans la vallée du Giffre (Haute-Savoie) sur le territoire de la commune de Mieussy, à égale distance (5 kilomètres) de Marignier et de Saint-

Jeoire. La ligne des chemins de fer économiques du Nord (voie de un mètre, wagons de 10 tonnes), qui relie Saint-Jeoire à Marignier, passe devant la porte de l'usine qui possède d'ailleurs un embranchement particulier. Les gares de transit sur la Compagnie P.-L.-M. sont Annemasse à 24 kilomètres, et Marignier à 5 kilomètres.

La force motrice, de 10.000 chevaux, est fournie par le torrent Le Giffre. Un canal d'amenée de 1500 mètres de longueur, moitié à découvert, moitié souterrain, a été construit sur la rive droite des gorges de la Serraz ; l'eau passe de là dans deux conduites en tôle de 1 m. 80 de diamètre et d'une longueur de 225 mètres qui traversent le Giffre pour venir alimenter l'usine, située sur la rive gauche.

La chute est de 72 mètres avec un débit moyen de 13 mètres cubes 500 par seconde.

Le bassin du Giffre a une superficie de 33.000 hectares et est très boisé.

En outre, les glaciers du Buet, du Cheval-Blanc et du Fer-à-cheval alimentent le torrent et assurent la régularité de son débit.

L'usine comporte 8 turbines de 1.100 chevaux chacune, construites par les Ateliers de Construction de Vevey, et en outre plusieurs turbines plus petites pour les accessoires, une de 150 chevaux pour les appareils de broyage et de concassage ; une de 250 chevaux pour diverses annexes à l'usine, et d'autres pour les ateliers de réparation.

Les bâtiments sont en pierre de taille. La salle des machines est couverte en tuiles avec charpente en fer, les autres bâtiments sont couverts en terrasses montées sur colonnes, le tout en ciment armé, système Hennebique.

Les collecteurs sont placés sur une digue longeant le Giffre ; sous ces collecteurs, dans la même digue, se trouve le canal de fuite, dans lequel viennent, par des canaux latéraux, se déverser toutes les turbines.

La salle des machines a 75 mètres sur 10 mètres 50 et est munie d'un pont roulant de 16 tonnes.

La salle des fours a 65 mètres sur 14 mètres.

L'usine comporte en outre un atelier de réparation pour l'entretien des machines avec tours, machines à percer, etc., une salle pour le montage des élec-

trodes et pour le défournement des fours, enfin des magasins.

Les diverses parties de l'établissement sont reliées ensemble par des voies Decauville de 75 c. d'écartement avec rails à ornière.

Le carbure est produit dans des fours d'un modèle étudié par la Société.

Seize fours de 500 chevaux donneront une production totale de 20 à 25 tonnes par 24 heures.

Actuellement, l'usine possède seulement douze fours actionnés par six dynamos de 720 kilowatts ; deux de ces dynamos sont du système Farcot, les quatre autres sont du système Thury.

Deux autres dynamos servent, l'une à l'éclairage, l'autre à la production de la force pour les machines-outils, les excitateurs des alternateurs, etc.

Le carbure fabriqué est du carbure coulé ; il est criblé automatiquement dans un crible à trommel. L'analyse y décèle des traces de silicium et pas de phosphore ; son rendement est de 310 à 320 litres au kilogramme.

La chaux employée provient des fours de la Société à Bellegarde (Ain), le calcaire qui la fournit renferme 99,70 % de carbonate de chaux. On emploie comme charbon de l'anhracite anglais, avec maximum de 5 à 6 % de cendres, imposé par marché.

## 20° — ETABLISSEMENT DE BELLEGARDE

La Société Electro-Chimique du Giffre possède en outre à Bellegarde-sur-Valserine (Ain) une usine d'importance beaucoup moindre qui peut être considérée comme une usine d'essai, dans laquelle les procédés de fabrication sont mis à l'épreuve avant d'être appliqués en grand à l'établissement du Pont-du-Giffre.

Cette usine, mise en marche vers le milieu de l'année 1897, est sur la Valserine, à 1.800 mètres environ de la gare de Bellegarde (lignes de Mâcon à Genève, de Bourg à Bellegarde par Nantua, de Bellegarde au Bouveret, Compagnie P.-L.-M.) à laquelle elle est reliée par un chemin rejoignant la route de Bellegarde à Nantua. La force motrice est fournie par la Valserine, torrent à débit très variable qui n'est alimenté par aucun glacier. Un barrage sur ce cours d'eau détermine une

chûte d'environ 6 mètres et actionne trois turbines, construites par la maison Bouvier, de Grenoble, qui développent ensemble environ 500 chevaux de force. L'une des turbines fait mouvoir une excitatrice ; les deux autres commandent chacune une dynamo actionnant elle-même un four électrique.

L'usine, primitivement construite pour servir de moulin, est bâtie en pierre. Les dimensions des salles des machines sont de 6 mètres sur 4 mètres et de 8 mètres sur 3 mètres, celles de la salle des fours sont de 6 mètres sur 5 mètres ; une pièce sert de laboratoire pour l'analyse des matières premières et la détermination du rendement du carbure ; à côté, se trouvent une forge et un atelier de réparation. Les matières premières sont conduites dans la salle des fours par une disposition mécanique et des voies Decauville facilitent le transport du carbure depuis les fours jusqu'au lieu où on le concasse.

Deux fours électriques d'un système particulier à la Société permettent de fabriquer, l'un 400 kilogrammes, l'autre 160 kilogrammes de carbure par 24 heures. Le courant peut être fourni par deux alternateurs du système Labour, l'un de 300 chevaux, l'autre de 200 chevaux. Le régime de la dynamo excitatrice est de 110 volts avec 110 ampères.

L'usine sert en quelque sorte de laboratoire pour les essais de fabrication, ainsi qu'il a été dit plus haut.

En même temps que du carbure de calcium on fabrique de la chaux à l'usine de Bellegarde ; six ouvriers sont spécialement employés à la fabrication du carbure.

## 21° — USINE DE RIOUPÉROUX

Cette usine, qui ne fonctionnera qu'à la fin de l'année 1901, appartient à la Société l'Electrique Rioupéroux, société anonyme au capital de 1.000.000 fr., ayant son siège social à Saint-Étienne.

L'établissement est situé à Rioupéroux (Isère) dans la vallée de la Romanche, et est reliée à la voie ferrée de Vizille à Bourg-d'Oisans.

La chute d'eau, de 31 mètres de hauteur, produit une force de 4.000 à 6.000 chevaux.

L'eau est amenée par un canal en maçonnerie et

une canalisation métallique à des turbines centrifuges qui utilisent la totalité de la force motrice.

Les bâtiments de l'usine couvrent 2.500 mètres carrés.

La voie du chemin de fer (largeur 1 mètre) pénètre à l'intérieur de l'usine.

Cinq dynamos (800 chevaux, 70 volts) actionneront les fours électriques.

#### 22° USINE DE LA ROCHE—POSAY.

Cette usine, primitivement aménagée en moulin, produit du carbure de calcium depuis l'année 1896. Elle appartient à M. Edouard Lelièvre, 20, rue de la Préfecture, à Tours. Elle est située à La Roche-Posay (Vienne), sur la route de Lesigny à La Roche, et est desservie par la gare de La Roche-Posay (ligne de Châtellerault à Tournon-Saint-Martin, compagnie d'Orléans). La force motrice est fournie par un barrage en pierres meulières, sur la Creuse, rivière dont le débit moyen est de 25 mètres cubes par seconde. Les turbines, d'un type américain, ont été construites par la maison Laurent frères et Coller, de Dijon.

Un alternateur (2.000 ampères, 55 volts, soit 150 chevaux environ) actionne un four continu, système Lelièvre (breveté).

Les matières premières sont de la chaux de la région, et de l'anhracite auquel on adjoint aussi du coke de pétrole.

Six à huit ouvriers sont employés à la fabrication du carbure de calcium dans cette usine, qui sert également à la fabrication de pâtes mécaniques à papier.

#### 23° — USINE DE MM. ROCHETTE FRERES

Cette usine, en marche depuis le mois d'octobre 1898, est située à Epierre (Savoie) dans la Maurienne (Vallée de l'Arc) à cinq cents mètres de la gare d'Epierre (ligne de Paris à Modane, compagnie P.-L.-M.) à laquelle elle est reliée par un chemin de grande communication.

La force motrice est fournie par le torrent des Fourneaux, qui descend du massif de la Lauzière et est

alimenté par une série de névés ; son bassin est d'ailleurs complètement boisé.

L'eau est captée dans une canalisation en tôle de 2.300 mètres de longueur dont 1000 mètres en tuyaux de 45 centimètres de diamètre et 1300 mètres en tuyaux de 40 centimètres. L'établissement de cette canalisation a nécessité la construction de trois ponts et d'un tunnel de 80 mètres de longueur.

La hauteur de chute est de 580 mètres et la force motrice de 1.200 chevaux en basses eaux, de 4.000 chevaux en hautes eaux.

La chute actionne deux turbines Girard de 600 chevaux chacune, une turbine de 100 chevaux pour le broyage et les services accessoires, enfin une turbine de 50 chevaux pour la dynamo excitatrice.

L'établissement comporte une salle des machines de 22 m. sur 6 m., une salle des fours de 35 m. sur 10 m. et occupe, y compris les magasins, le laboratoire d'essais, etc., une superficie totale de 2.500 mètres carrés.

Deux fours, d'un système spécial, actionnés par deux dynamos du système Thury tournant à 600 tours par minute, permettent de produire 3 tonnes de carbure par 24 heures, soit environ 1100 tonnes par an ; on fabrique indifféremment le carbure coulé ou en masselotte.

Des analyses nombreuses n'ont jamais décelé dans ce carbure la présence de phosphore ni de silicium ; on a seulement trouvé des traces de méthane dans l'acétylène produit.

Le rendement garanti est de 300 litres au kilogramme, on obtient couramment des rendements de 330 et même de 340 litres. La chaux employée provient de Chambéry et contient de 99 à 99,5 % d'oxyde de calcium.

Le charbon est du coke de Saint-Etienne à 5 % de cendres.

On vend le carbure en France et surtout à l'étranger (Allemagne, Italie, etc.).

L'usine occupe 30 ouvriers, y compris ceux qui sont employés à la fabrication des bidons.

## 24° — USINE DE SAINT-ALBAN-DES-VILLARDS

L'usine de Saint-Alban-des-Villards est située sur la route de La Chambre (Savoie) à Saint-Colomban-des-Villards; sa distance à la gare de Saint-Avre-la-Chambre (ligne de Culoz-Modane-Turin) est de 5 kilomètres 800. L'altitude de l'usine est d'environ 780 mètres (celle de la gare, 440 mètres environ). Elle a été étudiée et installée par M. E. Payrard, ingénieur-électricien, 5, avenue de Vizille, à Grenoble. — Les travaux ont été commencés en septembre 1899; ils comportent l'utilisation sous une hauteur de chute de 220 mètres environ du ruisseau « le Merlet » dont le débit descend à 400 litres environ par seconde, le débit moyen étant de 600 litres environ. — Ce ruisseau est un affluent du Glandon. L'usine est construite en vue d'un agrandissement de puissance hydraulique, obtenu par l'utilisation du torrent le Glandon qui, lui-même, est un affluent de l'Arc, torrent qui se jette dans l'Isère. — Le débit minimum du Glandon est de 1.000 litres environ par seconde, le débit moyen 2.500 litres; la hauteur de chute à utiliser est d'environ 250 mètres.

La chute du Merlet est obtenue au moyen d'un barrage en maçonnerie placé en travers et à très peu près normalement au cours du ruisseau.

Un tuyau métallique forme conduite d'eau sous pression et aboutit à l'usine. Ce tuyau métallique a une longueur développée d'environ 860 mètres; son diamètre intérieur est de 550 m/m.

Sur le robinet de 600 m/m est branché le tuyau collecteur d'une turbine à axe horizontal de 1500 HP, construite par M. J. Fournies, de Lyon, qui actionne un alternateur triphasé, système E. et H. Payrard.

Sur le robinet de 170 m/m sont branchés 2 tuyaux qui aboutissent chacun à une turbine de 25 HP. — Une de ces turbines actionne directement une dynamo à courant continu de 17 kilowatts servant à l'excitation de l'alternateur et à l'éclairage de l'usine, l'autre actionne les appareils de broyage des matières premières ou produits fabriqués.

Les fours employés sont du système E. et H. Payrard (breveté s. g. d. g.), dont le rendement en carbure commercial (300 litres de gaz acétylène au kilog à

15 degrés centigrades et à 760 m/m de pression est de 3 kilogs 800 par cheval-24 heures, arrêts compris, et dont la consommation en électrodes est de 70 kilos (déchets compris).

Il y a trois fours, un par phase, trois hommes servent à les conduire, dont un chargé de la manœuvre des ascenseurs hydrauliques des électrodes, système breveté s.g.d.g., par M. E. Payrard, et les deux autres occupés à charger les fours de matières premières préalablement pulvérisées ou broyées de la grosseur convenable. Ces deux derniers suffisent en même temps pour couler le carbure. — Deux hommes sont employés au broyage des matières premières et du carbure, un homme à la mise en bidon du carbure, et deux hommes à des manipulations diverses, chargements et déchargements. — Il y a deux factions de douze heures chacune, conduites l'une et l'autre par un contremaître. Un chef de fabrication est attaché à l'usine.

La chaux est prise près de Grenoble, à La Buisse (gare de Moirans), mais prochainement, on emploiera de la chaux provenant de gisements situés à 2 kilomètres de l'usine, quand les fours à chaux en construction seront terminés.

Les charbons sont de diverses provenances.

L'usine est en marche depuis le mois d'août 1900.

#### 25° — USINE DE SAINT-BÉRON (Gorges de Chailles).

Cet établissement, qui depuis le mois de janvier 1896 est installé pour la fabrication du carbure de calcium, appartient à la Société Electro-Métallurgique de Saint-Béron, société anonyme ayant son siège social à Lyon, quai de Retz, 6.

Il est situé dans la vallée du Guiers, torrent qui descend du massif de la Grande-Chartreuse et qui sépare le département de la Savoie de celui de l'Isère ; l'usine est à l'entrée des gorges de Chailles, du côté de Saint-Béron.

La station de Saint-Béron (ligne de Lyon à Chambéry par Saint-André-le-Gaz, compagnie P.-L.-M.) se trouve à 2 kilomètres de l'usine, qui est reliée avec elle par une route ; Saint-Béron est en outre tête de ligne du tramway de Voiron à Saint-Génis d'Aoste.

L'eau du Guiers est captée à 3 kilomètres en amont

par un barrage et dérivée par un canal à flanc de coteau, d'une longueur de 2.700 mètres, d'une section de 2 mètres 50 sur 2 mètres 50, et traversant onze tunnels.

Sur le canal, terminé par une chambre d'eau, viennent se greffer deux conduites métalliques de 1 mètre 20 de diamètre, et de 300 mètres de long, lesquelles amènent l'eau aux turbines.

La hauteur de chute utilisée est de 88 mètres et le canal débite 4 à 5 mètres cubes par seconde. La force totale est donc de 4.700 à 5.500 chevaux à plein canal. L'installation actuelle nécessite 3.600 chevaux. Le bassin du Guiers ne renferme pas de glaciers, mais il est bien boisé.

Sur la rive gauche du Guiers se trouve une construction à trois travées servant l'une de salle de machines, l'autre de salle des fours électriques, la troisième étant utilisée à la fabrication des électrodes (récemment créée) et au concassage du carbure.

La salle des machines desservie par un pont roulant contient cinq alternateurs système Thury, du Creusot, biphasés, de 700 chevaux, actionnés par des turbines système Brenier Neyret et Cie et par une excitatrice avec turbine de 50 chevaux laquelle fournit l'éclairage.

Quatre des turbines Brenier Neyret sont d'une force de 700 chevaux et la cinquième est de 550 chevaux.

La salle des machines contient en outre trois dynamos Brown à courant continu et leurs turbines. Ces dernières machines peuvent être utilisées pour la fabrication du carbure. Leur puissance est de 120 kilowatts chacune.

La deuxième travée du bâtiment attenant à la salle des machines contient 10 fours ouverts. Chacun de ces fours est branché sur l'une des phases des alternateurs.

Deux fours de rechange pouvant être mis en travail en quelques minutes facilitent les réparations.

La troisième salle comporte l'atelier du concassage et de l'embidonage du carbure ainsi qu'un outillage pour la granulation du carbure.

Le broyage des matières premières est fait dans un bâtiment séparé au moyen d'appareils permettant d'obtenir différentes grosseurs et donnant un mélange intime des matières.

Une turbine de 100 chevaux commande cet atelier ainsi que l'atelier de réparations et d'entretien.

Dans le bâtiment de broyage se trouvent également les appareils servant à la préparation des matières premières utilisées à la fabrication des électrodes.

Un four à chaux contigu à l'atelier du broyage assure l'approvisionnement de l'usine.

Le calcaire employé provient d'une carrière se trouvant dans les Gorges de Chailles. Une analyse de ce calcaire a donné : carbonate de chaux, 98,03 ; carbonate de magnésie, 0.60 ; phosphore, néant ; silicium, néant.

Sur la rive gauche du Guiers sont également construits des bureaux et un laboratoire.

Toutes les installations ci-dessus qui se trouvent sur la rive gauche sont reliées à l'entrée de l'usine par un pont métallique de 32 mètres de portée.

On trouve sur cette rive les bâtiments d'habitation du directeur, du comptable et des contremaîtres ainsi qu'un hall d'environ 2.000 mètres carrés servant de magasin à carbure et à bidons et abritant également les fours destinés à la cuisson des électrodes.

Le carbone employé à la fabrication est fourni par des combustibles à faible teneur en cendres et préalablement déshydratés.

Des expériences se poursuivent actuellement pour fabriquer économiquement des sulfures et d'autres carbures alcalino-terreux ainsi que les métaux utilisés dans la fabrication de l'acier.

Une installation de fours électriques est actuellement en cours ; toutes les précautions sont prises pour assurer l'aération et la ventilation des locaux occupés par les ouvriers.

La Société Electro-métallurgique emploie dans son usine 40 ouvriers. La production annuelle est d'environ 2.500 à 3.000 tonnes, en grande partie vendues en France.

## 26° USINE DE SAINT-FELIX DE MAURIENNE

Cette Usine appartient à la Société L'Inexplosible, Société au capital de 600.000 francs, ayant son siège social à Paris, rue Drouot 27. Elle est située sur le territoire de la commune de Saint-Michel-de-Mau-

rienne (Savoie), sur la rive gauche de l'Arc, et à cinq kilomètres de la gare de Saint-Michel-de-Maurienne (ligne de Paris à Modane, Cie P.L.M.), à laquelle elle est reliée par la route nationale.

L'installation hydraulique comprend un barrage de bassins de décantation avec vannes de chasse, un canal d'amenée d'environ 600 mètres de longueur, partie à ciel ouvert, partie en tunnel, avec déversoirs en plusieurs points, une chambre d'eau avec grille, vannes de chasse et deux conduites métalliques en tôle, reliant la chambre d'eau aux collecteurs des turbines. (Hauteur de chute 22 mètres). Les turbines, à axe horizontal, sont accouplées directement aux alternateurs, d'une force de 600 chevaux et marchant à 70 volts. (On dispose au minimum d'une puissance hydraulique de 2.500 à 3.000 chevaux). Les bâtiments principaux occupent une superficie d'environ 1300 mètres carrés ; ils sont construits en pierre et recouverts d'une charpente métallique.

Les magasins d'approvisionnement occupent une surface d'environ 950 mètres carrés. L'installation comporte également un atelier de réparations et un laboratoire d'expériences.

Le service intérieur de l'usine se fait à l'aide de wagonnets à voie étroite.

La chaux est fabriquée à l'usine, la Société possédant à quelques centaines de mètres de là des carrières de calcaire de très bonne qualité. Le charbon provient de la région.

Le carbure fabriqué dépasse un rendement de 300 litres.

40 ouvriers sont employés dans l'usine, qui est en marche depuis le mois de novembre 1899.

#### 27° USINE DE SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE

Il ya lieu de citer pour mémoire cette usine, propriété de la Société d'Electro-Chimie, Société anonyme au capital de 3.400.000 francs, ayant son siège social à Paris, rue Blanche, 2.

L'usine de Saint-Michel, annexe de la fabrique principale consacrée à la préparation des chlorates alcalins, avait employé 1.000 chevaux sur des fours à carbure de calcium, mais on a renoncé actuelle-

ment à cette fabrication et on a reporté le courant sur l'usine à chlorates. Voici quelques données relatives à cette installation :

Fours électriques de la Gold-und-Silber-Scheide Anstalt, (de Francfort).

Dynamos Thury du Creusot.

Chaux provenant de calcaires de la région.

Anthracite de La Mure.

#### 28° USINE DE SALIES-DU-SALAT.

Cette usine, qui a été mise en marche dans les premiers jours de Juin 1899, appartient à la Cie des Salins du Midi, Société anonyme au capital de 7.037.500 francs ayant son siège social à Paris, rue de la Victoire, n° 94.

Elle est située dans la Saline de Salies-du-Salat, (Haute-Garonne) sur le bord du Salat, vis-à-vis de la gare de Salies-du-Salat (ligne de Boussens à Saint-Girons, Cie du Midi) dont elle est séparée par la rivière et à laquelle la relie un pont suspendu établi à 100 mètres en aval.

La force motrice est produite par une dérivation du Salat, cours d'eau qui prend sa source dans les Pyrénées (Département de l'Ariège). La chute a une hauteur de 11 m. 50, un débit moyen de 7 mètres et une puissance de 800 chevaux sur les arbres moteurs. (On peut compter sur une force minima de 400 chevaux, même pendant les périodes de grande sécheresse).

La dérivation est faite en rivière au moyen d'un épi en enrochements de 70 centimètres de hauteur ; le canal d'amenée a 4 kilomètres de longueur.

L'usine de Salies-du-Salat a été créée en 1886 pour la fabrication du sel par le procédé Picard ; cette fabrication étant sujette à des variations comme quantité, on a songé à employer l'excédant de force motrice à la fabrication du carbure de calcium, qui n'est par suite qu'accessoire ; 300 chevaux sont utilisés à cet effet ; ils sont fournis par deux turbines à cuve (turbines Fontaine) de la maison Schabaver à Castres, chacune d'une puissance de 150 chevaux, qui existent depuis la création de l'usine.

L'atelier du carbure se compose d'un bâtiment de

170 mètres carrés construit sur piliers métalliques, avec fermes de 20 mètres, dont les points d'appui sont écartés de 12 mètres les uns des autres. Ce bâtiment est couvert par une charpente en bois, avec toiture vitrée au-dessus des alternateurs. Les parois sont en vitrages et cloisons, la paroi de la face Sud est fermée par un treillage à lames de bois.

Les matières premières et les bidons sont abrités sous un hangar de 200 mètres carrés, relié à l'atelier par un chemin de fer Decauville. La salle des fours a 12 m. sur 9 m., la salle du broyage 3 m. 50 sur 3 m. la salle des dynamos 6 m. sur 3 m. 50.

Les fours sont au nombre de deux ; chacun d'eux est établi pour 200 kilowatts ; avec cette marche, les 2 alternateurs qui les actionnent sont accouplés ; l'un des fours est arrêté pendant que l'autre fonctionne, mais ils peuvent également marcher tous deux à 100 kilowatts, chacun étant alors actionné par un alternateur.

Ces fours ont été étudiés par la Société ; ils sont à creuset roulant et interchangeable et permettent de faire soit du carbure coulé, soit du carbure en maselotte.

Les 2 alternateurs, de 100 kilowatts chacun, ont été fournis par la maison Alioth à Bâle ; ils marchent à 2.000 ampères, 50 volts, à raison de 7.700 alternances et 550 tours.

La chaux est prise à Salies même, où il existe une fabrique de chaux grasse. Cette substance a déjà été essayée avec succès dans une usine de carbure. Le charbon est du coke métallurgique d'Albi ou de Carmaux, additionné d'une forte proportion d'anthracite.

## 29° USINE DE SÉCHILIENNE

Cette usine, en marche normale depuis le mois de décembre 1897, appartient à la Compagnie française des carbures de calcium, société anonyme au capital de 500.000 francs, ayant son siège social à Séchilienne (Isère).

L'établissement est situé dans la vallée de la Romanche, à 25 kilomètres de Grenoble et à 364 mètres d'altitude ; il est distant de 500 mètres de la gare de Séchilienne, sur la ligne de Jarrie Vizille à Bourg-

d'Oisans. L'usine est reliée à la gare par la route nationale de Grenoble à Briançon.

La force motrice est produite par une dérivation d'une partie de la Romanche.

La dérivation comprend 350 mètres de canal d'amenée en maçonnerie à ciel ouvert, 300 mètres de canal de fuite en tunnel, 150 mètres de ce même canal en maçonnerie et à ciel ouvert, suivis de 450 mètres en terrassement ; d'autres travaux tels que canal de décharge, déversoir, chambre d'eau, bassin de décantation, etc., ont en outre été exécutés pour l'utilisation du torrent.

La hauteur de chute est de 9 mètres, le débit moyen de 10 mètres cubes à l'étiage et de 14 mètres cubes pendant 8 mois de l'année ; la force résultante est de 1.200 chevaux.

La puissance totale des chutes de la Romanche est de 4.500 chevaux utilisables sur l'arbre des turbines et la Compagnie française des carbures de calcium projette d'utiliser prochainement cette force entière.

Quatre turbines centripètes, à axe horizontal, de 280 chevaux chacune, construites par la Maison Brenier et Neyret, de Grenoble, actionnent directement des alternateurs de 200 kilowatts, du type Labour. Le complément des 1.200 chevaux est utilisé pour le broyage, le concassage et l'atelier de réparations ; ces accessoires sont actionnés par une turbine de 30 chevaux, une autre turbine de même puissance est affectée à l'éclairage. L'usine, bâtie en pierres du pays, est assise sur le roc qui a été creusé à 9 mètres de profondeur pour le passage du canal de décharge dans le bâtiment des turbines.

Elle comporte sept corps principaux de bâtiments :

La salle des turbines et des alternateurs, de 20 mètres sur 10 mètres. (Cette salle est munie d'un pont roulant).

Trois salles de fours, ayant respectivement 21 mètres sur 6 mètres, 15 m. sur 6 m., et 12 mètres sur 10 mètres.

Un atelier de broyage et de concassage de 8 m. sur 10 m., avec élévateur pour la distribution des matières broyées et concasseur-tamiseur pour la fabrication du carbure en fragments de toutes grosseurs.

Un atelier de réparation, de 5 m. sur 10 m. ; un magasin de 20 m. sur 6 m.

En outre, d'autres magasins servent à abriter les matières premières et les matières fabriquées.

Enfin, l'usine possède une fabrique d'électrodes, se composant d'un bâtiment de 21 m. sur 9 m.

Ces divers bâtiments sont reliés entre eux par des voies Decauville.

Six fours, permettant de fabriquer du carbure coulé, produisent environ 2.500 kilogs par jour, soit 900 tonnes par an (garantie : 300 litres d'acétylène au kilogramme à 0° et 760 mill.). Des analyses de l'acétylène préparé avec ce carbure n'ont pas décelé de phosphore d'hydrogène, ni d'hydrogène sulfuré.

La chaux employée provient de la région ; on trouve des gisements calcaires à Séchilienne même et dans tous les environs ; une analyse de cette chaux a donné :

Silice .....	0,16
Oxyde de fer.....	0,30
Chaux .....	94,80
Magnésie .....	0,36
Acide sulfurique .....	0,20
Acide phosphorique .....	traces
Perte au feu .....	4,03
Non dosées .....	0,15
	<hr/>
	100,00

On emploie de l'anhracite, et aussi des cokes contenant 8 à 10 % de cendres. Le carbure est vendu en France et à l'étranger (Allemagne, Amérique du Sud, Angleterre, Espagne, Italie, Indes, etc.).

Le nombre d'ouvriers occupé à l'usine est d'une soixantaine.

### 33<sup>e</sup> USINE DE LA SOCIÉTÉ CHAMPENOISE

Cette usine, qui sera mise en marche au commencement de 1901, est la propriété de la Société Champenoise pour la fabrication du carbure de calcium, so-

ciété ayant son siège social à Châlons-sur-Marne (Marne), 13, rue Saint-Eloi (1).

Elle est située à Sarry-Sogny (Marne), dans la vallée de la Marne, à 5 kilomètres de Châlons, et desservie par le chemin de fer de Paris à Avricourt (Compagnie de l'Est) par le canal de la Marne au Rhin, enfin par la route nationale de Paris à Strasbourg.

La force motrice sera fournie, partie par un barrage actuellement en construction sur la Marne, qui actionne une turbine Phénix de 900 chevaux, partie par la vapeur, qui donnera 800 chevaux de force, soit au total 1.700 chevaux. Les bâtiments de l'usine sont en pierre meulière ; la salle des machines, de 60 m. sur 10 m., constitue le corps principal, et deux ailes de 14 m. sur 8 m. chacune contiendront l'une les générateurs à vapeur, l'autre les fours et les broyeurs. Un Decauville avec tracteur électrique à trolley relie l'usine au port sur le canal, distant de 1 kilomètre.

Des alternateurs monophasés, système Postel-Vinay, à 8.000 ampères, actionneront quatre fours du système Bullier.

La chaux proviendra des calcaires de Champagne: elle sera choisie exempte de fer et de silice.

On compte fournir principalement à la région de l'Est de la France : le carbure sera livré en bidons de 100 kilogs.

### 31° USINE DE LA SOCIÉTÉ LA ROMANCHE

Cette usine, qui sera mise en marche au commencement de 1901, appartient à la Société Electro-Chimique de la Romanche, société anonyme au capital de 2.750.000 francs, ayant son siège social à Lyon, rue de l'Hôtel-de-Ville, n° 41. Elle est située sur la Romanche, à côté de la gare de Livet (Isère), (Société des voies ferrées du Dauphiné) à laquelle elle est reliée par un embranchement particulier.

La puissance de la chute est de 12.000 chevaux utili-

---

(1) Cette société exploite également les blancs de Champagne, le carbonate de chaux, le mastic. L'usine de Notre-Dame de Brançon fabrique actuellement le carbure de calcium pour le compte de la Société Champenoise.

sables, dont 6,000 seront employés à la fabrication du carbure de calcium, le reste devant être affecté à l'électro-métallurgie et au transport de la force. Comme travaux d'art il y a lieu de noter une prise en déversoir par barrage et pertuis, une dérivation souterraine, une conduite forcée dans un puits foré dans le granit et une galerie souterraine.

La chute actionnera ainsi 5 turbines à force centripète chacune de 1.250 chevaux sur l'arbre. (type Brenier et Nayret, de Grenoble).

Les bâtiments de l'usine sont en pierre et en fer, avec portes roulantes métalliques et toitures en tôle ondulée galvanisée ; le ciment armé est également employé dans cette construction.

Un Decauville à voie de 1 mètre, établi dans l'intérieur de l'usine, facilitera l'arrivée des matières premières et le transport des produits fabriqués.

L'installation comportera 5 dynamos Thury, de 1.200 chevaux chacune, et 2 excitatrices de 175 chevaux chacune.

Les fours électriques seront du type de la Volta Suisse et permettront de fabriquer annuellement 6.000 tonnes de carbure.

On emploiera de la chaux du Dauphiné et les charbons proviendront de la Loire.

### 32<sup>e</sup> USINE DE VALLET-LES-BLÉRÉ

Cette usine, en marche depuis l'année 1896, appartient à la Société Centrale pour la fabrication du carbure de calcium, 20, rue Molière, à Tours.

Elle est située à Vallet-lès-Bléré (Indre-et-Loire), sur la rive gauche du Cher, à proximité de la gare de Bléré-Lacroix (ligne de Tours à Vézozon, compagnie d'Orléans).

La force motrice est produite par un barrage du Cher, canalisé par le service des Ponts-et-Chaussées. La hauteur de la chute est de 1 m. 50 et on a utilisé le bief d'amenée d'un ancien moulin. Des turbines d'un type américain (type Hercule Progrès), actionnent une dynamo Gramme à 4 pôles, excitée en dérivation, et marchant à 1.200 ampères et 150 volts au maximum (soit une force de 250 chevaux maximum).

Cette force motrice est envoyée par fils à 4 fours Patin, donnant environ 20 kil. de carbure par heure.

Les bâtiments de l'usine se composent d'une partie ancienne, autrefois un moulin, et d'une partie neuve renfermant les turbines, la salle de broyage, les chambres à poussière et le logement du surveillant.

Les fours sont situés dans un grand hall flanqué de deux magasins, d'un atelier de réparations, etc.

L'usine produit environ 150 tonnes de carbure par an.

La chaux provient de Portillon, près Tours ; c'est de la chaux à 88 %.

Le charbon est du coke du Creusot à 90 %. Ces matières premières renferment des traces de phosphore et de silicium.

Le carbure obtenu est surtout vendu dans la région de l'Ouest de la France.

L'usine occupe dix ouvriers.

### 33° — USINE DE VILLELONGUE

Cette usine, qui ne fonctionne pas encore, appartient à la Société des Usines Electro-Métallurgiques de Villelongue, Société anonyme au capital de 2.200.000 francs ayant son siège social à Bruxelles, 89, rue Galait, et son administration à Paris, 29, rue Le Peletier.

Elle est située dans le département des Hautes-Pyrénées, à 1.800 mètres à vol d'oiseau de la gare de Pierrefitte-Nestalas (ligne de Lourdes à Pierrefitte, Cie du Midi). La voie ferrée est mise en communication avec l'usine à l'aide d'un porteur aérien.

La chute d'eau utilisée est fournie par le ruisseau d'Isaby. La hauteur de la chute est de 140 mètres ; la puissance totale fournie peut atteindre 7.000 chevaux.

Le matériel est prévu pour l'utilisation immédiate de 5.000 chevaux.

L'eau est amenée aux conduites forcées par une canalisation en ciment de 2.500 mètres de longueur.

La force motrice est fournie par des turbines à injection partielle à axes horizontaux de 1.350 chevaux chacune accouplées à des alternateurs triphasés, fournis par la maison Ganz, de Budapest. L'excitation est faite par deux groupes séparés.

---

Le nombre des fours est de 16. Ce sont des fours à incandescence du type de la Compagnie Electro-Métallurgique Gin et Leleux. La surface couverte par l'usine et les bâtiments accessoires sera d'environ 3.500 mètres.

#### CONCLUSION

Il résulte des renseignements ci-dessus qu'il existe en France 33 usines fabriquant du carbure de calcium et employant au total 82.000 chevaux à cette fabrication, alors qu'au mois de mai 1900 on comptait seulement 20 usines à carbure comportant ensemble 33.500 chevaux de force.

## RÉSUMÉ

NUM de l'usine	PROPRIETAIRES	SITUATION GEOGRAPHIQUE	ENERGIE de chaleur	TYPE des pours	DATE de mise en marche	OBSERVATIONS
Albas Arudy Bathie (La) —	M. Henri Gayral Omnium Lyonnais M. L. Robert Compagnie Internationale du Carborandum	Sur le Lot (département du Lot) Sur le Gave d'Ossun (Bass-Pyr.) Sur le ruis. d'Arbise (Savoie)	450 600 1.350	Gayral Siemens L. Robert	Janvier 1899 Novembre 1899 Aout 1896	Usine affectée également à la fabrication du carborandum, etc. Usine servant de laboratoire pour les essais de fabrication.
Bellegarde	M. Charles Berthouls Compagnie Générale d'Electro- Chimie	Sur la Valsertine (Ain) Sur le Rhône, à Bellegarde (Ain)	500 2.400	Spécial à la Compagnie Spécial à la Société Berthouls	Avril 1898 Juin 1897 Mars 1897	
Berthouls Bazel	Société Ilyvo-Electrique des Pyrenées	Sur l'Aréop (département de l'Aréop)	5.000 2.300	Bullier	Février 1900 Janvier 1899	
Castellet (Le)	Société des Forces Motrices du Haut-Cristallin M.L. Voldin et Cie	Sur le Cernon (Isère) Sur l'Aire (Haute-Savoie)	1.200 2.000	— —	Aout 1897 Septembre 1899	
Chapareuil	Compagnie Universelle d'Acetylene	Sur la Romanche (Isère) Sur l'Aréop (département de l'Aréop)	5.000 1.000	— —	— Février 1898	Usine affectée principalement à la fabrication du chlorate de potasse. Ne fonctionne pas actuellement. Ne fonctionne encore qu'avec 600 chevaux de force. Fonctionnera au commencement de 1901.
Chavaux (Les)	Société des Usines Electro- Chimiques de Crampagna Sec. Franco-Suisse (filiale de la Sec. des Carburures Métalliques)	Sur le Rhône, à Bellegarde (Ain) Sur le ruis. des Auvres (Isère) Sur le Blavet (Morbihan)	4.500 500 450	Bullier Héroult C <sup>e</sup> El. Mét. Ginet-Leloux	Septembre 1895 Octobre 1900	
Crampagna	M. Bougere Société Electro-Metallurgique des Pyrenées	Sur la Garonne (Hte-Garonne) Sur l'Eau Ronse et sur le Merlat (Savoie)	300 10.000	Spécial à la Société Bullier	Juin 1898 Juin 1897	Fonctionnera à pleine marche à la fin de 1900.
Franco-Suisse	Société Electro-Chimique du Chêne	Sur le Yar (Alpes-Maritimes)	4.000	Volta	Aout 1900	
Froges Kerrouse Mandoux	Soc. Metallurgique Française Soc. Electro-Chimique M. L. P. Bougere M.M. Rochelle frères	Sur le Giffre (Haute-Savoie) Sur l'Aire (Savoie) Sur la Romanche (Isère) Sur la Creuse (de la France) Sur le torrent des Roumaux à Epiette (Savoie) Sur le Merlet (Savoie)	8.000 600 6.000 1.500 1.300	Spécial à la Société Héroult Laitière — Rochelle E. et H. Payraud	Janvier 1899 Octobre 1896 Juin 1896 Octobre 1898 Aout 1900	Sera mise en marche à la fin de 1900.
N-D. de Briançon	Société Nivoyse d'Electro- liques	Sur le Yar (Alpes-Maritimes)	4.000	Volta	Aout 1900	
Plan-du-Yar	Société Electro-Chimique du Giffre	Sur le Giffre (Haute-Savoie)	8.000	Spécial à la Société Héroult	Janvier 1899 Octobre 1896	
Pont-du-Giffre	Soc. Metallurgique Française Soc. Electro-Chimique M. L. P. Bougere M.M. Rochelle frères	Sur la Romanche (Isère) Sur la Creuse (de la France) Sur le torrent des Roumaux à Epiette (Savoie) Sur le Merlet (Savoie)	6.000 1.500 1.300	— Rochelle E. et H. Payraud	Juin 1896 Octobre 1898 Aout 1900	
Roche-Passy (La)	M. E. Payraud Société Electro-Metallurgique de Saint-Béron	Sur le Guers (Savoie et Isère) Sur le Yar (Savoie)	3.600 3.000	C <sup>e</sup> El. Mét. Ginet-Leloux Gandin-Schneider-Ausant	Janvier 1896 Septembre 1899	
Si-Alban-des-Villards	Société Electro-Chimique de Saint-Béron	Sur le Guers (Savoie et Isère) Sur le Yar (Savoie)	3.000 1.000	Spécial à la Société Gandin-Schneider-Ausant	Juin 1899	
St-François-Maurienne St-Michel-de-Maurienne	Compagnie des Salins du Midi Carburures de Calcium Soc. Champenoise pour la fabrication du Carburure de Calcium Société La Romanche Soc. Centrale pour la fabrication du Carburure de Calcium Soc. des Usines Electro-Metallurgiques de Villedoune	Sur la Salat (Haute-Garonne) Sur la Romanche (Isère) Sur la Maine (département de la Maine) Sur la Romanche (Isère) Sur le Cher (Indre-et-Loire) Sur l'Isabry (Hautes-Pyrénées)	1.200 1.200 6.000 230 5.000	— Bullier Volta Patin C <sup>e</sup> El. Mét. Ginet-Leloux	Décembre 1897 Juin 1896	Ne fabrique pas actuellement du carburure de calcium.
Villedoune			82.400			

## USINES ÉTRANGÈRES

Comme complément au travail qui précède, voici quelques renseignements relatifs aux usines à carbure de calcium des pays autres que la France.

PROPRIÉTAIRES	LIEU OU EST SITUÉE L'USINE	FORCE EN CHEVAUX	RESERVAT.
<b>ALLEMAGNE (1)</b>			
Carbidwerk Hagen.....	Hagen (Westphalie)...	—	—
Carbidwerk Lechbruck.....	Lechbruck (Bavière)...	—	—
Carbidwerk Phoenix.....	Dortmund (Westphalie)...	—	—
Elekt. on.....	Rheinfelden (Grand Du- ché de Bade).....	—	—
Kuhnheim et C <sup>o</sup> .....	Grube-Ilse.....	—	—
Société pour l'Industrie de l'Aluminium.....	Rheinfelden (Grand Du- ché de Bade).....	5.040 <sup>2</sup>	—
Württembergisches-Portland- Cement-Werk.....	Lauffen-sur-Neckar...	—	—
<b>AUTRICHE (2)</b>			
Acetylgas Aktien - Gesell- schaft.....	Meran (Tyrol).....	2.500	—
Allgemeine Carbid-und-Ace- tylen-Gesellschaft.....	Matrei (Tyrol).....	1.500	—
Aluminium-Industrie-Aktien- Gesellschaft.....	Lend, près Gastein....	—	—
Bosnische Elektrizitäts - Ak- tien-Gesellschaft.....	Jajce (Bosnie).....	9.500	—
Carbidfabrik Lantzeck.....	Lantzeck (Tyrol).....	—	en constr.
Krasper.....	Lobkowitz.....	—	—
Società Veneta di Elettrochi- mica.....	Paternion (Carint'ie)...	—	—
Supak (A. de.).....	Sebenico.....	—	—
<b>CANADA (2)</b>			
Calcium Carbide C <sup>o</sup> .....	Three Rivers, près Québec.....	—	—
Th. L. Willson.....	St-Catharines.....	—	—
<b>ESPAGNE (2)</b>			
Mas. Revertes & C <sup>o</sup> (de Barce- lone).....	—	—	—
Société des Carbures Métalli- ques, à Paris.....	Berga (Catalogne).....	5.000	—
(1) Renseignements fournis par M. GANDILLON.			
(2) D'après "ACETYLEN IN WIRTSCHAFT UND INDUSTRIE" du 15 juillet 1900.			

PROPRIÉTAIRES	LIEU OU EST SITUÉE L'USINE	FORCE EN CHEVAUX	OBSERVAT.
<b>ETATS-UNIS D'AMÉRIQUE (1) (2)</b>			
Acetylene Light, Heat and Power Co.....	Chûtes du Niagara....	5.000	—
American Carbide Co.....	New-River, près Hinton, Virginie Occidentale.....	12.000	—
Cowles Electric Smelting and Aluminium Co.....	Lockport (N. Y.).....	2.000	—
Illinois Acetylene Co.....	Appleton (Wis.).....	—	—
Lake Superior Carbide Co, (Chicago).....	Sault-Ste-Marie (Mich.)	3.000?	—
Union Carbide Co, (Chicago).....	Chutes de Soo, près Sault-Sainte-Marie)	30.000 en projet. 15.000 en const.	—
Union Carbide Co, (Chicago).....	Chûtes du Niagara....	3.000	—
Willson Aluminium Co.....	Holcomb Rock (Va.)..	2.100	—
Willson Aluminium Co.....	Chûtes de Kanawha (West-Va.).....	7.500	—
<b>GRANDE BRETAGNE</b>			
Acetylene Illuminating Co.....	Chûtes de Foyers (Ecosse?)	3.000	Force totale env. 10.000 chevaux, employée surtout à la fabrication de l'Alumin.
Ashton, Frost et Co.....	Blackburn (1).....	—	—
Creadle Heath, Birmingham	id.	—	—
id. id. id.	Pays de Galles.....	4.500 <sup>1</sup>	en constr.
<b>ITALIE (1)</b>			
F. Giorgi.....	San-Marce.....	700	—
Mongini (Carlo).....	Poggio Mirteto, District de Rieti.....	750	—
Società Italiana per il Carburante di Calcio, à Rome.....	Chûte de Le Marmore, près Terni.....	27.000	—
Società Italiana dei Forni Elettrici, à Foligno.....	Ivrée.....	—	—
<b>NORWÈGE (1)</b>			
Actie Selskabet Hafsund.....	Hafsund, près Sarpsborg.....	20.000	—
Actie Selskabet Carbidindust.	Sarpsborg.....	1.500	en constr.
Carbidfabrik Notodden.....	Notodden.....	2.000	—
(1) D'après "ACETYLEN IN WISSENSCHAFT UND INDUSTRIE" du 15 juillet 1900.			
(2) D'après M. BOURNONVILLE, (renseignement fourni au cours de la Séance du Congrès du 24 Septembre 1900) on fabrique actuellement en Amérique de 60 à 70 tonnes de carbure par jour.			
(3) Renseignements fournis par M. WORTH, au cours de la Séance du Congrès, du 24 Septembre 1900.			

PROPRIÉTAIRES	LIEU OU EST SITUÉE L'USINE.	FORCE EN CHEVAUX	OBSERVAT.
<b>PÉROU (1)</b>			
—	Lima.....	—	en constr.
<b>RUSSIE (1)</b>			
Compagnie d'électricité de Varsovie.....	Zomskowice.....	1.500	Usine à va- peur.
<b>SUÈDE (2)</b>			
Société d'Alby.....	—	—	Fabrication annuelle : 7 000 Tonn.
Société de Mansbo.....	—	—	Fabrication annuelle : 1.500 Tonn.
Société d'Orébro.....	—	—	Fabrication annuelle : 1.500 Tonn.
—	Frollhattan.....	—	Fabrication annuelle : 2.000 Tonn.
<b>SUISSE (3)</b>			
Carbidfabrik Gurtneilen.....	Gurtneilen (Cant.d'Uri)	7.000 <sup>1</sup>	—
Elektrizitätswerk Hagneck, à Bienne.....	Nidau (Cant de Berne)	5.500 <sup>1</sup>	—
Société anonyme Suisse de l'industrie Electro-chimique « Volta », à Genève.....	Vernier (Canton de Ge- nève).....	7.000	—
Société pour l'Industrie de l'Aluminium.....	Neuhausen (Canton de Schaffhouse).....	4.500 <sup>1</sup>	—
Société Suisse de l'Industrie Electro chimique, à Berne.	A Thusis (Canton des Grisons) et Luterbach (Canton de Soleure)...	4.200	—
Spoerri et Cie.....	Flums (Canton de St- Gall).....	45000 <sup>1</sup>	—
Usines Electriques de la Lonza	Gampel (Canton du Va- lais).....	7.500 <sup>1</sup>	—
(1) D'après "ACETYLEN IN WISSENSCHAFT UND INDUSTRIE", du 15 juillet 1900.			
(2) Renseignements fournis par M. A. LEFFLER, au cours de la Séance du Congrès du 24 Septembre 1900.			
(3) Renseignements fournis par M. GANDILLON, mais les chiffres sont tirés de l'ACETYLEN IN WISSENSCHAFT UND INDUSTRIE.			

## NOTICE SUR LE LABORATOIRE

DE LA

# Compagnie Electro - Métallurgique

des Procédés GIN et LELEUX

---

La Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leleux a construit à Issy-les-Moulineaux un laboratoire exclusivement affecté aux recherches d'électro-métallurgie et d'électro-chimie ; elle l'a aménagé de manière à permettre d'effectuer les essais les plus variés dans cette branche de l'industrie, et même de mettre au point les procédés nouveaux en opérant dans des conditions se rapprochant autant que possible de celles d'un fonctionnement industriel.

Ce laboratoire, établi à 1 kilomètre environ du Point-du-Jour, est situé à proximité de la Seine, à Issy-les-Moulineaux, à l'entrée de la rue Rouget de l'Isle qui fait partie de la route appelée à relier directement Boulogne à Vincennes par le pont qui doit être établi à la pointe de l'île de Billancourt.

Il occupe un terrain rectangulaire de 2.000 mètres environ de superficie, en bordure de la voie ferrée des Moulineaux, proche la halte en construction, et forme l'angle d'un îlot occupé par les usines du Secteur électrique de la Rive Gauche, dont il utilise le courant.

Il est donc desservi par les bateaux, le chemin de fer et les tramways.

Les bâtiments, construits en 1899, sont au nombre de quatre, que nous désignerons par les lettres A, B, C, D.

*Bâtiment A*

Ce bâtiment sert en partie d'habitation pour le concierge ; le soubassement est en pierre meulière, le reste en pans de bois et carreaux de plâtre. Le sous-sol comprend un magasin de produits, une chambre contenant un appareil vaporigène, une cave à charbon et une cave pour le concierge ; le logement de ce dernier, situé au rez-de-chaussée, est constitué par deux pièces et une cuisine avec une entrée, le tout couvrant 28 m. 15. A ce logement est annexé un hangar de 28 m. 66 de superficie.

*Bâtiment B*

Cette petite construction en pans de bois et carreaux de plâtre a juste la grandeur nécessaire pour abriter un appareil générateur d'acétylène, à chute de carbure dans l'eau ; cet appareil a été construit par la Société l' « Inexplosible ». Il se trouve ainsi complètement isolé des bâtiments principaux.

*Bâtiment C*

Il couvre une surface de 144 m. 30 et comporte deux étages. Le soubassement est en pierre meulière, et l'étage supérieur en pans de bois et carreaux de plâtre.

Le rez-de-chaussée comprend :

Une salle servant de réserve pour la verrerie et les produits ;

Un cabinet noir pour la photographie ;

Un laboratoire de chimie de 8 m. 50 × 4 m. 50, qui est largement éclairé par de grandes baies et contient des tables de manipulations recouvertes de carreaux vernissés blancs ; le chauffage des appareils y est produit exclusivement par le gaz acétylène ;

Une salle spéciale vitrée située dans un des angles de la précédente, et qui contient les balances ;

Une salle contenant différents appareils de chauffage au coke et à l'acétylène, pour les fusions et coupellations ;

Une salle pour les analyses électrolytiques ; cette

salle contient le tableau de la batterie d'accumulateurs ;

Une salle renfermant les accumulateurs, composés de 24 éléments Blot à navettes d'une capacité de 300 ampères-heures avec un régime de décharge de 60 ampères. Le tableau permet tous les groupements possibles de ces éléments.

Le premier étage renferme les bureaux.

L'une des salles qui a 6 m. 06 × 4 m. 80 est spécialement aménagée et éclairée pour servir de bureau de dessin ; une autre est affectée aux mesures électriques de précision, quatre autres, enfin, peuvent servir de bureaux, et une dernière de salon d'attente. Un escalier réunit les deux étages qui, tous deux, sont accessibles directement de l'extérieur, le rez-de-chaussée étant en contre-bas du sol naturel.

#### *Bâtiment D*

Ce bâtiment, qui couvre une surface de 93 m. 50, est celui des fours électriques, et pour éviter l'emploi de matières combustibles, on a fait la charpente complètement en fer.

Le rez-de-chaussée comprend :

Une salle pour les transformateurs ; ceux-ci sont au nombre de six. Ils sont du type Labour et ont été construits par la Société l'Eclairage Electrique, leur puissance respective est de 30 kilowatts, la tension primaire est de 3.000 volts, et la tension secondaire de 16 volts. On peut les grouper de différentes manières et faire varier ainsi l'intensité du courant secondaire depuis 2.000 ampères jusqu'à 12.000 ampères ;

Une salle contenant une petite génératrice Thury de 10 kilowatts à 60 volts et un moteur électrique de 30 HP ; ce dernier appartient au Secteur de la Rive Gauche ;

Un atelier de mécanique à côté duquel on trouve, sous un petit hangar, adossé au bâtiment, une forge ;

Un magasin.

Tout le premier étage de ce bâtiment est formé par la salle des fours électriques, qui a 86 m<sup>2</sup> 80 de superficie. Cette grande salle est éclairée par de nombreuses fenêtres et est munie d'un petit lanterneau à la partie supérieure. Elle comprend deux petits fours

pour les essais courants, et un grand four du type de ceux que construit la Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leleux pour la fabrication du carbure de calcium.

#### *Chauffage général*

Le chauffage général des bâtiments est assuré par une circulation de vapeur à basse pression avec appareils radiateurs placés dans les pièces à chauffer.

L'appareil vaporeigène, construit par la maison Bail Pozzy, est placé dans le sous-sol du bâtiment A, ce qui évite tout danger d'incendie du bâtiment principal.

Ce système de chauffage donne une chaleur douce et agréable en même temps que sans inconvénients au point de vue de l'hygiène ; de plus, la surveillance et l'entretien sont de peu d'importance, et l'on règle à volonté la température des salles.

#### *Eclairage général*

Il est produit par des lampes à incandescence fonctionnant à 110 volts et alimentées par le courant secondaire d'un transformateur spécial qui reçoit du Secteur de la Rive Gauche un courant primaire à la tension de 3.000 volts.

#### *Circulation d'eau*

L'eau est fournie par la Compagnie des Eaux de Châtillon. Les diverses parties du laboratoire sont desservies par un réseau de canalisations avec prises d'eau extérieures munies de raccords et susceptibles d'être utilisées en cas d'incendie.

# FABRICATION D'ÉLECTRODES

## POUR FOURS ÉLECTRIQUES

Par M. Eugène ORNSTEIN  
Directeur de l'usine de MM. SCHIFF et Cie  
à SCHWEGHART (près Vienne, Autriche)

---

Les électrodes, tant en raison de leur prix élevé que par suite de leur faible durée, constituent une des dépenses les plus considérables des usines à carbure. Il m'a paru intéressant, par suite, de donner quelques détails sur leur fabrication.

Les électrodes se fabriquent au moyen de carbone ayant déjà subi l'action de températures fort élevées. — Nos connaissances concernant les différentes variétés de carbone sont des plus restreintes. — L'analyse ne donne à cet égard que des indications très vagues : elle indique seulement la teneur en cendres, en matières volatiles, en carbone, en hydrogène, oxygène, etc., mais elle ne nous renseigne en aucune façon sur la nature même du carbone. — Nous distinguons avec Moissan et Luzi quatre différentes variétés de carbone :

- 1° Le carbone amorphe (suie, houille, etc.).
- 2° Les graphitites (carbone demi-cristallisé, charbon de cornue, anthracite, etc.).
- 3° Les graphites (Ceylan, Bohême, etc.).
- 4° Le diamant.

Quoique ces quatre variétés soient constituées par du carbone à peu près pur, leurs propriétés physiques et chimiques sont très différentes, — et cela explique pourquoi des électrodes contenant des proportions plus ou moins fortes des trois premières variétés, donnent en pratique des résultats très différents.

On fabrique les électrodes à l'aide des matières suivantes :

- 1° Graphite de cornue.
- 2° Anthracite.
- 3° Coke de pétrole.

#### *Graphite de cornue.*

A la partie supérieure de la voûte des cornues des usines à gaz se condense du carbone, provenant de la décomposition des hydro-carbures à la température des parois portées au rouge. — Ce corps, de constitution fort complexe, est le charbon de cornue. Un simple examen permet d'y distinguer :

- 1° Un graphite noir, d'aspect velouté.
- 2° Un graphite gris ressemblant à de la fonte.
- 3° Un graphite d'un blanc argenté et de structure cristalline.

Ceci permet déjà de prévoir de grandes différences entre divers échantillons de charbon de cornue, et en effet la résistance à l'électricité, aux agents chimiques, etc., est très variable selon les qualités.

Il faut donc choisir avec soin le graphite de cornue pour n'employer à la fabrication des électrodes que les matières convenables. Par suite du développement de l'éclairage électrique l'emploi du gaz devient de plus en plus restreint et la production de graphite est elle-même de plus en plus réduite. — Malgré cette diminution de production l'emploi de ce graphite pour la fabrication des charbons électriques s'est beaucoup développé de sorte que le prix s'en est considérablement élevé.

#### *Anthracite.*

L'anthracite est, de tous les charbons, celui qui possède la plus haute teneur en carbone. — On le rencontre dans beaucoup de régions, malheureusement il est fort difficile de se procurer des qualités pauvres en cendres et surtout en soufre. — L'anthracite contient en moyenne 1.5 % de résidus et 0.5 % de soufre.

*Coke de pétrole.*

Le coke de pétrole (résidu des cornues des distilleries de pétrole) contient de 15 à 20 % de matières volatiles et, selon sa provenance, depuis 0.2 % jusqu'à 2 ou 3 % de cendres.

La matière première doit tout d'abord être triée à la main, de façon à enlever les gangues, les parties terreuses, etc. — Le déchet résultant de ce triage est de 2 à 3%. Cette opération achevée, la matière est cassée en morceaux de 5 à 10 centimètres de grosseur et passée au four. — Là elle perd, à 4.500°, les matières volatiles nuisibles. — La perte résultant de ce traitement varie de 10 à 20 %.

La masse ainsi préparée est d'abord pulvérisée dans des désintégrateurs, puis soigneusement tamisée ; elle est ensuite mélangée avec du goudron dans les malaxeurs bien connus de Werner et Pfleiderer ou de Warchalowski. — 20 ou 30 % de goudron suffisent pour rendre la masse plastique. — Il est avantageux de traiter le mélange à la meule (meule Kollerg) pour mieux faire pénétrer le goudron.

On soumet alors le mélange à l'action de la presse.

Le type de la presse hydraulique employée a une grande influence sur la qualité aussi bien que sur le prix de revient des électrodes.

La presse horizontale que nous employons dans notre usine comprime la masse d'abord dans le sens de son diamètre, puis dans le sens de sa longueur. Cette presse a été fournie par la maison Ganz et Cie.

Sur le côté gauche de l'appareil se trouve le cylindre récepteur du diamètre de 700 millimètres, dans lequel on place la matière première, préparée ainsi qu'on vient de le dire plus haut.

La masse subit une première compression à 350 atmosphères dans un moule tournant autour d'un axe horizontal, de sorte que la matière comprimée, après avoir décrit un angle de 180°, se trouve placée devant le piston d'un second cylindre qui la comprime de nouveau, dans le sens de la longueur, à une pression de 500 atmosphères. Cette presse permet d'obtenir des électrodes de toutes dimensions, depuis les plus petites jusqu'aux plus grandes ; la longueur peut être quel-

conque, toutefois pour des raisons spéciales on ne dépasse guère 1 m. 700 à 1 m. 800.

En opérant de cette façon, la masse est comprimée dans tous les sens ; elle subit une compression verticale dans le sens du mouvement du piston pendant la première phase de l'opération et une compression dans un sens perpendiculaire pendant la seconde phase.

Les presses verticales, avec lesquelles on fabrique également des électrodes, présentent certains avantages mais elles exigent pour la même production un bâti beaucoup plus résistant ; de plus la manœuvre est plus compliquée ; on peut comprimer soit sur la grande soit sur la petite dimension. La construction est à peu près la même que celle de la presse horizontale.

Les électrodes ainsi préparées sont munies de trous ou quelquefois de queues d'aronde pour les attaches.

On les soumet alors à l'action de la chaleur dans des fours circulaires chauffés par des générateurs de gaz.

On se sert presque partout des fours Meiser qui, en raison de leur rendement avantageux et de la facilité avec laquelle on les dirige, ont été rapidement adoptés par les fabricants.

Il importe de laisser les électrodes assez longtemps (3 ou 4 jours au moins) dans les fours à une température de 1.300° à 1.400° pour avoir la certitude que toute la masse, qui pèse parfois plus de 400 kilos, avec un diamètre de 400 millimètres, est bien portée à la température voulue.

Afin d'éviter les changements brusques de température, on laisse refroidir les électrodes dans les fours.

Néanmoins le déchet résultant de la cuisson est au moins de 2 à 3 % par suite de la formation de crevasses.

Normalement, il faut compter que le déchet atteint 5 %.

La durée des électrodes en service dépend naturellement surtout du courant qui les traverse ; il est difficile de se procurer à cet égard des renseignements auprès des usines.

De plus, la nature des matières constituant les électrodes, la pression à laquelle elles ont été soumises, le recuit qu'elles ont subi, exercent une grande influence sur leur durée.

On peut estimer que, pour 100 kilog. de carbure fabriqué, les électrodes perdent 5 à 6 kilog. de leur poids; d'autre part, la perte de poids résultant de l'usure des extrémités auxquelles les attaches sont fixées, est de 3 % environ.

Toutes les fabriques d'électrodes font des efforts constants pour améliorer leur fabrication. Ces améliorations sont évidemment très importantes pour les usines de carbure, mais nous pouvons affirmer que le type du four entre pour une grande part dans la durée des électrodes. La même électrode employée dans les mêmes conditions, peut donner des résultats très dissemblables avec deux fours de systèmes différents.

Il est impossible de constater la valeur d'une électrode à son simple aspect et, dans l'état actuel de nos connaissances, l'analyse ne fournit à peu près aucun renseignement à cet égard.

Il n'est pas possible de reconnaître au microscope, non plus que par l'analyse, la proportion de coke, de graphite ou d'anthracite que contient une électrode. C'est donc l'expérience seule qui permet de se prononcer.

A compression égale, on a pour les poids spécifiques des électrodes les chiffres suivants :

Electrodes en anthracite :	1.350
Electrodes en graphite de cornue	1.510
Electrodes en coke de pétrole	1.507
Electrodes en charbon de bois	1.060
Electrodes en graphite de Ceylan	1.589

Mais il ne faut pas essayer de déduire la compression du poids spécifique, car la même masse avait

à 150 Atm.	1.470	de poids spécifique
à 200 Atm.	1.482	"
à 250 Atm.	1.486	"

La résistance proportionnelle de ces matières est donnée par les nombres ci-dessous :

Charbon de bois	100
Anthracite	92
Graphite de cornue	67
Coke de pétrole	46

La fabrication des électrodes a cessé d'être lucrative. En effet, considérons le cas d'une usine produisant un wagon par semaine. Le graphite de cornue coûte actuellement 12 fr. les 100 kilogs. Déduction faite de 3 % d'eau et de 2 % de déchets, il reste 95 kil. à 12 fr. soit 100 kil. pour

Frs. 12.60

Pour 100 kil de graphite on prend 20 kil. de goudron à frs. 5 les 100 kil.

1.00

La main d'œuvre, (triage, nettoyage et malaxage) coûte :

2.50

Pour la cuisson on consomme 240 kil. de charbon (120 kil. pour les matières premières, 120 kil. pour les électrodes)

6.00

La main d'œuvre exigée pour la cuisson revient à

2.50

Total.

Frs 24.60

La cuisson entraînant une perte de poids de 15 %, il reste 102 kil. pour 24 fr.60.

100 kil. coûtent par suite.....	Frs. 24.12
Vapeur employée.....	1.00
Entretien (graissage, usure de courroies, réparation aux fours).....	4.52
Frais d'employés.....	1.00
Amortissement de l'outillage.....	5.00
Amortissement des bâtiments.....	2.50

Total..... francs. 38.14

Les recherches continues auxquelles il est nécessaire de se livrer pour améliorer cette industrie augmentent encore le prix de revient. — De plus les prix des matières premières sont généralement plus élevés que ceux mentionnés dans notre exemple, et ils augmentent de jour en jour.

La fabrication des électrodes est contemporaine de l'invention du four électrique. Bien que la situation

---

actuelle de l'industrie du carbure de calcium ne favorise guère le développement de cette fabrication, l'industrie électro-chimique en général n'en est pas moins en progrès et par conséquent la consommation d'électrodes ne peut qu'augmenter.

Chaque jour on trouve de nouvelles applications du four électrique et comme le succès de ces fours dépend surtout de la durée des électrodes, il convient de considérer comme importante cette fabrication si peu connue dont je viens d'essayer de donner un aperçu.



# Application de la dissociation

## A L'ÉTUDE DU FOUR ÉLECTRIQUE

Résumé d'une communication faite au Congrès

PAR

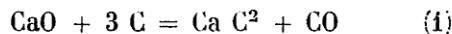
M. H. HUBOU

*Ingénieur civil, à Paris*

---

M. Hubou fait remarquer que si, au four électrique, on peut réaliser des températures aussi élevées que l'on veut, on ne sait pas exactement à quel point il convient de s'arrêter dans l'échelle de ces températures pour que les réactions se fassent dans les meilleures conditions de rendement.

Il montre en particulier pour la préparation du carbure de calcium au four électrique que la réaction



est un phénomène réversible et il examine dans quelles conditions la réaction inverse peut se produire.

La pression de l'oxyde de carbone résultant de la réaction (1) limitera la production du carbure et, conformément aux expériences classiques de H. Ste Claire Deville sur la dissociation, sera fonction de la température.

A une température  $t$  correspondra une pression  $p$  de l'oxyde de carbone et la courbe résultant de la relation  $\varphi(p, t) = 0$  divisera le plan en deux régions auxquelles correspondront des transformations différentes. La pression limite  $p$  peut s'appeler la *tension de transformation* due à l'oxyde de carbone.

Pour une température  $\theta$  déterminée, on aura formation de carbure au four électrique si la pression  $y$  est inférieure à la tension de transformation  $p$  correspondant à cette température. Au contraire si la pression

de l'oxyde de carbone formé est supérieure à  $p$ , pour la même température, l'oxyde de carbone réagira sur le carbure formé et le ramènera à l'état de chaux et de charbon.

Au lieu de considérer le phénomène à une température déterminée  $\Theta$ , on peut chercher pour une pression déterminée quelle est la température limite à laquelle on doit opérer pour que le carbure de calcium puisse se produire.

Si la pression donnée est inférieure à  $p_0$  on aura en menant une parallèle à l'axe des températures un point de rencontre avec la courbe  $\varphi(p, t) = 0$  correspondant à une température  $\Theta' < \Theta$ . Si la pression donnée est supérieure à  $p_0$ , on aura de même par la parallèle à l'axe des températures menée du point figuratif correspondant, un autre point de rencontre avec la courbe  $\varphi(p, t) = 0$  qui donnera la température limite  $\Theta'' > \Theta$ .

En résumé la courbe  $\varphi(p, t) = 0$  est la *caractéristique* de la réaction au four électrique : tous les points à droite de la courbe correspondront à la formation du carbure, tous les points à gauche à la décomposition du carbure.

M. Hubou termine sa communication, en montrant par des exemples que cette théorie de l'influence de la pression limite ou tension de transformation de l'oxyde de carbone se trouve confirmée par l'expérience.

# Les Fours électriques

Par M. Albert KELLER

Directeur technique de la Compagnie Electro-Thermique Keller, Leloux et Cie (anciennement Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leloux, à Paris).

---

## DIFFÉRENTS GENRES DE FOURS ÉLECTRIQUES

L'emploi des fours électriques a pris un rapide développement dans ces dernières années et l'on en trouve aujourd'hui un grand nombre de modèles en service dans l'industrie ; il est donc intéressant d'étudier les différents types qu'ils présentent et les progrès faits dans leur construction.

Ces appareils dérivent, pour la plupart, comme types, du four électrique en forme de creuset de Siemens et Hutington ou du four électrique Moissan-Violle.

*Four Moissan-Violle.* — On sait que ce dernier four est caractérisé par l'utilisation de l'arc électrique employé seulement comme source de chaleur et non comme agent électrochimique.

Il a donné le moyen de dépasser les températures que l'on pouvait obtenir à l'aide des fours de différents genres précédemment employés dans l'industrie.

Les températures les plus élevées atteintes avec ces derniers avant qu'on ait eu recours à l'énergie électrique étaient, en effet, limitées à 1800° environ ; le chalumeau à gaz d'éclairage et oxygène seul donnait 2000° ; avec le four électrique Moissan-Violle on atteint certainement plus de 3000°.

Dans cet appareil, on fait jaillir l'arc entre deux charbons horizontaux pénétrant dans un canal creusé dans un bloc de chaux vive. Un dôme également en chaux vive ferme le four ; il reçoit la chaleur émise

par le foyer électrique et la réfléchit sur la matière à traiter, qui est placée au-dessous de l'arc électrique.

L'action calorifique du courant est ainsi nettement séparée de son action électrolytique ; la disposition adoptée évite également que les impuretés contenues dans les électrodes interviennent dans l'expérience.

Par suite de la faible conductibilité de la matière employée, une épaisseur de 30 mm. seulement pour le dôme a pu suffire pour permettre de réaliser la fusion de la partie interne de ce dôme, avec production de lumière Drummond, tandis que la partie extérieure restait suffisamment froide pour qu'on y pût appliquer la main.

*Four Siemens.* — Le four Siemens est conçu dans un autre ordre d'idées. Les premiers appareils Siemens étaient destinés à la fusion des métaux et consistaient en un creuset de matière réfractaire, à parois doublées d'une enveloppe isolante et recevant à sa base le courant électrique.

Une électrode verticale, disposée au-dessus du creuset, servait de deuxième conducteur au courant. La matière introduite dans le creuset tient lieu, dans ce système, de conducteur intermédiaire et l'arc électrique jaillit entre l'électrode verticale et la matière elle-même.

Le réglage de l'arc est automatique ; il s'obtient par la mise en dérivation, dans le circuit, d'un solénoïde provoquant le déplacement de l'électrode.

Par la suite, pour éviter les perturbations amenées dans l'action chimique par les impuretés de l'électrode et par la chute, dans le bain de fusion, de particules de charbon, Siemens fit usage d'un pôle supérieur en cuivre avec refroidissant par courant d'eau intérieur.

*Fours industriels.* — Avant de parler des types nouveaux dont l'introduction dans l'industrie a été provoquée surtout par la fabrication du carbure de calcium, il ne sera pas inutile d'entrer dans quelques détails sur les deux ou trois systèmes de fours industriels dérivés des types qui précèdent et qui, restés seuls pendant un certain temps en usage dans l'industrie, ont servi à fixer les conditions d'emploi pratique des fours électriques, en dehors des nombreux essais

faits sur différents autres types qui sont restés plutôt dans le domaine des laboratoires.

*Fours Cowles.* — En 1885 apparut le four Cowles, qui répondait déjà à certains besoins industriels et avec lequel ont été faites les premières applications de l'électricité à la réduction des oxydes.

L'appareil des frères Cowles se compose d'une capacité horizontale en matière réfractaire dont une extrémité, fermée par une paroi en matière conductrice de l'électricité, constitue un pôle.

L'autre extrémité de la capacité est fermée par un creuset en graphite constituant l'autre pôle.

La matière à traiter est placée dans la capacité horizontale et le courant électrique est ainsi obligé de la traverser.

Cette capacité horizontale est entourée de matières pulvérulentes non conductrices, tout comme dans le four Siemens.

En vue de rendre le fonctionnement de leur appareil plus pratique, surtout au début de l'opération, les frères Cowles, en 1886, introduisirent dans la capacité contenant la matière deux électrodes horizontales entre lesquelles l'arc jaillit tout d'abord ; ces électrodes sont ensuite éloignées au fur et à mesure de la fusion de la matière.

Ce perfectionnement du four primitif permit de traiter des matières qui, à froid, n'étaient pas conductrices de l'électricité. Ce système fut employé à l'usine de Milton (Angleterre) pour la réduction des oxydes d'aluminium et la formation des alliages.

En 1887, MM. Cowles prirent un nouveau brevet pour un four électrique dans lequel la charge a été introduite d'une manière continue.

Il est composé de deux électrodes verticales creuses en charbon ; l'électrode supérieure seule est mobile ; le tout est compris dans une chambre, en briques réfractaires, fermée hermétiquement autour des électrodes. La matière à traiter descend par l'électrode supérieure, traverse le foyer électrique et est évacuée par l'orifice de l'électrode inférieure.

*Four Héroult.* — Le four Héroult, appliqué tout d'abord à la réduction de l'alumine par le cuivre, est basé sur le même principe que le four précédent de

Cowles. Le cuivre est introduit dans le four, en granules ; le courant électrique fond le métal interposé entre les deux électrodes ; on verse ensuite de l'alumine et l'on obtient un alliage d'aluminium et de cuivre.

*Four de Froges.* — Les usines de Froges et de Neuhausen ont employé les fours Héroult pour la fabrication de l'aluminium. A l'apparition du carbure de calcium, les mêmes fours, dans ces usines, servirent à la fabrication de ce corps.

Ce four électrique, approprié à la fabrication du carbure de calcium et qui conserve, en France, le nom de *four de Froges*, est composé d'une électrode verticale pouvant recevoir un mouvement de montée ou de descente au-dessus d'une chambre dont le fond est en charbon et qui est montée sur roues. Cette chambre constitue ainsi un four mobile et sert de deuxième électrode ; les parois sont doublées de matière isolante. Le carbure est évacué, par voie de coulée, par un orifice ménagé à cet effet à la partie inférieure de la chambre de fusion.

Lorsqu'une opération est terminée, le four mobile est enlevé et remplacé par un autre.

Le four de Froges fut, industriellement, le point de départ de la plupart des fours électriques actuellement employés.

*Fours industriels récents.* — L'apparition du carbure de calcium fut le signal de la mise à l'étude de fours électriques à grand rendement et à fonctionnement continu.

Se basant sur les types classiques déjà connus qui viennent d'être décrits sommairement, les idées des inventeurs se partagèrent et des études qui furent mises au jour put bientôt se dégager une classification industrielle des fours électriques, savoir :

1° Ceux basés sur les fours Moissan-Violle et Siemens, dénommés *fours à arc* ;

2° Ceux basés sur le four Héroult, dénommés *fours à résistance*.

3° Ceux enfin que l'on peut faire dériver du premier four Cowles, appelés *fours à résistance superficielle ou à incandescence*.

## FOURS A ARC

Les fours à arc peuvent se diviser en :  
Fours à un seul arc à deux électrodes mobiles ;  
Fours à un seul arc à une électrode mobile ;  
Fours à plusieurs arcs.

*Fours à un seul arc à deux électrodes mobiles.* — Ils sont composés de deux électrodes placées le plus souvent dans une position inclinée et pouvant se remonter dans une chambre en maçonnerie réfractaire.

La matière à traiter est placée autour de l'arc ; elle est introduite par le haut du four. Ces fours comportent soit un mouvement d'ascension de l'arc électrique rendu mobile au-dessus de la matière à traiter, soit un mouvement de descente de cette matière au-dessous de l'arc électrique laissé fixe.

A la fin d'une opération, le courant électrique est ordinairement interrompu et la matière traitée est sortie du four.

A ce type appartiennent les fours Patin, les fours de la *Deutsche Gold und Silber Scheide Anstalt* pour la production du carbure de calcium, et les fours Steet pour la production du graphite.

*Fours à un seul arc à une électrode mobile.* — L'électrode mobile est alors ordinairement placée verticalement ; l'électrode fixe est placée horizontale ou inclinée, elle est constituée par un assemblage de charbons dénommé *sole*.

La matière est introduite par la partie supérieure du four et l'arc jaillit d'abord entre l'électrode mobile et la *sole*, puis entre l'électrode fixe et la matière fondue.

Il a été imaginé, sur ce principe, un très grand nombre de dispositions des organes d'attaches des électrodes et de modes de connexion et de constitution des soles. La tension employée dans ce genre de four varie de 50 à 60 volts.

A cette catégorie se rattachent les fours électriques de la Société des carbures métalliques figurant à l'Exposition et les systèmes Siemens et Halske, Schuckert, etc., ainsi qu'un grand nombre d'autres fours qui sont actuellement employés dans les usines pour la fabrication du carbure de calcium et qui ne présentent, en

dehors de l'emploi de l'arc, aucune disposition caractéristique.

*Fours à arcs multiples.* — Ce ne sont que des variantes des deux précédents, auxquels ils se rattachent comme principe. On a cherché à les employer, afin de répartir l'action calorifique de l'arc sur de plus grandes surfaces et d'arriver à obtenir dans un milieu donné, et non pas seulement *au point d'émission de l'arc électrique*, la température nécessitée par l'action thermique à mettre en jeu.

A cette catégorie se rattachent les fours électriques Gin et Leleux, modèle 1897, Bertolus ou Memmo, Nicolaï, Boyy, etc.

Le premier de ces fours a été employé pour la fabrication du carbure de calcium et pour celle du phosphore ; il était composé de quatre paires de charbons permettant l'utilisation de quatre arcs dans une même capacité et d'une sole mobile à mouvement hélicoïdal se déplaçant sous les arcs.

Les fours Bertolus sont employés par leur inventeur à l'usine de Bellegarde (Ain). Le courant électrique est triphasé et il est formé trois arcs au moyen de trois charbons mobiles inclinés se déplaçant au-dessus d'une sole commune, reliée électriquement à la dynamo ou non.

Les fours électriques Memmo sont semblables aux fours Bertolus.

Les fours Nicolaï sont composés d'une couronne métallique fixe recouverte de charbons et constituant un pôle ; l'autre pôle est constitué par plusieurs électrodes disposées circulairement et recevant un mouvement de rotation au-dessus de la couronne métallique fixe sur laquelle la matière à traiter se déverse, en suivant le mouvement de déplacement de l'arc ainsi formé.

Le four Boyy est caractérisé par l'emploi, dans une même capacité, de plusieurs électrodes verticales et d'une sole commune inclinée servant au retour du courant, les électrodes étant, pour cela, montées en parallèle.

*Considérations sur les fours à arc.* — Dans ces fours la température obtenue semble varier avec l'intensité du courant (expériences de M. Moissan sur le titane). La tension à employer étant à peu près constante pour

une application déterminée, il s'ensuit que dans des fours puissants la température est trop considérable dans l'arc électrique même. L'emploi d'arcs multiples ne remédie que très imparfaitement au défaut capital de l'emploi de l'arc électrique, qui est de produire en un point donné une température beaucoup trop élevée d'où il résulte une grande volatilité des matières à traiter et quelquefois une dissociation du corps obtenu.

De plus, l'arc électrique a un pouvoir soufflant qui détermine dans les fusions ou réactions électro-métallurgiques un enlèvement considérable des matières fines introduites dans le four.

En dehors de la perte qui en résulte on a, par suite, à craindre la formation, dans la salle des fours et même à l'extérieur, d'une atmosphère irrespirable.

Le déplacement de la matière par rapport à l'arc électrique ou *vice versa* ne remédie qu'imparfaitement aux difficultés d'emploi de l'arc et a dû être généralement abandonné, car l'arc électrique rendu mobile se comporte très mal ; sa résistance est, en effet, rendue infiniment variable, et la température obtenue est tantôt insuffisante, tantôt trop forte.

La fabrication rationnelle du carbure de calcium, notamment, est pratiquement impossible avec ce genre d'appareils à arcs mobiles.

Au point de vue industriel, il faut encore dire que, l'arc électrique étant *inductif*, son emploi comme résistance, sur un circuit alternatif, provoque un décalage du courant qui entraîne une chute de tension souvent considérable.

#### FOURS A RÉSISTANCE

Ces fours sont constitués comme les précédents, mais ils sont disposés pour fonctionner seulement à basse tension.

L'électrode verticale n'est plus, comme précédemment, placée au dessus de la matière en fusion ; elle plonge dedans, et cette matière sert ainsi de conducteur intermédiaire entre l'électrode et la sole.

Le travail électrique est produit en vertu de la formule de Joule.

$$W = RI^2$$

et la température obtenue, pour une puissance déterminée, est fonction de la section des électrodes.

La répartition convenable de l'action calorifique est assez facile à obtenir puisqu'elle dépend, pour une tension déterminée, de la densité du courant employé.

Dans les fours basés sur ce principe, la fusion électrique est tranquille ; les gaz de la réaction ne sont pas violemment soufflés à l'extérieur du four, comme cela se produit avec l'arc électrique.

L'emploi des fours électriques à résistance a permis de faire usage, pour la fabrication du carbure de calcium, d'une tension de 20 à 25 volts seulement.

Le foyer électrique de ces fours ne donne lieu à aucun effet d'induction, mais, par contre, à puissance égale, il nécessite, pour les canalisations électriques, des sections plus fortes que les fours à arc à cause des grandes intensités que l'on est conduit à employer avec la faible tension utilisée.

A cette catégorie de fours électriques appartiennent les nouveaux fours de la Compagnie électro-métallurgique des Procédés Gin et Leleux, qui sont employés dans un grand nombre d'usines pour la fabrication du carbure de calcium. Dans ces fours, l'électrode mobile servant au réglage de la tension est constituée par un assemblage de charbons de différentes conductibilités atteignant jusqu'à 800 mm. de côté.

#### FOURS A RÉSISTANCE SUPERFICIELLE ET A INCANDESCENCE

Dans ce système de fours électriques, les électrodes à elles seules ne permettent pas le passage du courant ; il est nécessaire, pour provoquer ce passage, que ces électrodes soient réunies, au début de l'opération, par des conducteurs résistants quelconques, tels qu'une suite de morceaux de charbons.

Ces conducteurs sont alors portés à une vive incandescence par le courant électrique et constituent un lit de fusion sur lequel les matières à traiter sont placées. Ce genre de fours permet l'utilisation, dans une même capacité, d'une puissance plus grande que toute autre, car cette puissance, pour une intensité donnée, varie avec l'écartement des électrodes en longueur, écartement qu'il est facile de régler.

Ces fours ont sur les fours à résistance ordinaires le grand avantage que le courant électrique emprunte seulement, comme conducteur, une partie de la matière déjà traitée, et n'est pas obligé de la traverser tout entière. On évite ainsi les pertes dues à la résistance souvent considérable que cette couche de matière traitée présente dans certains fours constitués par une sole et une électrode verticale. Les fours à résistance superficielle permettent d'éviter la carburation du corps à obtenir.

A cette catégorie de fours appartiennent les fours Cowles et d'autres fours récemment mis à jour et se composant soit de deux groupes d'électrodes, l'un servant à l'arrivée du courant, l'autre à son retour, soit de deux groupes de soles jouant respectivement le même rôle que les électrodes. (Fours électriques Keller.)

#### CLASSIFICATION DES FOURS ÉLECTRIQUES D'APRÈS LA NATURE DU COURANT EMPLOYÉ

Les fours électriques se différencient aussi entre eux d'après la nature du courant électrique dont ils font usage et la manière dont il agit.

Après avoir employé uniquement, au début, comme source d'énergie électrique, les moteurs à courant continu, on a été successivement amené à chercher à utiliser les machines à courant alternatif, monophasé et polyphasé.

*Fours à courant continu.* — Les premiers fours électriques fonctionnant avec du courant continu, et dans lesquels il y a électrolyse, ont été désignés sous le nom de *fours électrolytiques*, par opposition à ceux dénommés *fours électrothermiques*.

On admet alors que, dans les premiers, le courant électrique sert à la fois de source de chaleur et d'agent électro-chimique, tandis que dans les seconds il sert seulement de source de chaleur.

*Fours à courant alternatif.* — L'emploi du courant alternatif dans les fours électriques a pris une grande extension parce qu'il assure un meilleur fonctionnement mécanique, les machines électriques à courant alternatif ayant moins à souffrir que les machines à

courant continu des brusques variations de résistance qui peuvent se produire dans la marche des fours électriques.

Les fours électro-thermiques employés pour les simples fusions des corps ou pour les réactions à haute température fonctionnent, par suite, la plupart, avec des courants alternatifs; les actions électrolytiques qui interviennent avec l'emploi du courant continu et qui, parfois, jouent un rôle nuisible dans l'opération, sont ainsi évitées et, de plus, les électrodes constituant les deux pôles s'usent également. Nous avons signalé d'autre part déjà que l'emploi du courant alternatif peut entraîner une chute de tension par suite d'un décalage du courant dû à un effet d'induction. L'emploi du courant alternatif dans les fours électriques a donné lieu, pour ceux-ci, à des groupements électriques multiples.

*Fours électriques à courant alternatif monophasé.* — Avec le courant alternatif monophasé les fours électriques peuvent être placés en série ou en parallèle, tout comme des résistances ordinaires.

La pratique indique cependant qu'il ne faut placer dans aucun de ces cas un trop grand nombre d'unités sur un même circuit.

Dans la mise en série, l'arrêt de l'un des fours entraînant l'arrêt de la batterie entière, on place rarement plus de deux fours sur le même circuit.

Les avantages du groupement des fours électriques en série sont ceux qui résultent de l'emploi d'une tension plus élevée, car les poids de cuivre à mettre en jeu pour deux fours, par exemple, sont moitié moindres, pour une tension de régime de four donnée, que dans le cas de l'emploi d'un seul four sur le circuit; les effets d'induction sont aussi moins considérables.

Les fours à arcs se comportent mieux, quand ils sont groupés en quantité sur un circuit, que s'ils sont groupés en série, car ils peuvent être, dans ce dernier cas, sujets à des variations brusques, principalement à l'allumage, ce qui n'a pas lieu avec des fours groupés en quantité. Ceux à incandescence, étant donné leur grande régularité de marche, peuvent au contraire être utilisés très avantageusement en tension.

*Fours à courants alternatifs polyphasés.* — On a cherché à utiliser directement les courants alternatifs

polyphasés dans les fours électriques. Un brevet pris par Bertolus en 1897 se rapporte à un four électrique utilisant directement le courant triphasé.

Comme nous l'avons déjà dit, ce four est composé de trois électrodes réunies respectivement aux trois bornes de la dynamo, le retour se faisant ou non par une sole commune.

Ce système a été appliqué à la construction des fours électriques pour la fabrication du carbure de calcium. Le courant biphasé pourrait être utilisé de la même façon.

Le plus généralement, les différentes phases des courants polyphasés sont utilisées séparément dans les fours électriques, qui fonctionnent alors comme fours monophasés.

Si nous considérons trois fours constitués chacun par une électrode verticale mobile et une sole, et alimentés par un alternateur triphasé, les trois électrodes seraient réunies au pôle neutre de la machine et les trois soles à ses trois bornes.

L'emploi du courant triphasé permet, par rapport à celui du courant monophasé, de réaliser une notable économie de cuivre dans l'installation des canalisations, car celles-ci peuvent avoir pour le retour une section moins forte.

L'emploi séparé des courants monophasés, composant un circuit triphasé, procure l'avantage d'obtenir sans aucun dispositif spécial, avec une même machine d'alimentation, l'indépendance des trois circuits.

L'indépendance des circuits peut être aussi obtenue avec un seul alternateur monophasé à six bornes composé de trois groupes distincts de bobines.

*Électrodes.* — La difficulté d'obtenir des électrodes de dimensions suffisantes et de forme convenable a longtemps limité les dimensions et la puissance des fours. La consommation de ces électrodes constitue ainsi, pour certaines fabrications, et notamment pour celle du carbure de calcium, un élément important de la production économique.

Aussi l'ingéniosité des inventeurs s'est-elle exercée sur les dispositions à donner à ces électrodes.

Dans le cas où les fours comportent des électrodes verticales mobiles, ces électrodes sont souvent consti-

tuées par un assemblage de charbons de haute conductibilité obtenus par une fabrication spéciale.

Ces électrodes sont alors le plus souvent de forme carrée ou rectangulaire.

Les électrodes horizontales ou inclinées traversant les parois des fours sont, au contraire, le plus souvent cylindriques.

Les charbons de haute conductibilité qui composent l'électrode étant exposés à brûler au contact de l'oxygène de l'air, par suite de la haute température à laquelle ils sont portés, on a cherché à les protéger en les isolant de l'air et les refroidissant par un afflux d'eau dans les parties exposées ; on trouve des exemples de ces dispositions dans les fours Gin et Leleux d'ancien modèle et dans les fours Patin.

La distribution d'eau autour des électrodes est difficilement réalisable et peut constituer un danger sérieux. On y a substitué, dans les derniers modèles des fours Gin et Leleux, un afflux d'air froid en ayant recours, en outre, à une enveloppe d'agglomérés protecteurs.

*Courants.* — Les fours électriques employés pour la fabrication du carbure de calcium fonctionnant à des tensions relativement peu élevées utilisent des courants de haute intensité, et l'on emploie fréquemment aujourd'hui des courants d'intensité de 8.000 à 10.000 ampères. Il est impossible, pour de telles intensités, d'installer des coupe-circuits, et c'est l'électrode mobile du four qui sert d'interrupteur sur la canalisation.

Lorsqu'un four est mis brusquement hors circuit, par suite d'une rupture ou d'une fausse manœuvre d'électrode par exemple, la résistance devenant nulle, la machine électrique est déchargée d'un seul coup.

Si elle alimente seulement ce four, cette brusque décharge peut occasionner des accidents graves, soit à la dynamo, soit à la machine à vapeur ou à la turbine.

Pour cette raison, ajoutée à celles que nous avons déjà données, il est préférable, quand on le peut, d'alimenter plusieurs fours en parallèle avec une même machine. En cas d'arrêt de l'un d'eux, la variation n'est plus alors qu'une fraction de la puissance totale.

Les données des courants employés dans les fours

électriques varient dans des limites très étendues, suivant la nature des réactions et des fabrications demandées à ces appareils, et aussi suivant la puissance utilisée dans chacun d'eux.

**1° Tension.** — Dans les fours à arcs, la tension employée varie suivant la conductibilité électrique des vapeurs qui sont émises par la matière traitée, portée à une haute température, et d'après l'écartement donné aux électrodes.

Cet écartement est ordinairement, en pleine marche, de 30 à 40 millimètres ; en l'augmentant trop, on risque de produire l'*extinction de l'arc* et ainsi de rompre le circuit.

La fabrication du carbure de calcium nécessite, pour les fours à arcs, une tension de 50 à 60 volts. La fusion de la bauxite, pour la fabrication du corindon artificiel, nécessite également, dans ce même genre de fours, une tension de 50 volts.

La fusion des minerais de fer, sous l'action de l'arc électrique, peut être réalisée à la tension de 20 volts, par suite de la grande conductibilité des vapeurs émises.

Dans les fours à résistance, dans lesquels l'arc ne jaillit pas, la tension peut être moins élevée, elle n'est fonction que du coefficient de conductibilité de la matière à traiter ; ainsi la fabrication du carbure de calcium dans un de ces fours du type à électrode verticale mobile, peut être réalisée facilement à une tension ne dépassant pas 25 volts.

Dans les fours à résistance superficielle, par suite de la disposition des électrodes, qui permettent d'introduire entre elles une grande quantité de matière à traiter, la tension de régime peut être facilement portée de 80 à 100 volts.

**2° Intensité.** — L'intensité employée dans les différents systèmes de fours électriques dépend seulement de la puissance de l'appareil et de la température à obtenir, la tension seule variant suivant la matière à traiter ou le type de four employé.

Dans les fours Cowles, il a été réalisé des intensités atteignant jusqu'à 5.000 ampères, ce qui correspond, pour une tension de 50 à 60 volts, à une puissance de 250 à 300 kilowatts. Dans le four Héroult, l'intensité du courant atteint 6.000 ampères.

Pour la fabrication du carbure de calcium, des fours à un seul arc et à deux électrodes mobiles ont été construits pour des intensités de 1.000 à 2.500 ampères, ce qui, à la tension de 50 volts ordinairement employée, représente 50 à 125 kilowatts.

Ces puissances ont été doublées, triplées et même quadruplées par la réunion, dans un même four, de deux, trois ou quatre arcs.

Les fours à un seul arc, à une électrode verticale mobile, sont mieux disposés que ceux à deux électrodes mobiles pour utiliser des courants électriques de grande intensité, étant donnée la plus grande facilité qu'ils présentent pour employer des électrodes de grande section.

Dans ce genre de fours électriques, on atteint maintenant couramment des intensités de 5.000 à 6.000 ampères, ce qui correspond à une puissance de 300 kilowatts.

Les fours électriques à résistance Gin et Leleux, dans lesquels la tension employée est très faible, étant donnée la suppression complète de l'arc électrique, utilisent des courants d'intensité atteignant 10.000 ampères.

Dans les fours à résistance superficielle, dans lesquels une quantité considérable de matière à traiter peut être interposée entre les électrodes et qui comprennent plusieurs foyers, la puissance utilisée par un seul appareil peut atteindre 1.000 kilowatts avec un courant de 10.000 ampères.

#### DÉVELOPPEMENT DES INDUSTRIES EMPLOYANT LES FOURS ÉLECTRIQUES.— TYPES EXPOSÉS

D'après des évaluations récentes, la puissance employée à l'aide de fours électriques s'élève déjà au chiffre considérable de près de 230.000 chevaux au total, sur lesquels la fabrication du carbure de calcium utiliserait 185.000, celle de l'aluminium 27.000, celle de cuivre 11.000, et celle du carborandum 2.000 chevaux.

En France seulement, plus de 60.000 chevaux sont réservés à la fabrication du carbure de calcium.

La fabrication mixte du phosphore et du carbure de calcium au four électrique a été abordée l'année dernière, et tout récemment sont apparues les fabrica-

tions, dans certaines usines de la Savoie, du vanadium et du ferro-chrome.

Il faut encore citer, en dehors des productions dont nous venons de parler, la fabrication du corindon artificiel, produit dû à la fusion de la bauxite au four électrique.

Les progrès réalisés dans le mode de construction des fours électriques industriels ont été, dans ces derniers temps, très considérables ; ainsi le rendement de ces appareils, pour la fabrication du carbure de calcium, qui atteignait seulement 3 kilos par kilowatt et par vingt-quatre heures en 1897, vient d'être porté, dans ces derniers temps, dans les fours Gin et Leleux, munis des derniers perfectionnements que nous leur avons apportés, à 6 k. 200, ce qui correspond pour ces fours à un rendement calorifique de 75 p. 100 environ.

A l'Exposition de 1900, dans l'annexe de la section d'Electrochimie, on trouve en fonctionnement trois spécimens de fours électriques différents. Ils sont alimentés par du courant alternatif à la tension de 40 volts et absorbent de 1,000 ampères à 2.500 ampères.

Ils comprennent un four Moissan-Violle, un four de la Société des Carbures métalliques, un four Bullier, et un petit modèle de four de la Compagnie électrométallurgique des procédés Gin et Leleux. Cette société expose aussi un de ses grands fours pour la fabrication du carbure de calcium, mais le courant disponible n'est pas suffisant pour le faire fonctionner.

Le four Moissan-Violle exposé est un four de laboratoire ; il fonctionne généralement à 40 kilowatts et est utilisé pour des expériences de fusion des métaux, de réduction de minerais, de production de diamants, de distillation de la silice, etc.

Le four Bullier exposé se compose d'un creuset ouvert constituant l'un des pôles dans lequel plonge une électrode verticale mobile, laissée à l'air libre et constituant l'autre pôle. Ce four, qui est surmonté d'une hotte, est utilisé pour la production du carbure de calcium au moyen de l'arc électrique et il consomme environ 70 kilowatts.

Le four Gin et Leleux appartient à la classe des fours à résistance dans lesquels on cherche à éviter la formation de l'arc ; c'est une réduction des fours industriels du même nom, et il est constitué comme ces

derniers par une maçonnerie fixe en matières réfractaires, enveloppant un creuset métallique mobile monté sur roues qui forme la sole constituant l'autre pôle et est muni d'un bec de coulée. L'électrode verticale mobile pénètre par une ouverture rectangulaire dans la maçonnerie.

Les fours Gin et Leleux présentent encore cette particularité que des dispositions sont prises pour évacuer les gaz chauds de la réaction et faire disparaître de la salle qui les contient les fumées et les poussières. Ils sont disposés pour effectuer des coulées fréquentes jusqu'au moment où l'usure de l'électrode oblige à terminer les opérations par la production d'un bloc dont l'enlèvement est rendu facile par la mobilité du creuset. Le four de petit modèle exposé fonctionne à 70 kilowatts environ.

En dehors des fours réunis dans l'annexe de la section d'Electrochimie, nous n'avons trouvé, à l'Exposition, qu'un plan du four Memmo dans la section italienne.

# ROLE DE LA DENSITÉ DE PUISSANCE

dans les procédés de fabrications électro-métallurgiques  
DU CARBURE DE CALCIUM

par **M. Albert KELLER**

Directeur technique de la Compagnie Electro-Thermique Keller,  
Leleux et Cie (anciennement Compagnie Electro-Métallurgique  
des Procédés Gin et Leleux), à Paris.

---

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter quelques considérations relatives au rôle de ce que je propose d'appeler « la densité de puissance » dans les procédés de fabrications électro-métallurgiques au moyen de fours électriques, telles que celle du carbure de calcium par exemple.

Je dois vous déclarer tout d'abord que le terme « densité de courant », généralement employé, n'est ni suffisant, ni exact, quand il s'agit des effets calorifiques du foyer d'un four électrique à résistance, et que c'est « densité de puissance » ou « densité de watts » que l'on devrait dire dans ce cas, car le pouvoir calorifique du foyer et les phénomènes qui en résultent, et dont je désire vous entretenir, sont seulement fonction de l'énergie absorbée, c'est-à-dire du produit de l'intensité du courant par la force électro-motrice.

## *Définition*

La *densité de puissance* dans un foyer de four électrique à résistance est le nombre de watts dépensés par centimètre cube de matières à traiter traversées par le courant électrique, le foyer du four étant

constitué par la zone de matières située entre les électrodes et traversée par le courant.

Ceci dit :

R étant la résistance de la couche de matières constituant le foyer ;

L l'épaisseur moyenne de cette couche ;

S sa section moyenne ;

$\rho$  Son coefficient de résistivité ;

V son volume.

La densité de puissance D sera, par définition, exprimée par l'expression :

$$D = \frac{RI^2}{V}$$

Or :

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

d'où :

$$D = \frac{\rho L I^2}{V S}$$

mais  $V = SL$ , de sorte que l'on peut écrire :

$$D = \rho \frac{L I^2}{L S^2} \quad \text{ou } D = \rho \frac{I^2}{S^2} \quad (I)$$

$\frac{I}{S}$  représente, par centimètre carré, le nombre d'ampères traversant la section moyenne du foyer, c'est-à-dire la *densité de courant* (d) dans ce foyer.

La densité de puissance est donc le produit du coefficient de résistivité par le carré de la densité de courant dans le foyer.

Pour un état physique donné d'une matière soumise à l'effet d'un courant d'intensité I,  $\rho$  ne varie pas, de sorte que la densité de puissance est d'autant plus élevée que d est plus grand, c'est-à-dire que la surface du foyer est plus petite, et, par suite, que le rayon de cette surface, appelé *rayon de fusion*, est plus petit.

Ce rayon, mesuré par la distance du centre de l'électrode à la limite de la zone de fusion, augmente avec le rayon de l'électrode.

*La formule (I) montre que la densité de puissance pour un état donné de la matière à traiter soumise à un courant d'intensité  $I$  varie en raison inverse du carré de la section du foyer.*

Cette densité joue, dans une fusion ou réaction, un rôle très important, car elle est le facteur principal de la température obtenue dans le foyer.

Si cette densité est *trop faible* et qu'il y ait réaction à produire, la réaction est incomplète et peut ne pas être obtenue (fig. 1).

Si elle est *trop forte*, les corps introduits dans les fours électriques sont volatilisés en partie, et le corps obtenu peut être en partie ou totalement dissocié.

Considérant la fabrication du carbure de calcium, l'on remarque qu'avec une densité de puissance trop faible, la chaux peut seulement être ramollie (il est ainsi possible de ne retirer du four qu'un conglomerat de chaux et de charbon ne contenant aucune trace de carbure de calcium) (fig. 2), ou bien la réaction peut être incomplète et le corps obtenu n'est qu'un mélange de carbure de calcium, de chaux et de charbon.

Si cette densité est augmentée au delà de certaines limites, il y a formation abondante d'oxyde de calcium et dissociation complète du carbure formé à tel point qu'il devient impossible de retirer du carbure de calcium du four électrique.

Il suffit, pour se convaincre de ce fait, de soumettre à l'action électrique d'un foyer suffisamment intense, non seulement un mélange de chaux et de charbon, mais mieux encore, du carbure de calcium de très bonne qualité. Il est retiré du four électrique une masse noire et spongieuse de charbon graphitisé : « le squelette chimique de la masse du carbure introduit ».

Il est bien certain que l'emploi de densités de puissances successives n'implique pas toujours une dissociation complète du carbure de calcium obtenu, mais il donne toujours lieu à une volatilisation de chaux plus ou moins abondante.

L'emploi d'une densité de puissance très élevée dans un four électrique, dans lequel le grillage du charbon est évité, peut conduire à l'emploi d'un poids de chaux, dans le mélange, qui diffère considérablement du poids théorique, car si la température at-

teinte dans le foyer est très voisine de celle de dissociation du carbure de calcium, sans toutefois l'atteindre, il y a volatilisation de la chaux, et l'on doit, pour obtenir le carbure de calcium  $\text{Ca C}_2$ , sans mélange de charbon, ajouter au mélange théorique la quantité de chaux correspondant à celle qui est volatilisée.

Inversement, si dans le même foyer électrique on traite le mélange théorique, on n'obtient plus qu'une masse noire graphitisée, parsemée de filtrations de carbure de calcium à cristallisations microscopiques ; c'est ce mélange de carbure noyé en faible quantité

Fig. 1. Allumage

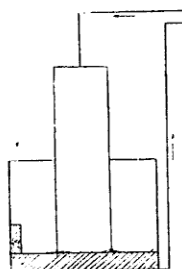
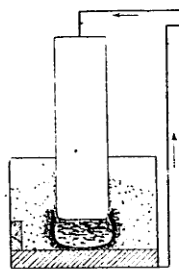


Fig. 2. Densité trop faible

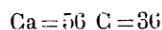


dans la masse de charbon qui est dénommé quelquefois carbure amorphe.

Cette dénomination est erronée, car ces filtrations de carbure de calcium ont été formées au contact du charbon et de la petite quantité de chaux liquide, non atteinte par la volatilisation, et il y a eu cristallisation pour cette faible quantité de carbure de calcium, au refroidissement, tout comme pour une grande masse.

D'autre part, le fait du mélange du carbure à une masse de charbon ne permet pas de déclarer qu'on se trouve en présence d'un état nouveau du corps lui-même.

Le mélange de chaux et de charbon servant à la fabrication du carbure de calcium et dont les proportions sont données par le développement de la formule de Beilstein,  $\text{Ca C}_2$ , soit :



sont donc variables avec tous les genres de four électrique et dans la fabrication, l'expérience que l'industriel a acquise du genre de four qu'il emploie peut le conduire mieux que la formule fondamentale aux proportions les plus convenables pour l'obtention d'un rendement industriel maximum.

Je ne voudrais cependant pas dire que l'on doive admettre un écart notable dans les proportions.

Tout au contraire, car un four électrique dont la température du foyer est bien réglée doit produire le carbure de calcium avec des proportions très peu différentes de celles théoriques pour les raisons données précédemment.

Comme preuve matérielle de ce qui précède, je rappelle que la fabrication du carbure de calcium a progressé avec les fours électriques et que si, depuis la mise au jour de la formule  $\text{Ca C}_2$ , l'industrie du carbure de calcium est restée si longtemps languissante et a été si ruineuse pour la plupart des usines, c'est qu'à son début, le four électrique industriel « n'était pas né », et que le procédé de fabrication, s'il l'était en ce qui concerne la partie chimique, ne l'était nullement en ce qui concerne la partie électro-thermique, beaucoup plus importante que la première.

Avec une densité de puissance convenable, la consommation de mélange ne dépasse pas de plus de 3 % celle théorique qui est de 1440 kilos par tonne de carbure fabriqué, et les proportions du mélange peuvent être théoriquement celles données par l'équation de réaction, si d'autre part le four est bien conçu, ce qui est une condition essentielle.

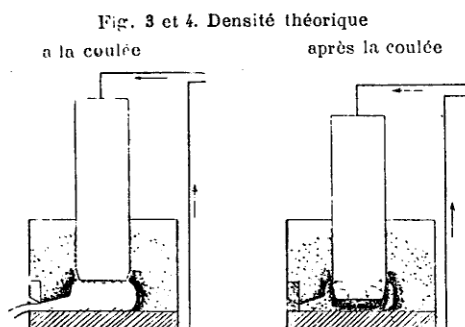
L'emploi de la densité de puissance, théoriquement la meilleure, pour la fabrication du carbure de calcium nécessite dans les fours industriels une forte section d'électrode et détermine une zone de fusion dont la périphérie est très peu distante de cette dernière.

Considérant un four du type à résistance et à électrode verticale mobile au dessous d'une sole fixe, on remarque que, par suite de la fusion de la chaux du mélange et de la formation du carbure de calcium dans le four l'électrode doit, pour le maintien de

la tension constante, être constamment et progressivement levée.

Avec l'emploi de la densité de puissance théoriquement la meilleure, la fluidité du bain n'est pas suffisante pour recueillir le carbure de calcium par voie de coulée, ou tout au moins pour recueillir une coulée complète de ce qui a été produit.

Au moment de la coulée (fig.3), dans le cas où celle-ci peut avoir lieu, l'électrode verticale est bien descendue pour maintenir la tension constante, mais elle n'est pas remplacée tout à fait dans sa position



primitive, car la périphérie de la zone en fusion, insuffisamment atteinte par l'action calorifique, forme une gaine dans laquelle glisse l'électrode mobile (fig. 4).

Par suite de l'impossibilité du guidage absolu de l'électrode et aussi de la présence des vapeurs conductrices, des dérivations latérales permettent le rétablissement du régime électrique normal du four, sans cependant que l'électrode soit revenue dans la position qu'elle occupait au début de l'opération.

Ce phénomène s'accroît et le plan supérieur de fusion occupe une position de plus en plus élevée. Après un certain nombre d'heures de marche, la zone inférieure du corps fondu, trop éloignée du plan de fusion, devient pâteuse tout entière et la coulée n'est plus possible (fig. 5).

L'électrode est alors élevée d'une façon continue et l'opération ne tarde pas à ne plus pouvoir être

poursuivie ; le foyer se rapprochant de la partie supérieure du four et menaçant de la détruire, il faut alors procéder à l'enlèvement du pain formé après avoir interrompu le courant électrique (Fig. 6).

La fabrication rationnelle du carbure de calcium :

Fig. 5 et 6. Fabrication du pain de carbure  
Comm' de la fabrication      Fin de la fabrication

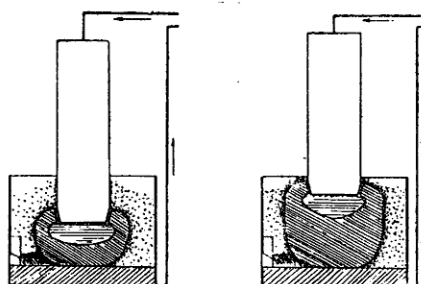
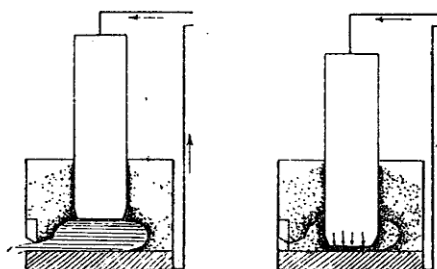


Fig. 7 et 8. Densité trop forte  
A la coulée      Après la coulée



en vue de l'obtention d'un rendement calorifique maximum, donnerait donc lieu à un procédé mixte qui conduirait à produire le carbure de calcium partie coulé, partie en pains. Malheureusement, les pains de carbure de calcium doivent subir un long et souvent difficile nettoyage ; si la surveillance n'est pas très active à l'usine, les ouvriers mettent en bidons le carbure de calcium non dépourvu de ses déchets. C'est ce qui explique la couleur noirâtre et le mauvais rendement en gaz qu'a parfois le carbure de calcium de certaines usines qui ne produisent que des pains.

La fabrication du carbure de calcium en pains évite la dépense d'énergie supplémentaire nécessitée au réchauffage pour l'obtention du carbure de calcium par voie de coulée, mais elle est, d'autre part, contraire à la meilleure utilisation de l'énergie électrique car, si au début des opérations, la résistance du carbure de calcium situé entre les électrodes est insignifiante, il n'en est plus de même lorsque le pain atteint une hauteur appréciable.

La perte d'énergie  $W$ , provenant de la résistance  $R$  de l'épaisseur de carbure qu'un courant électrique d'intensité  $I$  traverse, est donnée par la formule :

$$W = RI^2$$

dans laquelle :

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (2)$$

$\rho$  étant la résistivité du carbure de calcium,

$L$  l'épaisseur de carbure de calcium séparant l'électrode du dessus de la sole,

$S$  la section du pain de carbure.

Dans la formule donnant la valeur de la résistance,  $L$  croît avec le temps de fonctionnement ; par suite de l'élévation que l'on doit donner à l'électrode pour maintenir la tension constante  $\rho$  croît également avec le temps de fonctionnement, car le carbure de calcium est d'autant plus conducteur qu'il est plus chaud et par conséquent placé plus près de la partie inférieure de l'électrode où est concentrée l'action principale du foyer calorifique.

Dans les fours électriques coulant le carbure de calcium, ces pertes croissantes n'existent plus, car la couche de carbure située entre l'électrode et la sole est maintenue très chaude et est évacuée presque complètement à des intervalles réguliers et courts. Les phénomènes de rayonnement sont d'autre part, dans les fours électriques à coulée, moins à craindre pour la conservation des pièces composant le four, par suite de la moins grande masse du carbure conservé dans sa capacité.

Il est vrai que, pour éviter une partie de ces inconvénients, on peut fabriquer des pains larges et peu épais, mais alors il faut limiter considérablement

la durée des opérations, ce qui donne lieu à des défournements nombreux, à des manœuvres multiples, et à un redosage important des matières premières contenues dans le four et non converties.

D'autre part, le carbure de calcium coulé a sur le carbure de calcium en pains l'avantage de provoquer, à l'attaque par l'eau, un dégagement beaucoup plus lent, et de ne pas produire une mousse abondante qui rend l'emploi du carbure de calcium en pains absolument incompatible avec le bon fonctionnement de certains appareils générateurs d'acétylène, de sorte qu'une usine ne produisant que du carbure en pains s'exposerait à ne pas pouvoir donner satisfaction à certains clients spécifiant dans leurs commandes la nature du carbure à leur livrer.

Avant de conclure, il semble utile de résumer, en un tableau comparatif, ces deux genres de fabrication en rapprochant les avantages et inconvénients de chacun d'eux :

Carbure coulé	Carbure en pains
La couche de carbure laissée entre les électrodes et que doit traverser le courant est minima; il ne résulte aucune perte appréciable du fait de la résistance ohmique de cette couche.	L'épaisseur de cette couche croît avec le temps de fonctionnement. Il résulte une perte d'énergie du fait de la résistance du pain en formation.
Il faut dépenser une quantité de chaleur plus grande que celle nécessitée par la formation du carbure de calcium pour l'obtenir suffisamment fluide pour le couler.	On peut fabriquer avec le minimum de température et ainsi obtenir l'utilisation théoriquement la meilleure de l'énergie électrique pour la formation du carbure de calcium.
Les opérations peuvent être de longue durée et la fabrication peut être considérée comme continue.	Les opérations sont courtes et doivent être interrompues lorsque le pain de carbure atteint une certaine hauteur.
Sa fabrication permet de ne conserver dans le four qu'une masse très restreinte qui donne lieu à des phénomènes de rayonnement peu considérables.	Il est conservé dans le four une masse qui s'accroît avec le temps de fonctionnement et qui, maintenue chaude, donne lieu à des phénomènes de rayonnement qui déterminent souvent la détérioration des parois des fours.

Les coulées sont faciles à effectuer et n'occupent guère les hommes dans les fours bien étudiés.	La manutention des parties mobiles des fours et celle des pains de carbure de calcium et la réfection des soles sont longues et souvent difficiles.
N'a besoin d'aucun nettoyage à sa sortie du four électrique.	Doit être nettoyé; ce nettoyage est long et souvent difficile.
Pas de perte de matières provenant du nettoyage du carbure de calcium et pas de redosage du mélange.	Redosage du mélange non converti entourant le pain de carbure de calcium du fait du grillage du charbon, au défournement du pain de carbure.
L'attaque à l'eau est relativement lente.	L'attaque à l'eau est très rapide et il y a souvent formation abondante de mousse.

L'avantage, au point de vue économique, reste donc nettement au carbure de calcium coulé à condition que sa fabrication soit bien réglée et puisse éviter les inconvénients déjà signalés d'une densité de puissance trop élevée et la conclusion de la théorie et de la comparaison qui précède est que le carbure de calcium doit être produit avec la densité de puissance théoriquement la meilleure, c'est-à-dire une densité faible, et doit néanmoins être obtenu par voie de coulée, en évitant le plus possible la formation des pains.

J'ai cherché à réaliser ces deux résultats qui paraissent tout d'abord contradictoires, d'après la théorie que j'ai précédemment exposée.

J'ai imaginé à cet effet un four électrique (fig. 1), qui semble devoir permettre de fabriquer le carbure de calcium avec une densité de puissance faible et néanmoins de l'évacuer très fluide grâce à un moyen spécial de réchauffage.

Bien des inventeurs ont cru que la discontinuité du fonctionnement du four électrique provenait de l'obstruction du trou de coulée et dans cet ordre d'idées ont imaginé des moyens mécaniques ou électriques de débouchage de ce trou.

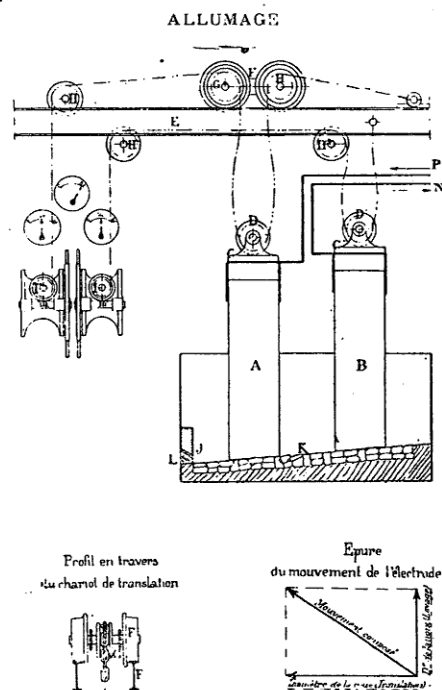
C'est là en partie une erreur, car il s'agit de rendre liquide le carbure de calcium à l'intérieur du four. Lorsque cette condition est remplie, le débouchage même du trou de coulée est suffisamment facile

pour que l'on n'ait recours à aucun moyen spécial mécanique ou électrique.

Le four dont je vais vous entretenir évite la formation de la gaine pâteuse qui oblige à monter conti-

#### *Four électrique à 2 électrodes (Système KELLER)*

permettant la fabrication rationnelle du carbure de calcium avec une faible densité de puissance et le rechauffage du carbure pour la coulée.



nuellement l'électrode, et rend les coulées difficiles et quelquefois impossibles.

Il permet en outre de supprimer les pertes constantes d'énergie dans les soles ordinairement employées, car il n'utilise la sole que comme plan de fusion et non comme conducteur intermédiaire ; on peut, avec lui, déplacer le foyer au moment de la coulée et concentrer toute son action calorifique, qui

en marche courante est répartie entre deux points, près de l'orifice de sortie du carbure de calcium.

Ce système permet encore d'obtenir un four électrique de très grande puissance à fonctionnement continu pendant toute la durée des électrodes par suite de la réunion dans une même capacité de deux foyers distincts susceptibles de fonctionner à la tension maxima qui puisse être employée, et sans que cela oblige à une élévation constante des électrodes.

### DESCRIPTION

Le four comporte deux électrodes, A et B, disposées verticalement ; celle A est attachée à une chape C, montée sur l'axe d'une poulie de moufle D, sur laquelle s'enroule une chaîne passant sur une noix G, calée sur l'un des essieux d'un chariot F, monté sur des rails E ; l'un des brins est attaché en un point fixe de la charpente, l'autre s'enroule sur des poulies de renvoi HH, et passe sur la noix d'un treuil à vis sans fin I, commandé par volant.

L'électrode B est attachée à une chape C, montée sur l'axe d'une poulie de moufle D', sur laquelle s'enroule une chaîne fixée par une extrémité en un point fixe, et passe sur les poulies de renvoi H', puis sur la noix du treuil à vis sans fin I', commandé aussi par volant.

L'orifice du four J est disposé au bas de la paroi intérieure du foyer, au niveau de la sole K, et peut comme à l'ordinaire être fermé par un tampon L en matière réfractaire.

La sole K est formée par un massif de briques réfractaires recouvert d'un lit de charbon ou autre corps conducteur quelconque suivant les réactions à obtenir.

### FONCTIONNEMENT

Pour la mise en marche, les deux électrodes A et B sont amenées sur la sole à l'aide de leur appareil de levage et les chaînes C et D sont quelque peu détendues. La dynamo qui envoie le courant dans ces électrodes est alors mise en marche et ce courant arrive par un conducteur P à l'électrode A, traverse la couche conductrice formant le dessus de la sole, la

porte à l'incandescence, puis retourne à la source par l'électrode B et le conducteur N. Les matières à traiter sont alors introduites dans le four par la partie supérieure.

La résistance de la partie incandescente du charbon de la sole placée entre les deux électrodes A et B est assez grande au début de l'opération pour ne pas permettre de mettre immédiatement la dynamo en charge, ce qui est d'une grande importance pour la conservation de la machinerie ; cette résis-

#### A LA COULÉE

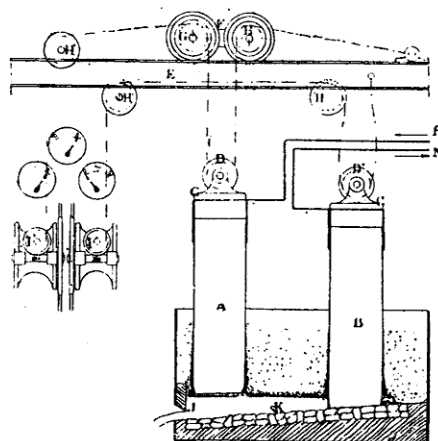


FIG. 2.

tance diminue rapidement par suite de la formation d'un bain résultant de la fusion de la chaux et les électrodes sont levées progressivement pour le réglage de la tension.

Le four fonctionne alors avec deux foyers bien distincts en série, les matières interposées servant de conducteur commun et possédant à chacune de leurs extrémités un pôle de nom contraire.

Au fur et à mesure de la fusion des matières, on lève les électrodes afin de maintenir la tension constante, tout comme dans un four ordinaire ; l'électrode B est déplacée verticalement et horizontalement, c'est-à-dire suivant une composante oblique ascendante.

Après un certain nombre d'heures, on peut procéder à la coulée de la matière fondue en enlevant le tampon L et en débouchant l'orifice J.

A ce moment, l'électrode A a été rapprochée en raison de la composante horizontale de son déplacement et se trouve près de l'orifice J. Le foyer antérieur correspondant s'est donc ainsi également déplacé dans le même sens, et il s'ensuit que la partie pâteuse qui, dans les fours ordinaires, se forme près de l'orifice de coulée, est amenée dans un état de fluidité parfaite et que rien ne s'oppose à la coulée.

D'autre part, un certain temps avant la coulée, les treuils de l'appareil de levage sont au besoin manœuvrés ensemble et en sens inverse, de telle façon que l'on élève l'électrode A tandis que celle B s'abaisse. Ce double mouvement mécanique a pour effet de mettre cette dernière électrode B en court circuit avec la sole et par conséquent de supprimer l'effet calorifique du foyer correspondant, puis de doubler, en conséquence, la résistance du foyer de l'électrode A et, par suite, d'augmenter sa puissance calorifique. Le rapport de ces deux mouvements de sens inverse est déterminé de façon que les déplacements des deux électrodes correspondent à une augmentation de puissance de l'un des foyers équivalant à la diminution de l'autre.

L'équilibre électrique du système au moment de cette manœuvre est rendu très facile à obtenir par les lectures faites à trois voltmètres donnant, les deux premiers la tension de chacun des foyers, le troisième la tension totale, les deux premiers étant branchés entre la sole et chacune des deux électrodes, le troisième entre les deux électrodes.

L'accroissement de la tension indiquée au voltmètre correspondant au foyer antérieur doit être égal à la diminution de celle indiquée au voltmètre correspondant au foyer postérieur et, quand au moment de la coulée, le premier est, par exemple, amené à la tension totale, le second doit être amené au 0°. Ce voltmètre branché entre la première et la deuxième électrode doit donc donner une indication constante pendant tout le temps de la marche du four et la charge de la dynamo reste toujours constante, par conséquent.

Pour terminer, je résumerai les points caractéristi-

ques, dans son application à la fabrication du carbure de calcium, du système que je viens de décrire :

Au point de vue électrique :

1. Disposition parallèle des faisceaux de conducteurs aller et retour des bornes de source d'énergie à celle du four, d'où réduction au minimum de la boucle de self-induction.

2. Emploi de sections de cuivre deux fois plus faibles que dans un four de même puissance du type à une électrode mobile par suite de la présence dans le four de deux foyers en tension.

3. Suppression de la sole au point de vue électrique.

4. Réversibilité de l'énergie calorifique de l'un des deux foyers sur l'autre et *vice versa*, sans déséquilibre électrique.

Au point de vue de la fabrication :

1. Possibilité de fabriquer le carbure coulé avec une densité de puissance minima et dans un four de grande puissance.

2. Possibilité de couler facilement le carbure de calcium formé en doublant la densité de puissance près du trou de coulée et cela sans risque de volatilisation de la chaux. l'augmentation d'intensité calorifique étant localisée temporairement sur le *carbure produit* et non sur le *mélange à traiter*.



**SUR L'ÉTABLISSEMENT**  
DES  
**Lignes à courant alternatif à haute intensité**

par **M. C. SIMON**  
**Ingénieur**

Directeur de la Société Electro-Métallurgique de St-Béron (Savoie)

---

La fabrication du carbure de calcium au moyen du courant alternatif a donné lieu au début à de graves mécomptes provenant du défaut d'établissement des canalisations à haute intensité.

Ces canalisations présentent des inconvénients très sérieux et des particularités fort intéressantes.

Avant de s'engager dans leur étude, il est bon de se rappeler ce qui se passe dans un conducteur parcouru par un courant au point de vue du champ magnétique environnant.

Dans le cas d'un courant continu, ce champ magnétique est constant en grandeur et en direction ; ses lignes de force tournent régulièrement autour de l'axe du conducteur et il n'a dans ce cas aucun effet nuisible.

Dans le cas des courants alternatifs, il en est tout autrement ; le champ magnétique est essentiellement variable en grandeur et en direction ; il suit exactement les variations du courant qui l'engendre lorsque ses lignes de force cheminent à travers des substances non magnétiques.

L'existence de ce champ magnétique donne lieu à la conclusion suivante :

« Tout conducteur soumis à un champ magnétique  
« alternatif est le siège d'une force E. M. alternative  
« qui est à chaque instant de signe contraire à celle

« du courant générateur. Cette F. E. M. ainsi produite  
« est une F. E. M. de self-induction ».

Ces effets de self-induction ne sont pas très considérables lorsque l'intensité du courant est faible et que par suite le conducteur n'atteint pas une grande section ni une grande longueur ; mais ils croissent avec la longueur du conducteur considéré et son diamètre ainsi qu'avec l'intensité, comme le démontre le calcul suivant :

La F. E. M. de self-induction dont le conducteur est le siège est égale à chaque instant à la vitesse de variation du champ magnétique  $\frac{d\varphi}{dt}$ . Sa vitesse est proportionnelle à la vitesse du courant  $\frac{di}{dt}$ , et l'on peut toujours écrire :

$$\text{F. E. M. par unité de longueur} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{K di}{dt}$$

K étant un coefficient quelconque.

Si le courant se rapproche de la forme sinusoïdale, on peut écrire :

$$i = I \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$\text{or} \quad \frac{2\pi}{T} = \omega = 2\pi f$$

$$\text{donc : } i = I \sin \omega t.$$

par suite la force électro-motrice sera égale à :

$$e^l = \frac{1}{10^8} \times \frac{d\varphi}{dt} = K \frac{di}{dt} = \omega I \cos \omega t.$$

en substituant

$$e^l = K \omega I \cos \omega t.$$

d'où  $e^l \text{ eff.} = K \omega I \text{ eff.}$

Dans tous les calculs qui précèdent, le coefficient K n'est pas autre chose qu'un coefficient de même dimension qu'un coefficient de self-induction ; il décroît légèrement avec le diamètre du conducteur ; donc la F. E. M. par unité de longueur est d'autant plus considérable que le courant efficace est plus élevé.

Les calculs ci-dessus démontrent bien que cette étude n'est réellement à considérer que pour des courants d'intensité élevée.

Avant de montrer cela par un exemple, nous indiquerons que le coefficient K dont nous nous sommes servis

ci-dessus a été déterminé pour plusieurs intensités par M. Blondel.

Afin de fixer les idées, nous allons chercher la F. E. M. induite par self-induction dans un conducteur formé d'un câble de 10 millimètres de diamètre parcouru par un courant de 100 ampères, de fréquence 50, ayant 100 mètres de long.

En nous reportant aux tables établies par M. Blondel, nous constatons que le coefficient K admis en l'espèce est de 18,87.

En appliquant la formule précédente, on a :

$$e^1 = \frac{18.87 \times 314.16 \times 100 \times 10^{-6}}{k \omega l} = 0 \text{ volt } 59$$

La perte calculée par résistance chimique d'un pareil conducteur est de 2 volts ; on voit donc que pour 100 ampères, cette perte par self-induction est loin d'être négligeable ; elle est dans le rapport de 1/4 avec la F. E. M. induite par self-induction.

Si le même conducteur était parcouru par 1000 ampères, le calcul donnerait pour la valeur de  $e^1$ , en conservant la même densité de courant :

$$e^1 = 13.2 \times 10^{-6} \times 314.16 \times 1.000 = 4 \text{ volts } 5$$

$$e^1 = 4 \text{ volts } 15$$

On voit donc que la perte provenant de ce fait est à envisager dans tous les cas et qu'il faut soigneusement en tenir compte lorsqu'on établit une ligne distribuant un courant à haute intensité à des fours électriques.

Le champ magnétique donne lieu à un autre phénomène.

Si nous considérons un circuit à haute intensité pour four électrique, circuit généralement court et faisant une boucle, on peut considérer cette boucle comme engendrant un champ magnétique alternatif dont les lignes de force sont dirigées perpendiculairement au plan de la boucle.

Il naît de ce chef dans les conducteurs une force contre-électro-motrice indépendante de celle dont nous venons de parler plus haut qui était due à l'action du conducteur sur lui-même ; cette force contre-électro-motrice qui est une force électro-motrice d'induction

mutuelle est naturellement proportionnelle à la longueur du conducteur et à l'intensité qui le parcourt.

Dans ce cas, le coefficient  $K$  devient  $K'$  et est proportionnel au logarithme de la distance de deux conducteurs quand ceux-ci sont parallèles, ainsi que l'a indiqué M. Blondel.

On voit donc que plus la boucle offrira de surface, plus la force contre-électro-motrice sera importante.

Pour fixer les idées, nous allons reprendre l'exemple précédent, et nous supposerons deux conducteurs de 100 mètres parallèles d'une section de 78,5 millimètres carrés et parcourus par un courant de 1.000 ampères.

La perte chimique dans ces conducteurs sera égale à 4 volts 8 et la F. E. M. induite par self-induction sera égale à :

1<sup>o</sup> Si les conducteurs sont espacés de 10 c/m.

$$e^l = 2 \times 46,05 \times 10^{-9} \times 314,16 \times 1.000 = 29 \text{ volts.}$$

2<sup>o</sup> Si les conducteurs sont espacés de 30 c/m.

$$e^l = 2 \times 68 \times 10^{-9} \times 314,16 \times 1.000 = 42 \text{ volts G}$$

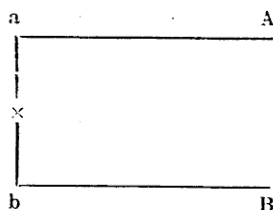
Les coefficients 46,05 et 68 ont été empruntés aux tables de M. Blondel.

Les calculs ci-dessus montrent donc bien que ces pertes sont extrêmement importantes et qu'elles peuvent atteindre 10 fois et plus la perte chimique.

Il est maintenant intéressant de voir comment vont agir ces forces électro-motrices.

Soit un circuit A.a.b.B. et un récepteur quelconque R occasionnant un décalage.

La différence de potentiel à un instant donné est donnée par l'expression :



$$v^A - v^B = v^A - v^a + v^a - v^b + v^b - v^B$$

En appelant  $V$  la différence de potentiel entre A et B,

et  $U$  la différence de potentiel utile, on a à chaque instant :

$$v = U + \text{chute de tension}$$

Si les 2 conducteurs ne présentaient pas de F. E. M. induite, cette chute de tension serait  $rI$ ,  $r$  étant leur résistance ohmique, mais ils en présentent deux, dont les expressions sont à chaque instant, comme nous l'avons montré tout à l'heure :

$$K \omega I \cos \omega t.$$

et

$$K' \omega I \cos \omega t$$

Ces deux expressions étant de même forme on peut écrire que leur somme est :

$$K \omega I \cos \omega t$$

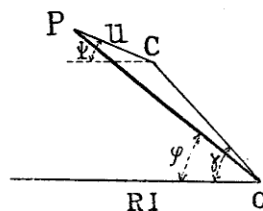
L'expression générale de la différence de potentiel instantanée est :

$$V \sin. \omega t. = U \sin. \omega t. + r I \cos. \omega t + K \cos. \omega t.$$

Cette différence de potentiel est donc une somme de 3 sinusoides et en effectuant cette somme, ainsi que l'indique le schéma ci-contre, en ajoutant géométriquement les vecteurs qui les représentent, on voit alors très nettement l'influence de la résistance du conducteur.

A partir d'un point  $O$ , portons une longueur égale à  $r I$  suivant la direction de  $I$ . A l'extrémité de ce vecteur, portons perpendiculairement une longueur égale à  $K \omega I$ :

La ligne  $OC$  sera le produit de l'impédance par l'intensité.



Ce vecteur sera décalé d'un angle  $\gamma$  sur la direction de  $I$ . A partir du point  $C$ , portons le vecteur  $U$  décalé de l'angle  $\phi$  et représentant la différence de potentiel utile; la ligne  $OP$  fermant le polygone sera la différence de potentiel  $V$ .

On voit donc que de toute façon le coefficient  $K$  augmente le décalage de  $V$ , c'est-à-dire l'angle  $\phi$ , et il

s'ensuit que  $V$  sera, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus décalé et plus grand que  $K$  sera plus grand, que l'intensité considérée sera plus grande, et la surface de la boucle plus considérable.

On voit donc que pour une intensité donnée, il faudra restreindre le plus possible la surface de la boucle formée par le circuit, rapprocher autant que possible les conducteurs ainsi que les bornes du récepteur.

Ces conditions peuvent être facilement remplies dans les fours électriques, car la différence de potentiel mise en jeu est peu considérable ; il s'ensuit donc que la distance dangereuse entre deux conducteurs de polarité différente est très faible.

On pourrait diminuer la perte de voltage dans une certaine mesure en diminuant la résistance du circuit et en augmentant par conséquent la section de cuivre.

Cela est une considération économique à envisager dans chaque cas particulier.

On voit également que la réactance  $K \cdot \omega$  dépend aussi de la fréquence des alternateurs employés. Cette fréquence est d'ailleurs toujours comme donnée à l'avance.

Comme conclusion, on peut dire que dans l'établissement des lignes à courant alternatif

1° A haute intensité, il faut se préoccuper de rapprocher autant que possible, les conducteurs du circuit.

2° Eviter les pièces métalliques rapprochées du circuit.

En effet, le champ magnétique alternatif qui environne les conducteurs provoque des F. E. M. dans les pièces métalliques environnantes. Ces F. E. M. engendrent des courants parasites dits courants de Foucault se traduisant par une dépense supplémentaire d'énergie.

Ces pièces métalliques sont généralement des boulons, des plaques de serrage et autres pièces en fer ou en fonte que l'on devra rigoureusement proscrire parce qu'elles sont magnétiques et que, soumises au champ magnétique alternatif, elles donnent lieu au phénomène bien connu de l'hystérésis.

Ce phénomène correspond à une dépense anormale d'énergie dans le métal et à un échauffement exagéré du conducteur aux points de serrage.

Cette dépense est assez forte, car dans le fer la perte par hystérésis peut atteindre même pour induction faible 3 à 4.000 c.g.s. soit environ 1 watt 5 par kilog.

En supposant une installation comportant 400 kilog. de fer, cela représente une perte de 600 watts par circuit, et si l'usine considérée possède 10 circuits installés de cette façon, la perte totale sera de 6.000 watts, représentant pour 300 jours de marche environ 9 tonnes de carbure au moins.

Un inconvénient aussi sérieux de l'hystérésis est le décalage supplémentaire que cette perte par l'hystérésis occasionne dans le circuit grâce à l'augmentation du coefficient de self-induction et d'induction mutuelle ; cet inconvénient est extrêmement grave et il peut en résulter des pertes de puissance que des expériences seules permettent d'évaluer.

Il y a donc intérêt majeur à se servir de plaques de serrage en bronze d'une très grande résistance mécanique, mais de faible perméabilité magnétique, de façon à diminuer le plus possible les courants de Foucault.

Il est bien évident que les boulons devront être également en bronze.

3° Comment peut-on constituer un circuit à haute intensité ?

Pour résoudre cette question, il faut tenir compte du phénomène particulier qu'offrent les courants alternatifs de se porter aux extrémités des conducteurs qu'ils parcourent.

La densité du courant dans ces conducteurs n'est pas la même dans tous les éléments de la section ; le courant a en effet des tendances à se porter vers la surface. Un conducteur cylindrique parcouru par un courant alternatif présente une résistance plus grande que s'il est parcouru par un courant continu de même ampérage ; cela tient à ce que la section réellement utilisée est moindre à cause de cette tendance du courant de se porter à la périphérie.

Cette résistance est égale à la résistance du même conducteur parcouru par un courant continu multiplié par un coefficient plus grand que 1.

Ce coefficient dépend pour le cuivre de la valeur

$$\frac{D^2 F}{10^7}$$

F étant la fréquence de l'alternateur considéré et D le diamètre du conducteur. Pour une fréquence donnée, cet effet sera d'autant plus prononcé que le diamètre sera plus grand. Tant que le conducteur n'atteint pas 1 centimètre de diamètre et que la fréquence ne dépasse pas 50 à 60, cet effet n'est pas sensible. Mais pour des courants de 3 à 6.000 A. employés fréquemment on serait conduit, en employant des conducteurs cylindriques uniques, à doubler ou à tripler la résistance des conducteurs ; la perte ohmique et la perte joule seraient naturellement doublées ou triplées.

Pour obvier à cet inconvénient, il convient de développer la surface du conducteur ; il est venu au début à l'idée d'employer des tubes en cuivre électrolytique de haute conductibilité, mais cette façon de relier les alternateurs aux fours a été rapidement abandonnée parce que les tubes sont très coûteux, les raccords peu commodes à faire, la pose fort onéreuse.

Il est bien préférable de constituer les conducteurs par des lames de cuivre de 3 à 5 millimètres d'épaisseur sur 150 à 200 millimètres de haut ; ces lames sont placées de champ et laissent entre elles un espace égal à leur épaisseur de façon à faciliter la ventilation de l'ensemble.

La pose d'un pareil système est très facile ; quant aux connexions avec les fours, elles sont très simples, car il suffit d'entrelacer les lames des deux faisceaux à réunir en serrant le tout au moyen de plaques de bronze.

On a ainsi une très grande surface de contact et on évite les phénomènes d'hystérésis.

On doit s'abstenir aussi de relier les fours aux alternateurs par des câbles cylindriques peu nombreux, la perte dans ces conducteurs étant considérable pour les raisons que nous avons énumérées plus haut. Il en est de même pour les canalisations amenant le courant aux charbons.

On emploie pour cela avec avantage un faisceau de lames de cuivre peu épaisses et peu larges de façon à obtenir toute la souplesse voulue ; si l'on emploie des câbles souples, il faut éviter que leur diamètre soit supérieur à 10 millimètres sinon ils seront nombreux et rempliront les conditions requises.

En résumé, les circuits destinés à desservir les fours électriques doivent être aussi courts que possible, les conducteurs parallèles doivent être formés de lames de cuivre séparées par des intervalles d'air avec intervention de polarité et aussi rapprochés que possible. Il faut éviter que la surface de la boucle que décrivent les circuits soit trop considérable ; cela est si important que certains inventeurs viennent de se préoccuper de cette question et de préconiser un dispositif donnant des résultats meilleurs.

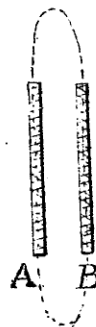
Toutes les pièces de métal servant à des serrages doivent être en métal non magnétique. Cela est très important, et dans une installation que nous venons de visiter récemment, nous avons constaté autour des plaques de fer formant serrage des conducteurs des températures de plus de 150 degrés alors que les conducteurs sur d'autres points atteignaient à peine 60 degrés.

L'observation de toutes ces considérations amène pour une même puissance mise en jeu une augmentation de rendement très sensible et diminue de ce fait le prix de revient.

\* \*

A titre complémentaire, voici une méthode que nous proposons pour mesurer l'induction à laquelle sont soumises les plaques de fer de serrage.

Le flux engendré étant circulaire autour des conducteurs traverse la plaque de serrage comme l'indique le croquis ci-contre. Si nous plaçons des spires suivant A B il s'y développera une F. E. M. que l'on peut mesurer car on aura un petit transformateur à circuit magnétique ouvert.



Cette F. E. M. a pour valeur :

$$e = \frac{n \omega \varphi}{10^8 \sqrt{2}}$$

expression dans laquelle  $n$  est le nombre de spires.  $\omega = 2\pi F$ ,  $F$  étant la fréquence et  $\varphi$  le flux ; on peut donc, par l'équation ci-dessus et une mesure de  $e$ , déduire le flux  $\varphi$ , et connaissant la section du fer on déduira l'induction  $B$ .



# Sur le décalage d'un courant alternatif

## DANS LES FOURS ÉLECTRIQUES

par M. C. SIMON, ingénieur

Directeur de la Société Electro-Métallurgique de St-Béron (Savoie)

---

Lorsqu'on a songé à employer pour la fabrication du carbure de calcium le courant alternatif, on n'a pas tenu compte du phénomène du décalage du courant sur la force E. M. qu'il engendre, et on a été très étonné de voir qu'on n'obtenait point les rendements espérés tout d'abord.

Ce phénomène du décalage était, à ce moment-là, pratiquement peu connu.

M. BLONDEL l'avait étudié, mais ses expériences n'avaient porté que sur des arcs de faible intensité et, plus spécialement, sur des arcs destinés à l'éclairage ; il a présenté à l'Académie des Sciences, en 1893, un travail très complet sur le décalage du courant dans les lampes à arc.

Nous avons eu à étudier une installation destinée à la fabrication du  $\text{CaC}^2$  au moyen du courant alternatif, dans laquelle, pour des raisons purement locales, les fours avaient été placés à 18 mètres des générateurs.

Dans cette installation, les lignes étaient composées de câbles de plusieurs torons, d'une section totale de 400 millimètres carrés. Ces câbles étaient parfaitement parallèles et intervertis quant à la polarité.

Par suite des effets de self-induction que nous avons précédemment expliqués, nous avons constaté dans cette installation une perte de puissance très considérable, et lorsque nous avons effectué des mesures précises, nous avons trouvé un facteur de puissance égal à 0,54.

L'installation des lignes était en très grande partie, cause de ce faible facteur de puissance, mais il y avait aussi comme autres causes importantes le système de pince employé, le système de four, le peu de section des électrodes.

Nous avons modifié cette installation et, pour des alternateurs de 350 et 400 kw, nous avons pu ramener le décalage total à 0,84 et 0,82 pour 314 et 365 kw.

Il est intéressant de savoir comment dans chaque cas spécial on peut mesurer ce facteur de puissance : une méthode assez simple, mais coûteuse, parce qu'elle exige des installations préparatoires assez considérables, consiste à placer dans le circuit à étudier un ampèremètre shunté et un voltmètre, et à marcher ensuite sur les fours, la turbine ayant une ouverture donnée.

On fait sur les appareils de mesure de fréquentes lectures simultanées et, au bout de 5 ou 6 heures, on peut obtenir le nombre de kw moyens développés par le groupe électrogène.

Cela fait, on établit un rhéostat en maillechort que l'on place dans un bac comportant une circulation d'eau très active.

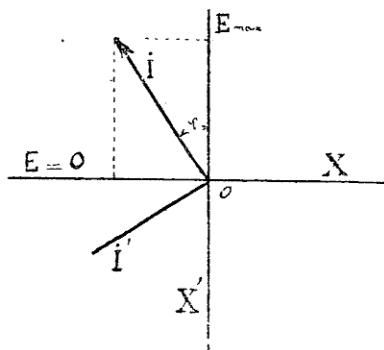
Ce rhéostat est branché sur chacune des bornes de l'alternateur, avec interposition évidemment de l'ampèremètre et du voltmètre que l'on avait précédemment employés ; on remet en marche le groupe en faisant absorber par le rhéostat toute la puissance fournie par la turbine ayant la même ouverture d'auget que dans l'expérience précédente. On fait encore de fréquentes lectures sur les appareils de mesure et comme on a agi sur une résistance sensiblement non inductive, il s'ensuit que cette dernière expérience donne le nombre de kwatts développés.

Le quotient  $\frac{\text{kwatts}}{\text{kwamp}}$  donne le décalage total de l'installation.

Cette mesure permet aussi de déterminer exactement le rendement de l'alternateur ou de la turbine en connaissant soit le rendement global du groupe, soit le rendement de l'un de ses éléments.

Une autre méthode que nous venons d'étudier récemment peut être appliquée à la mesure du décalage. Avant

de l'exposer, il est bon d'expliquer quelques considérations techniques.



Considérons les vecteurs représentatifs d'une F. E. M. et d'un courant décalé d'un angle  $\varphi$ . Quand  $E = 0$ ,  $I$  a une certaine valeur,  $I'$  par exemple, on peut donc écrire :

$$I' = I \sin \varphi$$

Quand  $E$  est maximum,  $I$  a une autre valeur  $I''$  et on peut donc écrire :

$$I'' = I \cos \varphi$$

donc :

$$\frac{I'}{I''} = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \tan \varphi$$

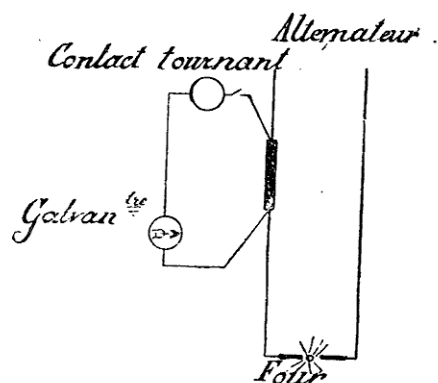
La déduction de  $\varphi$  dépend donc de la mesure de  $I'$  et de  $I''$ .

Pour effectuer cette mesure, on place dans le circuit une résistance non inductive appropriée, un shunt d'ampèremètre, par exemple, parcouru par le courant total.

Le principe de cette méthode consiste à déterminer la différence de potentiel  $V$  aux bornes de cette résistance quand la F. E. M. est nulle et quand la F. E. M. est maxima.

Pour cela, on cale sur l'arbre d'un alternateur un contact tournant ainsi que l'indique le schéma de la page suivante.

On fait agir ce contact au moment où le flux est maximum et au moment où il est nul et l'on observe les déviations obtenues au moyen d'un galvanomètre quelconque.



Le rapport des deux déviations donne  $\tan \varphi$  tout aussi bien que le rapport des deux intensités.

Il n'est pas utile d'avoir au préalable un instrument étalonné, mais la résistance devra être choisie de telle façon que le régime du circuit ne soit pas changé.

On peut aussi déterminer le décalage soit au moyen des oscillographes Blondel, soit encore au moyen d'un wattmètre, mais ces appareils sont extrêmement coûteux pour les intensités considérées ; leurs indications sont peu précises et il ne faut pas songer n'y faire passer qu'une partie du circuit, car le décalage de cette fraction du circuit est plus ou moins considérable, selon le montage de l'appareil, que le décalage de l'ensemble.

Nous avons observé à plusieurs reprises que ce décalage diminuait avec une augmentation d'intensité, nous l'avons trouvé égal dans un même circuit à 0,78 pour 3.000 ampères et 0,81 pour 4.000 ampères.

Comme conclusion, il y a intérêt majeur à établir des fours et des pinces donnant les plus faibles effets magnétiques possibles et à construire les canalisations

---

comme nous l'avons indiqué dans notre travail précédent.

On évitera ainsi de très sérieuses pertes de puissance et dans une même installation vérifiée avec soin à ces points de vue, on pourra, dans pas mal de cas, augmenter la production et même utiliser la force disponible.



## É T U D E

SUR LES

# Variations de rendement du carbure de calcium

En poids et en litres de gaz

**Par M. Albert KELLER**

Directeur technique de la Compagnie Electro-Thermique Keller, Leloux et Cie (anciennement Compagnie Electro-Métallurgique des Procédés Gin et Leloux), à Paris.

---

L'équation de réaction :



indique que, théoriquement, il faut pour obtenir le carbure de calcium traiter un mélange composé en poids de 56 parties de chaux et de 36 parties de charbon.

—Avec un tel mélange composé de matières suffisamment pures, le carbure de calcium obtenu, par un *traitement électrique convenablement approprié*, donne environ 340 litres de gaz acétylène au kilogramme.

Si la proportion de chaux du mélange est augmentée sans que le régime électrique le soit, l'excédent de chaux n'entre pas en réaction, reste mélangé à l'état de chaux fondue au carbure produit, et cristallise avec lui au refroidissement.

La chaux fondant à une température inférieure à celle nécessitée par la réaction de formation du carbure de calcium, il en résulte que, lorsque le mélange contient un excédent de chaux, le rendement en poids du carbure produit (mélange de carbure de calcium et de chaux fondue) augmente.

Inversement, le rendement en litres de gaz par kilogramme considéré n'est plus composé qu'en partie de carbure de calcium.

Si, au contraire, la proportion de chaux du mélange est diminuée, l'excès de charbon reste mélangé au carbure obtenu qui prend alors une couleur noirâtre. Si cet excès de charbon est considérable, le corps obtenu n'est plus qu'une masse graphitisée, très friable, parsemée d'infiltrations de carbure de calcium.

Nous rappelons que cette masse noire est encore produite quand on soumet le mélange à une température trop élevée, c'est-à-dire lorsqu'on emploie des constantes électriques mal appropriées au type de four employé.

Il nous a semblé intéressant, tant au point de vue technique qu'au point de vue industriel, de fixer les variations inverses des rendements en poids et en litres de gaz du produit obtenu dans un four électrique bien approprié, dans lequel est traité un mélange de chaux et de charbon en proportions variables.

Nous avons, à cet effet, entrepris de nombreuses expériences pour déterminer les points des deux courbes représentant ces variations.

Nous avons fait nos premières expériences de février à mai 1899, à l'usine de Méran (Autriche), avec trois fours électriques, soit une puissance de 4,000 HP. Le régime moyen des fours électriques était le suivant :

Intensité . . . . .	7.500 ampères.
Tension . . . . .	30 volts.

Les rendements en gaz ont été ramenés à la pression de 760 m/m et à la température de 15°.

Avec la même puissance, nous avons complété ces expériences en février 1900, à l'usine de Milan (Italie), avec le même type de four électrique.

Les différentes valeurs mentionnées sur les échelles verticales correspondent au produit obtenu par le traitement d'un mélange de 100 parties de chaux et de quantités de charbon croissant par 5 kilogs. L'échelle de droite donne les rendements en litres de gaz, celle de gauche ceux en kilogrammes par kilowatt-jour effectif.

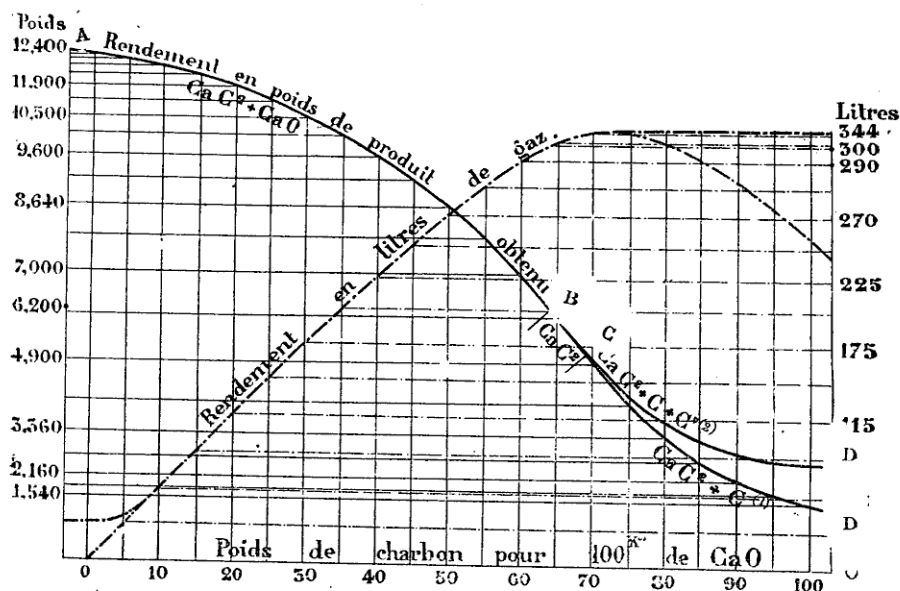
Il est à remarquer que la courbe du rendement en gaz a dû être rectifiée pour obtenir le 0° ; étant donnée la forte section de l'électrode employée dans le four qui a servi à réaliser les expériences, il s'est formé,

avec le charbon qui la compose, une faible quantité de carbure de calcium, alors même qu'on introduisait seulement de la chaux pure dans le four électrique.

La partie de la courbe tracée en trait plein repré-

### Courbes comparatives

Expériences faites aux Usines de Méran et de Milan, 1899-1900



(1) Charbon mélangé au  $\text{CaC}_2$  et lui donnant une teinte noire.

(2) Charbon non combiné et graphitisé en partie et pouvant être séparé du carbure.

sente, de A en B, les poids de mélange du carbure de calcium et de chaux fondue ; de B en C, ceux du carbure de calcium à peu près pur ; la partie de C en D, tracée en trait plein, représente les poids de mélange de carbure de calcium et de charbon débarrassé de sa gangue charbonneuse ; enfin, celle tracée en éléments de C en D représente ces derniers poids de carbure de calcium non débarrassé de sa gangue charbonneuse résultant de l'excès de charbon introduit dans le mélange.

L'examen des courbes montre que le rendement de 300 litres correspond à un rendement en poids de 6 kilogs 200 par kilowatt-jour effectif, tandis que celui de 290 litres correspond à un rendement en poids de 7 kilogs.

Prenant en considération l'augmentation de l'importance du prix de transport avec la diminution du rendement du carbure de calcium en litres de gaz, on constate que les usines trouveraient grand avantage à fabriquer du carbure de calcium à 290 litres au lieu de 300. Si les fabricants étaient disposés à faire profiter de cet avantage les consommateurs, et cela dans une juste mesure, il y aurait bénéfice pour tous.

Si l'on ajoute que les fours électriques, dans ces nouvelles conditions, auraient un fonctionnement qu'il serait plus facile de rendre continu, grâce à l'excès de chaux à introduire dans le mélange pour obtenir le carbure de calcium à 290 litres, plus facilement liquéfiable, on conclut qu'il serait intéressant que le carbure de calcium fût reconnu marchandise commerciale pourvu qu'il fournisse au moins *290 litres de gaz*.

Cette garantie cependant est insuffisante, car le succès de l'acétylène, dans l'éclairage, est subordonné à l'économie réalisée avec son emploi, concurremment avec le pétrole, le gaz de houille, l'électricité, etc.

Aujourd'hui que la distribution de l'acétylène par canalisation et au compteur est réalisée, que des stations centrales existent et vendent ce gaz comme on vend le gaz de houille, les usines de fabrication du carbure de calcium doivent être à même de donner d'autres garanties que celles actuelles ne portant que sur le rendement en litres de gaz, sans que la qualité de ce gaz soit exactement définie.

Le terme de comparaison des divers éclairages est la carcel-heure, pour laquelle il s'agit d'obtenir un prix de revient minimum. Considérant l'éclairage à l'acétylène, ce prix est fonction, non seulement du rendement en litres de gaz du carbure de calcium, mais encore du pouvoir éclairant du gaz produit avec ce carbure. Or, ce pouvoir éclairant varie sensiblement avec les différents carbures.

Tel carbure de calcium fabriqué avec de la chaux et du charbon exempts d'impuretés, dans un four électri-

que bien conçu, produit de l'acétylène presque pur dont l'emploi, pour l'éclairage, ne nécessite aucune épuration.

Tel autre, au contraire, fabriqué avec des matières premières de mauvaise qualité, dans un four mal approprié, donne un mélange d'acétylène et d'autres gaz tels que hydrogènes phosphorés et siliciés ou non, oxyde de carbone, etc... qui obligent à une épuration, quelquefois très difficile, pour les applications à l'éclairage.

Il serait donc nécessaire d'imposer aux fabricants de carbure de calcium une garantie relative au pouvoir éclairant et à la composition chimique du gaz obtenu avec le carbure qu'ils vendent, les mesures de ces pouvoirs éclairants et composition devant naturellement être effectuées avec des appareils imposés.

En conséquence, et comme conclusion de cet exposé, je me permets de proposer au Congrès :

I — La fixation du rendement commercial du kilogramme de carbure de calcium à 290 litres de gaz mesurés à la température de 15 degrés et à la pression de 760 mm., me ralliant ainsi à la proposition de la *Deutscher Acetylenverein* de Dusseldorf.

II — La mise à l'étude du choix d'un appareil pratique étalon pour la détermination du rendement du carbure de calcium en litres de gaz et d'appareils pratiques étalons pour la mesure du pouvoir éclairant ou la détermination de sa composition chimique.

# **ANALYSE DE QUELQUES SOUS-PRODUITS**

## **de la fabrication du carbure de calcium**

PAR

**M. GUILBERT**

Chef du laboratoire des Chemins de fer de l'Ouest

ET

**M. DINAN**

Chimiste au même laboratoire

---

Nous avons été conduits à examiner la composition de quelques sous-produits, nettement cristallisés, obtenus au cours de la fabrication du carbure de calcium. Ces sous-produits proviennent des usines de La Bâthie (MM. Robert frères), du Pont du Giffre (Société électrochimique du Giffre) et de Séchilienne (Compagnie française des carbures de calcium).

Nous saisissons cette occasion pour adresser nos remerciements à MM. Robert, Barut et Cuinat, qui ont bien voulu nous mettre à même d'effectuer nos recherches, en nous confiant les échantillons sur lesquels nous avons opéré.

Des essais qualitatifs faits au préalable nous ont montré qu'il y avait lieu de rechercher et de doser le carbone, le silicium, le fer, l'aluminium, le manganèse, le calcium, le magnésium.

Nous avons suivi, pour l'analyse quantitative, le mode opératoire suivant :

La matière est finement pulvérisée puis porphyrisée au mortier d'agate. On en fait un échantillon moyen ; on en prélève 1 gramme que l'on attaque au creuset de platine par 4 ou 5 grammes de carbonate de soude pur et sec. On chauffe au début sur un bec Bunsen à flamme très basse à cause de la vivacité de la réaction

et on achève l'attaque sur un bec Bunsen à soufflerie. La réaction est complètement terminée au bout de trois quarts d'heure.

On traite le contenu du creuset par de l'acide chlorhydrique étendu ; on évapore la liqueur obtenue à sec en ayant soin de ne pas dépasser la température de 102 degrés pour éviter la formation de silicate de fer. Dans ces conditions, la silice est rendue complètement insoluble. On reprend par l'acide chlorhydrique étendu ; on filtre, on lave, on sèche, on incinère en prenant les précautions nécessaires pour éviter les pertes de silice. Du poids de silice obtenu on déduit la proportion de silicium. — *Remarque.* La silice contient presque toujours, lorsque l'attaque n'a pas été faite à température suffisamment élevée, une certaine quantité de carbone non attaqué par le carbonate de soude. Ce carbone disparaît au grillage et la silice obtenue, après calcination, est parfaitement blanche.

La liqueur, de laquelle on a séparé la silice, est recueillie dans un ballon, oxydée à l'ébullition par quelques gouttes d'acide azotique et traitée par de l'ammoniaque en excès. On fait bouillir ; l'oxyde de fer, l'alumine et la petite quantité de manganèse existant dans le composé sont complètement précipités. (On a vérifié d'ailleurs que la liqueur filtrée ne contenait plus trace de manganèse). On sépare par filtration le précipité de la liqueur. Cette dernière devrait contenir toute la chaux et la magnésie. Cependant, le précipité étant très volumineux, il est bon de le redissoudre par l'acide chlorhydrique étendu et de faire une nouvelle précipitation par l'ammoniaque. Les eaux de filtration et de lavage sont ajoutées à celles provenant de la filtration de l'oxyde de fer et c'est dans la liqueur ainsi obtenue concentrée par évaporation, qu'on dose la chaux en la précipitant par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque. La chaux est pesée à l'état de carbonate de calcium d'où l'on déduit Ca.

Dans les eaux provenant de la filtration de l'oxalate de calcium, on dose la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Du poids du précipité, on déduit le magnésium par le calcul.

Le sesquioxyde de fer précipite, comme nous l'avons dit précédemment, en même temps que le manganèse et

l'alumine. Cette dernière, après dosage des deux autres éléments, est calculée par différence. Le précipité est lavé, séché, calciné et pesé. Le fer est à l'état de sesquioxyde  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ , l'aluminium à l'état d'alumine  $\text{Al}^2\text{O}^3$  et le manganèse est transformé en oxyde salin  $\text{Mn}^3\text{O}^4$ . On reprend le résultat de la calcination par l'acide chlorhydrique pour le redissoudre et on évapore à sec avec de l'acide sulfurique. On reprend par l'eau et dans la liqueur ne contenant plus que des sulfates, on dose le fer par la méthode de Margueritte.

Le manganèse étant en très petite quantité, il est indispensable de le doser sur une nouvelle prise d'essais de 1 gramme. On l'attaque comme précédemment. Après séparation de la silice, on transforme tout en sulfate en évaporant à sec avec de l'acide sulfurique. On reprend par l'eau, on ajoute 20 cc d'acide azotique, 4 grammes de bioxyde de plomb par petites portions et l'on fait bouillir pour transformer le manganèse en acide permanganique. Cette oxydation du manganèse n'est pas instantanée. Il y a d'abord formation d'acide manganique et ce n'est qu'au bout de plusieurs minutes d'ébullition que la coloration verte disparaît pour faire place à la coloration violette de l'acide permanganique. On transvase alors le liquide et le bioxyde en excès dans un ballon gradué et l'on complète à 500 cc avec de l'eau froide. On agite pour rendre la solution homogène. On en prélève, après repos, 200 cc que l'on décolore par une solution de nitrate mercurieux titrée au préalable en partant d'un poids connu d'oxyde de manganèse  $\text{Mn}^3\text{O}^4$ . L'opération se fait à froid, ne présente aucune difficulté et donne toujours des résultats très concordants. On en déduit facilement la proportion de manganèse pour 100.

Le fer et le manganèse étant déterminés directement, l'alumine s'obtient par différence, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Dans les trois échantillons analysés au laboratoire, la présence du carbone a été constatée 1° en oxydant la substance par de l'acide chromique en présence d'acide sulfurique et faisant arriver  $\text{CO}^2$  produit dans de l'eau de chaux ; 2° par l'action du chlore pur et sec sur le produit chauffé dans un tube de porcelaine. Mais, en aucun cas, ce carbone n'a été dosé ; il a été simplement calculé par différence.

Voici les résultats obtenus en soumettant à la méthode d'analyse précédente les trois échantillons de sous-produits de fabrication de carbure provenant des usines ci-dessus désignées.

	Arbine	Giffre	Séchilienne
Silicium . . .	28.60	25.95	18.60
Fer . . . . .	66.30	65.26	75.29
Aluminium . .	1.60	0.66	0.84
Manganèse . .	0.02	0.15	0.07
Calcium . . .	0.87	»	0.40
Magnésium . .	traces	»	»
Carbone . . .	2.61	7.98	4.80
	100.00	100.00	100.00

Ces trois corps peuvent donc être considérés comme des silicocarbures de fer contenant de petites proportions d'éléments étrangers.

Les essais, faits en double par deux expérimentateurs, ont donné des résultats très concordants.

*Nota.* — Ces études de silicocarbures de fer ont été commencées par nous avant la publication, dans le *Moniteur de Quesneville* (juillet 1900), d'une note de M. Félix B. Ahrens sur le même sujet.

Nous n'avons pas rencontré, dans l'attaque des substances à analyser, les difficultés que signale cet auteur et nous avons constamment réussi à attaquer 1 gramme de matière en une seule opération, grâce à la précaution prise de terminer l'attaque à une température élevée.

Nous n'avons trouvé, dans les échantillons que nous avons soumis à l'analyse, aucune trace de cuivre ni de phosphore, corps dont la présence a été constatée dans les sous-produits étudiés par M. Ahrens.



## **DEUXIÈME PARTIE**

*Questions techniques concernant les applications du  
carbure de calcium et de l'acétylène à l'éclairage.*



# Sur la fabrication de l'Acétylène

AU MOYEN DE L'ACÉTYLITHE

par M. Marc LÉTANG

---

L'étude des causes de l'irrégularité de la production de l'acétylène par la réaction de l'eau sur le carbure de calcium ordinaire, ainsi que de celles qui font que le dégagement gazeux une fois commencé ne cesse pas au moment même où les deux corps sont isolés l'un de l'autre, m'a amené à attribuer ces faits à la présence de la chaux, et à la condensation d'une légère quantité de vapeur d'eau produite par le dégagement de chaleur résultant de la réaction chimique.

La principale de ces actions perturbatrices réside dans l'accumulation d'une quantité d'eau considérable dans la chaux résultant de la décomposition du carbure. La quantité d'eau ainsi mécaniquement emmagasinée croît proportionnellement à la température à laquelle la réaction s'est produite, elle atteint généralement le triple du poids de la chaux dans les appareils à chute d'eau sur le carbure.

Par refroidissement cette eau est mise en liberté et attaque de nouvelles quantités de carbure ; il résulte de ce phénomène que c'est précisément au moment où l'on veut faire cesser le fonctionnement d'un appareil gazogène que cette eau résiduelle libérée produit peu à peu l'acétylène et cause la surproduction.

La vapeur d'eau qui se produit au moment de l'attaque du carbure et qui se condense au moment de l'arrêt de l'appareil a une action certaine mais infiniment moins importante que la précédente. Car le poids d'eau contenu dans l'atmosphère qui enveloppe le car-

bure est nécessairement très faible et elle ne peut engendrer qu'un ou deux litres de gaz.

Le procédé que j'ai imaginé avec le concours de M. Serpollet dès l'année 1895 pour régulariser la production de l'acétylène et faire concorder l'arrêt de la réaction avec l'éloignement du carbure et de l'eau est fondé sur l'action dissolvante que possèdent les sucres en général pour dissoudre la chaux.

Le procédé de traitement que je fais subir au carbure de calcium pour le mettre en état de produire avec régularité l'acétylène et supprimer la surproduction, consiste sommairement en ceci :

Le carbure de calcium concassé en menus morceaux est plongé dans une solution concentrée et chaude de glucose ; il est ensuite exposé sur des claies à un vif courant d'air froid et sec.

A la suite de ces opérations, chaque morceau de carbure se trouve recouvert d'un enduit de glucose. Cette couche protectrice servira à abriter énergiquement le carbure contre l'humidité pendant tout le temps où il ne sera pas utilisé et plus tard dans le gazogène le sucre servira encore à dissoudre la chaux au fur et à mesure de sa production.

Le produit ainsi préparé a reçu le nom d'acétylithe et il se distingue bien nettement par ses propriétés du carbure de calcium ordinaire.

Mis dans un panier à claire voie immergé par sa base dans 2 fois son poids d'eau, l'acétylithe se décompose en acétylène et la chaux liquéfiée par le sucre s'écoule d'elle-même par la partie inférieure du récipient.

A la fin de l'opération, **IL NE RESTE RIEN** dans le panier. le fond du récipient qui contenait l'eau est au contraire couvert par un dépôt blanc et fluide qui atteint lentement un volume égal à la moitié environ du volume du carbure décomposé.

Si l'on avait opéré avec du carbure ordinaire, la presque totalité de la chaux serait restée dans le panier, et y occuperait un volume double de celui occupé primitivement par le carbure.

Il n'est pas nécessaire d'employer une grande quantité de sucre pour obtenir industriellement le résultat désiré.

La théorie indique bien que, pour transformer 56

grammes de chaux en sucrate de chaux tribasique, il faut les mettre en présence de la quantité considérable de 174 grammes de sucre. Mais la pratique a démontré qu'il était inutile, au point de vue du fonctionnement des appareils, de transformer la chaux en sel soluble de chaux. Il suffit, en effet, qu'elle devienne une masse fluide, et pour cela, il n'y a pas lieu de l'additionner de plus de 10 à 12 % de glucose.

Toutefois, pour obtenir de bons résultats, il faut que le carbure glucosé soit mis en contact avec une notable quantité d'eau, la désagrégation ne pouvant avoir lieu sans cela.

On ne saurait donc obtenir un bon fonctionnement d'un appareil dans lequel l'eau tomberait goutte à goutte sur le carbure.

Le carbure préparé au glucose permet de fabriquer l'acétylène en quantités considérables, dans un appareil de très faible volume et de poids extrêmement réduit.

Sans recourir à des réservoirs, assez dangereux et d'un usage dispendieux, où l'acétylène est emmagasiné sous pression, on construit des appareils à carbure glucosé autoproduleurs de gaz assez légers et assez peu encombrants pour être avantageusement substitués aux appareils électriques pour l'éclairage des wagons, des tramways, des phares et dans tous les cas où les conditions d'espace disponible et de poids étaient jusqu'à présent de nature à exclure l'emploi de l'acétylène.

**RAPPORT**  
SUR  
**L'enrobage du Carbone de calcium**  
par  
**M. E. LAROCHE**  
*Ingénieur civil, à Bayonne*

---

Parmi toutes les questions qui préoccupent à juste titre les partisans du brillant éclairage à l'acétylène, les difficultés que présente la conservation du carbone de calcium occupent une des premières places.

Cette question intéresse également un grand nombre d'industries, le carbone de calcium étant l'objet d'applications nombreuses ; (métallurgie, guérison des maladies de la vigne, destruction des insectes, etc.)

Personne n'ignore, en effet, la facilité de décomposition du carbone au contact de l'humidité atmosphérique et cette facilité de décomposition a amené les usines de fabrication à enfermer ce produit dans des réservoirs en métal exactement soudés et complètement étanches.

Les compagnies de transport (bateaux ou chemins de fer) ont alors établi des tarifs très élevés pour le transport de ce produit, ce qui en augmente le prix de revient d'une façon sensible et empêche assurément la diffusion de son emploi.

Un procédé aussi simple qu'économique existe pour parer aux inconvénients actuels, ce procédé est l'enrobage du carbone de calcium.

Trois moyens d'enrobage sont praticables :

1° Le plus élémentaire consiste à tremper simple-

ment les fragments de carbure dans une huile quelconque, grasse ou siccativ, dans le pétrole ou dans toute autre matière anti-hygroscopique. C'est celui qui offre le moins d'efficacité de résistance aux atteintes de l'eau et de l'humidité.

2° Le deuxième, plus énergique que le précédent, mais moins que le troisième, consiste dans l'immersion des morceaux de carbure dans la substance hydrofuge employée aussi chaude que possible.

3° Enfin le troisième procédé consiste à chauffer au rouge le carbure ou à profiter de préférence dans les fabriques de la haute température à laquelle ce corps est produit et à le plonger dans la matière servant à l'enrobement. Le carbure est alors fortement imprégné intérieurement et extérieurement de la substance préservatrice et certaines de ses propriétés sont complètement transformées.

Ainsi de dur et de résistant qu'est habituellement le carbure, il devient cassant et facilement friable si on veut le convertir en poudre ou en un état granuleux.

Les différentes considérations précédentes sont, du reste, énoncées dans le brevet qu'a pris M. Labarthe, industriel à Bayonne.

On peut se demander si, après un enrobement énergétique, l'attaque du carbure par l'eau n'est pas rendue impossible au point de vue de la gazéification ; il n'en est rien. L'enrobement amène au début un certain retard dans l'attaque, mais il suffit de mettre au dessous de la couche de carbure enrobé quelques grammes de carbure non enrobé ou encore un morceau enrobé mais légèrement décapé sur un point de sa surface pour que l'attaque soit immédiate.

Il y a mieux : cette attaque qui se propage de proche en proche par suite de la séparation de l'hydrocarbure préservateur sous l'action de la chaleur de réaction, produit sur la marche de l'appareil le meilleur effet.

La production du gaz est méthodique, régulière, sans secousse et sans surproduction désagréable après l'extinction des becs alimentés par l'appareil.

Mais l'avantage de l'enrobement au point de vue économique consiste surtout dans la conservation facile du carbure même à l'air libre. De nombreuses expériences ont été faites à ce sujet. Un morceau de carbure enrobé a pu rester immergé constamment dans l'eau

pendant 41 jours, sans décomposition, fait rare, il est vrai, puisqu'il ne s'est produit qu'une seule fois, et qui ne saurait devenir la règle, car alors le but de l'enrobage serait dépassé.

Mais au point de vue du transport dans des caisses ordinaires en bois garnies intérieurement d'un peu de paille, les expériences ont donné des résultats surprenants. Des morceaux de carbure enrobé ont pu être ainsi transportés dans ces conditions pendant plus de 20 jours et dans des véhicules de chemins de fer soumis à toutes les intempéries des saisons sans qu'aucune décomposition ait été constatée.

On comprendra facilement les immenses avantages qui résultent de cet enrobage ; transport aussi facile que celui d'un autre produit ordinaire, d'où diminution considérable des prix de transport et, par conséquent, diminution du prix de revient du carbure ; facilité de conservation, régularité plus grande dans la marche des gazogènes, etc...

Nous avons été frappé des résultats et des avantages de cet enrobage et nous croyons avoir fait œuvre utile en le signalant aux nombreux partisans de la lumière de l'avenir.

# L'ORLYTE

par M. DOUSCHAN de VULITCH

*Ingénieur civil des Mines, à Paris*

---

La présente note a pour objet d'exposer un moyen de diminuer pratiquement l'hygroscopie du carbure de calcium par un traitement spécial, dû aux recherches d'un ingénieur russe, M. Orlovsky.

Je me bornerai à exposer les points saillants de l'invention, tout en démontrant que la plupart des inconvénients du carbure de calcium, pour ne pas dire tous, proviennent exclusivement de sa grande affinité pour l'eau.

Cette propriété hygroscopique du carbure de calcium ayant été reconnue dès les premiers essais, de nombreux savants se sont efforcés, soit d'amoindrir cette hygroscopie en cherchant à imprégner le carbure avec des matières réfractaires à l'humidité, soit de créer un nouveau produit donnant de l'acétylène, mais n'ayant pas la même affinité pour l'eau que le carbure de calcium.

Mais personne, pourtant, jusqu'à ce jour, n'était arrivé à résoudre pratiquement le problème.

Après avoir essayé d'imprégner le carbure, soit sous de très hautes pressions, soit au moyen du vide, on est arrivé à la conclusion qu'on ne pouvait pas imprégner complètement ce corps et on a considéré le problème comme insoluble.

Des recherches faites pour entourer le carbure de glucose ou d'un produit similaire afin de l'isoler par une couche suffisamment épaisse du contact de l'air, n'ont pas donné pratiquement plus de résultats que les premières.

*De l'orlyte.* — M. Orlowsky, après avoir fait, lui aussi, des recherches dans ce sens, s'est rendu compte qu'il n'était possible d'imprégner le carbure, ni à l'aide de hautes pressions, ni à l'aide du vide, ni en le portant au rouge blanc. Il dirigea alors ses essais d'un autre côté. Il prit le carbure tel qu'il sort du four, à l'état pâteux, et le plongea à l'abri de l'air dans une masse se composant de goudron naturel et de mazout, mélangés dans des proportions déterminées.

Son expérience réussit pleinement ; il fit ses premiers essais en grand et industriellement dans les établissements de Roessler et Halsk, à Francfort, et les continua en France. Ce produit, fabriqué dans les ateliers de la Compagnie générale d'Electro-chimie, fut breveté sous le nom de carbure de calcium résistant à l'air, mais fut, ultérieurement, dénommé orlyte par l'inventeur. Il y avait lieu de donner un nom spécial à ce produit, qui diffère essentiellement du carbure de calcium, non seulement comme aspect extérieur, mais encore comme propriétés chimiques, ainsi que nous allons le voir tout à l'heure.

L'opération de la transformation du carbure en orlyte est très courte et dure une demi-minute à une minute, selon la dimension des morceaux.

Pendant cette opération, le carbure absorbe 4 0/0 de la matière imprégnante. Cette matière étant, comme nous l'avons dit, constituée par des hydrocarbures, loin de se comporter, dans l'orlyte, comme une matière inerte et inutile, se vaporise pendant son emploi et donne un acétylène plus riche, en assurant une combustion plus parfaite du gaz et un éclat plus intense à la flamme.

De nombreuses analyses ont toujours accusé un rendement de 300 à 310 litres d'acétylène par kilogr. d'orlyte.

*Parallèle entre le carbure de calcium et l'orlyte.* — Faisons maintenant un parallèle entre le carbure de calcium et l'orlyte, et voyons si nous sommes autorisés à dire que l'orlyte est appelé à rendre des services très signalés à l'industrie de l'acétylène, par suite de la suppression des principaux inconvénients inhérents au

carbure, inconvénients dus exclusivement à la grande hygroscopie de ce corps.

Nous prétendons que si, malgré l'emploi répandu et varié de l'acétylène, cette jeune industrie n'a pas encore pu atteindre tout le développement qu'elle mérite, cela est à imputer, non à l'acétylène lui-même qui, en tant que gaz, n'est ni plus ni moins dangereux que les divers gaz d'éclairage, tels que le gaz d'huile et autres, mais bien au carbure de calcium, qui, grâce à la facilité avec laquelle il se décompose, n'est, pour ainsi dire, pas encore maîtrisé et agit en dehors de notre volonté, nous donnant ainsi des mécomptes et justifiant l'appréhension que cause généralement son emploi.

1° En effet, nous savons tous que le carbure n'est pas seulement décomposé avec violence au contact de l'eau, mais qu'il se décompose aussi au contact de l'air, même dans l'atmosphère d'une pièce sèche et chaude. Par cette décomposition au contact de l'air il se dégage de l'acétylène, qui s'accumule dans les espaces clos ou mal aérés et a déjà donné lieu à bien des accidents, inconvénient qui est complètement évité avec l'orlyte.

Ce produit se transporte dans de simples caisses en bois. L'orlyte peut rester, sans aucun emballage, exposé à l'air pendant un mois, et dans des fûts en bois pendant un an, sans la moindre décomposition. Cela tient à ce que l'orlyte se trouve être, à cause de la couche grasse qui l'enveloppe, indifférent à la vapeur d'eau, et que, par suite, l'eau contenue dans l'air sous forme d'humidité ou de vapeur ne peut pas l'attaquer. Par contre, l'eau liquide en masse exerce, lorsqu'on y plonge l'orlyte, une certaine pression sur les molécules de la matière, les attaque et les décompose complètement.

2° Malgré les emballages très soignés dans des récipients étanches en fer, on n'a pas supprimé l'inconvénient de la décomposition intempestive et prématurée du carbure de calcium. Ceci tient à ce que, comme on le sait, le carbure absorbe l'humidité de l'air à l'usine même, pendant les différentes manipulations qu'on est obligé de lui faire subir (refroidissement, concassage, triage, emballage, etc.) et

aussi chaque fois qu'on ouvre le récipient pour y prendre du carbure. Cette absorption d'humidité suivie de décomposition se continue grâce à l'élévation de la température, même en vase clos, et de là résultent souvent des explosions.

De plus, il y a dégagement d'odeurs alliées fort désagréables dans les locaux où on conserve ces récipients, odeurs au sujet desquelles on reçoit constamment des plaintes des consommateurs.

C'est ainsi qu'on a constaté qu'avec un emballage très soigné, et en prenant les précautions convenables, il y a néanmoins une perte d'acétylène correspondant à 12 0/0 de la quantité qu'aurait dû fournir le carbure. Ce corps, qui devrait donner normalement 300 litres au kilogramme ou 300,000 litres à la tonne, ne donne effectivement que 264,000 litres d'acétylène. Il y a donc, de ce chef 36,000 litres d'acétylène perdus par suite de décomposition prématurée. Cet inconvénient grave est complètement évité par l'orlyte ; le kilogramme de ce produit donne son rendement normal d'acétylène, c'est-à-dire au minimum 300 litres, et cela après un séjour d'un mois à l'air libre ou d'un an dans des caisses en bois, caisses qu'on aura soin de doubler d'une feuille de papier gras. Les avantages de l'orlyte, par rapport au carbure de calcium, deviennent encore beaucoup plus marqués, si nous soumettons les deux produits à l'opération de la granulation.

Dans la granulation du carbure, nous perdons, tant en poussières que par suite de décomposition pendant l'opération, environ 50 0/0 du produit, sans parler du danger auquel on est exposé par l'inflammation spontanée, au contact de l'eau, des poussières, d'ailleurs nuisibles pour les ouvriers. Ces poussières, en effet, occasionnent très rapidement de sérieuses perturbations dans les voies respiratoires, amènent des crachements de sang et occasionnent des ophthalmies.

Beaucoup d'ouvriers ont compromis leur vue en se livrant à ce travail.

L'orlyte, par contre, étant une matière grasse, ne donne à la granulation, on le conçoit facilement, aucune poussière et la perte en acétylène est insignifiante. On voit, par là, que l'orlyte supprime tous les inconvénients précités.

Si nous suivons maintenant le carbure dans les appareils à réaction, nous voyons que sa décomposition par l'eau se fait avec une très grande violence, est suivie d'une élévation brusque de température, et que le dégagement d'acétylène est très rapide. Cette élévation brusque de température dégage de la vapeur d'eau qui, en se mélangeant à l'acétylène, donne lieu à une augmentation de pression souvent dangereuse dans les appareils et diminue d'autre part le pouvoir éclairant du gaz.

De plus, dans la réaction violente de l'eau sur le carbure, il se forme de l'écume qui s'élève à une grande hauteur dans les appareils et qui est entraînée, par suite de la rapidité du dégagement de l'acétylène provoqué par l'élévation de pression. Cette écume, ainsi entraînée, occasionne dans les tuyaux et dans les canalisations des dépôts de chaux et d'eau, qui produisent de continuelles perturbations dans le fonctionnement de l'appareil. On a bien essayé, à l'aide de dispositifs placés entre les appareils à réaction et les gazomètres, dispositifs permettant de laver, de sécher et de refroidir le gaz, d'obvier à ces inconvénients, mais on n'y est qu'imparfaitement parvenu.

Avec l'orlyte, grâce à sa réaction beaucoup plus lente avec l'eau et à sa nature grasse, nous n'avons pas ces inconvénients et nous pouvons, par suite, employer des appareils beaucoup plus simples. Nous construisons des lampes dans lesquelles on met directement l'orlyte en morceaux en contact avec l'eau ; le dégagement du gaz se fait directement par le bec auquel aboutit un tuyau. Ces lampes sont composées de deux cylindres concentriques, dont l'un est rempli d'orlyte, et l'autre d'eau. Le cylindre contenant l'orlyte repose librement, sans aucune attache, et au moyen d'une collerette, sur le récipient contenant l'eau.

C'est le gaz lui-même qui, selon les besoins, régularise l'action de l'eau sur l'orlyte. Nous n'avons dans ces lampes aucun organe pouvant se détériorer, tels que clapets, soupapes, vis ou fermetures hermétiques, dont le mauvais fonctionnement pourrait amener des perturbations à un moment donné et, par suite, ren-

dre les appareils dangereux. De plus, ces lampes, n'ayant pas de fermeture hermétique, ont l'avantage de s'éteindre lorsqu'on les renverse. L'emploi de semblables lampes n'est possible qu'avec l'orlyte, grâce à sa décomposition lente en présence de l'eau ; si on employait du carbure, on aurait rapidement surproduction d'acétylène. De plus, l'écume et la vapeur d'eau donneraient une flamme terne et vacillante.

L'orlyte ne doit donc pas être confondu avec le carbure de calcium, puisque, tout en dérivant de celui-ci, il en diffère entièrement, tant au point de vue de ses propriétés qu'au point de vue de l'aspect. Il ne devra pas, par conséquent, être soumis aux mêmes règlements que le carbure, lequel a été, dans quelques pays, assimilé à la dynamite.

Ces règlements sont, comme nul ne l'ignore, remplis de prescriptions souvent inutiles et vexatoires, aussi bien pour les fabricants que pour les acheteurs et les consommateurs, et ils ne constituent pas l'entrave la moins sérieuse au développement normal de l'industrie du carbure.

En ce qui concerne la fabrication de l'orlyte, elle est très simple et n'entraîne aucune modification dans l'outillage des fabriques de carbure actuelles.

Le brevet de M. Orlowsky fournit d'amples détails à ce sujet.

*Prix de revient.* — Pour calculer les prix de revient et établir à ce point de vue une comparaison entre le carbure de calcium et l'orlyte, il est nécessaire de connaître :

- 1° Le prix de revient du carbure sortant du four ;
- 2° Le prix de revient de l'orlyte ;
- 3° Le coût d'emballage du carbure ;
- 4° Le coût d'emballage de l'orlyte.

Ces quatre facteurs varient eux-mêmes suivant les contrées, et dépendent du prix des matières premières, de la main-d'œuvre et de l'énergie électrique.

Prenons donc, à titre d'exemple, la tonne de carbure à 150 fr., comptons le récipient en fer à raison de 7 francs, et admettons, pour l'orlyte, une dépense d'outillage et de main-d'œuvre s'élevant à 4 francs par tonne, plus un fût en sapin, doublé de papier gras, compté 4 francs.

Nous aurons, dans ce cas, pour une tonne de carbure, donnant au maximum 264,000 litres d'acétylène :

Fabrication, 150 fr.; emballage, soudure, etc., dans dix récipients en fer, 70 fr. Total, 220 fr.

D'autre part, une tonne d'orlyte donnant 300,000 litres d'acétylène reviendra à 148 francs; en effet, comme nous l'avons vu précédemment, 1.000 kilogrammes de carbure donnent, par suite de l'absorption de 4 0/0 de matière imprégnante, 1,040 kilogrammes d'orlyte, qui reviennent à 154 francs, d'où il résulte que la tonne d'orlyte coûte 148 francs; en y ajoutant le prix de l'emballage dans dix fûts en bois à 4 francs, soit 40 francs, on trouve que la tonne d'orlyte emballé revient en fin de compte à 188 francs, soit une différence de 32 francs par tonne en faveur de l'orlyte.

Il y a lieu de remarquer que nous sommes ici en présence de deux produits bien distincts, dont l'un donne 300.000 litres d'acétylène, tandis que l'autre n'en donne que 264,000 litres. L'orlyte, grâce à son inaltérabilité à l'air, rend donc 36.000 litres d'acétylène de plus par tonne que le carbure, ce qui lui donne, en ne comptant comme prix de vente du carbure que 300 francs, une valeur marchande réellement supérieure de 36 francs par rapport au carbure. Ces 36 francs, ajoutés aux 32 francs économisés à la fabrication, donnent un avantage net de 68 francs par tonne, avantage dont profitent le consommateur et le fabricant, pour le plus grand bien de l'industrie de l'acétylène.

Nos chiffres pourraient être discutés en ce qui concerne l'emballage du carbure; on peut objecter, en effet, que les récipients en fer servant plusieurs fois, leur prix de revient moyen n'est pas de 7 francs par 100 kilogr. Nous répondrons à ceci que nous comptons les fûts en bois 4 francs au lieu de 2 francs et que nous ne tenons pas compte non plus du poids mort des récipients métalliques, lesquels pesant le double des fûts en bois, grèvent sensiblement, pour peu que la distance soit assez grande, le prix réel de l'emballage du carbure.

Nous pensons que la méthode de M. Orlowsky est,

jusqu'à présent, la seule qui permette de fabriquer industriellement un produit indifférent à l'humidité de l'air et susceptible de donner de l'acétylène tout en ayant des avantages sérieux sur le carbure, aussi bien au point de vue technique qu'au point de vue commercial.

Il serait donc à souhaiter que l'orlyte prît dans l'industrie de l'acétylène la place qui lui est due, en raison des grands et réels services qu'il est appelé à lui rendre.

---

# Sur l'épuration de l'Acétylène

par la matière épurante

## LE PURATYLÈNE

Mémoire de la Deutsche Gold & Silber-Scheide-Anstalt  
de Francfort-sur-Mein

---

L'épuration de l'acétylène est une question de la plus haute importance pour le développement de cette industrie nouvelle.

Les impuretés contenues dans le carbure, ainsi que dans l'acétylène non épuré, et les graves inconvénients qui peuvent résulter de leur présence, sont trop connus de tout le monde, pour qu'il y ait lieu d'insister sur ce point. Disons seulement que ces impuretés se composent principalement d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque. Il est absolument nécessaire de les éliminer pour faire disparaître la mauvaise odeur de l'acétylène et pour éviter d'autres inconvénients plus graves encore, comme l'encrassement des becs, la formation d'une buée blanchâtre très désagréable, et aussi la production d'une sorte de halo qui se forme autour de la flamme et en diminue considérablement l'éclat. On s'est donc beaucoup occupé, depuis quelques années, de la question de l'épuration de l'acétylène, et le résultat de ces recherches a été qu'il existe aujourd'hui dans le commerce plusieurs matières épurantes, de compositions tout à fait différentes et d'une efficacité plus ou moins certaine. Dès le début, un savant bien connu, M. le professeur Lunge, de Zurich, a publié, en collaboration avec M. le baron de Cederkreutz, un mémoire sur ce sujet. Ces auteurs ont démontré que le chlorure de

chaux absorbe les impuretés de l'acétylène, et qu'il constitue, pour ce gaz, une excellente matière épurante. Mais, dans la pratique, on a remarqué bientôt que le chlorure de chaux du commerce présente de graves inconvénients ; d'abord, il s'altère facilement, ensuite il s'agglomère en grumeaux qui ne se laissent pas pénétrer par le gaz.

D'autres chimistes, après divers tâtonnements, ont reconnu que les solutions acides de certains métaux, ainsi qu'une solution d'acide chromique dans l'acide sulfurique, sont susceptibles d'absorber les impuretés de l'acétylène. Mais on s'est bientôt rendu compte que l'emploi de liquides acides serait impraticable et dangereux, et on a cherché à tourner cette difficulté en mélangeant ces liquides avec des substances poreuses, telles que le kieselguhr (silice pulvérulente). Cependant, en dépit de cet artifice, la matière ainsi obtenue reste toujours corrosive ; on ne peut la placer dans des récipients métalliques et, pour qu'elle agisse efficacement, il est nécessaire de l'étendre en plusieurs couches minces dans l'épurateur.

Nous avons parlé, tout à l'heure, des inconvénients que présente le chlorure de chaux, malgré ses excellentes qualités au point de vue de son application comme matière épurante. Or, ces inconvénients sont entièrement supprimés par l'emploi d'une matière qu'on trouve dans le commerce depuis 1899 et qu'on désigne sous le nom de *Puratylène*.

Voici en quoi consiste l'invention :

Si l'on mêle ensemble, dans de certaines proportions, de l'hydrate de chaux, du chlorure de calcium et du chlorure de chaux, on obtient un mélange qui possède d'excellentes qualités épurantes. L'hydrate de chaux absorbe rapidement l'hydrogène sulfuré et empêche le dégagement de chlore, tandis que le chlorure de calcium est un bon absorbant de l'ammoniaque. Ce mélange de chlorure de chaux, d'hydrate de chaux et de chlorure de calcium est d'ailleurs (c'est là le point essentiel de l'invention) transformé en un corps dur, sec, et poreux, en le délayant avec de l'eau, pour former une pâte qu'on dessèche ensuite dans le vide, à une température élevée. On obtient ainsi des fragments d'une très grande porosité, très perméables aux gaz et,

par suite, doués d'une très grande capacité épurante.

Le Puratylène peut être introduit tel quel dans l'épuration, sans qu'il soit nécessaire, comme pour les matières acides, de l'étaler en plusieurs couches minces, la grande porosité du Puratylène permettant aux gaz de traverser aisément les morceaux de cette substance.

Le Puratylène peut s'employer dans un récipient métallique, attendu que, au contraire des liquides acides, il est absolument inoffensif et n'attaque pas les métaux.

# De l'obtention de l'Acétylène non polymérisant

## AUX BRULEURS

par M. P. Ph. H. MACÉ, ingénieur à Paris

---

La caractéristique de l'acétylène étant sa tendance à la polymérisation, puisque, quoique composé défini, l'acétylène se comporte toujours comme système homogène provenant d'une réaction limitée, son application à l'éclairage a toujours rencontré l'inconvénient connexe à cette tendance inéluctable : les brûleurs à acétylène s'encrassent par suite du dépôt de carbone provenant de la polymérisation de l'acétylène, lorsque ce gaz est porté à la chaleur rouge, ce qui est le cas lorsqu'il brûle, puisque la chaleur de la partie centrale de la flamme dépasse 2.000°.

Lorsqu'on enflamme l'acétylène, il se décompose. La chaleur provenant de cette décomposition exothermique se porte tout spécialement sur le carbone et l'hydrogène, produit de cette combustion.

Il y a donc lieu, pour atténuer et même annuler la polymérisation inhérente à cette combustion, d'apporter à la flamme de l'acétylène de l'hydrogène naissant, pour rendre le mélange plus gazeux et plus diffusible et empêcher, dans une large mesure, le refroidissement par rayonnement que subissent les molécules de carbone dans le milieu ambiant où elles se trouvent noyées, refroidissement que provoque leur dépôt encrasseur dans les becs brûleurs.

Amener aux becs brûleurs d'acétylène des quantités d'hydrogène *produit à part* était une solution qui compliquait l'emploi de l'acétylène comme gaz éclairant.

Amener à l'orifice du brûleur à acétylène de l'acétylène *additionné* d'hydrogène naissant, sans aucun

besoin de produire à part cet hydrogène, c'était résoudre le problème posé et annuler, pratiquement, cette tendance à la polymérisation aussi inévitable que nuisible qui caractérise la combustion de l'acétylène.

Comme, pour l'éclairage, l'acétylène est toujours le produit de la réduction de l'eau par un carbure et que, parmi les carbures métalliques, celui de calcium est tout indiqué, la chaux étant l'oxyde le plus répandu dans la nature, il s'agissait de provoquer, lors de cette réaction du carbure de calcium sur l'eau, un dégagement d'hydrogène naissant.

Or, le carbure de manganèse étant le *seul* et *unique* carbure métallique qui, en réduisant l'eau, donne des volumes semblables d'hydrogène naissant et de méthane, son addition au carbure de calcium se trouvait toute indiquée pour réaliser la solution cherchée.

Mais, ainsi envisagée, cette solution constituait une complication, le carbure de manganèse revenant plus cher que le carbure de calcium, et le mélange de ces deux carbures étant, de beaucoup, plus cher que le carbure de calcium seul.

J'ai, dans cet état de choses, tourné la difficulté et abordé l'obstacle en additionnant à la chaux et au charbon introduit dans le four à carbure une certaine quantité d'un oxyde de manganèse.

Il en résulte un carbure mangano-calcique, qui annule la polymérisation lors de la combustion de l'acétylène, issu de son action sur l'eau d'après les faits que je viens d'exposer.

Le carbure mangano-calcique présente plusieurs avantages indiscutables que je vais énumérer brièvement :

1° A poids égaux, le carbure de manganèse dégage, en réduisant l'eau, presque cinq fois plus d'hydrogène que le carbure de calcium n'en dégage.

2° Le carbure de manganèse n'exige qu'une proportion d'environ sept pour cent de carbone dans sa composition, alors que le charbon figure pour cinquante-six pour cent dans la composition du carbure de calcium.

Il s'ensuit qu'une faible addition d'un oxyde de manganèse et une très faible augmentation de charbon dans le mélange soumis au four à carbure produisent

le carbure mangano-calcique avec une très faible augmentation en quantité des matières premières.

3° Lorsqu'il réduit l'eau, le carbure de manganèse produit autant de méthane que d'hydrogène, mais, en vertu de la réaction connue : deux de méthane, au rouge blanc, égale éthylène plus quatre d'hydrogène, il en résulte que la température du centre de la flamme acétylénique étant au-delà de la chaleur blanche, c'est de l'acétylène qui brûle en augmentant l'éclat lumineux de la flamme résultante.

4° La chaleur de formation étant, d'après notre maître à tous, l'illustre Berthelot, la gloire scientifique de notre siècle, de *moins* 7 calories 25 pour le carbure de calcium, alors qu'elle est de *plus* 9 calories 9 pour le carbure de manganèse, la réunion de ces deux réactions thermo-chimiques de sens contraire produit dans le cas présent une économie indiscutable dans la chaleur à *fournir* au four pour la production du carbure mixte.

5° S'il est vrai que, brûlant dans un bec à incandescence, l'acétylène donne la carcel avec *trois litres* à l'heure, cela ne se réalise qu'à la condition expresse que toute polymérisation sera rendue impossible, et cette *impossibilité* ne peut être acquise que par la diffusion due à l'hydrogène naissant, d'après les constatations qui précèdent.

Je crois être en droit de conclure de là que l'emploi du carbure mangano-calcique, en empêchant la polymérisation de l'acétylène, permet de réaliser une économie réelle dans les applications de ce gaz à l'éclairage. Il m'a semblé utile de signaler au Congrès l'intérêt scientifique et la portée industrielle des propriétés chimiques dont je viens de faire l'exposé.

CONSIDÉRATIONS NOUVELLES  
SUR  
**LES APPAREILS PRODUCTEURS**  
**DE GAZ ACÉTYLÈNE,**

**Par M. Marie-Auguste MOREL,**

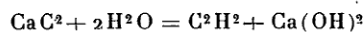
Ingénieur civil des Ponts et Chaussées,  
Licencié ès Sciences Mathématiques et ès Sciences Physiques,  
Directeur des Usines à ciment de Portland de Lumbres,  
Publiciste.

---

**AVANT-PROPOS.**

L'acétylène est le plus souvent employé à l'état gazeux. C'est, en effet, sous cet état qu'il peut être le plus facilement utilisé par le public. Nos recherches ont donc uniquement porté sur les appareils destinés à produire ce gaz.

La seule connaissance de la propriété très remarquable que possède le carbure de calcium de se décomposer en gaz acétylène et en hydrate de calcium au contact de l'eau d'après la formule



n'est pas suffisante pour construire dans de bonnes conditions un appareil producteur de gaz acétylène.

Il y a, en outre, à connaître une foule d'autres conditions très importantes de bonne production. C'est ainsi que, entre autres choses, il est indispensable de savoir la quantité de gaz que peut dégager un poids déterminé de carbure de calcium de provenance

M.

15

connue, la quantité d'eau nécessaire pour provoquer ce dégagement, la quantité de chaleur développée par la réaction chimique, la température de production du gaz acétylène qu'il ne faut pas dépasser. De plus, la pression du gaz doit être constante et ne jamais dépasser la pression atmosphérique que de quelques centimètres d'eau dans toutes les parties de l'appareil; le gaz doit entrer dans la canalisation à l'état pur, sec et froid; la décomposition du carbure de calcium doit être complète et tout l'air contenu dans l'appareil doit pouvoir être facilement éliminé dès sa mise en marche.

Si le constructeur ne connaît pas parfaitement toutes ces obligations, fatalement il commettra les plus grosses fautes qui nuiront à son industrie et aux personnes qui se serviront des appareils de sa fabrication.

Rien ne paraît, *à priori*, plus simple que de produire du gaz acétylène, alors que rien n'est plus compliqué quand on veut qu'il soit obtenu dans les meilleures conditions de production, de pureté et d'économie, sans danger de fuite ni d'explosion. Il reste enfin à vaincre deux grandes difficultés auxquelles se sont heurtés jusqu'à ce jour les constructeurs; ce sont : 1° la *surproduction*; 2° le *surchauffage du gaz naissant*.

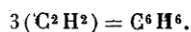
Le meilleur moyen de parer à la surproduction est, ou de la laisser s'échapper librement à l'air, ou de l'emmagasiner dans une cloche suffisamment grande. Il n'est pas aussi simple d'éviter le surchauffage du gaz naissant. C'est du reste ce que va montrer notre étude mathématique.

ÉTUDE SUR  
LE SURCHAUFFAGE DE L'ACÉTYLÈNE NAISSANT.

---

I. — Généralités sur le surchauffage. Ses inconvénients.

Dès que l'eau agit sur le carbure de calcium, il se produit un très grand développement de chaleur et il arrive souvent que le gaz acétylène se dégage à une température élevée. Il y a pourtant tout intérêt à ce que ce gaz naisse à aussi basse température que possible, car il est reconnu que, quand il est soumis à l'action continue de hautes températures, il se modifie profondément. Il commence tout d'abord à se convertir en benzine dès que la température atteint 65° centigrades. Cette benzine est le résultat de la condensation de 3 molécules d'acétylène



Puis, à mesure que la température s'élève, la condensation de 4 molécules donne du styrolène  $\text{C}^8\text{H}^8$ ; un nouvel accroissement de température peut obliger le styrolène et la benzine à agir l'un sur l'autre pour donner de la naphthaline  $\text{C}^{10}\text{H}^8$ , de l'anthracène  $\text{C}^{14}\text{H}^{10}$  et de la dinaphtyle  $\text{C}^{20}\text{H}^{14}$  avec formation d'hydrogène. C'est alors qu'apparaissent les vapeurs brunes de goudron qui dégagent une odeur repoussante. Enfin l'action prolongée de la chaleur produit une nouvelle série d'actions conjuguées; l'hydrogène naissant se combine à son tour avec l'acétylène pour donner de l'éthylène  $\text{C}^2\text{H}^4$ , lequel se décompose finalement en méthane  $\text{CH}^4$  et en acétylène  $\text{C}^2\text{H}^2$ .

Quand le surchauffage est excessif, le goudron cause les plus grands troubles. Par suite de sa viscosité, s'il vient à se condenser dans les canalisations, il retient les poussières qui s'accumulent et finissent par obstruer lesdits tuyaux.

Un autre inconvénient beaucoup plus important consiste dans l'altération que subit la composition du gaz acétylène et qui diminue son pouvoir éclairant dans des proportions très notables.

Signalons enfin que la formation des isomères fait accuser au carbure de calcium un rendement bien moins grand en gaz acétylène. Cet inconvénient fait souvent naître des difficultés entre les acétylénistes et les carburiers.

Désirant couper court à ces ennuis, nous avons voulu traiter cette importante question du surchauffage par le calcul et nous exposons dans ce Mémoire les résultats de nos recherches.

## II. — Détermination d'un phénomène.

**PROBLÈME.** — *Soit à établir une installation d'éclairage au gaz acétylène. Il s'agit de calculer les dimensions des différentes parties de l'appareil appelé à produire le gaz pour que l'on obtienne cet éclairage dans les meilleures conditions mécaniques, chimiques et économiques.*

Il y a lieu de faire immédiatement une distinction entre les appareils de petite, moyenne et grande dimensions. Dans le présent Mémoire, nous n'envisagerons que les appareils destinés à l'éclairage domestique et d'usines d'importance moyenne, nous réservant d'étudier dans un second Mémoire les appareils appelés à fournir le gaz pour l'éclairage des villes et des grandes usines.

Dans le genre d'appareils qui va nous occuper, l'automatisme peut être recommandée. Il n'en est pas de même pour les appareils de grande production.

Ceci posé, ajoutons que, dans tout projet d'installation d'éclairage au gaz acétylène, il faut considérer comme point de départ des calculs l'époque du plus fort éclairage et établir les dimensions de l'appareil mis à l'étude dans cette seule hypothèse.

Rappelons enfin que, si  $V$  désigne le volume d'un gaz quelconque à la température de  $0^{\circ}$  centigrade et sous la pression de  $760^{\text{mm}}$  de

mercure, le volume  $V'$  qu'il prend à  $t^{\circ}$  et sous la pression mercurielle  $H$  est donné par la formule

$$(1) \quad V' = V \times \frac{760}{H} (1 + \alpha t),$$

$\alpha$  étant le coefficient de dilatation des gaz.

Soit  $V$  le volume maximum de gaz acétylène en mètres cubes ramené à  $0^{\circ}$  et sous la pression de  $760^{\text{mm}}$  que doit produire l'appareil. Théoriquement, pour préparer ce volume  $V$  de gaz, il faut décomposer par l'eau un poids total  $P$  de carbure de calcium en kilogrammes donné par la formule

$$(2) \quad P = \frac{V}{w},$$

$w$  étant le volume en mètres cubes dégagé par 1 kilogramme de carbure de calcium dans les données du problème.

Si le carbure de calcium était chimiquement pur, il serait capable de dégager 346 litres environ de gaz acétylène, auquel cas on aurait  $w = 0,346$ ; mais avec les carbures que livre actuellement l'industrie, il faut compter qu'en moyenne

$$w = 0^{\text{me}}, 300.$$

Pratiquement le poids  $P$  déterminé par la formule (2) est trop faible, parce qu'il faut tenir compte du gaz dissous dans l'eau du carburateur et dans l'eau du gazomètre, ainsi que du gaz perdu par les purges des espaces nuisibles.

Si  $E'$  est le poids d'eau contenue dans le carburateur et  $E''$  celui de l'eau du gazomètre, ces poids étant exprimés en kilogrammes, et si  $\sigma$  est le coefficient de solubilité de l'acétylène dans l'eau, la quantité de gaz dissous à  $0^{\circ}$  et sous la pression de  $760^{\text{mm}}$  est évidemment égale à

$$\sigma(E' + E'') \text{ litres} \quad \text{ou} \quad \sigma \frac{E' + E''}{1000} \text{ mètres cubes}$$

qui correspond à un poids de carbure de calcium égal à

$$(3) \quad \pi' = \frac{\sigma(E' + E'')}{1000w} \text{ kilogrammes.}$$

En réalité, la température du carburateur et du gazomètre est supérieure à 0° quand l'appareil fonctionne et la pression du gaz dépasse la pression atmosphérique de quelques centimètres d'eau; néanmoins nous nous plaçons pour le moment dans cette hypothèse afin de nous mettre dans le cas le plus défavorable quant à la dépense totale en carbure de calcium, car on sait que la solubilité d'un gaz dans un liquide diminue quand la température s'élève et augmente quand la pression croît.

Soit, enfin,  $v$  le volume en mètres cubes du gaz totalement perdu par les purges des espaces nuisibles; la dépense correspondante en carbure de calcium est

$$(4) \quad \pi'' = \frac{v}{w} \text{ kilogrammes,}$$

le poids additionnel  $\pi$  de carbure qu'il faut dépenser à chaque opération est

$$(5) \quad \pi = \pi' + \pi'' = \frac{\sigma(E' + E'') + 1000v}{1000w} \text{ kilogrammes.}$$

La dépense définitive en carbure de calcium pour une opération est donc égale à

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} P_1 = P + \pi &= \frac{V}{w} + \frac{\sigma(E' + E'') + 1000v}{1000w} \\ &= \frac{1000V + \sigma(E' + E'') + 1000v}{1000w} \text{ kilogrammes.} \end{aligned} \right.$$

$P_1$  ne sera connu qu'après la détermination des quantités  $E'$ ,  $E''$  et  $v$ .

*Détermination du terme PHÉNOMÈNE.* — La marche ou fonctionnement de tout appareil producteur de gaz acétylène se réduit à une succession plus ou moins précipitée de phénomènes semblables entre eux et se reproduisant à époques fixes, bien déterminées et de durée constante quand on a affaire à un carbure homogène et que le débit de l'appareil est constant.

La durée de chacun de ces phénomènes varie beaucoup avec la nature des appareils. C'est ainsi que dans les appareils non automatiques le phénomène dure tout le temps qui correspond à

l'épuisement complet de la charge de carbure de calcium qu'il a reçue, tandis que dans certains appareils automatiques, notamment ceux à chute d'eau sur le carbure goutte à goutte et ceux à chute de carbure granulé dans l'eau en très petite quantité, la durée d'un phénomène peut n'être que de quelques secondes. Dans les appareils à contact, s'ils sont à retour d'eau, le phénomène peut être plus ou moins long et toujours mal défini, ce qui constitue un défaut dans ce genre d'appareils ; mais s'ils sont à marche toujours ascensionnelle, sa durée peut être considérée comme infinitésimale. Enfin, dans les appareils à chute de carbure tout venant dans l'eau, en quantité bien déterminée à l'avance, le phénomène peut durer plusieurs minutes.

Si le régime n'est pas constant, mais suit une loi du temps bien déterminée, de telle sorte qu'on ait

$$P' = \varphi(T),$$

le problème est encore susceptible d'une solution à l'aide du calcul intégral.

Considérant alors la quantité infiniment petite  $dP'$  de carbure de calcium décomposé pendant le temps  $dT$ , la quantité de chaleur développée pendant ce temps vaut

$$dQ = 406 \, dP',$$

comme

$$dP' = d[\varphi(T)] \, dT,$$

il vient

$$dQ = 406 \, d[\varphi(T)] \, dT,$$

ce qui donne, en intégrant de l'état 1 à l'état 2,

$$(Q)_1^2 = Q_2 - Q_1 = 406 \int_{T_1}^{T_2} d[\varphi(T)] \, dT.$$

*Classification des appareils.* — Notre classification ne portera que sur les appareils automatiques.

De même qu'il existe trois procédés de production du gaz acétylène, de même nous considérerons trois catégories d'appareils producteurs.

PREMIÈRE CATÉGORIE. — *Appareils à chute de carbure granulé ou non dans l'eau.*

DEUXIÈME CATÉGORIE. — *Appareils à chute d'eau sur le carbure.*

TROISIÈME CATÉGORIE. — *Appareils à contact.*

Nous allons étudier le phénomène du *surchauffage du gaz* naissant dans chacune de ces catégories d'appareils.

### III. — Appareils à chute de carbure granulé ou non dans l'eau.

*Détermination d'un phénomène.* — C'est dans cette catégorie d'appareils que se pose le problème dans toute sa complication et sa généralité.

Pour bien fixer les idées, supposons qu'un tel appareil soit calculé pour qu'il déverse dans l'eau successivement un poids déterminé  $P'$  de carbure de calcium exprimé en kilogrammes.

*Nous appellerons PHÉNOMÈNE l'ensemble des faits qui se réaliseront pendant tout le temps qui s'écoulera entre deux chutes consécutives de  $P'$  kilos de carbure de calcium dans l'eau.*

Analysons ce phénomène ainsi défini. Dès que le carbure de calcium tombe dans l'eau, il se décompose. Au début de la réaction, la quantité de gaz dégagé dépasse de beaucoup la consommation, le gaz en excès va s'emmagasinier dans le gazomètre, puis l'ébullition diminue peu à peu d'intensité, la production devient égale à la consommation et finit par lui être inférieure; c'est alors que le gazomètre complète la production jusqu'à ce qu'il retombe dans l'eau du carburateur un nouveau poids  $P'$  de carbure.

D'autre part, si  $t$  est la température de la masse contenue dans le carburateur au début du phénomène considéré, on observe que cette température monte, passe par un maximum  $\theta$  pour redescendre légèrement et prendre la valeur  $t'$  à la fin du phénomène.

Supposons que  $T$  soit la durée maximum de l'éclairage projeté en minutes, la quantité de gaz débité en une minute est de  $\frac{V}{T}$  mètres cubes. Or le poids  $P'$  de carbure qui correspond à un phénomène dégage  $P'w$  mètres cubes de gaz acétylène; par suite, la durée  $N$  en minutes d'un phénomène est égale à

$$(7) \quad N = P'w : \frac{V}{T} = P'w \times \frac{T}{V} \text{ minutes.}$$

Nous diviserons chaque phénomène en deux périodes. La première sera celle pendant laquelle la température du carburateur monte de  $t$  à  $\theta$ ; la seconde celle pendant laquelle la température redescend à  $t'$ .

Désignons par  $n'$  et  $n''$  les durées respectives en minutes de chacune des deux périodes. Nous avons évidemment

$$(8) \quad N = n' + n''.$$

Posons

$$(9) \quad \frac{n'}{N} = \varepsilon,$$

avec la condition

$$0 < \varepsilon < 1;$$

il vient

$$(10) \quad \frac{n''}{N} = 1 - \varepsilon;$$

$\varepsilon$  se détermine expérimentalement et dépend exclusivement des matières premières employées.

*Calcul du gazomètre.* — Dans les appareils pour lesquels la production n'est pas continuellement proportionnée à la consommation, comme dans le cas qui nous occupe, le gazomètre doit avoir des dimensions bien définies à l'avance.

Quand on a affaire à un appareil à chute de carbure dans l'eau, la cloche doit avoir, au minimum, un volume libre équivalent au volume que peut dégager le poids  $P'$  de carbure qui tombe à chaque phénomène. On sait que ce poids  $P'$  dégage  $P'w$  mètres cubes de gaz; la cloche devra donc au moins pouvoir recevoir ce volume. Mais la prudence exige que, en cas de *surproduction accidentelle*

ou de *malveillance*, la cloche puisse recevoir un volume double du précédent, soit  $2P'\varpi$  mètres cubes. Le gazomètre devra aussi contenir un volume d'eau égal à  $2P'\varpi$  mètres cubes.

Le volume total de la cloche sera donc égal à  $4P'\varpi$  mètres cubes, ce qui permet de déterminer ses dimensions suivant la forme qu'on désire lui donner.

Dans tout gazomètre, il y a un espace nuisible de volume  $v''$  lequel devra au plus être égal à  $\frac{1}{20} 2P'\varpi$

$$(11) \quad v'' = \frac{1}{20} 2P'\varpi = 0,1 P'\varpi.$$

D'après ce que nous venons de dire, nous avons un volume d'eau égal à

$$(12) \quad 0,001 E'' = 2P'\varpi \text{ mètres cubes.}$$

Cette quantité d'eau est capable de dissoudre dans les conditions du problème  $2P'\varpi\sigma$  mètres cubes de gaz acétylène qui correspond à un poids de carbure en kilogrammes égal à

$$(13) \quad \frac{\sigma E''}{1000 \varpi} = \frac{2P'\varpi\sigma}{\varpi} = 2P'\sigma \text{ kilogrammes.}$$

Par suite, on a

$$(14) \quad P_1 = P + 2P'\sigma + \frac{\sigma E' + 1000v}{1000 \varpi}.$$

Remarquons que l'eau du gazomètre ayant principalement pour but de laver le gaz acétylène et de lui enlever son acide sulfhydrique et son ammoniaque, il n'est pas nécessaire de renouveler chaque jour toute l'eau du gazomètre. En effet, la teneur maximum de l'acétylène en acide sulfhydrique étant de 0,12 pour 100 et en ammoniaque de 0,16 pour 100, le poids  $P_1$  de carbure de calcium contient, en mètres cubes,

$$\frac{P_1 \varpi}{100} \times 0,12 \text{ d'acide sulfhydrique}$$

et

$$\frac{P_1 \varpi}{100} \times 0,16 \text{ de gaz ammoniac.}$$

Or un litre d'eau à 0° peut dissoudre 0<sup>mc</sup>,00437 d'acide sulfhydrique et 1<sup>mc</sup>,147 d'ammoniaque. A 15° ces quantités deviennent 0<sup>mc</sup>,003 et 0<sup>mc</sup>,785. A cette dernière température il suffit donc de :

$$\frac{P_1 w}{100} \times 0,12 \times \frac{1}{3} \quad \text{m. c. d'eau pour absorber tout l'acide sulfhydrique,}$$

$$\frac{P_1 w}{100} \times 0,16 \times \frac{1}{785} \quad \text{m. c. d'eau pour absorber tout le gaz ammoniac.}$$

Le volume d'eau à renouveler dans le gazomètre à chaque opération serait donc, en théorie, égal au plus grand de ces deux volumes, soit

$$\frac{P_1 w}{100} \times \frac{0,12}{3};$$

mais en pratique il suffit de remplacer le vingtième de l'eau contenue dans le gazomètre, soit

$$\frac{2 P' w}{2,0} = 0,1 P' w.$$

Cette eau ne dissout que 0,1 P' w  $\sigma$  mètres cubes d'acétylène qui correspond à une dépense en carbure de

$$\frac{0,1 P' w \sigma}{w} = 0,1 P' \sigma \text{ kilogrammes,}$$

de telle sorte qu'on a seulement

$$(15) \quad E'' = 0,1 P' w.$$

et

$$(16) \quad P_1 = P + 0,1 P' \sigma + \frac{\sigma E' + 1000 v}{1000 w}.$$

*Calcul du gazogène.* — Le calcul du gazogène est bien plus complexe que celui du gazomètre. Cela tient aux multiples influences qui s'y rencontrent. Faisons une analyse aussi complète que possible de tout l'ensemble.

Tout gazogène doit être construit de telle façon que jamais la température, dans aucun de ses points, ne dépasse 60° centigrades environ. L'élévation de température est due à la réaction chimique

de l'eau sur le carbure de calcium. Or, nous savons que 1 kilogramme de carbure de calcium est capable de dégager 406 grandes calories en moyenne.

Cette chaleur est absorbée :

- 1° Par le gazogène lui-même et ses accessoires ;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé ;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé ;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée par le gaz dégagé ;
- 5° Par le gaz acétylène compris dans l'espace nuisible du gazogène ;
- 6° Par l'eau contenue dans le gazogène ;
- 7° Par l'hydrate de calcium formé ;
- 8° Par le rayonnement du gazogène ;
- 9° Par la conductibilité.

1° *Influence du gazogène proprement dit.* — Désignons par  $p$  le poids du gazogène en kilogrammes et par  $c$  la chaleur spécifique de la matière qui a servi à sa constitution ;  $t$  étant la température initiale du phénomène considéré,  $\theta$  la température maximum et  $t'$  la température finale, la chaleur absorbée par le gazogène pendant la première période du phénomène est égale à  $pc(\theta - t)$  grandes calories, et la chaleur perdue par lui pendant la seconde période est égale à  $pc(\theta - t')$  grandes calories.

2° *Influence du carbure de calcium non encore décomposé.* —  $P'$  étant le poids de carbure de calcium décomposé à chaque phénomène, à la fin de la première période, il reste un poids  $(1 - \beta)P'$  de carbure non décomposé. Le coefficient  $\beta$  dépend de la nature du carbure et est tel que

$$0 < \beta < 1.$$

Si  $c'$  est la chaleur spécifique du carbure de calcium, la chaleur absorbée par le carbure non décomposé à la fin de la première période a pour valeur

$$(1 - \beta)P'c'(\theta - t) \text{ grandes calories.}$$

A la fin de la seconde période, tout le carbure est décomposé et n'intervient plus.

3° *Influence du gaz acétylène dégagé.* —  $\beta P'$  étant, par hypothèse, le poids de carbure de calcium décomposé pendant la pre-

mière période de chaque phénomène, le poids du gaz acétylène dégagé par ce poids de carbure est égal à

$$\beta P'w \times 0,91 \times 1,293 \text{ kilogrammes,}$$

tout ce gaz ne s'étant pas échappé du gazogène à  $\theta^\circ$ ; nous nous approcherons suffisamment de la vérité en admettant que la quantité de chaleur absorbée par ce gaz est équivalente à celle qu'aurait absorbée une quantité de gaz moitié moindre en passant de  $t^\circ$  à  $\theta^\circ$ . Nous pouvons donc représenter cette quantité de chaleur par

$$0,5\beta P'w \times 0,91 \times 1,293 c''(\theta - t) \text{ grandes calories,}$$

$c''$  étant la chaleur spécifique de l'acétylène gazeux. Par le même raisonnement on établit que, pendant la seconde période, la quantité de chaleur emportée par le gaz dégagé est égale à

$$0,5(1 - \beta)P'w + 0,91 + 1,293 c''(\theta - t') \text{ grandes calories.}$$

4° *Influence de la vapeur d'eau entraînée.* — Désignons par  $e'_2$  le poids en kilogrammes de la vapeur d'eau entraînée par le gaz qui s'est dégagé de 1 kilogramme de carbure de calcium. Le poids d'eau entraîné à l'état de vapeur qui correspond à  $P'$  kilos de carbure est donc égal à  $P'e'_2$  kilogrammes. Si  $c'''$  est la chaleur spécifique de la vapeur d'eau, la chaleur absorbée par cette vapeur pendant la première période est égale, en raisonnant comme précédemment, à

$$0,5\beta P'e'_2 c'''(\theta - t) \text{ grandes calories.}$$

Et, pendant la seconde période, la chaleur emportée par la vapeur d'eau vaut

$$0,5(1 - \beta)P'e'_2 c'''(\theta - t') \text{ grandes calories.}$$

Remarquons de suite que jusqu'ici les quantités de chaleur absorbées ou perdues sont indépendantes de l'ordre  $k$  du phénomène. Il n'en sera plus de même dans ce qui va suivre.

5° *Influence du gaz acétylène contenu dans l'espace nuisible du gazogène.* — Cette influence dépend des dimensions du

gazogène, lequel doit être assez grand pour qu'il puisse au moins recevoir toute l'eau nécessaire, tout l'hydrate de calcium formé et un espace libre assez vaste pour ne pas gêner l'effervescence et pour pouvoir recueillir les mousses, qui, elles, ne devront jamais sortir du carburateur. Nous savons que 1000 grammes de carbure de calcium donnent 1156 grammes d'hydrate de calcium. Il est prudent de compter que, par suite de la dilatation, de l'effervescence et de l'état de division très grand de cet hydrate, ce kilogramme de carbure donne 1<sup>lit</sup>,625 d'hydrate, ce qui veut dire que l'espace nuisible nécessaire pour tenir compte de ce fait doit être égal à

$$\frac{1}{1000} (1,625 - 1,125) P_1 \text{ mètres cubes,}$$

soit

$$0,0005 P_1 \text{ mètres cubes.}$$

Par mesure de prudence, nous conseillons encore de doubler ce chiffre et d'adopter comme espace nuisible du gazogène

$$(17) \quad v' = 2 \times 0,0005 P_1 = 0,001 P_1 \text{ mètres cubes.}$$

Au bout de la première période du phénomène d'ordre  $k$  l'espace nuisible sera, d'après nos hypothèses, réduit à

$$[0,001 P_1 - 0,0005 (K - 1 + \beta) P'] \text{ mètres cubes,}$$

et la chaleur absorbée par le gaz acétylène qu'il renferme est égale à

$$[0,001 P_1 - 0,0005 (K - 1 + \beta) P'] \times 0,91 \times 1,293 c'' (0 - t) \text{ grandes calories.}$$

A la fin du  $k^{\text{ième}}$  phénomène, la chaleur enlevée par le gaz contenu dans l'espace nuisible pendant la seconde période est égale à

$$(0,001 P_1 - 0,00051 < P') \times 0,91 \times 1,293 c'' (0 - t') \text{ grandes calories.}$$

Remarquons que, pour simplifier ce calcul, nous avons négligé la vapeur d'eau contenue dans l'espace nuisible du gazogène; mais rien ne serait plus facile que d'en tenir compte.

Quand on passe du phénomène d'ordre  $k$  au phénomène d'ordre  $(k + 1)$ , la chaleur absorbée par le gaz du gazogène varie, pen-

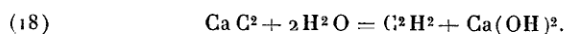
dant la première période, de

$$0,0005 P' \times 0,91 \times 1,293 c'' (\theta - t) \text{ grandes calories,}$$

et elle abandonne pendant la seconde période

$$0,0005 P' \times 0,91 \times 1,293 c'' (\theta - t') \text{ grandes calories.}$$

6° *Influence de l'eau contenue dans le gazogène.* — La formule de réaction de l'eau sur le carbure de calcium est



Les poids atomiques des corps simples qui nous intéressent étant

$$\text{Ca} = 40, \quad \text{C} = 12, \quad \text{H} = 1 \quad \text{et} \quad \text{O} = 16,$$

la formule (18) montre que, théoriquement, 36<sup>gr</sup> d'eau suffisent pour décomposer 64<sup>gr</sup> de carbure de calcium. Dans la pratique, il n'en est pas ainsi, parce qu'une certaine partie de cette eau est entraînée à l'état de vapeur avec le gaz dégagé. L'eau évaporée a d'autant plus d'importance que la température de réaction est plus élevée. Généralement, on admet que l'eau entraînée à l'état de vapeur est égale à celle nécessaire pour la décomposition complète du carbure. Il faut dire que, pour décomposer 1<sup>kg</sup> de carbure de calcium, il est nécessaire d'employer 1125<sup>gr</sup> d'eau.

Strictement, la masse d'eau représentée par 1,135 P<sub>1</sub> serait suffisante pour décomposer P<sub>1</sub><sup>kg</sup> de carbure; mais si cette quantité d'eau n'était pas augmentée d'une masse additionnelle, il arriverait un moment où la température du gaz naissant atteindrait et dépasserait 60°C. Or, c'est ce que nous devons éviter pour empêcher la formation des polymères de l'acétylène.

Pour résoudre ce problème dans toute sa généralité, désignons par :

- $e'_1$  le poids d'eau en kilogrammes nécessaire pour décomposer 1<sup>kg</sup> de carbure de calcium;
- $e'_2$  le poids d'eau en kilogrammes entraînée par le gaz dégagé de ce kilogramme de carbure;
- $e'_3$  le poids d'eau en kilogrammes additionnelle de refroidissement.

Nous avons

$$(19) \quad E' = P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3.$$

La chaleur absorbée par l'eau contenue dans le gazogène pendant la première période du phénomène d'ordre  $k$  est égale à

$$[P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_3 + e'_2)(k - 1 + \beta)P'](\theta - t) \text{ grandes calories,}$$

et celle abandonnée pendant la seconde période du même phénomène est égale à

$$[P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)kP'](\theta - t') \text{ grandes calories.}$$

Ces expressions font voir que, quand on passe du phénomène d'ordre  $k$  au phénomène d'ordre  $k + 1$ , la chaleur absorbée par l'eau durant la première période diminue de  $(e'_1 + e'_2)P'(\theta - t)$ , et la chaleur abandonnée par cette eau durant la seconde période diminue de  $(e'_1 + e'_2)P'(\theta' - t')$ .

7° *Influence de l'hydrate de calcium formé.* — 1<sup>kg</sup> de carbure de calcium donne 1<sup>kg</sup>,156 d'hydrate de calcium. Pendant la première période du  $k^{\text{ième}}$  phénomène, la chaleur absorbée par cet hydrate est égale à

$$1,156(k - 1 + \beta)P'c^{iv}(\theta - t) \text{ grandes calories,}$$

$c^{iv}$  étant la chaleur spécifique de l'hydrate de calcium, et la chaleur abandonnée pendant la seconde période vaut

$$1,156kP'c^{iv}(\theta - t') \text{ grandes calories.}$$

Quand on passe d'un phénomène au suivant, la chaleur absorbée par l'hydrate de calcium formé pendant la première période augmente de  $1,156P'c^{iv}(\theta - t)$ , et celle abandonnée par ce corps pendant la seconde période augmente de  $1,156P'c^{iv}(\theta - t')$ .

En résumé, la variation de chaleur pendant la première période est égale à

$$(20) \quad \left\{ \begin{array}{l} 1,156P'c^{iv}(\theta - t) - (e'_1 + e'_2)P'(\theta - t) \\ \quad - 0,0005P' \times 0,91 \times 1,293c''(\theta - t) \\ \quad = [1,156c^{iv} - (e'_1 + e'_2) - 0,000588c'']P'(\theta - t) \text{ grandes calories,} \end{array} \right.$$

et la variation de chaleur pendant la seconde période est égale à

$$(21) \quad \begin{cases} 1,156 P' c^{iv} (0 - t') - (e'_1 + e'_2) P' (0 - t') \\ \quad - 0,0005 P^b \times 0,91 \times 1,293 c'' (0 - t') \\ = [1,156 c^{iv} - (e'_1 + e'_2) - 0,000588 c''] P' (0 - t') \text{ grandes calories.} \end{cases}$$

8° *Influence du rayonnement.* — Il est bien évident que, quand la température du gazogène s'élève, elle finit par dépasser la température ambiante. Dès ce moment, ce gazogène perd de la chaleur par rayonnement. Pour calculer cette perte de chaleur, on pourrait se servir de la formule de Newton; mais, comme elle renferme des coefficients plus ou moins bien définis, son usage n'est pas très commode, et nous lui préférons la formule de Péclet.

Désignons par :

$\tau$  la température ambiante;

$\gamma$  la quantité de chaleur en grandes calories émise par rayonnement par mètre carré de surface du gazogène et par minute;

$\rho$  un coefficient qui dépend de la nature de la surface du gazogène;

$\alpha$  une constante égale à 1,077;

$n'$  et  $n''$  les durées de chacune des périodes d'un phénomène quelconque en minutes;

$\Sigma$  la surface externe du gazogène en mètres carrés.

Pendant la première période d'un phénomène quelconque, la chaleur perdue par rayonnement est exprimée par la formule

$$(22) \quad \begin{cases} \gamma_1 = 124,72 \alpha \tau \left[ \alpha^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} \Sigma \rho \\ = 124,72 \times 1,0077 \tau \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} \Sigma \rho. \end{cases}$$

Pendant la seconde période du phénomène, la chaleur perdue est donnée par la formule

$$(23) \quad \begin{cases} \gamma_2 = 124,72 \alpha \tau \left[ \alpha^{\left(\frac{\theta+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} \Sigma \rho \\ = 124,72 \times 1,0077 \tau \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} \Sigma \rho, \end{cases}$$

M.

16

de telle sorte qu'on a

$$(24) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Gamma = \gamma_1 + \gamma_2 = 12,72 \times 1,0077^\tau \\ \times \left\{ \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1 \right] n' + \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] n'' \right\} \frac{\Sigma}{60} \rho \end{array} \right.$$

pour la chaleur totale perdue par rayonnement pendant toute la durée d'un phénomène.

9° *Influence de la conductibilité.* — La conductibilité joue enfin, suivant les cas, un rôle plus ou moins grand, que nous allons établir.

Aux notations du paragraphe précédent ajoutons les suivantes, et désignons par :

$\gamma'$  la quantité de chaleur en grandes calories émise par conductibilité par mètre carré du gazogène et par minute;

$\rho'$  un coefficient qui dépend de la forme et de l'étendue de cette surface;

$b$  une constante égale à 1,233;

$\Sigma'$  la surface intéressée du gazomètre.

La chaleur perdue par conductibilité pendant la première période d'un phénomène quelconque est donnée par la formule

$$(25) \quad \gamma_1 = 0,552 \rho' \left( \frac{t+\theta}{2} - \tau \right)^b \frac{n'}{60} \Sigma' = 0,552 \left( \frac{t+\theta}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{n'}{60} \Sigma' \rho',$$

et celle perdue pendant la seconde période du même phénomène est donnée par la formule

$$(26) \quad \gamma_2 = 0,552 \rho' \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^b \frac{n''}{60} \Sigma' = 0,552 \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{n''}{60} \Sigma' \rho',$$

ce qui donne pour la chaleur émise par conductibilité pendant toute la durée du phénomène

$$(27) \quad \Gamma' = \gamma_1' + \gamma_2' = 0,552 \left[ \left( \frac{t+\theta}{2} - \tau \right)^{1,233} n' + \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} n'' \right] \frac{\Sigma'}{60} \rho'.$$

*Étude des fonctions  $\varphi(\Delta t)$  et  $\chi(\Delta t)$ .* — Les formules qui déterminent  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_1', \gamma_2'$  ainsi que  $\Gamma$  et  $\Gamma'$  sont des fonctions de la

différence  $\Delta t$  de température entre la température moyenne du gazogène et la température ambiante.  $\Delta t$  est défini par l'une des relations

$$(28) \quad \Delta t = \frac{t + \theta}{2} - \tau, \quad \text{ou} \quad \Delta t = \frac{\theta + t'}{2} - \tau,$$

et l'on a alors

$$(29) \quad \begin{cases} \gamma_1 = 124,72 \times 1,0077^\tau (1,0077^{\Delta t} - 1) n' \frac{\Sigma}{60} \rho, \\ \gamma_2 = 124,72 \times 1,0077^\tau (1,0077^{\Delta t} - 1) n'' \frac{\Sigma}{60} \rho, \end{cases}$$

et

$$(30) \quad \gamma'_1 = 0,552(\Delta t)^{1,233} \frac{n'}{60} \Sigma' \rho', \quad \gamma'_2 = 0,552(\Delta t)^{1,233} \frac{n''}{60} \Sigma' \rho'.$$

Posons

$$(31) \quad 124,72 \times 1,0077^\tau (1,0077^{\Delta t} - 1) = \varphi(\Delta t),$$

et

$$(32) \quad 0,552(\Delta t)^{1,233} = \chi(\Delta t).$$

La fonction  $\varphi(\Delta t)$  est une exponentielle qui, pour une valeur donnée de  $\tau$ , est parfaitement déterminée.

Pour  $\Delta t = 0$ , on a

$$\varphi(\Delta t) = 0;$$

quand  $\Delta t$  croît,  $\varphi(\Delta t)$  croît constamment jusqu'à l'infini lorsque  $\Delta t = \infty$ .

La fonction  $\chi(\Delta t)$  représente approximativement une fonction terci-quartique, car sa valeur peut presque se mettre sous la forme

$$0,552(\Delta t)^{\frac{4}{3}}$$

et est de degré  $\frac{4}{3}$  environ.

Pour  $\Delta t = 0$ , on a

$$\psi(\Delta t) = 0;$$

quand  $\Delta t$  croît,  $\chi(\Delta t)$  croît également jusqu'à devenir infini lorsque  $\Delta t = \infty$ .

Faisons  $\tau = 15''$  et calculons dans cette hypothèse les différentes valeurs de  $\varphi(\Delta t)$  et de  $\chi(\Delta t)$ , ainsi que les différences tabulaires

pour les valeurs de  $\Delta t$  variant de  $10^\circ$  en  $10^\circ$  depuis  $\Delta t = 0$  jusqu'à  $\Delta t = 250^\circ$ .

Nous consignons les résultats obtenus dans le Tableau ci-dessous :

Valeurs de $\Delta t$ .	Valeurs de $\varphi(\Delta t)$ .	Différences.	Valeurs de $\chi(\Delta t)$ .	Différences.	Valeurs de $\Delta t$ .	Valeurs de $\varphi(\Delta t)$ .	Différences.	Valeurs de $\chi(\Delta t)$ .	Différences.
0	0,0		0,0		130	239,3	28,0	223,1	21,0
10	11,2	11,2	9,4	9,4	140	269,5	30,2	244,4	21,3
20	23,2	12,0	22,2	12,8	150	302,1	32,6	266,1	21,7
30	36,1	12,9	36,6	14,4	160	339,0	36,9	288,1	22,0
40	50,1	14,0	52,2	15,6	170	377,4	38,4	310,5	22,4
50	65,3	15,2	68,6	16,4	180	418,5	41,1	333,2	22,7
60	81,7	16,4	86,0	17,4	190	463,2	44,7	356,1	22,9
70	99,3	17,6	104,0	18,0	200	511,2	48,0	379,4	23,3
80	118,5	19,2	122,6	18,6	210	563,1	51,9	402,9	23,5
90	138,7	20,2	141,7	19,1	220	619,0	55,9	426,7	23,8
100	161,3	22,6	161,5	19,8	230	679,5	60,5	450,7	24,0
110	185,3	24,0	181,5	20,0	240	744,8	65,3	475,0	24,3
120	211,3	26,0	202,1	20,6	250	818,7	73,9	498,6	24,6
		28,0		21,0					

Lorsque

$$\tau \neq 15^\circ$$

il convient de corriger les nombres contenus dans ce Tableau. On les multiplie alors par un certain facteur de correction  $\psi$ , fonction de  $\tau$  ayant les valeurs suivantes :

Valeur de  $\tau$ .

0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Valeur de  $\psi$ .

0,89	0,96	1,04	1,12	1,21	1,31	1,41	1,52	1,65	1,78	1,92
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

*Détermination des coefficients  $\rho$  et  $\rho'$ .* — Péclet a établi les valeurs des coefficients  $\rho$  et  $\rho'$  propres à diverses substances et à leur forme. Nous les reproduisons ci-après :

Argent poli.....	$\rho = 0,130$	Fonte de fer oxydée...	$\rho = 3,360$
Cuivre rouge.....	0,160	Charbon en poudre...	3,420
Étain.....	0,215	Sciure de bois.....	3,530
Papier doré.....	0,230	Pierre à bâtir.....	3,600
Zinc.....	0,240	Plâtre.....	3,600
Laiton poli.....	0,258	Bois.....	3,600
Papier argenté.....	0,420	Sable fin.....	3,620
Tôle (fer noir) poli...	0,450	Calicot.....	3,650
Tôle plombée.....	0,650	Peinture à l'huile.....	3,710
Tôle ordinaire.....	2,770	Étoffes de soie.....	3,710
Verre.....	2,910	Papier ordinaire.....	3,770
Fonte de fer neuve....	3,170	Noir de fumée.....	4,010
Craie en poudre.....	3,320	Eau.....	5,310
Tôle oxydée.....	3,360	Huile.....	7,240

Les valeurs de  $\rho'$  sont déterminées par les formules ci-après :

1° Dans le cas d'un corps sphérique de rayon  $r$ , exprimé en mètres, on a

$$(33) \quad \rho' = 1,778 + \frac{0,130}{r};$$

2° Quand on a affaire à un cylindre circulaire vertical de rayon  $r$  et de hauteur  $h$  exprimés en mètres, la formule est

$$(34) \quad \rho' = \left(0,726 + \frac{0,0345}{\sqrt{r}}\right) \left(2,430 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}}\right);$$

3° Pour un prisme droit à base carrée de côté  $m$  et de hauteur  $h$  exprimés en mètres,  $\rho'$  est donné par la formule

$$(35) \quad \rho' = 1,04 \left(0,726 + \frac{0,0455}{\sqrt{m}}\right) \left(2,430 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}}\right);$$

4° Dans le cas d'un cube on a

$$(36) \quad \rho' = 1,04 \left(0,726 + \frac{0,0455}{\sqrt{h}}\right) \left(2,430 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}}\right),$$

ce qui donne

$$(37) \quad \rho' = 1,83 + \frac{0,78}{\sqrt{h}} + \frac{0,04}{h},$$

$h$  est alors donné par une équation du second degré quand  $\rho'$  est donné.

*Mise en équation du problème.* — I. Écrivons tout d'abord que, pendant la première période d'un phénomène quelconque d'ordre  $k$ , la chaleur émise par la décomposition par l'eau d'un poids  $\beta P'$  de carbure de calcium est égale à la chaleur absorbée :

- 1° Par le gazogène proprement dit;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée avec le gaz;
- 5° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 6° Par l'eau contenue dans le gazogène;
- 7° Par l'hydrate de calcium formé;
- 8° Par le rayonnement du gazogène;
- 9° Par la conductibilité.

Or la chaleur dégagée par  $\beta P'$  kilogrammes de carbure de calcium est égale à  $406 \beta P'$  grandes calories en moyenne. Nous avons alors l'équation

$$(38) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 \beta P' = & [pc(\theta - t) + (1 - \beta)P'c'(\theta - t) \\ & + 0,5 \beta P'w \times 0,91 \times 1,293 c''(\theta - t) + 0,5 \beta P'e'_2 c'''(\theta - t)] \\ & + \{0,001[P_1 - 0,5(k - 1 + \beta P')]\times 0,91 \times 1,293 c''(\theta - t) \\ & + [P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)(k - 1 + \beta)P'(\theta - t) \\ & + 1,156(k - 1 + \beta)P'c^{iv}(\theta - t)]\} \\ & + \left\{124,72 \times 1,0077^\tau \left[1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1\right] \frac{n'}{60} \Sigma \rho \right\} \\ & + \left[0,552 \left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)^{1,233} \frac{n'}{60} \Sigma' \rho' \right], \end{aligned} \right.$$

ce que nous pouvons écrire

$$(39) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 \beta P' = & [pc + (1 - \beta)P'c' + 0,5883 \beta P'c''w + 0,5 \beta P'e'_2 c'''](\theta - t) \\ & + \{[0,001 P_1 - 0,0005(k - 1 + \beta)P'] \times 1,1766 c'' + P_1(e'_1 + e'_2) \\ & + e'_3 - (e'_1 + e'_2)(k - 1 + \beta)P' + 1,156(k - 1 + \beta)P'c^{iv}\}(\theta - t) \\ & + \left\{124,72 \times 1,0077^\tau \left[1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1\right] \frac{n'}{60} \Sigma \rho \right\} \\ & + \left[0,552 \left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)^{1,233} \frac{n'}{60} \Sigma' \rho' \right], \end{aligned} \right.$$

## Posons

$$(40) \quad [pc + (1 - \beta)P'c' + 0,5883P'c''w + 0,5\beta P'e'_2c'''](\theta - t) = H_1,$$

$$(41) \quad \left\{ [P_1 - 0,5(k - 1 + \beta)P']0,0011766c'' + P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)(k - 1 + \beta)P' + 1,156(k - 1 + \beta)P'c^{iv} \right\}(\theta - t) = K_1,$$

$$(42) \quad \left\{ 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} \Sigma \rho \right\} = R_1,$$

$$(43) \quad \left[ 0,552 \left( \frac{t+\theta}{2} - 1 \right)^{1,233} \frac{n'}{60} \Sigma' \rho' \right] = C_1,$$

l'équation (39) prend la forme canonique

$$(44) \quad 406\beta P' = H_1 + K_1 + R_1 + C_1.$$

II. Écrivons maintenant que, pendant la seconde période du même phénomène d'ordre  $k$ , la chaleur abandonnée :

- 1° Par la décomposition de  $(1 - \beta)P'$  kilogrammes de carbure de calcium;
- 2° Par le gazogène proprement dit;
- 3° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 4° Par l'eau du gazogène;
- 5° Par l'hydrate de calcium formé,

est égale à la chaleur perdue :

- 1° Par le gaz acétylène dégagé;
- 2° Par la vapeur d'eau qu'il a entraînée avec lui;
- 3° Par le rayonnement;
- 4° Par la conductibilité.

La chaleur dégagée par  $(1 - \beta)P'$  kilogrammes de carbure de calcium étant égale à  $406(1 - \beta)P'$  grandes calories, on a

$$(45) \quad \left\{ \begin{aligned} & [406(1 - \beta)P' + pc(\theta - t')] \\ & + \{ (0,001P_1 - 0,0005kP') \times 0,91 \times 1,293c''(\theta - t') \\ & + [P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)kP'](\theta - t') + 1,156kP'c^{iv}(\theta - t') \} \\ & = [0,5(1 - \beta)P'w \times 0,91 \times 1,293c''(\theta - t') + 0,5(1 - \beta)P'e'_2c'''(\theta - t')] \\ & + \left\{ 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} \Sigma \rho \right\} \\ & + \left[ 0,552 \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{n''}{60} \Sigma' \rho' \right], \end{aligned} \right.$$

ce que nous pouvons écrire

$$(46) \left\{ \begin{aligned} & 406(1-\beta)P' + [pc - 0,5883(1-\beta)P'c''w - 0,5(1-\beta)P'e_2c'''](\theta - t') \\ & + \{ (P_1 - 0,5kP')0,0011766c'' \\ & + [P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)kP' + 1,156kP'c'''](\theta - t') \\ & - \{ 124,72 \times 1,0077^\tau [1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2}-\tau\right)} - 1] \frac{n''}{60} \Sigma \rho \} \\ & - \left[ 0,552 \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{n''}{60} \Sigma' \rho' \right] \} = 0. \end{aligned} \right.$$

Posons

$$(47) [pc - 0,5883(1-\beta)P'c''w - 0,5(1-\beta)P'e_2c'''](\theta - t') = H_2,$$

$$(48) \left\{ \begin{aligned} & (P_1 - 0,5kP')0,0011766c'' \\ & + [P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 - (e'_1 + e'_2)kP' + 1,156kP'c'''](\theta - t') \end{aligned} \right. = K_2,$$

$$(49) \left\{ 124,72 \times 1,0077^\tau [1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2}-\tau\right)} - 1] \frac{n''}{60} \Sigma \rho \right\} = R_2,$$

$$(50) \left[ 0,552 \left( \frac{\theta+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{n''}{60} \Sigma' \rho' \right] = C_2.$$

L'équation (46) prend la forme canonique

$$(51) 406(1+\beta)P' + H_2 + K_2 - R_2 - C_2 = 0.$$

*Calcul de l'espace nuisible du gazogène.* — Non seulement le gazogène doit avoir un volume suffisant pour pouvoir recevoir le volume d'eau

$$(52) E' = [(e'_1 + e'_2)P_1 + e'_3] \text{ litres}$$

ou

$$(53) \frac{E'}{1000} = \frac{1}{1000} [(e'_1 + e'_2)P_1 + e'_3] \text{ mètres cubes,}$$

mais encore pour pouvoir contenir tout l'hydrate de calcium formé et les abondantes mousses qui se produisent toujours dans cette catégorie d'appareils et qui ne doivent pas engorger les canalisations.

L'espace nuisible du gazogène ne doit pas mesurer moins de 0,001 P<sub>1</sub> mètres cubes; par suite

$$(54) v' = \frac{P_1}{1000} = 0,001 P_1 \text{ mètres cubes,}$$

et la dépense correspondante en carbure est de

$$\frac{P_1}{1000 w} \text{ kilogrammes.}$$

*Calcul définitif de  $P_1$ .* — L'espace nuisible total de tout l'appareil a donc pour valeur

$$(55) \quad v = v' + v'' = \frac{P_1}{1000} + \frac{P' w}{10} = \frac{1}{10} \left( \frac{P_1}{100} + P' w \right) \text{ mètres cubes,}$$

et l'on a

$$(56) \quad \pi'' = \frac{v' + v''}{w} = \frac{1}{10} \left( \frac{P_1}{100 w} + P' \right) \text{ kilogrammes}$$

comme dépense supplémentaire de carbure.

De plus,  $E'$  étant le poids total de l'eau contenue dans le gazogène en kilogrammes, la quantité d'acétylène que dissout cette eau est égale à  $E' \sigma$  litres ou  $\frac{E' \sigma}{1000}$  mètres cubes.

Nous avons trouvé que l'eau du gazomètre dissolvait à chaque opération  $0,1 P' w \sigma$  mètres cubes de gaz acétylène. Il est donc en dissolution

$$(57) \quad \frac{E' \sigma}{1000} + 0,1 P' w \sigma = \frac{\sigma}{10} \left( \frac{E'}{100} + P' w \right) \text{ mètres cubes.}$$

Le poids de carbure de calcium capable de dégager cette quantité d'acétylène pèse

$$(58) \quad \pi' = \frac{\sigma}{10} \left( \frac{E'}{100 w} + P' \right) \text{ kilogrammes;}$$

par suite, on a, pour le poids  $\pi$ ,

$$(59) \quad \pi = \pi' + \pi'' = \frac{1}{10} \left[ \sigma \left( \frac{E'}{100 w} + P' \right) + \left( \frac{P_1}{1000 w} + P' \right) \right].$$

Le poids  $P_1$  est donc donné par la relation

$$(60) \quad \left\{ \begin{aligned} P_1 = P + \pi &= \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ \sigma \left( \frac{E'}{100 w} + P' \right) + \left( \frac{P_1}{1000 w} + P' \right) \right] \\ &= \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ P' (1 + \sigma) + \frac{1}{100 w} (P_1 + \sigma E') \right]. \end{aligned} \right.$$

En résolvant par rapport à  $P_1$ , il vient

$$(61) \quad P_1 - \frac{P_1}{1000w} = P_1 \left( \frac{1000w-1}{1000w} \right) = \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ P'(1+\sigma) + \frac{\sigma E'}{100w} \right],$$

ce qui donne finalement

$$(62) \quad P_1 = \frac{1000w}{1000w-1} \left\{ \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ P'(1+\sigma) + \frac{\sigma E'}{100w} \right] \right\}.$$

Telle est la formule qui détermine le poids vrai  $P_1$  qu'il faut mettre dans le gazogène pour que l'on puisse effectivement brûler le volume  $V$  de gaz acétylène.

Cette formule est donc d'une grande importance.

*Résolution algébrique du problème.* — Nous avons tout d'abord les équations (44), (51) et (62), puis l'une quelconque des équations du groupe ci-dessous

$$(63) \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho' = 1,778 + \frac{0,130}{r} \\ \text{ou} \\ \rho' = \left( 0,726 + \frac{0,0345}{\sqrt{r}} \right) \left( 2,430 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}} \right) \\ \text{ou} \\ \rho' = 1,04 \left( 0,726 + \frac{0,0455}{\sqrt{m}} \right) \left( 2,430 + \frac{0,8758}{\sqrt{h}} \right) \\ \text{ou} \\ \rho' = 1,83 + \frac{0,78}{\sqrt{h}} + \frac{0,04}{h}, \end{array} \right.$$

suivant la forme attribuée au gazogène. En général, entre  $v$  et  $h$  ou entre  $m$  et  $h$  on fixe d'avance une relation, de telle sorte que  $v$  et  $m$  soient des fonctions connues de  $h$ .

Dans ces équations (44), (51), (62) et (63),  $P'$ ,  $c$ ,  $c'$ ,  $c''$ ,  $c'''$ ,  $c^{iv}$ ,  $e'$ ,  $\rho$  et  $k$  sont parfaitement connus; puis  $\beta$ ,  $w$ ,  $\tau$ ,  $t$ ,  $e'_2$ ,  $n'$  et  $n''$  sont déterminés, soit par des essais préalables, soit par les observations du moment. Il reste à déterminer  $P_1$ ,  $p$ ,  $e'_3$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $h$ ,  $\theta$ ,  $t'$  et  $\rho'$ . Mais on peut considérer  $p$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $\rho'$  comme des fonctions de  $h$  dé-

finies par

$$(64) \quad p = f_1(h),$$

$$(65) \quad \Sigma = f_2(h),$$

$$(66) \quad \Sigma' = f_3(h),$$

$$(67) \quad \rho' = f_4(h),$$

$f_i$  représentant une quelconque des équations du groupe (63).

De plus, il existe entre  $P'$  et  $P_1$  une relation telle que

$$(68) \quad \frac{P_1}{P'} = q,$$

de telle sorte qu'il reste à déterminer  $q$  inconnues,  $P_1, p, e'_3, \Sigma, \Sigma', h, \theta, t'$  et  $\rho'$ . Nous connaissons huit relations entre ces inconnues; il en reste donc une indéterminée. Il est, par suite, possible d'envisager le problème sous différentes faces.

On peut se donner à l'avance une quelconque des neuf quantités précédentes, et calculer les huit autres en fonction de celle-là; il reste à vérifier si la solution trouvée convient aux conditions que nous nous sommes imposées.

Les deux cas qui nous intéressent le plus sont les suivants :

PREMIER CAS. — *La température  $\theta$  est fixée d'avance.* —  $\theta$  est la température maximum qui ne devra jamais être dépassée, quelle que soit la valeur de  $k$ .

On calcule les inconnues en faisant successivement  $k$  égal à 1, 2, 3, 4, ...,  $q$ . La valeur de  $\rho'$  dépend, dans la pratique, d'une équation du second degré en  $h$ , à moins que le carburateur ne soit sphérique; mais, dans tous les cas, l'équation finale en  $h$  est toujours d'un degré élevé et ne peut être résolue que par les procédés de l'Algèbre supérieure.

SECOND CAS. — *La valeur de  $h$  est donnée d'avance.* — L'épaisseur  $\eta$  des parois du gazogène étant aussi fixée, il est facile de calculer  $p$  en fonction de  $h$  et de  $\eta$ ; on en déduit immédiatement les valeurs  $\Sigma, \Sigma'$  et  $\rho'$ ; mais l'équation finale en  $\theta$  est transcendante et sa résolution est compliquée.

Néanmoins, nous pouvons dire qu'au point de vue mathématique le problème est complètement résolu.

*Résolution pratique du problème.* — Deux méthodes se présentent à l'esprit pour chercher à exprimer le plus de quantités possibles en fonction d'une seule : ou bien les calculer en fonction de la charge  $P'$  qui correspond à un phénomène, ou bien les calculer en fonction de la charge totale  $P$ . En tout cas, la relation

$$\frac{P_1}{P'} = q.$$

permet de passer facilement d'une hypothèse à l'autre.

On peut encore fixer à l'avance la valeur de  $P'$  et déterminer le nombre  $q$  de phénomènes par cette relation. C'est ainsi qu'on peut faire  $P' = 1$  kilogramme et alors  $q = P_1$ .

Si, au contraire, on se donne  $q$  de façon que la durée  $N$  d'un phénomène soit fixée à l'avance, le poids  $P'$  est donné par la relation

$$P' = \frac{P_1}{q}.$$

Nous verrons plus loin ce que la pratique indique de faire.

Les quantités  $c'$ ,  $c''$ ,  $c'''$  et  $c^{iv}$  valent respectivement

$$c' = 0,103, \quad c'' = 0,310, \quad c''' = 0,477 \quad \text{et} \quad c^{iv} = 0,260;$$

de plus, la théorie montre que

$$e'_1 = 0,5625.$$

Supposons que l'expérience attribue aux quantités  $\beta$ ,  $w$ ,  $\tau$  et  $e'_2$  les valeurs

$$\beta = 0,8, \quad w = 0,3, \quad \tau = 15^\circ, \quad e'_2 = e'_3 = 0,5625,$$

$K$  devant successivement prendre les valeurs 1, 2, 3, ...,  $q$ .

1° L'influence du gazogène devient pour chaque période :

$$pc(\theta - t) \quad \text{et} \quad pc(\theta - t');$$

2° Celle du carbure de calcium non encore décomposé :

$$0,0206 P'(\theta - t) \quad \text{et} \quad \text{zéro};$$

3° Celle du gaz acétylène dégagé :

$$0,04377 P'(\theta - t) \quad \text{et} \quad 0,01094 P'(\theta - t');$$

4° Celle de la vapeur d'eau entraînée :

$$0,10736 P'(\theta - t) \quad \text{et} \quad 0,02684 P'(\theta - t');$$

5° Celle de l'espace nuisible du gazogène :

$$[P_1 - 0,5(k - 0,2)P'] \times 0,0003648(\theta - t)$$

et

$$(P_1 - 0,5kP') \times 0,0003648(\theta - t');$$

6° Celle de l'eau contenue dans le gazogène :

$$[1,125P_1 + e'_3 - 1,125(k - 0,2)P'](\theta - t)$$

et

$$(1,125P_1 + e'_3 - 1,125kP')(\theta - t');$$

7° Celle de l'hydrate de calcium formé :

$$0,3006(k - 0,2)P'(\theta - t) \quad \text{et} \quad 0,3006kP'(\theta - t').$$

On a, par suite, toutes réductions faites,

$$(69) \quad H_1 = (pc + 0,1718P')(\theta - t),$$

$$(70) \quad K_1 = (1,12536P_1 - 0,82458kP' + 0,164916P' + e'_3)(\theta - t),$$

$$(71) \quad H_2 = (pc - 0,0377P')(\theta - t'),$$

$$(72) \quad K_2 = (1,12536P_1 - 0,82458kP' + e'_3)(\theta - t');$$

par conséquent,

$$(73) \quad H_1 + K_1 = (pc + 1,12536P_1 + 0,3367P' - 0,82458kP' + e'_3)(\theta - t),$$

$$(74) \quad H_2 + K_2 = (pc + 1,12536P_1 - 0,0377P' - 0,82458kP' + e'_3)(\theta - t');$$

comme

$$P_1 = qP',$$

il vient

$$(75) \quad H_1 + K_1 = [pc + (1,12536q + 0,3367 - 0,82458k)P' + e'_3](\theta - t),$$

$$(76) \quad H_2 + K_2 = [pc + (1,12536q - 0,0377 - 0,82458k)P' + e'_3](\theta - t').$$

Supposons que le gazogène soit un prisme droit de base rectangle dont les dimensions sont  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  telles que

$$(77) \quad \xi = m\zeta \quad \text{et} \quad \eta = n\zeta;$$

la surface latérale de ce corps est égale à

$$(78) \quad \Sigma = 2(\xi\eta + \eta\zeta + \zeta\xi) = 2\zeta^2(mn + n + m)$$

si  $\psi$  est l'épaisseur du métal; le poids du gazogène est égal à

$$(79) \quad p = 2\zeta^2\psi(mn + n + m)\lambda,$$

$\lambda$  étant le poids spécifique de la matière. Dans cette relation  $\zeta$  et  $\psi$  sont exprimés en mètres.

Dans le cas particulier du cube, on a

$$m = n = 1$$

par suite,

$$(80) \quad p = 5\zeta^2\psi\lambda,$$

et comme ici

$$\zeta = h,$$

on a

$$(81) \quad p = 5h^2\psi\lambda.$$

Supposons donc le cas du cube. Dans un calcul préalable on peut toujours, pour simplifier les calculs, ramener le problème à ce cas, car on se place dans des conditions défavorables au point de vue du refroidissement, le cube étant le prisme qui, sous un volume donné, présente la surface minimum.

Dans le cas de la fonte, qui doit être employée de préférence à tout autre métal, on a

$$\lambda = 7200.$$

En général,

$$\psi = 0^m, 005,$$

de telle sorte qu'on peut écrire

$$(82) \quad p = 43\,200 + 0,005h^2 = 216h^2;$$

pour la fonte

$$c = 0,1298,$$

donc

$$(83) \quad pc = 28,04h^2.$$

L'expérience montre qu'on peut faire

$$(84) \quad P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 = 0,008P_1 = 0,008qP';$$

comme

$$P_1(e'_1 + e'_2) = 1,125P_1 = 1,125qP' \text{ litres} = \frac{1,125}{1000}qP' \text{ mètres cubes},$$

il vient

$$(85) \quad e'_3 = \frac{1}{1000} (8 - 1,125) q P' = 0,006875 q P' \text{ mètres cubes;}$$

or nous avons trouvé pour l'espace nuisible du gazogène

$$v' = 0,001 P_1 = 0,001 q P',$$

le volume total du gazogène est

$$(86) \quad (0,008 + 0,001) q P' = 0,009 q P'.$$

Dans le cas d'un carburateur cubique, on a alors

$$(87) \quad h^3 = 0,009 q P',$$

ce qui donne

$$(88) \quad h = 0,208 q^{\frac{1}{3}} P'^{\frac{1}{3}},$$

par suite,

$$(89) \quad h^2 = 0,0433 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}}$$

et

$$(90) \quad pc = 28,04 \times 0,0433 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}} = 1,214 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}}.$$

On peut donc écrire

$$(91) \quad \begin{cases} H_1 + K_1 = [1,214 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}} + (1,12536 q + 0,3367 - 0,82458 k) P' + e'_3] (\theta - t), \\ H_2 + K_2 = [1,214 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}} + (1,12536 q - 0,0377 - 0,82458 k) P' + e'_3] (\theta - t'). \end{cases}$$

Ces formules exponentielles en  $P'$  montrent qu'il y a, en général, intérêt à prendre  $P' = 1$  et le nombre de phénomènes égal à  $P_1$ , donc  $q = P_1$ . Alors

$$(92) \quad \begin{cases} H_1 + K_1 = [1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,12536 P_1 + 0,3367 - 0,82458 k) + e'_3] (\theta - t), \\ H_2 + K_2 = [1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,12536 P_1 - 0,0377 - 0,82458 k) + e'_3] (\theta - t'). \end{cases}$$

De plus, dans le cas de la fonte,

$$\rho = 3,360$$

et si l'on suppose

$$\tau = 15^\circ,$$

il vient

$$(93) \quad \rho \Sigma = 3,360 \times 6 h^2 = 20,16 h^2 = 20,16 \times 0,0396 q^{\frac{2}{3}} P_1^{\frac{2}{3}} = 0,798 P_1^{\frac{2}{3}},$$

de telle sorte que

$$(94) \quad \begin{cases} R_1 = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} \times 0,798 P_1^{\frac{2}{3}}, \\ R_2 = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} \times 0,798 P_1^{\frac{2}{3}}. \end{cases}$$

Quant à  $C_1$  et  $C_2$ , l'expérience montre que, entre  $\Delta t = 0^\circ$  et  $\Delta t = 130^\circ$ , on a sensiblement

$$(95) \quad C_1 = \frac{R_1}{4}, \quad C_2 = \frac{R_2}{4},$$

de telle sorte qu'on peut finalement écrire

$$(96) \quad \begin{cases} R_1 + C_1 = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} \times P_1^{\frac{2}{3}}, \\ R_2 + C_2 = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} \times P_1^{\frac{2}{3}}, \end{cases}$$

et les équations du problème deviennent

$$(97) \quad \begin{cases} 324,8 = \left[ 1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,12536 P_1 + 0,3367 - 0,82458 k) + e_3 \right] (0 - t) \\ \quad + 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+\theta}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n'}{60} P_1^{\frac{2}{3}} \end{cases}$$

et

$$(98) \quad \begin{cases} 81,2 = \left[ 1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,12536 P_1 - 0,6377 - 0,82458 k) + e_3 \right] (0 - t') \\ \quad + 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{\theta+t'}{2}-\tau\right)} - 1 \right] \frac{n''}{60} P_1^{\frac{2}{3}}. \end{cases}$$

Quant à  $n'$  et  $n''$ , on sait que

$$n' = n'' = N$$

avec

$$N = P' \omega \times \frac{T}{V}$$

qui, en faisant  $P' = 1$ , se réduit à

$$(99) \quad N = \frac{T \omega}{V}.$$

L'équation (97) détermine  $\theta$  et l'équation (98) permet de calculer  $t'$  lorsque  $e'_3$  et  $k$  sont donnés.

On se donne donc  $e'_3$ , puis l'on fait successivement  $k = 1, 2, 3, 4, \dots, q$ ; on calcule  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_q$ , puis  $t'_1, t'_2, t'_3, \dots, t'_q$ . Dès que  $\theta$  atteint et dépasse  $60^\circ$ , on augmente  $e'_3$  et l'on recommence les calculs jusqu'à ce que

$$\theta'_q \leq 60^\circ.$$

Il est intéressant de remarquer que, dans la pratique, sans erreur sensible, on peut remplacer l'ensemble des équations (97) et (98) par l'équation unique

$$(100) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 = & [1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,12536 P_1 + 0,11945 - 0,82458 k) + e'_3] (t' - t) \\ & + 124,72 \times 1,0077^t [1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1] \frac{N}{60} P_1^{\frac{2}{3}}, \end{aligned} \right.$$

ou encore, plus simplement, par la suivante, suffisamment exacte,

$$(101) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 = & [1,214 P_1^{\frac{2}{3}} + (1,13 P_1 + 0,15 - 0,82 k) + e'_3] (t' - t) \\ & + 124,72 \times 1,0077^t [1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1] \frac{N}{60} P_1^{\frac{2}{3}}. \end{aligned} \right.$$

Par un exemple nous montrerons comment on conduit les calculs.

#### IV. — Appareils à chute d'eau sur le carbure.

*Détermination d'un phénomène.* — Dans la catégorie des appareils à chute d'eau sur le carbure, nous appellerons PHÉNOMÈNE l'ensemble des faits qui se réaliseront pendant tout le temps que durera la décomposition d'un poids  $P'$  déterminé de carbure de calcium contenu dans le gazogène.

Soit  $P$  le poids de carbure de calcium strictement nécessaire pour fournir le volume  $V$  du gaz acétylène dont on a besoin. Pour parer aux pertes par dissolution dans le gazomètre et par purges, on prend un poids  $P_1$  supérieur à  $P$ .

M.

17

La durée d'un phénomène est encore donnée par la formule

$$(102) \quad N = P'w \times \frac{T}{V} \text{ minutes.}$$

Le jet d'eau sur le carbure étant considéré comme continu pendant la durée du régime établi, la décomposition du carbure peut être supposée régulière, surtout si l'on a affaire à un carbure de calcium de bonne qualité, et l'on n'observe plus de maximum de température pendant un phénomène. Dans ce cas, la température suit une marche constamment ascensionnelle jusqu'à ce que la chaleur émise soit égale à celle perdue.

*Calcul du gazomètre.* — Dans ce genre d'appareils, le gazomètre n'a pas besoin d'être aussi grand que dans les appareils à chute de carbure dans l'eau. Il est sage, cependant, de donner au gazomètre un volume au moins égal à  $P'w$  mètres cubes, à moins de se résigner à laisser échapper librement à l'air le gaz surproduit. Le volume d'eau employé dans le gazomètre est aussi égal à  $P'w$  mètres cubes. Le volume total de la cloche est donc égal à  $2P'w$  mètres cubes.

Les pertes sont un peu moins grandes dans ce cas que dans le cas précédent; cependant nous engageons à prendre pour  $P_1$  la même valeur que dans le cas des appareils à chute de carbure dans l'eau :

$$(102) \quad P_1 = \frac{1000w}{1000w-1} \left\{ \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ P'(1+\sigma) + \frac{6E'}{100w} \right] \right\}.$$

*Calcul du gazogène.* — Comme dans le cas précédent, tout gazogène doit être construit de telle façon que jamais la température, dans aucun de ses points, ne dépasse 60° centigrades.

*A priori*, il paraît douteux d'arriver à un pareil résultat avec les appareils à chute d'eau sur le carbure; car, dans ces gazogènes, la répartition de la chaleur ne se fait plus par convection, comme dans les appareils à chute de carbure dans l'eau, et la chaleur ne se répand dans toute la masse que par conductibilité. Il arrive que, dans ce cas, la température est loin d'être uniforme et que, en certains points, la température dépasse 600° à 700°. Ce

phénomène ne pouvant pas être traduit algébriquement, nous opérerons comme si la température s'uniformisait et comme si la chaleur était également répartie dans toute la masse du gazogène.

Écrivons donc que toute la chaleur dégagée par la décomposition du carbure de calcium est absorbée :

- 1° Par le gazogène proprement dit;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée par le gaz dégagé;
- 5° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 6° Par l'eau tombée dans le gazogène;
- 7° Par l'hydrate de calcium formé;
- 8° Par le rayonnement du gazogène;
- 9° Par la conductibilité.

1° *Influence du gazogène proprement dit.* — La chaleur absorbée par le gazogène pendant toute la durée d'un phénomène quelconque est égale à  $pc(t' - t)$  grandes calories.

2° *Influence du carbure de calcium non encore décomposé.* — A la fin d'un phénomène d'ordre  $k$ , il reste  $(P_1 - kP')$  kilogrammes de carbure de calcium qui ont absorbé

$$(P_1 - kP') c'(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

3° *Influence du gaz acétylène dégagé.* —  $P'$  kilos de carbure de calcium dégagent  $P'w$  mètres cubes d'acétylène pesant  $P'w \times 0,91 \times 1,293$  kilogrammes. On peut évaluer la chaleur emportée par ce gaz dans le gazomètre à

$$0,5P'w \times 0,91 \times 1,293 c''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

4° *Influence de la vapeur d'eau entraînée.* —  $P'e'_2$  étant le poids d'eau entraînée à l'état de vapeur par le gaz dégagé par  $P'$  kilos de carbure, la chaleur emportée par elle est égale à

$$0,5P'e'_2 c'''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

5° *Influence du gaz acétylène contenu dans l'espace nuisible du gazogène.* — Nous avons dit qu'il fallait compter que 1 kilogramme de carbure de calcium donnait environ, par suite du

foisonnement et de son état de division, 1<sup>lit</sup>, 625 d'hydrate de calcium. A chaque kilogramme de carbure décomposé, le volume libre du carburateur diminue environ de 0<sup>mc</sup>, 001. Supposons qu'on exprime le volume du gazogène en fonction de  $P'$  ou de  $P_1$ , car entre  $P'$  et  $P_1$  il existe toujours la relation

$$P_1 = P'q,$$

on peut écrire

$$(103) \quad \text{Volume du gazogène} = \delta P' = \frac{\delta}{q} P_1 \text{ mètres cubes,}$$

de telle sorte qu'à la fin du phénomène d'ordre  $k$  le volume libre du gazogène est égal à

$$(104) \quad \delta P' - 0,001 k P' = P'(\delta - 0,001 k) = \frac{P_1}{q}(\delta - 0,001 k) \text{ mètres cubes,}$$

et la chaleur absorbée par ce gaz est égale à

$$P'(\delta - 0,001 k) \times 0,91 \times 1,293 \times c''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

6° *Influence de l'eau contenue dans le gazogène.* — Dans le cas qui nous occupe on a évidemment  $e'_3 = 0$ . De plus, les quantités  $P'e'_1$  et  $P'e'_2$  n'intervenant qu'au fur et à mesure des besoins de la réaction; il n'y a jamais d'eau libre dans le gazogène,  $P'e'_1$  servant à la combinaison chimique et  $P'e'_1$  étant enlevée à l'état de vapeur. La chaleur absorbée par la quantité d'eau  $P'e'_1$  est égale à  $P'e'_1(t - \tau)$  grandes calories, et celle absorbée par la quantité d'eau  $P'e'_2$  est égale à  $P'e'_2(t - \tau)$  grandes calories, de telle sorte que l'influence de l'eau tombée dans le gazogène pendant un phénomène est manifestée par l'absorption de

$$P'(e'_1 + e'_2)(t - \tau) \text{ grandes calories.}$$

7° *Influence de l'hydrate de calcium formé.* — A la fin du  $k^{\text{ième}}$  phénomène, la quantité d'hydrate de calcium formé atteint  $1,156kP'$  kilogrammes. La chaleur absorbée par cet hydrate vaut

$$1,156kP'c''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

8° *Influence du rayonnement du gazogène.* — En admettant les mêmes notations que dans le premier cas, on trouve que la

chaleur perdue par le rayonnement du gazogène est égale à

$$(105) \quad \Gamma = 124,72 + 1,0077\tau \left[ 1,0077 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \text{ grandes calories.}$$

9° *Influence de la conductibilité.* — De même, la chaleur perdue par la conductibilité est donnée par la formule

$$(106) \quad \Gamma' = 0,552 \left[ \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \right] \frac{N}{60} \Sigma' \rho' \text{ grandes calories.}$$

*Mise en équation du problème.* — Écrivons que, pendant le phénomène d'ordre  $k$ , la chaleur émise par la décomposition par l'eau d'un poids  $P'$  de carbure de calcium est égale à la chaleur absorbée :

- 1° Par le gazogène lui-même;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée avec ce gaz;
- 5° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 6° Par l'hydrate de calcium formé;
- 7° Par l'eau tombée dans le gazogène;
- 8° Par le rayonnement du gazogène;
- 9° Par la conductibilité.

Or la chaleur dégagée par  $P'$  kilogrammes de carbure de calcium est égale à  $406 P'$  grandes calories en moyenne; nous avons par suite l'équation

$$(107) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 P' &= pc(t' - t) + (P_1 - kP') c'(t' - t) + 0,5 P' w \\ &\quad \times 0,91 \times 1,293 c''(t' - t) + 0,5 P' e'_2 c'''(t' - t) \\ &\quad + P'(\delta - 0,001k) \times 0,91 \times 1,293 c''(t' - t) \\ &\quad + 1,156 k P' c^{iv}(t' - t) + P'(e'_1 + e'_2)(t - \tau) \\ &\quad + 124,72 \times 1,0077\tau \left[ 1,0077 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \\ &\quad + 0,552 \left[ \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \right] \frac{N}{60} \Sigma' \rho', \end{aligned} \right.$$

ce que nous pouvons écrire :

$$(108) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 P' &= (pc + 0,5883 P' w c'' + 0,5 P' e'_2 c''') (t' - t) \\ &+ P' (e'_1 + e'_2) (t - \tau) \\ &+ [(P_1 - k P') c' + 1,1766 (\delta - 0,001 k) P' c'' \\ &\quad + 1,156 k P' c^{iv}] (t' - t) \\ &+ \left\{ 124,72 \times 1,0077 \left[ 1,0077 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \right\} \\ &+ \left\{ 0,552 \left[ \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \times \frac{N}{60} \Sigma' \rho' \right] \right\}. \end{aligned} \right.$$

Posons

$$(109) \quad [pc + 0,5883 P' w c'' + 0,5 P' e'_2 c'''] (t' - t) + P' (e'_1 + e'_2) (t - \tau) = H,$$

$$(110) \quad [(P_1 - k P') c' + 1,1766 (\delta - 0,001 k) P' c'' + 1,156 k P' c^{iv}] (t' - t) = K,$$

$$(111) \quad 124,72 \times 1,0077 \left[ 1,0077 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho = R,$$

$$(112) \quad 0,552 \left[ \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \times \frac{N}{60} \Sigma' \rho' \right] = G.$$

Nous avons l'équation réduite à sa forme canonique

$$(113) \quad 406 P' - H - K - R - G = 0,$$

*Résolution algébrique du problème.* — Nous avons tout d'abord les équations (102), (103) et (113) et l'une quelconque des équations du groupe (63), dans lesquelles les quantités  $P'$ ,  $c$ ,  $c'$ ,  $c''$ ,  $c'''$ ,  $c^{iv}$ ,  $e'_1$ ,  $\rho$  et  $k$  sont parfaitement connues, puis les quantités  $w$ ,  $\tau$ ,  $t$ ,  $e'_2$  et  $N$ , sont déterminées soit par des essais préalables, soit par les observations du moment. Il reste donc à calculer les quantités  $P_1$ ,  $\delta$ ,  $\rho'$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $h$ ,  $t'$ ,  $\rho'$ . Mais on peut supposer  $p$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$  et  $\rho'$  fonctions de  $h$  définies par les relations

$$(114) \quad p = f_1(h),$$

$$(115) \quad \Sigma = f_2(h),$$

$$(116) \quad \Sigma' = f_3(h),$$

$$(117) \quad \rho' = f_4(h),$$

$f_4$  représentant une quelconque des équations du groupe (63).

Il existe enfin la relation connue entre  $P_1$  et  $P'$

$$(118) \quad P_1 = q P',$$

de telle sorte qu'il reste à déterminer 8 inconnues  $P_1$ ,  $\delta$ ,  $p$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $h$ ,  $t'$  et  $\rho'$ . Nous connaissons les 8 relations (102), (103), (113), (114), (115), (116), (117) et (118). Entre ces 8 inconnues le problème est donc entièrement défini.

Il résulte de ceci que, tel que le problème est posé, on n'est pas maître de la température finale  $t'$  comme dans le cas des appareils à chute de carbure dans l'eau. Cela provient de la suppression de la quantité  $e'_3$ .

En général le problème ne satisfait pas à la condition

$$t' \leq 60^\circ,$$

ce qui veut dire que, dans les appareils à chute d'eau sur le carbure, la température dans le gazogène ne tarde pas à atteindre et dépasser  $60^\circ$ . Ce sont donc de mauvais appareils au point de vue du surchauffage du gaz naissant.

*Résolution pratique du problème.* — Comme dans le premier cas nous avons

$$c' = 0,103, \quad c'' = 0,310, \quad c''' = 0,477, \quad c^{IV} = 0,260, \quad e'_1 = 0,5625.$$

Supposons que l'expérience donne

$$w = 0,3, \quad \tau = 15^\circ, \quad e'_2 = 0,9,$$

car dans ce cas la quantité d'eau évaporée est plus grande que dans le cas précédent.

On donne de même à  $k$  successivement les valeurs 1, 2, 3, 4, ...,  $q$ :

1° L'influence du gazogène proprement dit devient :

$$pc(t' - t);$$

2° Celle du carbure de calcium non encore décomposé :

$$(q - k) \times 0,103 P'(t' - t);$$

3° Celle du gaz acétylène dégagé :

$$0,0547 P'(t' - t);$$

4° Celle de la vapeur d'eau entraînée avec le gaz :

$$0,21465 P'(t' - t);$$

5° Celle du gaz de l'espace nuisible du gazogène :

$$(\delta - 0,001 k) P' - 0,3648(t' - t);$$

6° Celle de l'hydrate de calcium formé :

$$0,3006 k P'(t' - t);$$

7° Celle de l'eau tombée dans le gazogène :

$$P'(e'_1 + e'_2)(t - \tau) = 1,4625 P'(t - \tau).$$

On a, par suite,

$$(119) \quad \left\{ \begin{aligned} H &= (pc + 0,0547 P' + 0,21465 P')(t' - t) + 1,4625 P'(t - \tau) \\ &= (pc + 0,26935 P')(t' - t) + 1,4625 P'(t - \tau), \end{aligned} \right.$$

$$(120) \quad \left\{ \begin{aligned} K &= [(q - k) \times 0,103 P' \\ &\quad + (\delta - 0,001 k) \times 0,3648 P' + 0,3006 k P'](t' - t) \\ &= (0,103 q + 0,3648 \delta + 0,1972 k) P'(t' - t), \end{aligned} \right.$$

ce qui donne

$$(121) \quad \left\{ \begin{aligned} H + K &= [pc + (0,26935 + 0,103 q + 0,3648 \delta + 0,1972 k) P'] \\ &\quad \times (t' - t) + 1,4625 P'(t - \tau); \end{aligned} \right.$$

comme précédemment, faisons

$$pc = 28,04 h^2 = 1,110 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}},$$

et supposons

$$P' = 1 \quad \text{avec} \quad q = P_1.$$

Il vient

$$(122) \quad \left\{ \begin{aligned} H + K &= [1,110 P_1^{\frac{2}{3}} + 0,103 P_1 + 0,3648 \delta \\ &\quad + 0,1972 k + 0,26935](t' - t) + 1,4625(t - \tau); \end{aligned} \right.$$

de plus

$$(123) \quad R + C = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} P_1^{\frac{2}{3}},$$

et l'équation pratique du problème prend la forme

$$(124) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 &= [1,110 P_1^{\frac{2}{3}} + 0,103 P_1 + 0,3648 \delta + 0,1972 k + 0,26935](t' - t) \\ &\quad + 1,4625(t - \tau) + 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} P_1^{\frac{2}{3}}. \end{aligned} \right.$$

Cette équation permet de calculer  $t'$  lorsque  $\delta$  et  $k$  sont donnés.

Pour un gazogène de dimensions connues  $\delta$  est déterminé. Si dans cette équation on fait successivement  $k$  égal à 1, 2, 3, 4, ...,  $q$ , il arrive en général qu'à partir d'une certaine valeur de  $k$  on a  $t' > 60^\circ$ .

Ne pouvant plus disposer, dans ce cas, de la quantité  $e'_3$  qui constitue le refroidissement par mélange, le problème ne donne pas une solution satisfaisante.

Il est donc de toute nécessité, dans ce genre d'appareils, de refroidir énergiquement le gazogène à sa surface externe. Malgré ce refroidissement, la chaleur ne se répandant dans la masse interne que par conductibilité et non par convection, la température, loin d'être uniforme, peut, en certains points, dépasser  $60^\circ$ ; c'est pourquoi les appareils à chute d'eau sur le carbure de calcium sont d'un mauvais rendement.

#### V. — Appareils à contact sans refoulement d'eau.

Les seuls appareils à contact que nous examinerons seront ceux pour lesquels l'eau suit une marche constamment ascensionnelle, les appareils à refoulement d'eau ayant été justement condamnés.

*Détermination d'un phénomène.* — Comme précédemment, nous appellerons PHÉNOMÈNE *l'ensemble des faits qui se réaliseront pendant la décomposition d'un poids  $P'$  de carbure de calcium contenu dans le gazogène.*

Dans ce cas encore, la température dans chaque phénomène ne passe pas par un maximum et monte constamment jusqu'à ce qu'une sorte de régime permanent soit établi.

*Calcul du gazomètre.* — Comme dans le cas d'un appareil à chute de carbure dans l'eau, il est sage de donner au gazomètre un volume libre égal à  $2 P' \varpi$  mètres cubes. Le volume d'eau étant aussi égal à  $2 P' \varpi$  mètres cubes, le volume total du gazomètre est donc égal à  $4 P' \varpi$  mètres cubes.

Comme dans le premier cas, on a

$$(125) \quad N = P' w \times \frac{T}{V} \text{ minutes,}$$

$$(126) \quad v'' = 0,1 P' w,$$

$$(127) \quad P_1 = P + 0,1 P' \sigma + \frac{\sigma E' + 1000 v}{1000 w}.$$

De plus, on détermine  $P_1$  par la formule

$$(128) \quad P_1 = \frac{1000 w}{1000 w - 1} \left\{ \frac{V}{w} + \frac{1}{10} \left[ P'(1 + \sigma) + \frac{\sigma E'}{100 w} \right] \right\}.$$

*Calcul du gazogène.* — Le gazogène doit être établi de façon que la température de la masse interne ne dépasse jamais, en aucun de ses points, la température de 60° centigrades.

Dans les appareils à contact, on peut faire intervenir une masse d'eau additionnelle qui, par convection, répartit uniformément la température dans toute la masse. De plus, dans ces appareils, intervient le panier à carbure de calcium.

Écrivons alors que toute la chaleur dégagée par la décomposition du carbure de calcium est absorbée

- 1° Par le gazogène proprement dit et son panier à carbure;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée avec le gaz dégagé;
- 5° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 6° Par l'eau du gazogène;
- 7° Par l'hydrate de calcium formé;
- 8° Par le rayonnement du gazogène;
- 9° Par la conductibilité.

1° *Influence du gazogène proprement dit et de son panier à carbure.* — La chaleur absorbée par le gazogène proprement dit pendant toute la durée d'un phénomène quelconque est égale à

$$pc(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

Le panier à carbure absorbe une quantité de chaleur égale à

$$p_1 c'(t' - t) \text{ grandes calories,}$$

de telle sorte que la chaleur totale absorbée vaut

$$pc(t' - t) + p_1 c^v(t' - t) = (pc + p_1 c^v)(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

2° *Influence du carbure de calcium non décomposé.* — A la fin du phénomène d'ordre  $k$ , il reste à décomposer  $(P_1 - kP')$  kilogrammes de carbure de calcium qui ont absorbé

$$(P_1 - kP')c'(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

3° *Influence du gaz acétylène dégagé.* —  $P'$  kilos de carbure de calcium sont capables de dégager

$$P'w \times 0,91 \times 1,293 \text{ kilogrammes}$$

d'acétylène; la chaleur emportée par ce gaz est égale à

$$0,5P'w \times 0,91 \times 1,293 \times c''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

4° *Influence de la vapeur d'eau entraînée.* —  $P'e'_2$  étant le poids de la vapeur d'eau entraînée avec le gaz dégagé, la chaleur emportée par elle vaut

$$0,5P'e'_2 c'''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

5° *Influence du gaz acétylène contenu dans l'espace nuisible du gazogène.* — Dans ce cas, nous ne considérons que l'espace laissé libre entre le panier et le gazogène. Le volume du gazogène étant exprimé par la relation

$$(129) \quad \text{volume du gazogène} = \delta P' = \frac{\delta}{q} P_1 \text{ mètres cubes,}$$

et celui du panier par la relation

$$(130) \quad \text{volume du panier} = \zeta P' = \frac{\zeta}{q} P_1 \text{ mètres cubes,}$$

l'espace libre entre le gazogène et le panier est égal à

$$(131) \quad \text{volume de l'espace libre} = (\delta - \zeta)P' = \frac{\delta - \zeta}{q} P_1 \text{ mètres cubes,}$$

$q$  étant le nombre de phénomènes. A chaque phénomène, l'espace nuisible du gazogène diminue de  $\frac{\delta - \zeta}{q} P'$ , de telle sorte qu'à la fin

du  $k^{\text{ième}}$  phénomène, l'espace nuisible est réduit à

$$(132) \quad (\delta - \zeta)P' - \frac{k}{q}(\delta - \zeta)P' = (\delta - \zeta)\left(1 - \frac{k}{q}\right)P' \text{ mètres cubes,}$$

et la quantité de chaleur absorbée par le gaz contenu dans cet espace est égal à

$$(\delta - \zeta)\left(1 - \frac{k}{q}\right)P' \times 0,91 \times 1,293 \times c''(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

6° *Influence de l'eau contenue dans le gazogène.* — L'eau remplit successivement l'espace libre qui existe entre la paroi interne du gazogène et le panier à carbure. Cet espace libre étant égal à  $(\delta - \zeta)P'$  mètres cubes, à la fin du  $k^{\text{ième}}$  phénomène il est entré

$$(133) \quad e_3'' = \frac{k}{q}(\delta - \zeta)P' \text{ mètres cubes d'eau,}$$

et la chaleur absorbée par cette quantité d'eau est égale à

$$\frac{k}{q}(\delta - \zeta)P'(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

A cela il faut ajouter la chaleur absorbée par toute l'eau entrée dans le gazogène quand elle passe de la température  $\tau$  à la température  $t$  :

$$\left[\frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e_1' + e_2')P'\right](t - \tau) \text{ grandes calories ;}$$

la chaleur totale absorbée par l'eau du gazogène est égale à

$$\frac{k}{q}(\delta - \zeta)P'(t' - t) + \left[\frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e_1' + e_2')P'\right](t - \tau) \text{ grandes calories.}$$

7° *Influence de l'hydrate de calcium formé.* — Après le phénomène d'ordre  $k$ , il s'est formé  $1,156kP'$  kilos d'hydrate de calcium capables d'absorber

$$1,156kP'c^{iv}(t' - t) \text{ grandes calories.}$$

8° *Influence du rayonnement du gazogène.* — En admettant les mêmes notations que dans les cas précédents, on trouve que la

chaleur perdue par le rayonnement du gazogène est égale à

$$(134) \quad \Gamma = 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \text{ grandes calories.}$$

9° *Influence de la conductibilité.* — De même la chaleur perdue par conductibilité est égale à

$$(135) \quad \Gamma' = 0,552 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \times \frac{N}{60} \Sigma' \rho' \text{ grandes calories,}$$

$\rho$  et  $\rho'$  sont déterminés de la même manière.

*Mise en équation du problème.* — Écrivons que, pendant le phénomène d'ordre  $k$ , la chaleur émise par la décomposition par l'eau d'un poids  $P'$  de carbure de calcium est égale à la chaleur absorbée

- 1° Par le gazogène lui-même et son panier à carbure;
- 2° Par le carbure de calcium non encore décomposé;
- 3° Par le gaz acétylène dégagé;
- 4° Par la vapeur d'eau entraînée avec le gaz;
- 5° Par le gaz acétylène de l'espace nuisible du gazogène;
- 6° Par l'eau contenue dans le gazogène;
- 7° Par l'hydrate de calcium formé;
- 8° Par le rayonnement du gazogène;
- 9° Par la conductibilité.

Or, la chaleur dégagée par  $P'$  kilogrammes de carbure de calcium est égale à  $406P'$  grandes calories en moyenne; par suite nous pouvons écrire l'équation du problème

$$(136) \quad \left\{ \begin{aligned} 406P' &= pc(t'-t) + p_1c'(t'-t) + (P_1 - kP')c'(t'-t) \\ &+ 0,5P'w \times 0,91 \times 1,293 c''(t'-t) + 0,5P'e'_1c'''(t'-t) \\ &+ (\delta - \zeta) \left( 1 - \frac{k}{q} \right) P' \times 0,91 \times 1,293 c''(t'-t) \\ &+ \frac{k}{q} (\delta - \zeta) P'(t'-t) + \left[ \frac{1}{q} (\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2) P' \right] (t - \tau) \\ &+ 1,156 k P' c''(t'-t) \\ &+ 124,72 \times 1,0077^{\tau} \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \\ &+ 0,552 \left[ \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) \right]^{1,233} \frac{N}{60} \Sigma' \rho', \end{aligned} \right.$$

ce que nous pouvons écrire

$$(137) \quad \left\{ \begin{aligned} 406P' = & \left\{ (pc + p_1c' + 0,5883P'\omega c'' + 0,5P'e'_2c''')(t' - t) \right. \\ & + \left[ \frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2)P' \right] (t - \tau) \Big\} \\ & + \left[ (P_1 - kP')c' + (\delta - \zeta) \left( 1 - \frac{k}{q} \right) P' \times 1,1766c'' \right. \\ & \quad \left. + \frac{k}{q}(\delta - \zeta)P' + 1,156kP'c^{iv} \right] (t' - t) \\ & + \left\{ 124,72 \times 1,0077^\tau \left[ 1,0077^{\left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)} - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho \right\} \\ & + \left[ 0,552 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{N}{60} \Sigma' \rho' \right], \end{aligned} \right.$$

Posons, comme précédemment,

$$(138) \quad \left\{ \begin{aligned} & (pc + p_1c' + 0,5883P'\omega c'' + 0,5P'e'_2c''')(t' - t) \\ & + \left[ \frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2)P' \right] (t - \tau) = H', \end{aligned} \right.$$

$$(139) \quad \left\{ \begin{aligned} & \left[ (P_1 - kP')c' + (\delta - \zeta) \left( 1 - \frac{k}{q} \right) P' \times 1,1766c'' \right. \\ & \quad \left. + \frac{k}{q}(\delta - \zeta)P' + 1,156kP'c^{iv} \right] (t' - t) = K', \end{aligned} \right.$$

$$(140) \quad 124,72 \times 1,0077^\tau \left[ 1,0077^{\left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)} - 1 \right] \frac{N}{60} \Sigma \rho = R',$$

$$(141) \quad 0,552 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right)^{1,233} \frac{N}{60} \Sigma' \rho' = C'.$$

Nous avons l'équation réduite à sa forme canonique

$$(142) \quad 406P' - H' - K' - R' - C' = 0.$$

*Résolution algébrique du problème.* — Nous avons d'abord les équations (128), (129), (130) et (142) et l'une quelconque des équations du groupe (63) dans lesquelles les quantités  $P'$ ,  $c$ ,  $c'$ ,  $c''$ ,  $c'''$ ,  $c^{iv}$ ,  $c^v$ ,  $\rho$ ,  $q$  et  $k$  sont bien connues, puis les quantités  $\omega$ ,  $\tau$ ,  $t$ ,  $e'_2$  et  $N$  qui sont déterminées soit par des essais préalables, soit par les observations du moment. Il reste donc à calculer  $P$ ,  $\delta$ ,  $p$ ,  $p_1$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $h$ ,  $t'$ ,  $e'_3$  et  $\rho'$ . Mais  $p$ ,  $p_1$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$  et  $\rho'$  sont des fonctions

de  $h$  définies par les relations

$$(143) \quad p = f_1''(h),$$

$$(144) \quad p_1 = f_2''(h),$$

$$(145) \quad \Sigma = f_3''(h),$$

$$(146) \quad \Sigma' = f_4''(h),$$

$$(147) \quad \rho' = f_5''(h),$$

$f_5''(h)$  représentant une quelconque des équations du groupe (63).

De plus, il existe entre  $P'$  et  $P_1$  la relation

$$(148) \quad P_1 = P'q,$$

de telle sorte qu'il reste à déterminer onze inconnues  $P_1$ ,  $\delta$ ,  $\zeta$ ,  $p$ ,  $p_1$ ,  $\Sigma$ ,  $\Sigma'$ ,  $h$ ,  $t'$ ,  $e'_3$  et  $\rho'$ . Nous connaissons les dix relations (128), (129), (130), (142), (143), (144), (145), (146), (147) et (148), car on peut écrire les équations (129) et (130)

$$(149) \quad \delta P' = f_6''(h)$$

et

$$(150) \quad \zeta P' = f_6''(h) - e'_3.$$

Il reste donc une indéterminée comme dans le cas des appareils à chute de carbure dans l'eau et le problème est susceptible d'être résolu de plusieurs manières.

On peut se donner  $t'$  à l'avance et calculer les autres quantités en fonction de  $t'$  dans les diverses hypothèses en faisant  $k$  successivement égal à 1, 2, 3, 4, ...,  $q$ .

Ou bien on se donne  $h$  et l'on calcule  $t'$  par cheminement jusqu'à ce que  $k = q$ .

Comme dans le premier cas, la résolution de ces équations est du domaine de l'algèbre supérieure; cependant il nous est permis de dire qu'au point de vue mathématique le problème est entièrement résolu.

*Résolution pratique du problème.* — Nous avons toujours la relation  $P_1 = P'q$  et

$$c' = 0,103, \quad c'' = 0,310, \quad c''' = 0,477 \quad c^{iv} = 0,260, \quad e'_1 = 0,5625.$$

Supposons que l'expérience donne

$$w = 0,3, \quad \tau = 15^{\circ}, \quad e'_2 = 0,7,$$

car dans ce cas la quantité d'eau évaporée est plus grande que dans le premier cas et plus faible que dans le deuxième.

A  $k$  on attribue successivement les valeurs 1, 2, 3, 4, ...,  $q$  :

1° L'influence du gazogène et de son panier à carbure devient

$$(pc + p_1 c^v)(t' - t);$$

2° Celle du carbure de calcium non encore décomposé

$$(P_1 - kP') + 0,103(t' - t) = (q - k)P' \times 0,103(t' - t);$$

3° Celle du gaz acétylène dégagé

$$0,0547 P'(t' - t);$$

4° Celle de la vapeur d'eau entraînée avec le gaz

$$0,21465 P'(t' - t);$$

5° Celle du gaz de l'espace nuisible du gazogène

$$(\delta - \zeta) \left(1 - \frac{k}{q}\right) \times 0,3648 P'(t' - t);$$

6° Celle de l'eau contenue dans le gazogène

$$\frac{k}{q}(\delta - \zeta) P'(t' - t) + \left[\frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2)\right] P'(t + \tau);$$

7° Celle de l'hydrate de calcium formé

$$0,3006 k P'(t' - t).$$

On a, par suite,

$$(151) \quad \left\{ \begin{array}{l} H' = (pc + p_1 c^v + 0,0547 P' + 0,21465 P')(t' - t) \\ \quad + \left[\frac{1}{q}(\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2)\right] P'(t + \tau), \\ K' = \left[(q - k) \times 0,103 P' + (\delta - \zeta) \left(1 - \frac{k}{q}\right) \times 0,3648 P' \right. \\ \quad \left. + \frac{k}{q}(\delta - \zeta) P' + 0,3006 k P'\right] (t' - t). \end{array} \right.$$

ou

$$(152) \quad \left\{ \begin{array}{l} H' = (pc + p_1 c^v + 0,26935 P') (t' - t) \\ \quad + \left[ \frac{1}{q} (\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2) \right] P' (t - \tau), \\ K' = \left[ 0,103 q + (\delta - \zeta) \times 0,3648 \right. \\ \quad \left. + \frac{k}{q} (\delta - \zeta) \times 0,6352 + 0,1976 k \right] P' (t' - t), \end{array} \right.$$

ce qui donne

$$(153) \quad \left\{ \begin{array}{l} H' + K' = \left\{ pc + p_1 c^v + \left[ 0,26935 + 0,103 q + (\delta - \zeta) \times 0,3648 \right. \right. \\ \quad \left. \left. + \frac{k}{q} (\delta - \zeta) + 0,6352 + 0,1976 k \right] P' \right\} (t' - t) \\ \quad + \left[ \frac{1}{q} (\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2) \right] P' (t - \tau). \end{array} \right.$$

Faisons

$$pc = 28,04 h^2 = 1,110 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}}.$$

Généralement le panier à carbure est fabriqué en même métal que le gazogène et

$$p_1 c^v = \frac{1}{4} pc = 7,01 h^2 = 0,2775 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}},$$

de telle sorte que

$$(154) \quad pc + p_1 c^v = \frac{5}{4} pc = 1,3875 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}}.$$

Supposons encore

$$P' = 1 \quad \text{et} \quad q = P_1,$$

nous avons

$$(155) \quad \left\{ \begin{array}{l} H' + K' = \left[ 1,3875 P_1^{\frac{2}{3}} + 0,103 P_1^{\frac{2}{3}} + \frac{k}{P_1} (\delta - \zeta) \times 0,6352 \right. \\ \quad \left. + (\delta - \zeta) \times 0,3648 + 0,1976 k + 0,26935 \right] (t' - t) \\ \quad + \left[ \frac{1}{P_1} (\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2) \right] (t - \tau). \end{array} \right.$$

De plus

$$(156) \quad R' + G' = 124,72 \times 1,0077 \left[ 1,0077^{\left( \frac{t+t'}{60} - \tau \right)} - 1 \right] \frac{N}{60} P^{\frac{2}{3}}$$

M.

18

et alors l'équation pratique du problème devient

$$(157) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 = & \left[ 1,8735 P_1^2 + 0,103 P_1^3 + \frac{k}{P_1} (\delta - \zeta) \times 0,6352 \right. \\ & \left. + (\delta - \zeta) \times 0,3648 + 0,1976 k + 0,26935 \right] (t' - t) \\ & + \left[ \frac{1}{P_1} (\delta - \zeta) + (e'_1 + e'_2) \right] (t - \tau) \\ & + 124,72 \times 1,0077 \left[ 1,0077 \left( \frac{t+t'}{2} - \tau \right) - 1 \right] \frac{N}{60} P_1^2. \end{aligned} \right.$$

Cette équation détermine  $t'$  lorsque  $\delta$ ,  $\zeta$  et  $k$  sont donnés. Or, connaître  $\zeta$  c'est connaître  $e'_3$ , car on a

$$\zeta P' = f''_6(h) - e'_3.$$

Le problème se présente donc ici comme dans le cas des appareils à chute de carbure dans l'eau. On fait  $e'_3$  tel que lorsque  $k$  prend les valeurs successives 1, 2, 3, 4, ..., 9, on ait toujours  $t' \leq 60^\circ$ . Avec les appareils à contact il est donc possible de trouver un gazogène pouvant contenir un poids  $e'_3$  kilogrammes d'eau tel que la température en son intérieur ne dépasse jamais  $60^\circ$ .

## VI. — Appareils à contact disposés en cascades.

Si, dans les appareils à chute de carbure dans l'eau et ceux à chute d'eau sur le carbure, il est possible de recharger l'appareil en pleine marche avec un seul gazogène, cette opération devient impossible avec les appareils à contact qui n'ont qu'un gazogène.

Ceci nous a conduit à considérer des appareils à contact possédant plusieurs gazogènes et organisés de telle sorte que le deuxième gazogène n'entre en fonctionnement que quand tout le carbure de calcium du premier est totalement épuisé et ainsi de même pour les gazogènes suivants.

Nous appellerons ces appareils *acétylogènes à contact en cascades*.

Voyons ce que deviennent les équations fondamentales dans ce

cas spécial. Si  $P_2$  est la charge que peut recevoir chaque gazogène, on a

$$(158) \quad P_2 = \frac{P_1}{g},$$

$g$  étant le nombre de carburateurs; comme  $P_1 = q P'$ , on a

$$P_2 = \frac{P}{g} P'.$$

Dans les équations précédentes, il suffit de remplacer  $P_1$  par  $\frac{P_1}{g}$ .

On a

$$pc + p_1 c^v = 1,3875 q^{\frac{2}{3}} P'^{\frac{2}{3}}.$$

Si l'on suppose

$$P' = 1,$$

on a

$$q = P_2 = \frac{P_1}{g},$$

et, par suite,

$$(159) \quad pc + p_1 c^v = 1,3875 q^{\frac{2}{3}} = 1,3875 \frac{P_1^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{2}{3}}}.$$

L'équation générale du problème devient, dans ce cas,

$$(160) \quad \left\{ \begin{aligned} 406 = & \left[ 1,3875 \frac{P_1^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{2}{3}}} + 0,103 \frac{P_1^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{2}{3}}} + \frac{k g}{P_1} (\delta' - \zeta') \times 0,6352 \right] (t' - t) \\ & + (\delta' - \zeta') \times 0,3648 + 0,1976 k + 0,26935 \\ & + 124,72 \times 1,0077^t \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - \tau\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} \frac{P_1^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{2}{3}}}. \end{aligned} \right.$$

On résout le problème comme dans le troisième cas; seulement il suffit de donner à  $k$  les valeurs 1, 2, 3, ...,  $\frac{k}{g}$ , les phénomènes se reproduisant périodiquement.

**VII. — Application des théories précédentes à l'étude d'un projet d'éclairage.**

*Soit à étudier le projet d'éclairage d'une usine comportant cent vingt-cinq becs débitant chacun vingt litres à l'heure, la durée maximum de l'éclairage étant de six heures.*

Le volume maximum  $V$  de gaz à produire est égal à

$$V = 125 \times 0^{\text{m}},02 \times 6 = 15 \text{ mètres cubes;}$$

par suite, en supposant un carbure de calcium donnant  $0^{\text{m}},3$  au kilogramme, on a

$$P = \frac{15}{0,3} = \frac{150}{3} = 50 \text{ kilogrammes;}$$

en général on fait

$$P_1 = \frac{51}{50} P,$$

donc

$$P_1 = 51 \text{ kilogrammes.}$$

Supposons

$$P' = 1;$$

on a, pour le nombre des phénomènes,

$$q = \frac{P_1}{P'} = \frac{51}{1} = 51.$$

La durée de chaque phénomène sera égale à

$$N = \frac{T}{50} = \frac{6}{50} = 0^{\text{h}},12 = 7^{\text{min}},2.$$

Étudions ce projet dans nos quatre hypothèses et comparons entre eux les résultats obtenus.

**I. Appareil à chute de carbure dans l'eau.** — Prenons  $e'_3$  tel que

$$(161) \quad P_1(e'_1 + e'_2) + e'_3 = 0,4 P' = 0,4 \text{ mètre cube,}$$

ce qui donne

$$e'_3 = 0^{\text{m}},343 \quad \text{et} \quad h = 0^{\text{m}},766;$$

par suite

$$pc = 16,459,$$

alors

$$H_1 + K_1 = (417,189 - 0,825k)(\theta - t),$$

$$H_2 + K_2 = (417,815 - 0,825k)(\theta - t').$$

Remplaçons ces deux équations par la suivante, suffisamment exacte,

$$(162) \quad H + K = (417,50 - 0,83k)(t' - t);$$

on a, par suite, l'équation

$$(163) \quad 406 = (417,50 - 0,83k)(t' - t) + \Omega,$$

en posant

$$(164) \quad \Omega = 124,72 \times 1,0077^\tau \left[ 1,0077^{\left(\frac{t+t'}{2} - 1\right)} - 1 \right] \frac{N}{60} P_1^{\frac{2}{3}},$$

et faisant

$$N = 0,12, \quad \tau = 15^\circ, \quad P_1 = 51.$$

Négligeons le terme  $\Omega$ ; il vient

$$406 = (417,50 - 0,83k)(t' - t),$$

ce qui donne

$$(165) \quad t' - t = \frac{406}{417,50 - 0,83k}.$$

Pour  $k = 1$ , on a

$$t'_1 - t = \frac{406}{416,67} = 1^\circ \text{ environ,}$$

d'où

$$\Delta t = 0,5.$$

Or, pour cette valeur de  $\Delta t$ , on a

$$\Omega = 0^{\text{cal}},937;$$

en divisant 0,937 par 416,67 on trouve l'abaissement de température correspondant au rayonnement, soit 0°,002. Prenons alors

$$t' = t'_1 - 0,002.$$

Changeons dans la formule (165)  $t'_1$  en  $t'_2$  et  $t$  en  $t'$ , et faisons

$$k = 2,$$

nous avons

$$t'_2 - t' = \frac{406}{415,84} = 1^\circ \text{ environ};$$

par suite

$$\Delta t = 1^\circ, 5,$$

et alors

$$\Omega = 2^{\text{cal}}, 386.$$

Divisant 2,386 par 415,84 nous trouvons un abaissement de température de  $0^\circ, 007$ , et prenons

$$t' = t'_2 - 0^\circ, 007,$$

et ainsi de suite. On calcule de proche en proche les températures finales à chaque phénomène en donnant à  $k$  les valeurs successives 1, 2, 3, 4, . . . , 51.

Les résultats trouvés sont consignés dans un Tableau qui suit ces discussions.

II. *Appareils à chute d'eau sur le carbure.* — Comme dans le cas précédent nous avons

$$V = 15 \text{ mètres cubes, } P = 50, \quad P_1 = 51, \quad P' = 1, \quad q = 51, \quad N = 7^{\text{min}}, 2.$$

Pour faciliter la comparaison supposons que le gazogène ait les mêmes dimensions que dans le premier cas  $h = 0^{\text{m}}, 766$ . Nous avons

$$H + K = (pc + 5,6866 + 0,1972k)(t' - t) + 1,4625(t - \tau).$$

Or

$$pc = 16,459,$$

donc

$$H + K = (22,15 + 0,20k)(t' - t) + 1,46(t - \tau),$$

ce qui donne immédiatement, en faisant  $\tau = 15^\circ$ ,

$$(166) \quad t' - t = \frac{406 - 1,46(t - \tau)}{22,15 + 0,20k}.$$

Pour  $k = 1$  on a

$$t'_1 - t = \frac{406}{22,35} = 18^\circ, 2,$$

d'où

$$\Delta t = 9^{\circ}, 1, 2$$

par suite

$$\Omega = 14,473;$$

en divisant 14,473 par 22,35 on trouve un abaissement de température de 0°,78. Supposant

$$t = \tau = 15^{\circ},$$

il vient

$$t' = t'_1 - 0,78 = t + 18,2 - 0,78 = t + 17,42 = 32,42.$$

Dans la formule (166) changeons  $t'_1$  en  $t'_2$ ,  $t$  en  $t'$  et faisons  $k = 2$ ; nous obtenons

$$t'_2 - t' = \frac{406 - 1,46 \times 17,42}{22,55} = 16^{\circ}, 9,$$

par suite

$$\Delta t = 26^{\circ}, 1 \quad \text{et} \quad \Omega = 44,118.$$

Divisant 44,118 par 22,55 nous trouvons un abaissement de température de 2°,35. Prenons alors

$$t' = t'_2 - 2^{\circ}, 35,$$

et ainsi de suite de proche en proche en donnant à  $k$  successivement les valeurs 1, 2, 3, 4, ..., 51.

Les résultats sont inscrits dans le Tableau qui finit ce Chapitre.

III. *Appareils à contact sans refoulement d'eau.* — Nous avons toujours

$$V = 15, \quad P = 50, \quad P_1 = 51, \quad P' = 1, \quad q = 51, \quad N = 7^{\min}, 2.$$

Supposons le même gazogène cubique dans lequel  $h = 0,766$ ; nous avons

$$\begin{aligned} H' + K' &= [(p - p_1)c + 5,6524 + 7,195k](t' - t) \\ &\quad + \frac{1}{P_1}(\delta - \zeta)(t - \tau) + 1,2625(t - \tau). \end{aligned}$$

Or

$$(p + p_1)c = 37,$$

donc

$$H' + K' = (42,65 + 7,20k)(t' - t) + \frac{1}{51}(\delta - \zeta)(t - \tau) + 1,2625(t - \tau),$$

le volume total du gazogène étant égal à 0,450 P', celui du panier égal à 0,102 P', l'espace libre est égal à

$$(0,450 - 0,102)P' = 0,348P' \text{ mètres cubes.}$$

Posons

$$\delta - \zeta = 0,348.$$

On a en kilos le poids d'eau qui entre à chaque phénomène égal à  $\frac{1}{51}(\delta - \zeta) = 7$  kilos.

Donc

$$H' + K' = (42,65 + 7,20k)(t' - t) + 8,2625(t - \tau).$$

Supposons encore

$$\tau = 15;$$

nous avons définitivement

$$H' + K' = (42,65 + 7,20k)(t' - t) + 8,26(t - 15).$$

ce qui donne

$$(167) \quad t' - t = \frac{406 - 8,26(t - 15)}{42,65 + 7,20k}.$$

Pour  $k = 1$  on a  $t = \tau = 15$  et

$$t'_1 - t = \frac{406}{49,85} = 8^{\circ}, 1,$$

d'où

$$\Delta t = 4,05 \quad \text{et} \quad \Omega = 6,276.$$

Divisant 6,276 par 49,85, on trouve comme chaleur perdue  $0^{\circ}, 14$ , ce qui donne

$$t' = 23^{\circ}, 0.$$

On opère comme précédemment.

Les résultats sont donnés dans le Tableau ci-après.

IV. *Appareils à contact sans refoulement d'eau disposés en cascades.* — Comme précédemment

$$V = 15, \quad P = 50, \quad P_1 = 51, \quad P' = 1, \quad q = 51, \quad N = 7^{\text{min}}, 2.$$

Supposons trois cascades ; alors

$$g = 3, \quad P_2 = \frac{g}{g'} P' = \frac{51}{3} P' = 17 P'.$$

Nous avons

$$\begin{aligned} H' + K' &= [(p + p_1)c + 0,0547 P' + 0,2148 P'](t' - t) \\ &+ \left[ \frac{1}{17}(\delta - \zeta) + 1,2625 \right] (t - \tau) + (1,751 P' \\ &+ 0,050 P' - 0,103 k P' - 0,0029 k P' + 8 k P' + 0,3006 k P')(t' - t). \end{aligned}$$

Le volume total du gazogène étant  $0,20 P'$  et celui du panier  $0,07 P'$ , l'espace libre pour l'eau est égal à  $0,13 P'$ . La quantité d'eau libre après le phénomène  $k$  est égale à

$$0,13 \frac{k}{17} P',$$

et l'espace nuisible correspondant est

$$0,13 \left( 1 - \frac{k}{17} \right) P',$$

donc

$$\delta - \zeta = 0^{\text{m}}, 13 \quad \text{et} \quad \frac{1}{17}(\delta - \zeta) = 7^{\text{kilos}}, 7.$$

En effectuant les calculs, on trouve

$$(168) \quad t' - t = \frac{406 - 9(t - \tau)}{27,1 + 8,2k}.$$

Pour  $k = 1$ , on a

$$t = \tau = 15 \quad \text{et} \quad t'_1 - t = \frac{406}{35,3} = 11^{\circ}, 5,$$

par suite

$$\Delta t = 5^{\circ}, 75 \quad \text{et} \quad \Omega = 4,827.$$

Divisant  $4,827$  par  $35,3$ , on trouve comme chaleur perdue  $0^{\circ}, 2$ , ce qui donne

$$t' = 26,3.$$

On calcule de proche en proche comme précédemment en faisant successivement  $k$  égal à  $1, 2, 3, 4, \dots, 17$ .

Lorsque  $k = 18$ , on retombe dans le cas de  $k = 1$ , de même quand  $k = 35$ , et en général quand

$$k = \frac{g}{g'} + 1.$$

Le Tableau ci-après donne les résultats ainsi obtenus.

TEMPÉRATURES FINALES.					TEMPÉRATURES FINALES.				
Numéros d'ordre des phéno- mènes.	Appareils à				Numéros d'ordre des phéno- mènes.	Appareils à			
	chute de carbure.	chute d'eau.	contact.	cascades.		chute de carbure.	chute d'eau.	contact.	cascades.
1..	16,0	32,4	23,0	26,2	27..	40,4	110,4	50,7	47,6
2..	17,0	47,1	28,6	32,8	28..	41,3	110,4	50,9	48,1
3..	18,0	59,2	32,7	37,1	29..	42,2	110,4	51,0	48,5
4..	19,0	69,1	35,8	40,1	30..	43,1	110,5	51,1	48,8
5..	20,0	77,1	38,2	42,3	31..	44,0	110,5	51,2	49,0
6..	21,0	83,8	40,1	43,9	32..	44,9	110,5	51,3	49,2
7..	22,0	89,3	41,6	45,2	33..	45,8	110,5	51,4	49,4
8..	23,0	93,7	42,8	46,2	34..	46,7	110,5	51,5	49,6
9..	24,0	97,1	43,8	47,0	35..	47,6	110,5	51,6	26,2
10..	25,0	99,8	44,7	47,6	36..	48,5	110,5	51,7	32,8
11..	26,0	101,9	45,5	48,1	37..	49,4	110,5	51,8	37,1
12..	26,9	103,6	46,2	48,5	38..	50,3	110,5	51,9	40,1
13..	27,8	105,0	46,8	48,8	39..	51,2	110,6	52,0	42,3
14..	28,7	106,1	47,3	49,0	40..	52,1	110,6	52,1	43,9
15..	29,6	107,1	47,7	49,2	41..	53,0	110,6	52,2	45,2
16..	30,5	107,9	48,1	49,4	42..	53,9	110,6	52,3	46,2
17..	31,4	108,5	48,5	49,6	43..	54,8	110,6	52,4	47,0
18..	32,3	109,0	48,8	26,2	44..	55,6	110,6	52,5	47,6
19..	33,2	109,4	49,1	32,8	45..	56,4	110,6	52,6	48,1
20..	34,1	109,7	49,4	37,1	46..	57,2	110,6	52,7	48,5
21..	35,0	110,0	49,6	40,1	47..	58,0	110,6	52,7	48,8
22..	35,9	110,2	49,8	42,3	48..	58,8	110,6	52,8	49,0
23..	36,8	110,3	50,0	43,9	49..	59,0	110,6	52,9	49,2
24..	37,7	110,3	50,1	45,2	50..	60,4	110,6	53,0	49,4
25..	38,6	110,3	50,3	46,2	51..	61,2	110,6	53,1	49,6
26..	39,5	110,4	50,5	47,0					

En résumé, nous avons, pour les températures maxima atteintes et les températures moyennes :

	Températures	
	maxima.	moyennes.
Appareils à chute de carbure dans l'eau....	61,2	38,8
» à chute d'eau sur le carbure.....	110,6	103,0
» à contact.....	53,1	47,0
» en cascades.....	49,6	42,5

### VIII. — Discussion générale des équations.

I. Si l'on étudie séparément et successivement les phénomènes à partir de la mise en marche de l'appareil dans lequel  $h$  a été déterminé, on constate que la température finale croît de moins en moins rapidement, ce qui nous permet d'écrire

$$dt' < 0.$$

Dans les appareils à chute de carbure dans l'eau, cette croissance est presque uniforme et bien [plus uniforme que dans les autres systèmes. Dans les appareils à chute d'eau sur le carbure, la température croît très rapidement dès le début de la mise en marche et tend à devenir constante vers la fin de l'opération. Un régime permanent tend aussi à s'établir dans les appareils à contact, mais moins vite que dans les appareils à chute d'eau.

II. L'accroissement de température est très considérable dans les appareils à chute d'eau sur le carbure. Il est donc de toute nécessité d'activer le refroidissement dans cette catégorie d'appareils. Malheureusement le refroidissement externe par surface, qui peut être rendu très efficace dans les autres systèmes, est loin de remplir son but dans les appareils à chute d'eau ; de telle sorte que, malgré toute l'énergie qu'on puisse donner à ce mode de refroidissement, on ne peut affirmer que le gaz acétylène soit produit à basse température. Tout au contraire, dans les autres systèmes, la convection intervenant, le refroidissement externe est bien plus efficace.

En résumé, on peut dire :

1° Que dans les appareils à chute de carbure le refroidissement par mélange peut suffire, si l'on a eu soin de calculer  $e'_3$  pour que  $\theta$  n'atteigne jamais une température supérieure à 60° ;

2° Que dans les appareils à chute d'eau seul le refroidissement par surface externe peut être employé et que son efficacité est très douteuse ;

3° Que dans les appareils à contact, quoique le refroidissement

par mélange puisse être suffisant, celui par surface est d'une efficacité absolue, car il peut être externe par rapport au gazogène et interne par rapport au panier.

Ces appareils nous paraissent donc être les plus parfaits à ce point de vue.

III. Les équations que nous avons établies indiquent qu'il y a grand intérêt à rendre les quantités  $p, p_1, c, c', \rho$  et  $\rho'$  aussi grandes que possible et à faire  $\tau$  le plus faible possible.

IV. Les tableaux et formules de Péclet indiquent que, pour activer le refroidissement, il convient d'enduire extérieurement le gazogène d'une couche de peinture à l'huile de couleur foncée ou de l'entourer d'eau ou d'huile. Si l'installation le permet, le mieux est d'activer le refroidissement par un courant d'eau froide autour du gazogène, et dont il est facile de calculer le débit.

V. Il faut, de plus, donner au gazogène une forme telle qu'elle offre au refroidissement la plus grande surface possible; c'est pourquoi la forme sphérique est à éviter, car la sphère est le corps qui, sous un volume donné, présente une surface minimum. De même, le cercle est la surface plane qui, pour une aire donnée, présente le périmètre minimum; par conséquent, un cylindre de même hauteur et de même base qu'un prisme est moins favorable au refroidissement. La forme parallélépipède rectangle droite paraît être celle remplissant le mieux les conditions imposées par la nature du problème.

VI. Quant à la nature du gazogène lui-même, plus son poids spécifique et sa chaleur spécifique seront élevés mieux cela vaudra. Parmi les métaux usuels cherchons celui pour lequel le produit  $pc$  est maximum. Comparons à cet effet la fonte, la tôle de fer, le cuivre et le zinc. Nous avons le Tableau ci-après :

	Poids spécifique.	Chaleur spécifique.	Produit $pc$ .
Fonte de fer.....	7,20	0,1298	0,935
Tôle de fer.....	7,75	0,1124	0,871
Cuivre.....	8,78	0,0939	0,824
Zinc.....	7,10	0,0935	0,664

Nous pouvons donc adopter pour ces quatre métaux la classification suivante :

*Fonte de fer. Tôle de fer. Cuivre. Zinc.*

La fonte nous paraît donc plus apte à entrer comme matière première dans la construction des gazogènes et des paniers à carbure. De plus, ce métal a l'avantage de coûter moins cher que les autres et de se travailler très facilement. Enfin, pour la fonte comme pour la tôle de fer, on a  $\rho = 3,360$ , tandis que pour le zinc on a seulement  $\rho = 0,240$  et, pour le cuivre,  $\rho = 0,160$ .

La fonte, à tous les points de vue, est donc le véritable métal à employer dans la fabrication des gazogènes.

VII. Il y a enfin intérêt à rendre la température ambiante  $\tau$  la plus basse possible, sans cependant aller jusqu'au-dessous de 0 pour éviter la congélation de l'eau contenue dans l'appareil. L'agitation de l'air ambiant rendra donc de grands services; aussi recommandons-nous de favoriser les courants d'air autour des gazogènes dans la salle de production du gaz acétylène, ces courants ayant, de plus, le grand avantage de chasser toute mauvaise odeur.

#### IX. — Conclusions.

L'acétylène a subi le sort de la plupart des industries naissantes. A un engouement extraordinaire a succédé une sorte de défiance qui a causé une certaine crise commerciale. Notre bienveillant Président, M. le général Sebert, a appelé sur ce point, dans son admirable allocution d'ouverture du Congrès, toute notre attention. Nous pouvons attribuer cette crise à deux causes tout à fait distinctes. La première, d'ordre purement financier, ne faisant pas l'objet de nos préoccupations, nous n'en parlerons pas; mais nous devons nous attacher à bien faire ressortir celle d'ordre scientifique.

En thèse générale, dès qu'un principe nouveau est énoncé ou qu'une nouvelle matière est trouvée, l'esprit inventif, trop souvent peu doublé d'un esprit scientifique, cherche immédiatement

à s'en emparer et à en tirer le plus grand profit. C'est alors que se commettent les plus grosses erreurs, parce que les inventions non basées sur la science pure sont l'objet d'un mauvais usage de la nouvelle matière ou d'une mauvaise application du principe. Les résultats n'étant pas alors ceux qu'on attendait, une certaine défaveur ne tarde pas à se manifester, et elle demeure tant que la Science n'élève pas sa voix autorisée.

Le savant procède tout autrement que l'inventeur. Il commence par se bien pénétrer des propriétés de la nouvelle matière ; il en déduit les moyens de la traiter sans danger et avec avantage, comme aussi il recherche les effets à redouter, s'il y a lieu ; et ce n'est que quand il a fait connaître ses travaux et qu'il a indiqué à l'industrie la voie à suivre et les dangers à éviter que celle-ci prend son essor définitif. La méthode scientifique est forcément longue, mais elle est sûre et l'on a toujours tort de s'en écarter.

L'expérience est bien la source unique de la vérité ; mais il ne suffit pas d'observer pour connaître. Une science n'est pas seulement une agglomération de faits. De ces faits observés, fondement de toute certitude, il s'agit de dégager la loi : voilà quel est le rôle de la Physique mathématique !

Elle seule permet d'interpoler, de généraliser et, par cela même, de *prévoir*. Elle ordonne, elle organise la Science en ce qu'elle permet de tirer le meilleur parti possible des expériences, d'en utiliser et d'en classer les résultats.

Tout le monde connaît les difficultés que la machine à vapeur a dû surmonter, et tout particulièrement la locomotive Stephenson a eu un grand nombre d'imitateurs. Nous n'avons pour nous en convaincre qu'à visiter au Champ-de-Mars l'exposition rétrospective concernant la locomotive. Qu'est-il resté des divers modèles proposés à cette époque ? Rien, ou presque rien. Lorsque la Science a parlé, les idées se sont fixées, la bonne voie a été indiquée, puis suivie, et depuis longtemps déjà l'on s'est arrêté à un type unique de locomotive. Il est vrai de dire que ce type est de jour en jour l'objet de perfectionnements ; mais il reste néanmoins quelque peu semblable à lui-même.

Que M. le général Sebert nous permette une comparaison qui sera encore pour lui plus familière. Le temps n'est plus où, pour

faire un canon, on mettait du bronze *autour d'un trou*; aujourd'hui, grâce aux travaux de savants balisticiens, au nombre desquels notre vénérable Président compte parmi les plus illustres, on sait construire un canon dont chacune des parties est calculée d'après les principes de la balistique intérieure. De même, la balistique extérieure permet de prévoir la puissance d'un canon, laquelle ne pouvait être connue, il y a quelques années, que par l'expérience.

L'acétylène ne pouvait échapper à cette loi naturelle des choses d'ici-bas, et, comme les canonnières d'autrefois, les premiers acétylénistes ont été victimes d'appareils quedes données scientifiques n'avaient pas consacrés. Au fur et à mesure que la Science a parlé, les inventeurs ont perfectionné leurs appareils et les ont établis d'après les principes nouvellement énoncés. Seulement, si l'on peut dire, d'une part, que de nos jours on possède des acétylogènes admirablement construits et d'un fonctionnement certain, on peut affirmer, d'autre part, que les inventeurs ne se sont pas assez préoccupés des réactions internes qui se passent dans les gazogènes.

Il y avait là une lacune que nous avons voulu combler. A dire vrai, cette question était si complexe qu'il ne suffisait pas que le problème fût posé pour qu'il reçût une solution immédiate.

La pierre que nous sommes heureux d'apporter à l'édifice de l'acétylène n'est certainement pas une pierre de couronnement aux frises artistiques, c'est une pierre de fondation à l'aspect rude, sévère et inspirant la solidité.

Notre but a été de déterminer comment il fallait théoriquement produire le gaz acétylène dans les meilleures conditions thermiques et de poser mathématiquement les exigences de construction auxquelles devaient répondre les appareils. Aux constructeurs de tenir compte de nos conclusions et d'en faire leur profit !

Est-ce à dire que les systèmes qui s'écartent un peu des principes énoncés soient sans valeur et qu'ils ne peuvent rendre aucun service? Loin de là notre pensée; car, dans une foule de cas, certains appareils seront très utiles, quoique ne restant pas dans la catégorie qui nous paraît être la meilleure. C'est ainsi que les appareils à chute d'eau sur le carbure, à cause de leur petit vo-

lume, peuvent rendre des services analogues à ceux rendus par les machines à vapeur rotatives, lesquelles sont loin d'être économiques, mais qui sont très utiles dans certains cas, notamment dans la marine, à cause du peu de place qu'elles occupent.

En dehors de ces cas spéciaux qui méritent des études à part, nous devons dire qu'il résulte de nos recherches que l'avenir, selon nous, pour l'éclairage domestique et des usines de petite et moyenne importance, est aux appareils automatiques à contact sans retour d'eau, à pression constante et peu élevée, construits en fonte et disposés en cascades. Ces appareils ont, comme principaux avantages, celui de produire l'acétylène à aussi basse température qu'on peut le désirer, de faire rendre au carbure de calcium tout son gaz sans aucune perte, de n'exiger aucun mécanisme toujours délicat et de fonctionnement incertain, parce qu'ils peuvent être basés sur des principes d'ordre purement physique, et que, avec eux, il n'y a pas à redouter les mousses qu'il est bien difficile d'éviter dans les appareils à chute de carbure dans l'eau, de petite dimension.

Les appareils destinés aux grandes installations feront l'objet d'un second Mémoire que nous publierons ultérieurement.

Puissent les résultats de ces recherches être utiles à la cause de l'acétylène ! Là seul est notre désir, seule notre ambition.



NOMENCLATURE  
DES  
**appareils d'éclairage au gaz acétylène**  
*ayant figuré à l'Exposition Universelle*

**par M. BESNARD père**

Constructeur d'appareils à acétylène, Président des Comités de la  
classe 75 à l'Exposition Universelle de 1900

---

Messieurs,

Lors du Congrès de chimie appliquée, j'ai décrit devant la dixième section (Electro-Chimie) les différents appareils d'éclairage au gaz acétylène figurant à l'Exposition Universelle.

Plusieurs d'entre vous faisaient partie de ce Congrès et la communication que je vais lire à nouveau fera pour eux double emploi. Mais je sais aussi que bon nombre d'acétylénistes de France et de l'étranger n'ont pu prendre part à ce Congrès de chimie appliquée qui embrassait toutes les applications de la chimie, et comme je suis de ceux qui désirent que, dans le 3<sup>me</sup> Congrès spécial à l'acétylène, toutes les questions intéressant cette jeune industrie soient traitées, j'ai cru bien faire de renouveler la nomenclature de tous les appareils d'éclairage à gaz acétylène admis à l'Exposition Universelle en la complétant par la description des appareils présentés au 3<sup>me</sup> Congrès.

Mon cas n'est d'ailleurs pas isolé. Au Congrès de chimie figurait la photographie, qui a eu ensuite son Congrès particulier où les questions spéciales à cette industrie ont été traitées plus amplement.

Il n'y aura jamais assez de manifestations semblables à celle qui nous réunit, pour faire connaître au public

les avantages du nouvel éclairage à l'acétylène, et détruire les préventions voulues ou irraisonnées qui accueillent d'une façon générale les innovations, quelles qu'elles soient.

Notre nouvelle industrie a eu aussi contre elle, au début, les accidents survenus avec les appareils Pictet qui, depuis, sont interdits, mais qui ont fait naître dans le public des appréhensions à l'égard de l'emploi de l'acétylène, appréhensions qu'il faut dissiper.

Ce n'est que par des efforts incessants que l'acétylène prendra dans l'industrie la place à laquelle il a droit.

La nomenclature des divers appareils exposés avec le nom de leurs constructeurs ou inventeurs, et l'indication très sommaire des particularités qui distinguent ces appareils, peut être d'une certaine utilité pour ceux qui s'intéressent à l'industrie de l'acétylène, et elle indiquera du moins l'effort qui a été fait pour participer au grand tournoi industriel de 1900.

J'ai adopté dans cette nomenclature l'ordre alphabétique, sans me permettre aucune appréciation personnelle sur la valeur respective de chaque appareil.

Je puis néanmoins dire et affirmer que dans les visites que vous ferez à l'Exposition vous constaterez les nombreux progrès réalisés dans l'industrie de l'acétylène. Le public peut à l'heure actuelle faire choix de nombreux appareils irréprochables, construits d'après les données de la science, et pouvant lui donner satisfaction complète, tant au point de vue de leur bonne marche que de la sécurité de leur emploi.

Cette nomenclature sera un peu longue, je prie mes collègues de vouloir bien en excuser l'aridité, qui est commune, il est vrai, à toutes les nomenclatures.

J'ai divisé les différents appareils d'éclairage à gaz acétylène figurant à l'Exposition Universelle et au 3<sup>me</sup> Congrès, soit à la classe 75 aux Invalides, soit à l'annexe de Vincennes, soit dans les diverses sections étrangères, en 5 classes principales :

1° Les appareils portatifs et lampes à main. — (22 exposants).

2° Les appareils à chute d'eau sur le carbure de calcium. — (10 exposants).

3° Les appareils à contact où l'eau attaque le car-

bure en dessous, soit directement, soit par compartiments séparés. — (35 exposants).

4° Les appareils à chute de carbure dans une masse d'eau, se subdivisant en 2 groupes :

A. — A carbure granulé (16 exposants).

B. — A carbure tout venant (22 exposants).

5° Les appareils à gaz acétylène dissous dans un liquide, ou à gaz acétylène mélangé à l'air. — (4 exposants).

6° Brûleurs divers. — (6 exposants).

### DESCRIPTION SOMMAIRE

#### *Appareils portatifs et lampes à main*

1. ALEXANDRE FERNAND, Paris. Lampes alimentées d'eau au moyen de plaques poreuses.

2. BLÉRIOT, Paris. (Acétylithé ou carbure enrobé). Lanternes de voitures, candélabres et récipients genre briquet à hydrogène.

3. CAHEN ET DOYER, Paris. Lanternes de bicyclettes et de voitures. Lampes portatives avec brûleurs horizontaux pour projections.

4. CARGUES, à Bordeaux. Lampes à main. Eau tombant goutte à goutte sur le carbure, vis à aiguille de réglage.

5. CHAMBEAUD, Paris. Lampes avec brûleurs horizontaux pour projections, brûleurs divers.

6. CHARDIN, Paris. Lampes genre briquet à hydrogène et lampe avec petite cloche régulatrice intérieure.

7. C<sup>ie</sup> UNIVERSELLE D'ACÉTYLÈNE, Paris. Appareils portatifs genre candélabres, système des vases communicants.

8. C<sup>ie</sup> URBAINE D'ÉCLAIRAGE, Paris. Candélabres et lanternes de voitures système briquet à hydrogène avec emploi d'une couche de pétrole sur l'eau modérant l'attaque du carbure.

9. DEROY FILS AÎNÉ, Paris. Appareils portatifs dits minimes, alimentation automatique d'eau sur le carbure.

10. DUCELLIER, Paris. Lanternes à voitures et à bicyclettes, modèles riches.

11. FROSSARD ET C<sup>ie</sup>, Ronchamps. Lampes portatives

système vase de Mariotte et arrivée d'eau par tube capillaire.

12. GILLET ET FOREST, Paris. Lampes dites photographiques.

13. JABOEUF, à Lyon. Lampes et lanternes, mèches de coton allant du réservoir d'eau au carbure.

14. PESNELL ET C<sup>ie</sup>, Paris. Lampes portatives et de voitures, candélabres, chute d'eau par tube capillaire.

15. PAYAN, Bayeux. Douilles de lanternes de voiture à acétylène, s'appliquant à toutes les lanternes.

16. ROZEAUX, Paris. Système Thiercelin et Rozeaux, lampe portative ornementée à trémie intérieure et petite cloche régulatrice.

17. SABATIER (COMPTOIR DE L'ACÉTYLÈNE), Paris. Candélabres et lampes portatives (vases communicants).

18. C<sup>ie</sup> F<sup>me</sup> DE L'ACÉTYLÈNE DISSOUS, Paris. Générateur Héliophore, alimentation par capillarité de l'eau placée à l'intérieur du gazogène.

19. SOCIÉTÉ INTERNATIONALE, Paris. Candélabres et appareils portatifs, cloche à carbure granulé système des vases communicants.

20. TRIPIER, Semur. Appareils portatifs à projection, carbure granulé.

21. WAGNER ET C<sup>ie</sup>. Candélabres, lampes portatives, boîtes de campagne système des vases communicants. (Présentés au Congrès ou à l'Exposition de Vincennes.)

22. GOSSART, Bordeaux. Lampes portatives, alimentation d'eau sur le carbure par double tube capillaire à gaz et à eau.

23. ROVERSI. Bologne (Italie). Lampes portatives avec paniers en hélice supprimant l'attaque du carbure sur une grande surface, complétées par des appareils de cuisine munis de toiles métalliques ou de métal perforé pour la sortie du gaz mélangé à l'air.

#### *2° Appareils à chute d'eau sur le carbure*

1. BROUSSEAU (SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES BREVETS). à Levallois. Appareils en fonte de fer, petite cloche intérieure régulatrice commandant une aiguille, arrivée de l'eau goutte à goutte.

2. GILLET et FOREST, Paris. Appareil sans gazomètre, système des vases communicants, la pression régularisant l'arrivée de l'eau sur le carbure.

3. GRAIGNIC, Pontoise. Appareil dit le « Jumeau », 2 cloches accouplées qui en descendant font communiquer l'eau d'un réservoir avec les tiroirs à carbure.

4. LEBRUN et CORNAILLE, Paris. Appareil le « Brun-cor » à mouvement d'horlogerie par contre-poids avec gazomètre. L'eau est projetée sur un panier de carbure à mouvement de rotation.

5. MASSIÈS FILS, Lautrec. Gazomètre avec 2 générateurs sans compartiments. Un réservoir d'eau placé à côté de la cloche alimente le carbure à chaque descente de cette dernière.

6. PESNELL et C<sup>ie</sup>, Paris. Un réservoir d'eau entoure le haut de la cloche du gazomètre, un tube de caoutchouc fixé d'un bout à un entonnoir et de l'autre au réservoir d'eau mobile fait communiquer l'eau du réservoir avec les tiroirs à carbure à chaque descente de la cloche.

7. SABATIER ET C<sup>ie</sup> (COMPTOIR DE L'ACÉTYLÈNE), Paris. Appareil à vases communicants, à grande pression, pour chalumeaux à braser.

8. TISSERAND, Saint-Dié. L' « Idéal », 2 gazogènes placés sur le dessus de la cloche, montent et descendent avec cette dernière. Les 4 paniers de carbure sont attaqués du haut en bas par l'arrivée de l'eau provenant de la cloche au moyen d'un tube *ad hoc*.

9. DAIK. Appareils exposés à Vincennes pour le Congrès. Appareil à gazomètre et gazogène alimenté d'eau par un siphon mis en fonction à chaque descente de la cloche.

3° *Appareils à contact d'eau attaquant le carbure par le bas des paniers à compartiments ou autres dispositions analogues.*

1. ACKERMANN, Marseille. Appareil le « Phébus », appareil sans cloche, vases communicants, refroidisseur d'eau.

2. ALEXANDRE FERNAND, Paris. Le « Radius », sans gazomètre, vases communicants.

3. ARNOULD, Grand-Montrouge. Avec gazomètre, nombreux compartiments genre d'un damier.

4. BAUDOUIN, Rochefort. « Le Rêve », avec gazomètre actionnant l'arrivée de l'eau sur paniers superposés.

5. BLÉRIOT, Paris. Carbure acétylithe, sans gazo-

mètre, carbure enrobé dans du glucose et du pétrole formant un résidu de sucrate de chaux.

6. BOUQUET, Saint-Pierre-d'Oléron. Le « Franco-Russe », un générateur à paniers superposés placé au centre d'une cloche annulaire ; un réservoir d'eau est mis en communication avec le gazogène à chaque descente de la cloche.

7. BRULÉ ET C<sup>ie</sup>, Paris. Gazomètres et gazogènes à paniers.

8. CAHEN ET DOYER, Paris. (Appareil Ozeray.) Générateurs à paniers superposés placés directement sur une cloche de gazomètre.

9. COMPAGNIE URBAINE D'ECLAIRAGE, Paris. Sans gazomètre, un seul panier attaqué en dessous par l'eau recouverte d'une couche de pétrole.

10. COMPAGNIE UNIVERSELLE D'ACÉTYLÈNE. M. Lacroix, directeur (Appareil Hélogène). Tiroirs ou paniers attaqués successivement, système des vases communicants, eau d'un réservoir à flotteur n'entrant dans le gazogène que lorsque la pression du gaz vient à baisser, régulateur de pression.

11. CARPENTIER ET C<sup>ie</sup>, Paris. Gazomètre avec gazogène sur le côté.

12. DELATY, Nexou. L' « Etincelant » avec gazomètre et gazogène sur le côté, réservoir d'eau adjacent.

13. DEROT FILS AÎNÉ. Cloche gazomètre, alimentation successive des gazogènes à paniers par équilibre de la pression du gaz et de la charge d'eau dans le réservoir au moyen d'un contre-poids appuyant sur la cloche.

14. CHARDIN, Paris. Gazomètre avec gazogène à paniers, réservoir d'eau en charge au-dessus des gazogènes.

15. FRIGENT, à Lannion. Appareil « Poids et Mesures Breton », cloches avec plusieurs gazogènes l'entourant, l'eau n'arrive sur le carbure que si la pression diminue et à chaque descente de la cloche.

16. FOURCHOTTE, Paris. Constructeur Magnard et C<sup>ie</sup>. Gazomètre. La cloche, en descendant, amorce une sorte de siphon qui alimente les gazogènes automatiquement sans mécanisme.

17. LANNOIS, Arc-en-Barrois. Gazomètre, 2 gazogènes à paniers alimentés par vases communicants.

18. LEBLOND, Darnétal, 1 gazomètre, 2 gazogènes plongeant dans une cuve d'eau, appareil non automa-

tique, tube en caoutchouc reliant les gazogènes au gazomètre.

19. LEGRAND, Ivry. Gazomètre et 2 gazogènes à paniers alimentés par de l'eau en charge à chaque descente de cloche.

20. LENORMANT, FORTIER ET C<sup>ie</sup>, Puteaux. 1 cloche et 6 générateurs reliés à un réservoir d'eau par des tubes flexibles.

21. LUCHAIRE, Paris. Gazomètre et gazogène adjacents, l'eau est amenée sur les paniers par la différence de pression du gaz d'une petite cloche régulatrice qui s'élève lorsque celle du gazomètre s'abaisse.

22. MARTINET, Nogent-sur-Marne. Le « Savoyard », 1 gazomètre annulaire dans lequel on place 6 générateurs qui sont attaqués successivement.

23. SABATIER ET C<sup>ie</sup>, Paris. (Comptoir de l'acétylène). Gazogène à plusieurs paniers superposés reliés à la cloche par un tube flexible et amenant l'eau du gazomètre sur le carbure à chaque descente de la cloche.

24. SECHERON ET FOUQUES, Toulouse. Le « Lynx », appareils portatifs à dos d'homme, paniers intérieurs, genre briquet à hydrogène.

25. SOCIÉTÉ NOUVELLE D'ECLAIRAGE, Paris. Gazogène à carburateurs (système des vases communicants), 4 cartouches de carbure enrobés de pétrole ou de matières grasses, enveloppées de papier, sont placées dans chaque carburateur.

26. SYNDICAT DES EXPOSANTS FRANÇAIS ACÉTYLÉNISTES. 2 usines pour l'éclairage des berges de la Seine entre le pont de la Concorde et le pont des Invalides. Gazomètres de 7 mètres cubes, 10 générateurs dans chaque usine, de 60 kilos de carbure l'un, pour l'éclairage de 3,400 brûleurs divers. Pression initiale, 30 centimètres. Alimentation d'eau par réservoir supérieur laissée aux soins d'un ouvrier. Les générateurs sont placés dans un grand bac réfrigérant de 6 mètres cubes.

27. TERME, Aix-les-Bains. Gazomètres actionnant 2 tambours montés sur axe excentré et ayant une cloison verticale de séparation. La rotation du tambour obtenue par la descente de la cloche amène l'eau sous un panier de carbure suspendu sur le côté du tambour.

28. TRIPOUL, Collian. Appareil I' « Economie », à

double cloche dans lesquelles sont suspendus des paniers à carbure genre briquet à hydrogène.

29. WAGNER ET C<sup>ie</sup>, Paris. Appareil automatique « Américain », gazogènes à 4 paniers de 10 compartiments, soit 40 attaques successivement, système des vases communicants sans gazomètres.

(Présenté au troisième Congrès.)

30. COMPAGNIE FRANÇAISE D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR L'ACÉTYLÈNE, système De Lasserre, 2 gazogènes adjacents à une cloche et s'élevant avec elle, système briquet à hydrogène.

#### *Exposants étrangers*

1. COSTA Y PONCÈS (Espagne). Cloche régulatrice tournant sur son axe et faisant manœuvrer par plan incliné à chaque descente et montée un contre-poids ouvrant un robinet. Chaque gazogène entourant la cloche reçoit une quantité d'eau égale à son volume. 12 gazogènes sont ainsi placés autour du gazomètre.

2. PALACIOS (Espagne). Gazogène genre briquet à hydrogène.

3. JACOT ET SCHALLER (Suisse). Le « Simplex », un grand bac dans lequel sont suspendues 2 cloches au centre desquelles sont accrochés des paniers de carbure que l'eau attaque progressivement, genre briquet à hydrogène.

4. MEYER ET C<sup>ie</sup> (Zurich), système « Heliodore ». Gazomètre avec 10 générateurs en batterie, un seau en métal rempli de carbure est enfermé dans chaque générateur et est noyé successivement. L'eau est amenée d'un réservoir en charge au moyen d'un robinet de barrage actionné par la cloche du gazomètre.

5. STEINER (Bucarest). Paniers accrochés au haut de la cloche du gazomètre, genre briquet à hydrogène.

6. SOCIÉTÉ SUÉDOISE D'ACÉTYLÈNE, appareil « Suecia ». 1 gazomètre, 2 générateurs avec paniers superposés, réservoir d'eau supérieur. A chaque descente de cloche, une quantité d'eau 5 fois supérieure à celle nécessaire pour l'attaque du carbure d'un panier est envoyée dans le générateur. La quantité de gaz produite à chaque envoi d'eau est supérieure au volume du gazomètre.

*Appareils à chute de carbure dans une masse d'eau*

## Section A. — Carbure granulé.

1. ACKERMANN, Marseille. Clapet de la trémie actionné par un flotteur, appareil sans gazomètre, système des vases communicants.

2. ALLARD, Orléans. Appareil le « Phénix », avec gazomètre à double valve mesurant la quantité de carbure à faire tomber.

3. BELLISSANT, Viels-Maison. Appareil Le « Crypto », avec cloche intérieure agissant directement sur la soupape de la trémie.

4. BERGER<sup>1</sup> ET C<sup>ie</sup>, Vienne (Isère). Cloche du gazomètre annulaire actionnant la valve de la trémie ; le gazogène est au centre de la cloche et est muni d'une soupape de vidange.

5. BORDIER, Paris. Système Guy. Cloche régulatrice adjacente au gazogène qui actionne un levier ouvrant la valve du réservoir à carbure.

6. CHARDIN, Paris. Gazomètre surmonté d'une trémie à carbure. Le gaz acétylène est en contact direct avec le carbure.

7. COMPAGNIE ELECTRO-GAZ, Lyon. Grand gazogène avec gazomètre dont la cloche actionne les soupapes de deux trémies placées de chaque côté. Le carbure tombe dans une grande masse d'eau. La vidange peut se faire en marche de l'appareil.

8. GOUARNE, Paris. Doubles trémies pour permettre de recharger le carbure pendant la marche. Elles sont placées directement sur la cloche. Une soupape conique est soulevée lors de la descente de la cloche.

9. KIEFFER, Paris. Appareil le « Pharogène » avec cloche gazomètre actionnant la valve. La trémie peut être rechargée de carbure pendant la marche.

10. MEHOUS, Dol-de-Bretagne. Gazogène en fonte de fer à ailettes refroidissantes. La diminution de la pression fait agir le levier de la soupape d'une trémie en verre. Pas de cloche régulatrice. Barboteur en verre faisant pendant à la trémie.

11. MOLE, Laval. Gazogène avec trémie. La pression du gaz chasse l'eau d'un récipient attaché à l'extrémité du levier actionnant la soupape. Un contre-poids placé à l'autre bout du levier n'étant plus équi-

libré par l'eau soulève la soupape du carbure, une petite cloche régularise la pression.

12. MORELLE, Paris. Trémie placée au-dessus de la cloche. Distributeur intérieur formé d'une série de godets sur plateau circulaire mû par la descente de la cloche.

13. RAYNAUD, Tarare. Gazomètre et gazogène avec trémie en verre. Un épurateur de même forme fait la symétrie de l'appareil. La cloche, en s'abaissant, appuie sur le levier de la soupape de la trémie.

14. ROZEAUX, Paris. Système Thiercelin et Rozeaux. Gazogène « Auto-Régulateur », petite cloche intérieure agissant sur des ressorts qui déterminent l'ouverture du bas de la trémie et la tombée d'une quantité déterminée de carbure.

15. SOCIÉTÉ INTERNATIONALE, Clichy. M. Macé, directeur. Le carbure est placé au-dessus de la cloche du gazomètre. La cloche, en s'abaissant, fait soulever directement le cône de fermeture et tomber le carbure dans le gazogène intérieur.

16. TRIPIER, Semur. L'« Etoile », trémie en verre placée sur la cloche du gazomètre, nettoyage automatique.

(Appareil présenté au 3<sup>e</sup> Congrès.)

17. BOISTELLE, collaborateur de M. Molet, à Buenos-Ayres. Appareil X à chute de carbure granulé sans gazomètre.

#### *Section B. — Carbure tout venant*

1. BARTHÈS, constructeur Diederichs, Bourgoin. Appareil l'« Acétylenographe ». Godets triangulaires formant un polygone vertical placé au-dessus de la cloche qui fait ouvrir à chacune de ses descentes le fond d'un godet rempli de carbure. Le mouvement est obtenu au moyen d'un rochet et d'une chaîne.

2. BESNARD, PÈRE, FILS ET GENDRES, Paris. Système R. de Montais, le « Bayard ». Carbure placé dans des boules sphériques se fermant par un petit loquet. Les boules percées de trous d'un seul côté sont posées sur un support demi-sphérique qui isole le carbure de l'air intérieur. A chaque descente de la cloche tournant sur

son axe par système de plan incliné, une boule est renversée dans le gazogène placé sous la cloche.

Le gazogène est à bascule et peut être nettoyé en marche.

3. BLÉRIOT, Paris. Appareils avec 12 casiers intérieurs à fond mobile s'ouvrant à chaque descente de la cloche du gazomètre.

4. BOUCHÉ-ROULLET, Chinon. Le carbure placé dans un cylindre est poussé par une tige de piston actionnée par de l'eau sous pression, et tombe en quantité plus ou moins grande, selon la dimension du modèle, dans le gazogène à chaque descente de la cloche.

5. BROQUA, Paris. Système de boules remplies de carbure et placées dans une glissière ou plan incliné. Les boules tombent successivement dans le gazogène à chaque emploi du gaz contenu dans le gazomètre.

6. CAHEN ET DOYER. Appareil Richard l' « Omnium ». 10 casiers verticaux remplis de carbure s'ouvrant successivement à chaque descente de cloche. Gazogène contigu au gazomètre.

7. COMPAGNIE GÉNÉRALE DE GAZ ACÉTYLÈNE. L' « Archimède ». Boîte fermée hermétiquement contenant le carbure au milieu duquel est placée une vis d'Archimède actionnée par un contre-poids. Le carbure est poussé dans le gazogène par la rotation de la vis d'Archimède à chaque descente de la cloche.

8. COURTEJAIRE, Pantin. Tambour, de 12 à 24 cases rempli de carbure, actionné par la cloche et ouvrant successivement chaque case.

9. JAVAL, Neuilly-sur-Seine. Couronne de gobelets dont le fond de chacun s'ouvre au-dessus d'un gazogène. Chute d'eau automatique sur le carbure aussitôt sa chute. Vidange automatique de la chaux à chaque descente de la cloche.

10. LEPINAY ET C<sup>ie</sup>, Châteauroux. Appareil avec gazomètre et gazogène surmonté d'une boîte contenant 10 à 15 godets. Un levier attenant à la cloche actionne par engrenage la rotation des godets, mouvement genre revolver.

11. L'HERMITE, Louviers. Appareils l' « Eclair ». Magasin à carbure vertical ou horizontal, selon le modèle. Chaque case de magasin est ouverte successivement par des cames en forme d'hélice sur un axe.

12. PAYAN, Bayeux. Appareil dit le « Lux », avec série de godets remplis de carbure se déversant successivement dans le gazogène au moyen d'un levier actionné par la cloche.

13. FOURCHOTTE, MAGNARD ET C<sup>ie</sup>, constructeurs. Carbure mis dans des casiers circulaires tournant sur axe, genre revolver ; à chaque descente de cloche, un casier s'ouvre et laisse échapper son carbure dans le gazogène.

14. RENOUS ET DEFFORGES, Bordeaux. Gazomètre et gazogène. 12 boîtes contenant du carbure s'ouvrent successivement par mouvement d'engrenages.

15. ROUSSEAU, Mane. Gazomètre d'appareil avec série de godets genre revolver dont le fond s'ouvre à chaque descente de cloche.

16. SABATIER, Paris. Générateur gazogène pouvant être placé à proximité d'un gazomètre. Le carbure est jeté à la main dans le gazogène, en quantité suffisante pour remplir la cloche.

#### *Etrangers*

1. GUSTAVSON (Suède), (Koh y Noor). Gazomètre avec gazogène alimenté par des boîtes rectangulaires remplies de carbure qui s'élèvent, se placent au-dessus du gazogène, se vident et redescendent mécaniquement. Le mouvement est obtenu par un contre-poids formé de grosses chaînes en fer.

2. KREBS, Bienne (Suisse). Gazomètre et gazogène. Godets de carbure genre revolver mûs au moyen d'un rochet et d'une crémaillère.

3. PARLI ET BRUNSCHWYLER, Bienne. Appareil automatique « Gloria » avec godets genre revolver, rochet mû par la cloche.

— Autre appareil : « Helvetia », où le carbure est jeté à la main dans le gazogène.

4. PALACIOS (Espagne). Gazomètre et gazogène dans lequel on introduit le carbure à la main au moyen d'une double cuiller articulée, à long manche.

5. SOCIÉTÉ LA PHOTOLITE, Liège. Gazomètre et gazogène surmonté de cônes remplis de carbure, s'ouvrant en dessous, système revolver.

6. SOCIÉTÉ NORVÉGIENNE (Det Norske acetylen gaz). Cloche du gazomètre donnant le mouvement à une roue

à rochet au moyen d'une chaîne pour ouvrir les trappes de boîtes coniques en fonte que l'on remplit de carbure. Gazogène séparé du gazomètre.

7. WEGMANN-HAUSER, Zurich. Grand gazomètre actionnant par sa cloche une roue ou tambour denté pour faire tomber le carbure dans le gazogène attenant.

— Même appareil où le carbure est jeté à la main dans le gazogène.

*Appareils à gaz acétylène dissous dans un liquide, ou autres*

1. C<sup>ie</sup> F<sup>se</sup> DE L'ACÉTYLÈNE DISSOUS, à Paris. Tubes de 1 litre à 300 litres remplis de briques très poreuses à 80 % de vide. Ces récipients chargés d'acétone contiennent dix fois leur volume de gaz acétylène par atmosphère.

Les tubes sont chargés à 10 atmosphères et renferment 100 volumes de gaz acétylène.

— Voiture contenant des récipients de 1 mètre cube, soit 100 mètres cubes d'acétylène disponible pour éclairage portatif.

2. DELALOYE Louis (Suisse).

Produit l'incandescence par le moyen d'un appareil mélangeur d'air et d'acétylène. 100 parties d'acétylène, 400 parties d'air comprimé à 4 centimètres d'eau.

Pour brûler sans incandescence dans les becs à gaz ordinaire, il emploie 35 parties d'air, 65 parties d'acétylène.

(Présenté au Congrès.)

3. ELLENS Oving, à Rotterdam.

Appareil mélangeur de l'acétylène et de l'air basé sur un système double d'hélice, servant de mesureur pour chaque sorte de gaz.

4. BOISTELLE, collaborateur de M. Molet, à Buenos-Ayres.

Appareil doseur mélangeur de gaz applicable à tout mélange gazeux, en particulier à ceux d'acétylène et d'air.

Pour terminer cette énumération, je dois donner également la désignation des divers brûleurs à acétylène, car la fonction du brûleur employé dans l'éclairage à l'acétylène est capitale et cet éclairage n'a réellement commencé à se développer que lorsqu'on a employé les brûleurs à entraînement d'air. Ceux usités

précédemment se bouchaient fréquemment par suite d'un dépôt de carbone à l'orifice du bec.

*Brûleurs à acétylène*

1. LEBRUN ET CORNAILLE, à Paris, becs en opaline forme bougie.

2. SABATIER ET C<sup>ie</sup>, à Paris. Becs à incandescence à l'acétylène.

3. C<sup>ie</sup> F<sup>co</sup> DE L'ACÉTYLÈNE DISSOUS, à Paris. Becs « Sirius », becs à incandescence consommant de 30 à 200 litres d'acétylène, puissance lumineuse de 110 à 1.000 bougies.

4. SOCIÉTÉ DES CARBURES MÉTALLIQUES, à Paris. Becs Bullier, becs conjugués à entraînement d'air en stéatite, et en métal tête stéatite de diverses formes, groupes de brûleurs.

5. SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DU BREVET BROUSSEAU, à Levallois. Bec brevet Malbec, tête stéatite, tige métal en tube pouvant se conjuguer à la main en faisant tourner les branches des brûleurs qui sont formés de tubes métalliques à frottement doux.

6. SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INCANDESCENCE PAR LE GAZ, système Auer, becs multiples à incandescence pour lanternes et éclairage public.

Le prix de revient de la carcel-heure est en fonction du prix de la tonne de carbure et a fait l'objet de rapports spéciaux dans les précédents Congrès. Je ferai remarquer seulement ici qu'avec le nouveau brûleur à incandescence présenté, le Sirius, annoncé comme donnant 1.000 bougies pour une dépense de 200 litres de gaz acétylène, le prix de revient de la carcel-heure de 10 bougies sera de 0 cent. 33 avec du carbure à 0 fr. 50 le kilo rendu sur place.

Au Congrès de chimie appliquée, j'ai terminé mon rapport en adressant au nom de tous les exposants acétylénistes nos hommages et notre reconnaissance à MM. Berthelot et Moissan, dont les découvertes scientifiques sur le carbure de calcium ont fait éclore une nouvelle industrie d'éclairage. J'en agis de même ici, et j'espère que vous vous joindrez à moi pour rendre à nos deux savants français le tribut qui leur est si légitimement dû.

# Sur un appareil mélangeur

## D'ACÉTYLÈNE ET D'AIR

pour l'éclairage des communes et des grandes usines

par M. H. ELLENS O Ving

Ingénieur à Rotterdam

---

En ma qualité de directeur de la fabrique d'acide carbonique liquide (*Nederlandsche Kaenoliet- en Koolzuur-Maatschappij*) à Rotterdam, j'avais fait procéder, en 1894, à des expériences sur la liquéfaction de l'acétylène, mais j'abandonnai bientôt cette voie et je commençai alors une série d'études sur l'application de l'acétylène gazeux à l'éclairage.

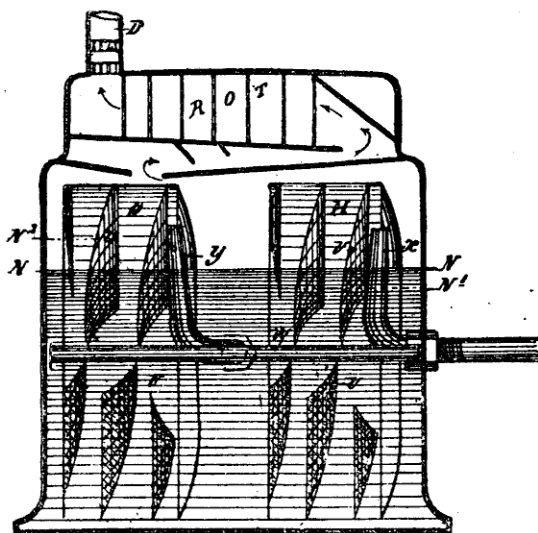
Bientôt je constatai que les divers types de becs à acétylène employés donnaient une flamme fuligineuse avec production de noir de fumée qui encrassait les orifices des brûleurs. et j'attribuai ces inconvénients à une combustion incomplète par suite du défaut d'oxygène.

Un mélange d'acétylène et d'acide carbonique n'ayant pas donné de bons résultats, j'essayai des mélanges d'acétylène et d'air en diverses proportions. Les résultats obtenus furent tellement satisfaisants que je fis construire un appareil permettant de mélanger ces deux gaz en proportions définies et constantes, et c'est cet appareil, dont je me sers depuis 1894, que je présente ici.

Dans une boîte métallique semblable à celles des compteurs à gaz j'ai installé deux tambours H et O. fixés sur le même axe W. Chacun de ces tambours porte intérieurement un certain nombre d'hélices. Le

tambour H peut être mis en communication par un tube X avec un réservoir contenant de l'acétylène sous pression constante; le tambour O communique, par un tube Y avec l'atmosphère. On introduit préalablement dans l'appareil, au moyen d'un tube vertical, de l'eau jusqu'au niveau NN, indiqué à l'extérieur par un repère.

Sous l'influence de la pression de l'acétylène



contenu dans le tambour H, le niveau de l'eau s'abaisse dans ce tambour et s'élève dans le tambour O. Aussitôt que cette pression a atteint une certaine valeur, le tambour H commence à tourner ainsi que le tambour O, et les deux gaz se mélangent à l'intérieur de la boîte métallique. La masse gazeuse passe de là dans le mélangeur ROT et se rend ensuite par le tube D dans la conduite principale. La composition de ce mélange dépend des volumes occupés par les gaz dans les tambours.

En effet, pour fixer les idées, j'admets que les tambours commencent à tourner sous l'influence d'une certaine pression minima de l'acétylène dans le tambour H. Soit dans ce cas  $h$  la hauteur de l'eau

en millimètres au-dessus de l'axe central du tambour H et  $h_1$  la même quantité pour le tambour O.

on a  $h_1 < h$ .

Soit P la pression de l'acétylène dans le tambour H et  $P_1$  celle de l'air dans le tambour O. On aura évidemment :

$$\begin{aligned} P - P_1 &= h_1 - h \\ \text{donc } P_1 &= P - h_1 + h \end{aligned} \quad (1)$$

Soient en outre :

$r$  le rayon du tambour H (en millimètres);

$b$  la longueur du même tambour;

$\alpha$  l'angle du secteur occupé par le gaz,

et soient  $r^1$ ,  $b^1$  et  $\alpha^1$ , les mêmes quantités pour le tambour O.

Le tambour H contient un volume  $V_H$  d'acétylène, donné par l'équation :

$$V_H = \left( \frac{\alpha}{360} \cdot \pi r^2 - h r \sin \frac{\alpha}{2} \right) b \quad (2)$$

dans laquelle  $\alpha$  est donné par  $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{h}{r}$ . . . . . (2 $\alpha$ )

De même le tambour O contient un volume  $V_o$  d'air, donné par l'équation :

$$V_o = \left( \frac{\alpha^1}{360} \cdot \pi r_1^2 - h^1 r^1 \sin \frac{\alpha^1}{2} \right) b^1 \quad (3)$$

dans laquelle  $\alpha^1$  est donné par  $\cos \frac{\alpha^1}{2} = \frac{h^1}{r^1}$  . . . . . (3 $\alpha$ )

Le nombre des hélices étant égal dans les deux tambours, il doit se former un mélange des deux gaz (acétylène et air) proportionnel aux deux volumes  $V_H$  et  $V_o$  mais ramenés à la même pression.

En indiquant par M la proportion d'acétylène et d'air dans ce mélange, on a :

$$M = \frac{V_H}{V_o} \times \frac{P}{P_1} \quad (4)$$

c. à. d. en introduisant les valeurs de  $V_H$ ,  $V_o$  et  $P_1$  trouvées dans les formules (2), (3) et (1),

$$M = \frac{\left( \frac{\alpha}{360} \cdot \pi r^2 - h r \sin \frac{\alpha}{2} \right) b P}{\left( \frac{\alpha^1}{360} \cdot \pi r_1^2 - h^1 r^1 \sin \frac{\alpha^1}{2} \right) b^1 (P - h^1 + h)} \quad (5)$$

les valeurs de  $\alpha$  et de  $\alpha^1$  étant données par les équations (2 $^a$ ) et (3 $^a$ ).

Or, cette valeur de  $M$  est la valeur minima de la proportion d'acétylène mélangé à l'air que l'on peut obtenir avec cet appareil.

En effet, quand on diminue la pression de l'acétylène les tambours cessent de tourner, puisque par hypothèse la pression  $P$  est la pression minima qui les fait mouvoir.

Si au contraire on élève la pression de l'acétylène dans le tambour  $H$  (c. à. d. dans le gazomètre) la valeur correspondante de  $V_H$  croît et celle de  $V_0$  décroît; de même, d'après l'équation (1), la valeur de  $P^1$  décroît. Par suite, d'après l'équation (4), la valeur de  $M$  va en croissant à mesure que la pression de l'acétylène augmente.

D'après Le Chatelier (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 121, 1144) un mélange d'acétylène et d'air n'est explosif que dans les proportions suivantes :

De 65 0/0 jusqu'à 2,7 0/0 d'acétylène  
ou de 35 0/0 jusqu'à 97,3 0/0 d'air.

Un mélange contenant plus de 65 0/0 d'acétylène n'est par conséquent pas explosif. Il suffit donc que la proportion d'acétylène mélangé à l'air soit supérieure à  $\frac{65}{35}$  c. à d. à 1.86 pour que ce mélange ne soit pas explosif, dans le cas de faibles pressions comme celles de l'appareil actuel.

*Pour éviter toute possibilité d'obtenir un mélange explosif dans l'appareil* il suffit que l'on ait

$M \geq 1.86$ , condition facile à remplir.

En introduisant l'acétylène du gazomètre dans le tambour  $H$  sous une pression constante supérieure à  $P$  on obtient un mélange non explosif d'acétylène et

d'air en proportion constante. On peut dans ce cas employer des brûleurs à gaz ordinaires.

Les proportions du mélange une fois fixées, ainsi que la pression, on peut déterminer les dimensions de l'appareil et le niveau de l'eau N.N. Le tuyau D doit toujours être muni d'une série de petits tubes d'un diamètre intérieur inférieur à 1/2 millimètre, de façon à ce qu'une explosion accidentelle dans la conduite ne puisse dans aucun cas se propager dans l'appareil.

On peut avec avantage remplacer l'eau par de la glycérine ou par un autre liquide incapable d'exercer une action sur le gaz ou sur les métaux.

NOTE  
SUR  
**L'appareil doseur-mélangeur de gaz**  
Système MOLET (de Buenos-Ayres)  
présentée par M. BOISTELLE, ingénieur à Paris

---

MÉLANGES D'ACÉTYLÈNE ET D'AIR POUR L'ÉCLAIRAGE ET LE CHAUFFAGE. — Au nombre des solutions proposées pour éviter l'encrassement et l'obstruction des becs à acétylène (ce dont on a fait à tort, au moins dans la plupart des cas, un indice d'épuration insuffisante), il en est une qui consiste à additionner préalablement l'acétylène d'une certaine proportion d'air. On arrive en effet par ce procédé, tout en n'opérant que sur des mélanges *non-explosifs*, à une combustion suffisamment complète pour obtenir *avec des becs communs*, sans risque d'encrassement, une flamme d'une pureté, d'une blancheur et d'un pouvoir éclairant irréprochables. Ce mélange offre de plus la particularité d'être avantageusement employé aux becs sous une pression notablement plus basse que celle de l'acétylène pur, ce qui est d'une grande importance au point de vue des fuites dans les canalisations ; il serait plus exact de dire que cet abaissement de la pression d'utilisation de l'acétylène est une condition *sine qua non* de son application en grand à l'éclairage public, qui, nous devons être tous ici les premiers à n'en pas douter, est le véritable avenir de l'acétylène.

D'une façon analogue, et en variant simplement les proportions de l'acétylène et de l'air, on forme un mélange qui brûle avec une flamme extrêmement chaude

et est susceptible de réaliser de tout point le chauffage à l'acétylène.

Ces procédés, cependant, ne sauraient passer dans la pratique courante qu'à la condition, non seulement d'offrir toujours une complète sécurité, mais encore de ne pas occasionner de surcroît de manœuvres ou de surveillance. C'est précisément cette solution que comporte l'emploi de l'appareil doseur-mélangeur de gaz système Molet, qui fait l'objet de cette communication.

Au point de vue de ces applications, cet appareil est susceptible de s'adapter à tout générateur de gaz acétylène, en s'intercalant entre celui-ci et le départ de la canalisation.

Son fonctionnement est complètement automatique, le débit, qui ne se produit que quand il y a consommation aux becs, se réglant de lui-même, strictement et sans interruption, sur cette consommation.

Le mélange s'opère suivant des proportions toujours égales, condition qui est la conséquence même du mode de construction de l'appareil ; ainsi se trouve écartée toute possibilité de production accidentelle d'un mélange explosif.

Enfin, cet appareil est de volume réduit ; il n'exige pas d'installation spéciale et ne réclame aucune manœuvre ni aucune surveillance.

Avant de terminer ces considérations sur les mélanges d'acétylène et d'air, je désire enregistrer comme devant, selon toute apparence, être comptées au nombre de leurs emplois immédiats, l'application aux moteurs à acétylène dans lesquels la meilleure utilisation de l'explosion semble dépendre d'un mélange plus intime des composants, et l'application à l'incandescence qu'on ne produit encore qu'avec le secours de pressions relativement élevées de l'acétylène que, je le répète, j'estime peu compatibles avec l'emploi véritablement pratique de ce gaz.

**AUTRES MÉLANGES GAZEUX.** — A part les applications précédemment citées, le principe et la construction de l'appareil doseur-mélangeur de gaz système Molet lui permettent de s'adapter à tous les cas où un dosage parfait de plusieurs gaz est de rigueur. Dans ce nom-

bre, et sans sortir du domaine de l'acétylène, il faut compter le mélange de ce gaz au gaz de houille ou au gaz d'huile, en vue d'obtenir un éclairage plus riche.

Là où cela est nécessaire, l'appareil fournit les gaz isolément, simplement dosés mais non mélangés. Enfin, par l'adjonction d'un dispositif très simple, et à très peu de frais, il est facile de munir l'appareil d'un compteur des quantités qu'il débite.

# L'éclairage intensif par l'acétylène

par M. Ed. FOUCHÉ

Directeur de la Compagnie Française de l'Acétylène dissous

---

Dans une communication faite au Congrès, on a montré que le procédé qui consiste à faire dissoudre l'acétylène dans l'acétone permet d'accumuler dans des récipients portatifs, sous des pressions modestes, des quantités très importantes d'acétylène. Le gaz ainsi emmagasiné peut être, par la simple ouverture d'un robinet, débité avec une extrême rapidité. En présence d'un tel procédé qui permet de produire avec facilité, sans encombrement, sans manipulation, des quantités considérables de lumière, il était naturel de chercher à employer des brûleurs consommant le plus de gaz possible et constituant des foyers lumineux intenses.

C'est ainsi que la Compagnie française de l'Acétylène dissous a été amenée tout naturellement à s'occuper de l'éclairage intensif dont l'utilité ne fait aucun doute dans nombre d'applications, et dont l'emploi, avec les autres systèmes d'éclairage, se répand de jour en jour.

Mais, avant d'entrer dans le vif de la question, il y a lieu de compléter la communication faite sur l'acétylène dissous par quelques chiffres comparatifs qui donneront une idée exacte sur la valeur de l'accumulation de lumière dont il vient d'être parlé.

Comparons d'abord l'acétylène dissous aux accumulateurs électriques.

1 k. d'accumulateur peut fournir 15 ampères-heures avec une force électromotrice de 2 volts, soit 30 watts-

heures, qui, utilisés dans les lampes à incandescence, produisent 10 bougies-heures, ou 30 avec les lampes à arc.

Pour l'acétylène dissous, les récipients d'acier, tout garnis, pèsent environ 2 k. 5 à 3 k. par litre de capacité et contiennent 100 fois leur volume de gaz. Par conséquent 1 kilog de récipient contient 33 litres d'acétylène, et peut fournir au moins 40 bougies-heures avec les becs conjugués et 110 avec les becs à incandescence, dont nous parlerons tout à l'heure.

Il résulte de ces chiffres que l'acétylène portatif utilisé pour alimenter des becs conjugués donne, sous le même poids, 1,33 fois plus de lumière que les accumulateurs avec lampes à arc et 4 fois plus que ces derniers avec lampes à incandescence ; et que l'acétylène portatif employé avec les manchons à incandescence fournit 3,7 fois plus de lumière que les accumulateurs avec lampes à arc et 11 fois plus que les accumulateurs avec lampes à incandescence.

En outre, si l'on tient compte de la rapidité du débit, l'avantage pour l'acétylène est encore plus marqué.

En effet, un accumulateur ne peut guère être déchargé en moins de 3 heures, ce qui suppose déjà un débit de 5 ampères par kilogr. de plaques, tandis qu'un récipient d'acétylène dissous peut être vidé avec telle rapidité que l'on désire. Si donc on a besoin d'un éclairage de très courte durée, une heure par exemple, le poids des appareils sera, pour les accumulateurs, le même que pour trois heures du même éclairage, tandis qu'il pourra être réduit au strict nécessaire pour l'acétylène dissous, et, dans ce cas, les rapports que nous avons indiqués précédemment, 1,33 et 4 ; 3,7 et 11 deviendraient trois fois plus grands, soit 4 et 12 — 11 et 33.

Une autre comparaison intéressante à faire est celle entre le gaz riche portatif et l'acétylène dissous. Ce gaz portatif présente, en effet, les analogies les plus frappantes avec le nouveau procédé. Il a rempli, par rapport aux usines à gaz, le rôle même que l'acétylène dissous est appelé à remplir par rapport aux gazogènes fixes, et s'il a pu jusqu'ici rendre des services, il est bon de voir si l'acétylène, sous la forme portative, est capable d'en rendre davantage.

Ce gaz portatif, obtenu par la distillation d'huiles minérales ou de schistes bitumineux, a un pouvoir lumineux de 1 carcel pour 40 litres de gaz environ. Il est donc cinq fois moins éclairant que l'acétylène. Il est accumulé sous la pression de 10 atmosphères dans des récipients métalliques qui contiennent, par conséquent, 10 fois leur volume de gaz.

On voit de suite que, sous le même volume et sous la même pression, les récipients à acétylène dissous contiennent 10 fois plus de gaz que les anciens récipients à gaz portatif, et, comme l'acétylène est cinq fois plus éclairant que ce dernier, la quantité de lumière accumulée est cinquante fois plus grande.

Ce dernier chiffre montre, sans qu'il soit besoin de commentaires, tout le parti qu'on est en droit d'attendre d'une telle puissance d'emménagement.

Nous n'établirons pas de parallèle entre l'acétylène et le pétrole, ce dernier produit s'appliquant mal aux éclairages portatifs de quelque intensité. Il existe, cependant, un type d'appareils très généralisé dans les chantiers, qui utilise les huiles lourdes et permet d'obtenir de grands foyers lumineux. Mais la flamme bruyante et fuligineuse produite par cet instrument, accompagnée, en outre, de projections d'huile, ne peut, en aucune façon, être comparée à la flamme si blanche et si pure de l'acétylène.

Les chiffres que nous venons de donner légitiment amplement nos assertions du début, relativement à l'énorme puissance d'accumulation des récipients à acétylène dissous, et nous pouvons aborder maintenant l'examen des brûleurs propres à mettre en valeur, dans les meilleures conditions possibles, ces fortes provisions de gaz.

Les becs à acétylène qui donnent le meilleur résultat et sont, à l'heure actuelle, universellement employés, sont les becs conjugués du type Naphey que nous connaissons tous et qu'il est donc inutile de décrire.

Pour les petits débits, 12 litres à l'heure, les becs consomment 10 litres par carcel, mais le rendement s'améliore pour les débits plus importants, et les becs de 20 à 30 ou 35 litres ne consomment plus que de 7 à 8 litres par carcel.

Dans le but d'obtenir, avec une seule flamme, une

puissance lumineuse assez considérable, les fabricants ont cherché à créer des becs reposant sur les mêmes principes et ayant des débits de 40, 50, 60 litres à l'heure et même davantage. Malheureusement les flammes ainsi obtenues, irréprochables pour une pression exacte, deviennent plus ou moins fumeuses lorsque cette pression diminue. Comme on n'est jamais à l'abri d'un abaissement intempestif de pression, et que, d'autre part, les fumées produites par l'acétylène sont d'une extrême intensité et se déposent en abondants flocons sur les objets environnants, l'emploi de tels becs est, dans bien des circonstances, tout à fait inadmissible.

On peut donc dire qu'on ne saurait, actuellement, obtenir une flamme irréprochable d'acétylène au-delà de 3 ou 4 carrels.

Le moyen employé par tous les acétylénistes pour produire des foyers lumineux plus considérables consiste, naturellement, à grouper ensemble plusieurs de ces becs.

Le volume assez important que présentent ces groupements, et qui est dû aux exigences du montage, n'est point une gêne dans la majorité des éclairages ; on peut, au contraire, estimer que l'effet produit est plus agréable que si la même quantité de lumière émanait d'une source beaucoup plus restreinte.

Mais, dans certaines applications, pour l'éclairage des appareils d'optique, phares, projecteurs, lanternes à projection, il importe, au plus haut point, de réduire le plus possible les dimensions du foyer lumineux.

Nous sommes parvenus, dans cet ordre d'idées, à créer une rampe rectiligne à 4 becs qui donne, dans les lanternes à projection, d'excellents résultats. Un artifice très simple de montage consistant à placer les becs à 45 degrés sur la rampe, de sorte que les flammes perpendiculaires à ces derniers se présentent également à 45 degrés, a permis de réduire, dans une assez forte proportion, l'écartement des divers becs.

L'expérience a montré qu'avec un plus grand nombre d'éléments, le résultat obtenu n'était pas plus avantageux, les becs extrêmes se trouvant par trop éloignés du foyer de la lentille. Mais enfin, tel qu'il est, cet appareil peut fournir, dans d'excellentes conditions

de fonctionnement et de rendement optique, une intensité lumineuse totale de 160 bougies.

Nous ne croyons pas qu'on puisse obtenir utilement beaucoup plus avec les groupements de becs, pour ce genre d'applications.

On voit ainsi que l'éclairage intensif obtenu par la réunion de becs conjugués est bien modeste, par rapport à ce que peuvent donner certains autres modes d'éclairage.

Il était intéressant de chercher à faire mieux et de ne point laisser l'acétylène dans cet état d'infériorité ; pour y parvenir, nous avons fait appel à l'incandescence et nous avons réussi au-delà de nos espérances puisque l'acétylène, dans les conditions nouvelles, ne cède le pas qu'à l'électricité.

L'incandescence par l'acétylène, qui a été étudiée par plusieurs acétylénistes, présente dans sa réalisation de grandes difficultés. Il faut, d'abord, pour obtenir la combustion complète, entraîner un volume d'air égal à 10 fois celui de l'acétylène, c'est-à-dire beaucoup plus que pour le gaz d'éclairage. D'autre part, le mélange ainsi obtenu est tellement explosible que la combustion se propage à l'extérieur du brûleur, l'injecteur s'allume et l'appareil ne fournit plus alors qu'une flamme éclairante et fuligineuse qui noircit instantanément le manchon.

Pour les très petites dimensions, on a pu arriver à créer des brûleurs d'un fonctionnement à peu près satisfaisant, à condition toutefois que la pression du gaz ne s'abaisse pas au-dessous de celle qui est nécessaire à la marche de l'appareil, sans quoi la rentrée de flamme et l'enfumage du manchon se produisent immédiatement. Ces mêmes brûleurs, réalisés pour de grands débits, ne peuvent plus fonctionner.

Dans le bec Sirius, de la Compagnie française de l'Acétylène dissous, toutes les difficultés ont été vaincues, grâce aux artifices suivants :

Le corps de l'appareil constitue un injecteur théoriquement établi, dans lequel le mélange d'acétylène et d'air perd progressivement sa vitesse en la transformant en pression. Cette pression est, à la vérité, extrêmement faible, mais cependant réelle ; elle est utilisée à faire franchir au mélange gazeux les obstacles créés

à dessein dans la tête du brûleur et qui ont pour but de s'opposer au retour de flamme. Ce sont, d'abord, une toile métallique, ensuite un faisceau de tubes fins aplatis à leur extrémité supérieure. Les proportions de l'appareil sont telles que le mélange ne contient pas tout à fait la quantité d'air nécessaire. Il est, par ce fait, un peu moins explosible, et le maintien de la flamme, à l'extrémité du faisceau de tubes, en est d'autant facilité. Quant à l'aplatissement de l'extrémité des tubes, il remplit deux rôles: d'abord, il s'oppose d'une façon très efficace au retour de la combustion à l'intérieur du brûleur. En outre, les flammes qui sortent de chacun des tubes étant extrêmement plates, prennent immédiatement à l'air extérieur l'oxygène qui manque dans le mélange pour assurer la combustion théorique complète. Cet afflux de l'air extérieur entre les tubes du faisceau est facilité par la forme de la galerie qui sert à supporter le manchon et la verrine. Grâce à ces dispositions, avec lesquelles il faut encore, bien entendu, une forme appropriée du manchon, on a pu réaliser les magnifiques rendements de deux à trois litres d'acétylène par carcel et par heure, sans que, même aux basses pressions, la flamme rentre ni devienne fumeuse. En outre, l'extinction se fait sans aucune explosion.

Enfin l'appareil peut, sans perdre aucune de ses qualités, être construit sous les dimensions les plus grandes que l'on désire, et les quatre modèles qui sont actuellement établis correspondent, avec la pression de 15 centimètres, au débit, par heure, de 20—40—70 et 120 litres, en produisant les intensités lumineuses de 70-150-280 et 500 bougies.

Ces résultats, déjà très remarquables, montrent qu'on peut, avec l'acétylène, d'une façon simple et extrêmement économique, obtenir de puissants foyers lumineux.

Cependant, il y avait encore un pas à faire dans cette voie. Des expériences comparatives ont en effet montré que, placés au foyer d'une lentille, les brûleurs à incandescence ainsi établis ne donnaient pas un résultat beaucoup plus avantageux que les rampes rectilignes à becs conjugués multiples, dont nous avons déjà parlé. Nous n'envisageons, ici, que la quantité de

lumière concentrée par la lentille, car, au point de vue de l'économie du gaz, l'avantage est manifeste.

L'amélioration cherchée a été obtenue d'une façon très simple par l'augmentation de la pression du gaz, sans changer quoi que ce soit aux proportions des brûleurs, mais il a fallu modifier considérablement la fabrication des manchons, de façon à rendre ces derniers assez solides pour résister à la violente poussée à laquelle ils sont ainsi soumis, en même temps qu'ils se trouvent portés à une température beaucoup plus élevée qu'avec tous les autres systèmes d'incandescence.

Les résultats que fournit ce procédé sont extrêmement intéressants : non seulement la lumière émise croît en même temps que la pression s'élève et que le débit augmente, mais, en outre, elle croît plus rapidement que le débit, de sorte que la dépense par carcel va constamment en diminuant et s'abaisse à deux litres pour le brûleur de la plus grande dimension.

Les mêmes becs dont nous avons parlé tout à l'heure, alimentés maintenant avec de l'acétylène sous la pression de 1 mètre d'eau débitent, par heure, 55—100—180 litres. Le quatrième, à cause de la grande dimension du manchon, supporte difficilement une telle pression, mais il fonctionne bien à 70 centimètres avec un débit de 260 litres.

Les intensités lumineuses correspondant à ces débits sont :

220—430—820—1,300 bougies.

Ces chiffres montrent déjà que l'acétylène, pour la production des puissants foyers lumineux, peut rivaliser avec les meilleurs systèmes d'éclairage, mais il était encore nécessaire de voir si la concentration de la source était suffisante pour permettre un emploi avantageux dans les appareils d'optique.

Des essais ont été faits par l'Administration des Phares, qui a cherché à déterminer l'éclat intrinsèque des manchons ainsi illuminés.

Il est, en effet, reconnu que la puissance lumineuse d'un phare dépend directement de l'éclat intrinsèque du foyer lumineux, c'est-à-dire du nombre de carcels que ce foyer émet pour un centimètre carré de sa surface.

Le chiffre qui a été trouvé est de 4 carcels, tandis

que le même coefficient est égal à 3 pour l'incandescence par la vapeur de pétrole sous pression et à 2,5 pour l'incandescence par le gaz d'huile comprimé.

L'acétylène permet donc d'apporter une amélioration considérable dans l'éclairage des phares non pourvus d'électricité.

Un autre essai a été fait par nous-mêmes dans les lanternes à projection et nous avons pu constater que le plus petit brûleur, avec de l'acétylène à un mètre de pression, donnant ainsi 220 bougies, produit un effet lumineux supérieur à celui de la lumière oxydrique ou oxyéthérique.

On peut donc dire que, pour l'éclairage des phares, projecteurs, lanternes à projection, etc., l'acétylène avec l'aide des manchons à incandescence détient le record sur tous les systèmes d'éclairage, hormis l'électricité bien entendu.

Ces brûleurs Sirius, grâce auxquels on peut obtenir de si intéressants résultats, avaient été étudiés, à l'origine, en quelque sorte comme complément de la méthode d'accumulation et de transport de l'acétylène, dans le but de développer les applications du système et de réduire la dépense. Mais on voit, d'après ce que nous venons de dire, que leur emploi est tout à fait général. La pression de 15 centimètres est, en effet, très courante; quant à celle de 1 mètre nécessaire pour les grandes intensités lumineuses, il n'y a ni difficulté, ni danger, à l'obtenir par l'attaque directe du carbure.

Avant de terminer, il convient de faire remarquer à quel degré considérable d'économie l'emploi de l'incandescence permet d'arriver, lorsqu'on emploie directement le carbure. Prenons, comme exemple, le bec de 100 litres fournissant 43 carcel. En estimant le mètre cube d'acétylène à 1 fr. 50, on voit que la dépense est, par heure, de 0 fr. 15, et, pour une nuit de dix heures, de 1 fr. 50.

Le même éclairage obtenu avec des becs conjugués correspondrait à une consommation de 320 litres au moins par heure, coûtant 0 fr. 48, soit 4 fr. 80 pour la nuit. L'économie réalisée est ainsi de 2 fr. 30. Ceci répond à la crainte souvent manifestée relativement aux frais occasionnés par l'usure des manchons : Le chiffre

précédent montre que le manchon est déjà plus de deux fois payé dans une seule nuit de fonctionnement.

Comparons maintenant la dépense que nous avons trouvée, de 1 fr. 50 pour une nuit de 10 heures, avec ce que coûterait l'arc électrique, à raison de 1 fr. le kilowatt-heure. Comme il faut 10 watts-heures par carcel, le coût serait pour les dix heures et les 43 carcels de 4 fr. 30, soit près de trois fois plus qu'avec l'acétylène.

Cette nouvelle méthode d'incandescence intensive, qui permet d'obtenir de si puissants foyers de lumière, et dans de telles conditions d'économie, nous semble appelée à recevoir de nombreuses applications, et nous souhaitons vivement qu'elle contribue à développer et à généraliser l'emploi de l'acétylène, en créant à ce gaz de nouveaux débouchés qui, jusqu'ici, paraissaient devoir être exclusivement réservés à quelques autres procédés d'éclairage.

## NOTE

SUR LA

# Préparation et l'emploi

DE L'ACÉTYLÈNE PORTATIF

par M. JANET

Administrateur délégué de la Compagnie Française de l'Acétylène dissous

### *Dissolution de l'acétylène dans l'acétone*

Deux moyens s'offrent au consommateur pour se procurer l'acétylène : production sur place au moyen de gazogènes, et production dans une usine suivie d'un transport aux lieux de consommation.

Le premier de ces procédés, le plus souvent adopté jusqu'ici, n'est pas sans inconvénients en raison des dangers d'explosion. Toutefois, le défaut n'est pas dû, comme on pourrait le craindre de prime abord, aux propriétés explosives de l'acétylène lui-même. Les nombreux accidents qu'enregistre si souvent la presse sont dus à des explosions d'un *mélange d'air et d'acétylène* et résultent d'une manipulation imprudente par des personnes ne se doutant pas du danger qu'elles courent; ils peuvent donc être évités par une fabrication soignée des appareils et par un usage mieux compris de ceux-ci.

Le second procédé d'alimentation présente à ce dernier point de vue des avantages incontestables, la manipulation des appareils mis entre les mains du consommateur étant alors beaucoup plus simple que celle d'un gazogène, puisqu'elle consiste simplement à ouvrir et à fermer la canalisation.

Mais, pour transporter à peu de frais l'acétylène, il faut, comme pour le transport de l'oxygène, de l'anhydride carbonique, du gaz chlorhydrique, etc., faire

tenir dans un volume restreint une quantité considérable de gaz. L'acétylène sous pression, et plus encore l'acétylène liquide, étant, en raison du caractère endothermique de l'acétylène, des explosifs dangereux, la question ne pouvait être résolue dans cette voie (1).

La dissolution de l'acétylène dans un dissolvant approprié parut préférable à MM. Claude et Hess qui, en 1896, à la suite de quelques essais, préconisèrent comme dissolvant l'acétone. De nombreuses expériences faites depuis ont montré que les prévisions des inventeurs étaient fondées et que, pourvu qu'on ne dépasse pas une certaine pression assez élevée, la dissolution d'acétylène sous pression dans l'acétone ne présente pas de dangers d'explosion (2). C'est là le point de départ des études de la Compagnie française de l'Acétylène dissous, qui a rendu pratique l'emploi de l'acétylène dans ces conditions.

#### *Emploi des matières poreuses*

La question de l'emménagement et du transport de l'acétylène était donc résolue théoriquement par la dissolution du gaz dans l'acétone sous une pression voisine de 10 atmosphères, mais dans l'application une difficulté se présenta : le volume de l'acétone augmentant d'environ 40 0/0 lorsqu'on y dissout de l'acétylène sous une pression de 10 atmosphères, diminue au contraire quand le gaz dissous s'échappe ; par suite, un récipient plein de liquide au début présente, après quelque temps d'utilisation, un certain volume vide de liquide et renfermant de l'acétylène gazeux sous pression. Il y a donc de ce fait risque d'explosion. Certes, le risque est moins grand que si tout le récipient est rempli de gaz sous pression, car les travaux de MM. Berthelot et Vieille, que nous rappellerons plus haut, ont montré que seul l'acétylène gazeux se décomposait dans ces conditions, l'onde ex-

(1) Voir Berthelot et Vieille. Recherches sur les propriétés explosibles de l'acétylène. Ecl. Elect., t. IX, p. 130. Conditions de propagation de la décomposition de l'acétylène pur. Ibid., t. XII, p. 95. Sur l'aptitude explosive de l'acétylène mélangé à des gaz inertes. Ibid., t. XX, p. 511. — Berthelot et Le Chatelier. Sur la vitesse de détonation de l'acétylène. Ibid., t. XX, p. 433.

(2) Berthelot et Vieille. Aptitude à la détonation et à l'inflammation de l'acétylène dissous dans l'acétone. Electr. t. XII, p. 94.

plosive ne se propageant pas à l'acétylène dissous dans l'acétone; mais, si faible qu'il soit, ce risque est suffisant pour empêcher certaines applications de l'acétylène, l'éclairage des voitures de chemins de fer et de tramways par exemple. Il fallait donc le supprimer.

Comment y est-on parvenu ? Tout simplement en utilisant une propriété connue des tubes capillaires : celle d'empêcher la propagation d'une onde explosive déterminée en un de leurs points, s'ils sont suffisamment étroits pour que le refroidissement dû aux parois compense le dégagement de chaleur provenant de la réaction explosive. On a rempli les récipients de rondelles empilées d'un corps extrêmement poreux, occupant toute la capacité du récipient, et capable d'absorber une quantité considérable d'acétone où l'on dissout ensuite de l'acétylène sous pression. Dès lors, il n'y a plus de danger, car le gaz se trouvant obligé de passer à travers une multitude de canaux capillaires avant de s'échapper, une onde explosive ne peut s'y propager. On perd, il est vrai, une peu de la puissance d'emmagasinement, le volume occupé par la matière poreuse n'étant pas utilisé; mais la quantité de gaz emmagasiné par unité de volume total est encore suffisamment grande pour que le procédé reste industriel, car les essais ont montré que, dans un récipient de un litre, on peut, sous pression de 10 atmosphères, faire tenir 100 litres de gaz acétylène mesurés sous la pression atmosphérique.

#### *Acétylène accumulé sans acétone dans les corps poreux*

Cette même propriété des corps poreux a été utilisée ensuite pour rendre inoffensif l'acétylène gazeux sous pression.

On remplit, dans ce cas, les récipients d'une sorte de béton extrêmement léger contenant une assez grande proportion de charbon de bois, et on y comprime de l'acétylène sous une pression de 7 atmosphères. Dans ces conditions, l'expérience montre qu'il n'y a pas plus de danger qu'avec l'acétylène dissous dans l'acétone. La quantité d'acétylène emmagasinée par unité de volume du récipient est de beaucoup inférieure à celle que l'on peut emmagasiner par ce dernier procédé : elle est cependant beaucoup plus grande

qu'on ne serait tenté de le croire *a priori* ; il se produit, en effet, dans les pores du charbon de bois, une condensation de l'acétylène en vertu de laquelle la faculté d'emménagement augmente, à tel point, que non seulement il n'y a pas lieu de défalquer du volume du récipient l'espace occupé par les éléments solides du béton, mais encore il y a rendement en volume supérieur à l'unité, pouvant atteindre jusqu'à 120 0/0. De cette manière, un récipient de un litre renferme, sous la pression de 7 atmosphères, de 8 à 9 litres d'acétylène mesurés sous la pression atmosphérique. Par suite de la suppression du dissolvant et du prix relativement peu élevé du béton par rapport à celui des briques poreuses, l'emménagement par compression est plus économique que l'emménagement par dissolution et, dans certains cas où l'on n'a pas besoin d'une grande réserve de gaz, le premier mode peut être appliqué avantageusement. C'est ainsi qu'il convient mieux que le second pour l'éclairage des voitures de chemins de fer et de tramways lorsqu'on est obligé de mettre les récipients sur le toit de la voiture ; dans ce cas, en effet, les récipients se trouvent, pendant l'été, portés à une température assez élevée, et comme le coefficient de solubilité de l'acétylène dans l'acétone décroît assez vite quand la température s'élève, la pression croît beaucoup plus vite dans les récipients à acétylène dissous que dans ceux à acétylène comprimé ; les premiers doivent alors être construits beaucoup plus solidement et sont, par suite, plus coûteux.

#### *Sécurité due à l'emploi des corps poreux*

L'expérience suivante montre bien que l'emploi de l'acétylène comprimé dans les corps poreux ne présente pas de danger :

Dans les essais faits en vue d'une application aux voitures de la Compagnie P.-L.-M., on provoqua au moyen d'un fil de platine rougi par un courant électrique la décomposition de l'acétylène gazeux situé dans une cavité ménagée dans les corps poreux garnissant un récipient de 300 litres. Dans le but de relever le plus vite possible les indications du « crusher » contenu dans le récipient et destiné à mesurer la pression développée par l'explosion partielle on laissa l'acé-

tylène se dégager immédiatement après l'essai. Par suite de la position des robinets d'écoulement, le gaz avait à traverser la masse de charbon incandescent à laquelle avait donné naissance l'acétylène décomposé. Cette masse incandescente provoqua une nouvelle décomposition partielle du gaz et, par conséquent, un dégagement de chaleur qui, bientôt, amena la partie supérieure du récipient à la température de la fusion de l'étamage recouvrant les joints du récipient en vue de le rendre hermétique.

Alors, des fuites se produisirent et une nappe de feu circulaire de 30 centimètres de diamètre prit naissance. Néanmoins, le récipient se vida sans explosion.

#### *Applications*

Les voitures du tramway funiculaire de Belleville sont actuellement éclairées en totalité par l'acétylène dissous, après un essai de fonctionnement prolongé sur deux voitures, puis sur quatre.

Une autre application intéressante de l'acétylène dissous est la création d'une sorte de torche à acétylène, constituée par un long récipient cylindrique à la partie supérieure duquel se trouve une couronne de becs ; l'appareil, d'un poids restreint, peut être facilement porté sur l'épaule comme un fusil et est appelé à rendre des services toutes les fois qu'on a besoin d'un éclairage intense, par exemple pour le déblaiement des voies après un accident de chemin de fer. En mettant un disque de verre rouge sur le trajet de la lumière émise, on réalise avec cette torche un signal de protection d'un train arrêté en pleine voie, nécessairement plus efficace que les lanternes à huile employées ordinairement dans ce but. Dans le même ordre d'idées, il y a intérêt à employer des lanternes de queue de train alimentées à l'acétylène.

#### *Récipients à acétylène*

Le remplissage des appareils d'utilisation s'effectue soit à l'usine, soit chez le consommateur. A l'usine se trouvent de vastes récipients d'acétylène dissous, formant accumulateurs, qu'il suffit de mettre en communication avec les récipients à charger. Pour effec-

tuer le remplissage chez le client, on commence par remplir à l'usine quatre récipients d'un volume de 250 litres qui, ensemble, peuvent recevoir 100 mètres cubes de gaz. Ces récipients sont placés sur une voiture qui les transporte chez le consommateur ; là, on les met en communication avec les appareils d'utilisation.

Les récipients actuellement mis en service par la Compagnie Française de l'Acétylène dissous sont :

1<sup>o</sup> Voiture de 1 mètre cube contenant 100 mètres cubes d'acétylène ;

2<sup>o</sup> Tonneaux de 100 litres contenant 10 mètres cubes d'acétylène ;

3<sup>o</sup> Tubes de 11 litres pour tramways et pour appareils de chantiers. Contenance : 1 mètre cube ;

4<sup>o</sup> Tubes de 2 litres pour usages domestiques, projections, fanaux à main, etc. Contenance : 200 litres d'acétylène.

## RÉSUMÉ D'UNE COMMUNICATION

faite au Congrès

par M. H. FOUCHÉ

Directeur de la Compagnie Française de l'Acétylène dissous

(Séance du Jeudi matin 27 septembre 1900)

---

M. Fouché, dans une précédente communication, a montré tout le parti que l'on pouvait tirer de l'incandescence par l'acétylène sous pression élevée. Avec l'acétylène dissous, rien n'est plus simple que d'avoir au brûleur telle pression que l'on désire ; avec le générateur à carbure, cette pression, pour diverses raisons, n'est généralement pas suffisante pour donner aux manchons leur éclat maximum. Aussi, la Compagnie Française de l'Acétylène dissous a-t-elle créé tout nouvellement des appareils spéciaux permettant d'atteindre ce but. Ce sont des générateurs portatifs, sans gazomètre, dans lesquels l'eau arrive sur le carbure en traversant une matière poreuse, feutre ou mèche de coton fortement serrée dans une monture métallique. Les phénomènes de capillarité mis en jeu assurent un fonctionnement absolument régulier, sans surproduction. M. Fouché présente deux de ces appareils ; l'un, spécial à la projection, fournissant de l'acétylène à raison de 50 à 100 litres à l'heure, sous une pression voisine de 1 mètre d'eau ; l'autre, plus important, destiné à l'éclairage des chantiers. M. Fouché termine en montrant que ce principe de la capillarité a permis de créer de petits appareils extrêmement simples, tels que l'héliophore, pour la projection, sans incandescence, avec 4 becs conjugués, et la lampe de mines.

# SUR L'ÉCLAIRAGE

## *des trains de chemins de fer et des tramways*

Par M. E. FAJOLE

Ingénieur des Arts et Manufactures, à Rouen

---

La question de l'éclairage du matériel roulant, qui, même avant toute intervention de l'Administration supérieure, était l'objet des préoccupations des Compagnies de chemins de fer et de tramways, est devenue encore plus intéressante depuis que M. le Ministre des Travaux publics a invité les Compagnies à étudier un système d'éclairage permettant de donner satisfaction aux demandes réitérées du public.

Les essais tentés jusqu'à ce jour ont cependant été nombreux et faits avec beaucoup de soin par des ingénieurs éminents ; toutes les matières propres à fournir de l'éclairage : huiles végétales, huiles minérales, pétroles, gaz d'huile et, en dernier lieu, l'électricité, ont été successivement essayées, réalisant toujours un progrès, mais faible et bien loin de répondre aux espérances que l'on fondait sur elles au début de leur emploi.

Le défaut capital des divers éclairages essayés réside surtout dans la dépense qui empêche d'employer, en service courant, des foyers suffisamment intenses ; ces prix élevés tiennent à plusieurs causes : d'abord, au prix de la matière première ; puis, ensuite, aux manutentions nombreuses auxquelles donne lieu son emploi, par suite du soin qu'il faut apporter à l'entretien des nombreux appareils d'éclairage ; enfin, au prix élevé de ces appareils.

Avec le gaz, les manutentions sont, il est vrai, réduites sur les trains, mais, par contre, les frais de

production et de distribution viennent considérablement élever le prix de revient.

L'électricité paraissait devoir donner de meilleurs résultats et se substituer, à bref délai, aux autres modes d'éclairage, mais l'expérience est venue prouver que c'est un mode coûteux, très délicat, demandant beaucoup de soin dans l'entretien des appareils générateurs, faute de quoi la lumière produite est loin d'être satisfaisante, et qui, en résumé, du moins jusqu'à ce jour, n'est appliqué et applicable qu'à l'éclairage des trains de luxe.

La question d'un éclairage pratique était donc fort loin d'être résolue, lorsque le gaz acétylène a fait son apparition et est venu donner un nouvel essor à l'activité des chercheurs. De nombreux et très ingénieux systèmes ont été essayés, basés soit sur l'emploi de l'acétylène produit directement dans des générateurs placés sur chaque véhicule ; soit sur celui de l'acétylène produit dans des usines fixes, liquéfié sous pression et emmagasiné dans des réservoirs transportés par les véhicules ; soit sur l'emploi de l'acétylène liquéfié et emmagasiné dans des récipients en fonte, garnis intérieurement de briques, en terre poreuse (terres d'infusoires) ; à cet état, l'acétylène liquide cesse de devenir explosif par suite d'un effet analogue à celui qui se produit dans la fabrication de la dynamite ; soit, enfin, sur l'emploi de l'acétylène dissous dans de l'acétone.

Ces divers essais, très concluants au point de vue de la puissance et de la régularité de la lumière produite, ont, par contre, donné lieu à de sérieuses critiques, dont les principales sont : Pour le gaz produit sur les véhicules, la multiplicité des appareils et des manutentions qui en sont la conséquence, la difficulté de préserver les générateurs de la gelée, enfin, leur peu d'élasticité ; pour l'acétylène emmagasiné à l'état liquide, les dangers pouvant résulter de la fabrication et de l'emploi d'un liquide très explosif ; enfin, pour l'acétylène contenu dans des matières poreuses ou dissous dans l'acétone, le prix très élevé qui atteint six francs environ par mètre cube de gaz.

Devant ces diverses causes, l'éclairage à l'acétylène a suivi, jusqu'à ce jour, le sort de ses devan-

ciers, et laissé, à la presque totalité des tentatives faites, le rôle de simples essais théoriques.

Devant le grand intérêt présenté par la question, et avec la conviction que nous avons que l'on doit arriver à une solution satisfaisante, nous avons, de notre côté, cherché à résoudre le problème, mais en suivant une voie différente de celles suivies par nos devanciers.

Nous avons cherché à réduire le plus possible le nombre des appareils, et, par suite, les manutentions et les frais d'établissement ; nous avons également cherché la défense facile des générateurs contre leur grand ennemi, la gelée.

Le système que nous avons adopté est basé sur les principes suivants :

Etablissement, dans un fourgon, d'un générateur unique par train ; établissement, dans toute l'étendue des trains, machines comprises, d'une conduite générale, analogue aux conduites de freins continus, les divers véhicules étant reliés à l'aide de tuyaux métalliques souples, à jonctions rapides. Enfin, établissement, sur les véhicules, de réservoirs à déplacements d'eau ne communiquant avec l'extérieur, que par un tube de faible diamètre, et destinés à contenir une faible réserve de gaz pour permettre le découplément des voitures pendant un certain temps.

Les générateurs et les réservoirs étant de faibles dimensions peuvent être placés dans l'intérieur des fourgons et des voitures et facilement préservés de la gelée.

Le générateur que nous avons étudié et établi en vue de ce service spécial est de faible dimension, bien que présentant une forte puissance ; il est alimenté avec du carbure ordinaire, simplement trempé dans du pétrole de la qualité la plus commune ; l'attaque du carbure se fait par la partie inférieure et est réglée automatiquement par la pression du gaz produit ; l'appareil mis en marche ne demande aucune surveillance, il est complètement fermé et ne communique avec l'extérieur que par un tube de sûreté de faible diamètre. Le gaz produit dans des cylindres énergiquement refroidis et en présence d'un excès d'eau est froid, il est lavé, épuré chimiquement et

séché dans l'appareil lui-même. Le débit est régularisé au moyen d'un réservoir à déplacement complètement fermé et en communication seulement avec le générateur.

Cet appareil, représenté et décrit en détail d'autre part (1) dans une note spéciale, convient également à l'éclairage fixe des gares et dépôts, et a le grand avantage de présenter une sécurité absolue.

Nous avons appliqué notre système aux trains de la Compagnie du tramway à vapeur de Saint-Romain-de-Colbose (Seine-Inférieure) et le résultat a répondu à notre attente.

Chaque train comporte une locomotive, un fourgon, et quatre voitures de cinquante places chacune, du type tramway à plateformes.

Le générateur, établi à une extrémité du fourgon, contient 12 kil. de carbure; il mesure  $0,90 \times 0,74 \times 0,30$ ; il lui est adjoint un réservoir auxiliaire de  $0,70 \times 0,30 \times 0,80$ ; le groupe générateur occupe, dans le fond du fourgon, un espace de 2 m. de long, 0m. 40 de large et 1 m. 50 de hauteur.

Les eaux de lavage sont évacuées au moyen d'un entonnoir placé dans le plancher du fourgon.

La conduite générale est établie en tubes de fer de 12 m/m de diamètre intérieur, et est munie de purgeurs; les jonctions des voitures sont faites au moyen de tuyaux flexibles Rudolphe, de 10 m/m, munis de raccords à vis.

Les réservoirs des voitures sont placés sous les banquettes; ils mesurent 1 m.  $\times$  0,34  $\times$  0,40 et peuvent contenir 50 litres de gaz; ils communiquent avec l'atmosphère par un tube en plomb de 5 m/m, débouchant dans un capuchon à ventouses, placé sur la voiture.

La distribution intérieure des voitures est établie en tubes de plomb de 5 m/m.

Les voitures sont éclairées au moyen d'une coupe centrale en cristal contenant un bec de 15 litres à l'heure, et de deux lanternes de plate-forme, à becs de 10 litres; le service se fait par l'intérieur de la voiture.

---

(1) Voir la partie des Comptes-rendus traitant des appareils.

La locomotive porte, à la base de la cheminée, un fanal avec bec de 15 litres

Les feux d'arrière sont de 10 litres.

L'éclairage produit est assez puissant pour permettre la lecture facile dans tous les points de la voiture ; la lumière est régulière et sans ressauts.

L'éclairage complet d'une voiture revient, avec le carbure à 50 fr. les 100 kil. à 0 fr. 07 par heure.

Les manutentions sont peu importantes ; la manœuvre de l'appareil demande environ dix minutes par jour et est faite par le service de la traction .

L'entretien des becs demande cinq minutes tous les trois jours et est fait, ainsi que l'allumage, par les conducteurs.

Le service, par l'intérieur des voitures, permet un allumage très rapide en cours de route ; on peut ainsi diminuer considérablement le temps de l'éclairage en n'allumant qu'au moment nécessaire.

Depuis son établissement, et après les quelques tâtonnements inhérents à tout système nouveau, notre installation a donné les résultats que nous en espérons, et nous estimons à 40 % l'économie réalisée sur l'éclairage primitif qui était produit au moyen de lampes à pétrole, système Shallis, sans même faire entrer en ligne de compte une puissance beaucoup plus grande.

---

## L'éclairage des villes à l'acétylène

par M. Pierre ROSENBERG (R. Pierre), publiciste

---

L'éclairage des villes à l'acétylène a pris une grande extension, surtout depuis 1898, et il nous a semblé intéressant de présenter, en un tableau, les renseignements les plus utiles et les résultats obtenus par ce nouveau genre d'exploitation.

Nous remercions ici les Municipalités qui ont bien voulu répondre à notre demande de renseignements, et donner ainsi un caractère en quelque sorte officiel à nos investigations.

# Renseignements relatifs aux Villes de France

## ÉCLAIRÉES A L'ACÉTYLÈNE

Par M. P. ROSENBERG, publiciste acétyléniste à Paris

VILLES	Départ.	Hab.	Long. de la Canalis.	Nature de la Canaliset.	Long. de la Ville éclair.	Bâtim. mun.	Abonn. nés	Total des becs	Concessionnaires de l'éclairage	Appareils générateurs	Inaug. en	Prix du M <sup>3</sup> Ville. Abon.	Opinion des municipalités
Alzonne . . .	Aude.	1400	2.500 <sup>m</sup>	Plomb	32	2	23	54	Société A. et C.	Fouques	1837	2.50	Satisfaisant.
Comilhac du P. P.	Aude.	700	1.400	Plomb	20	2	8	60	La commune	Cap. Lacroix	1897	2	Bon.
Dun-sur-Meuse	Meuse	900	2.300	Fonte	14	1	56	240	Société locale	Schmid	1897	2 75	Satisfaisant.
La Clayette.	S-et-L.	1674	4.000	Plomb	50	3	85	300	Cie Urbaine	Turr	1898	3	Très satisf.
Mouzon . . .	Ard.	1800	6.000	Plomb	52	2	5	115	Cie Urbaine	Turr	1897	3 30	Très satisf.
Ouveillan . .	Aude.	2506	4.000	Plomb	58	2	80	500	Cie G. A.	Inconnu	1898	2 50	Irreprochab.
Houdelaincourt	Vosg.	535	1.800	Plomb	17	2	5	17	La commune	Schmid	1898	2	Bon.
Caux et Sauzens	Aude.	555	2.000	Plomb	16	2	5	50	La commune	Fouques	1899	2 50	Parfait.
Nyons . . .	Dron	3611	4.000	Plomb	80	4	60	340	Inconnu	Inconnu	1899	3	Bon.
Liffol-le-Grand	Vosg.	1852	3.248	Fonte	36	1	20	140	Cie E.-N.	Schmid	1899	3 25	Assez satisf.
Bourg-sur-Gir.	Giron.	9880	3.800	Plomb	50	1	27	150	Cie Cie Gren.	Inconnu	1899	4	Bon.
Bretteville-s-L.	Calva.	960	1.300	Plomb	20	1	15	60	Veuve Desert	Desert	1899	3 30	Très bon.
La Courneuve	Seine.	1789	48.000	Plomb	60	3	35	430	Cie Urbaine	Turr	1900	3 50	Satisfaisant.
Hagetman . .	Land.	2000	4.000	Plomb	60	4	10	104	Cie Urbaine	Turr	1900	3 50	Très satisf.
Vias . . .	Hér.	2302	2.982	Plomb	37	1	47	115	Cie Urbaine	Turr	1900	3 50	Bon.
Anizy-le-Chât.	Orne.	1600	4.000	Plomb	50	6	50	250	Cie Urbaine	Turr	1900	3 50	Parfait.
Trun . . .	Sarthe	1908	5.500	Plomb	36	1	40	100	Cie Urbaine	Turr	1900	3 50	Bon.
Beaumont . .	Calva.	1500	1.600	Plomb	30	3	35	100	Lebon J <sup>re</sup> et Cie	Cap-Lacroix	1900	4 50	Bon.
Port-en-Bessin.	Oran.	1563	2.000	Plomb	27	2	3	31	La commune	Cap-Lacroix	1900	2 80	Satisfaisant.
Aln-el-Arba.	Const.	1857	400	Plomb	14	2	2	31	La commune	Cap-Lacroix	1900	2	Très bon.
Toungourth.													

**DESCRIPTION SOMMAIRE**  
**de l'usine à gaz acétylène**  
**de la Compagnie P.-L.-M., à Paris-Bercy**

Note communiquée par la Maison Aug. DESCOURS, de Lyon

---

L'usine à gaz acétylène de la Compagnie P.-L.-M., destinée à mélanger ce gaz au gaz riche fabriqué pour l'éclairage des trains de voyageurs, est située dans la gare de Bercy-Douane.

Elle est composée d'un bâtiment de construction légère, divisé en deux parties principales, salle de fabrication et magasin à carbure pouvant contenir un approvisionnement en rapport avec les besoins de la fabrication.

La salle de fabrication comprend les appareils nécessaires à une production de 500 mètres cubes de gaz acétylène par vingt-quatre heures.

Les générateurs, du système Pintsch, sont d'une puissance de 250 mètres cubes chacun par vingt-quatre heures.

Ils sont au nombre de trois, de façon à laisser toujours disponible un appareil en cas de besoin imprévu.

Les générateurs sont du type à chute de carbure dans l'eau ; ils ont un diamètre de 80 centim. et 3 m. de hauteur. Leur manutention de chargement s'opérant par le haut, il a été établi un plancher, formant étage à 3 mètres du sol, de façon à permettre l'accès facile de la partie supérieure des générateurs ; ces derniers sont établis sur un socle en maçonnerie.

Le chargement du carbure s'opère au moyen de

petits récipients, au nombre de deux, qui viennent, par un mouvement horizontal de rotation, se présenter successivement au-dessus d'une ouverture occupant le centre de l'appareil.

Le carbure tombe sur une sorte de cône qui le distribue dans le générateur.

L'étanchéité de l'appareil de chargement est obtenue d'une façon parfaite par l'ajustage à frottement des deux parties : fixe et tournante.

Un seul homme suffit à la charge des générateurs.

Les chargements sont plus ou moins fréquents suivant les besoins du service.

Le contrôle de la marche est établi au moyen d'un manomètre à eau, portant sur l'échelle deux points « maximum » et « minimum » entre lesquels la pression doit se maintenir constante.

Le chargeur arrive ainsi, par une simple observation du manomètre, à connaître le degré de fréquence des chargements.

Le carbure, une fois projeté dans l'eau du générateur, est reçu à mi-hauteur de l'appareil sur une grille en fonte.

Cette grille, munie d'un levier de manœuvre extérieur, laisse tomber, par un mouvement de rotation, la chaux au fond de l'appareil.

Les générateurs sont munis d'un robinet de vidange permettant de faire écouler, en marche, la chaux au fur et à mesure de sa production, si besoin est ; ils sont également pourvus de niveaux d'eau à siphon permettant l'écoulement constant de l'eau du générateur, chassée par la production de chaux.

Chaque générateur est, en outre, muni d'un trou d'homme pour la vidange complète, d'un agencement pour l'arrivée de l'eau dans l'appareil, et d'une bêche de décantation des eaux de chaux.

Ces eaux, après décantation, sont reprises et refoulées dans un réservoir supérieur au moyen de pompes Worthington, pour être réemployées à la fabrication. Il ne se perd ainsi qu'une très petite quantité d'eau acétylée, celle qui reste absorbée par la chaux au fond des bâches.

Les générateurs sont reliés entre eux par une conduite en fonte avec une vanne d'arrêt pour chacun d'eux.

Le gaz produit est dirigé sur un condenseur vertical de 0 m. 80 de diamètre et de 4 m. de haut, à double enveloppe, pour la circulation d'eau de refroidissement.

Il passe ensuite dans un laveur barboteur avec cloisons verticales en forme de coquille d'escargot.

Ce lavage a pour but de débarrasser l'acétylène de l'ammoniaque qu'il contient.

Le gaz se rend ensuite dans deux épurateurs contenant du chlorure de calcium.

Chaque appareil : condenseur, laveur, épurateur, est muni de vanne d'entrée, de sortie, et d'un by-pass.

Le gaz, en sortant des épurateurs, est conduit à un compteur enregistreur de fabrication et se rend ensuite à un gazomètre à cuve métallique de 50 mètres cubes de volume. Il est enfin distribué aux appareils de mélange des gaz acétylène et riche.

L'usine est munie d'appareils de contrôle : manomètres différentiels, manomètre enregistreur, etc., de façon à permettre la vérification constante de la marche et le fonctionnement régulier de tous les appareils.

La manutention des fûts s'opère au moyen d'un monte-charge communiquant du magasin au plancher de la salle haute de fabrication.

Les salles de fabrication sont largement ventilées par des portes et des fenêtres au rez-de-chaussée et par un lanterneau et des fenêtres au premier étage.

Les locaux sont éclairés, la nuit, par des lanternes à acétylène placées à l'extérieur et dont la lumière est projetée à l'intérieur par de puissants réflecteurs.

# Les Étalons à incandescence

par M. J. VIOLLE

*Extrait des Comptes-rendus du Congrès International  
d'Electricité de 1900 (pages 6 et 7)*

---

Divers étalons à flamme, qui ne sont pas encore entrés dans la pratique courante, ont été proposés dans ces dernières années, principalement des étalons à acétylène.

En 1893, la Commission photométrique néerlandaise a conseillé l'emploi d'une lampe du type Vernon-Harcourt légèrement modifié, dans laquelle on brûlerait un mélange de 9 parties de benzine dans 100 parties d'éther ; l'intensité serait 1,48 bougie anglaise.

M. Violle brûle l'acétylène sous une pression de 0 m. 30 d'eau, dans un bec qui l'étale en une large lame mince. La flamme est parfaitement fixe ; son intensité dépasse 100 bougies pour un débit de 58 litres à l'heure. L'éclat est sensiblement uniforme sur une grande surface. Dans le modèle construit par M. Carpentier, l'acétylène arrive par un petit orifice conique, entraîne avec lui l'air nécessaire, puis il pénètre par un trou étroit dans un tube où se fait le mélange et qui se termine par un bec papillon en stéatite. La flamme est enfermée dans une boîte dont une face porte un diaphragme à iris, tandis que l'autre peut recevoir des ouvertures calibrées à l'avance.

La flamme est d'une blancheur remarquable ; l'étude spectrophotométrique a montré que, dans toute l'étendue du spectre visible, la lumière de l'acétylène diffère peu de celle du platine en fusion.

Dans l'appareil de M. Féry (1), l'acétylène brûle à l'extrémité d'un tube de thermomètre, de 0 m/m 5 environ de diamètre, nettement coupé. La hauteur de la flamme varie de 5 millimètres à 35 millimètres quand le débit croît de 1 litre 25 à 6 litres à l'heure. Entre 10 millimètres et 25 millimètres, l'intensité est très sensiblement fonction linéaire de la hauteur de la flamme ; le diamètre de la flamme varie très peu.

M. Féry a effectué, à l'aide de cet appareil, une série de mesures d'éclat des différentes parties de diverses flammes.

Un étalon à acétylène a été construit également par M. Fessenden. La Commission de l'Institut américain des Ingénieurs électriciens fait brûler un mélange de deux parties d'acétylène et d'une partie d'hydrogène dans un courant d'oxygène pur.

L'inconvénient présenté par la combustion de l'acétylène d'amener trop souvent un dépôt de carbone qui obstrue les orifices serait évité si l'on adoptait, avec M. Blondel (2), l'éthylène pur, brûlant dans l'oxygène pur.

---

(1) *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXVI, p. 1192 (25 avril 1898).

(2) Rapport sur les unités photométriques. (*Congrès international des Electriciens de Genève*, 1896).



### **TROISIÈME PARTIE**

*Questions techniques concernant les applications du  
carbure de calcium et de l'acétylène autres que  
l'éclairage.*



# SYNTHÈSE DE PÉTROLES

par hydrogénation de l'acétylène en présence de divers métaux

par M. Paul SABATIER

Professeur de chimie à l'Université de Toulouse

---

Dans un travail que je poursuis depuis près de deux ans en collaboration avec M. J.-B. Senderens, et dont les premiers résultats ont été publiés l'année dernière (1), je suis arrivé à réaliser régulièrement l'hydrogénation directe de l'acétylène, grâce au concours de divers métaux divisés, fer, cuivre, platine, cobalt, et surtout nickel.

Si sur du *nickel* récemment réduit de son oxyde, on dirige un mélange d'acétylène et d'hydrogène en excès, on observe aussitôt que les deux gaz se combinent dès la température ordinaire avec un notable dégagement de chaleur. La réaction se continue ainsi indéfiniment sans modification du métal : le produit principal est de l'éthane  $C^2H^6$ , mais il est accompagné d'une proportion assez importante de carbures forméniques supérieurs gazeux et liquides. Ces derniers, condensés dans les parties froides du tube, se présentent sous la forme d'un liquide à peu près incolore, distillant presque entièrement au-dessous de  $140^\circ$ , et dont l'odeur est celle des *pétroles* légers.

Si pour éviter la condensation du liquide sur la partie postérieure de la colonne de nickel, on chauffe celle-ci tout entière vers  $200^\circ$ , le liquide recueilli est un peu jaunâtre et présente très nettement la fluorescence

---

(1) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 8 mai 1899.

bleue et l'odeur spéciale du *pétrole rectifié d'Amérique* (1).

Quand la proportion d'hydrogène est moindre que le double de l'acétylène, les gaz et les liquides contiennent, à côté des produits forméniques, une proportion plus ou moins grande de carbures éthyléniques, et même de carbures cycliques : la composition du liquide est semblable à celle de certains *pétroles*, par exemple ceux de Galicie.

En augmentant davantage la dose d'acétylène jusqu'à atteindre ou surpasser celle de l'hydrogène, on accroît la quantité des produits aromatiques ; en même temps, le métal charbonne peu à peu, et finalement on arrive au phénomène de destruction locale de l'acétylène avec incandescence et foisonnement charbonneux que MM. Moissan et Moureu avaient observé en 1896. Dans ce dernier cas, une portion de l'acétylène est détruite en ses éléments, charbon et hydrogène : une autre portion se condense en benzine et produits supérieurs, le reste subit une hydrogénation régulière.

La synthèse de liquides pétroliques riches en carbures aromatiques, peut donc être réalisée très simplement par le nickel au moyen de l'acétylène seul, sans le secours d'hydrogène extérieur : sur une colonne de nickel réduit maintenue à 200°, on dirige un courant rapide d'acétylène pur. L'incandescence se produit aussitôt au début de la colonne aux dépens d'une partie du gaz : l'hydrogène ainsi formé se combine à l'autre partie de l'acétylène au contact du nickel encore intact. L'incandescence se transporte très lentement dans le sens du courant gazeux : dans une de nos expériences, nous avons pu la maintenir ainsi pendant sept heures consécutives. On obtient un hydrocarbure liquide verdâtre fluorescent, en partie aromatique, en partie éthylénique et forménique, dont nous poursuivons l'étude.

Le *cobalt* réduit se comporte à peu près comme le nickel, mais il n'est pas actif à la température ordinaire et ne réalise pratiquement l'hydrogénation de l'acétylène qu'au-dessus de 180° ; en outre, la carbu-

(1) Dans l'un de nos essais, le passage du mélange gazeux sur le nickel a été poursuivi pendant vingt-neuf heures consécutives, sans que l'activité du métal parût affaiblie.

ration du métal, qui a lieu peu à peu, diminue son activité à provoquer la combinaison.

Avec le *fer* réduit, on n'observe non plus aucune action à froid sur le mélange d'hydrogène et d'acétylène. Au-dessus de 180°, la combinaison des deux gaz est très rapide au début, et elle diffère peu, quant aux produits obtenus, de celle que provoque le nickel. Mais le charbonnement lent ne tarde pas à se manifester même en présence d'un excès d'hydrogène : par suite l'activité du métal est diminuée, et on obtient condensation de liquides bruns rougeâtres, où les carbures forméniques sont accompagnés d'une proportion assez importante de carbures linéaires incomplets et de carbures cycliques ; leur aspect et aussi leur odeur pénétrante rappelle certains *pétroles bruts* d'Amérique.

Ces résultats, que nous nous sommes bornés à résumer rapidement, montrent que l'hydrogénation directe de l'acétylène peut être très facilement réalisée par le concours de divers métaux agissant comme agents de transformation indéfinie.

Le *noir de platine* employé dans ces conditions à froid ou vers 200°, conduit à la transformation presque théorique de l'acétylène en éthylène, puis en éthane sans dose appréciable de produits supérieurs ou condensés.

Au contraire, en présence du *nickel* divisé, à froid ou à température peu élevée, et aussi du *cobalt* ou du *fer* au dessus de 180 degrés, la réaction fournit également une proportion assez importante de carbures supérieurs ou condensés liquides, carbures forméniques, carbures éthyléniques, carbures cycliques, dont la nature et la quantité relative varient avec le métal, la température, et surtout la composition du mélange gazeux. Les carbures complexes ainsi obtenus sont sensiblement identiques (composition, aspect, fluorescence, odeur), à certains *pétroles naturels*, et leur production constitue donc une véritable synthèse de ces composés (1).

Sans doute la préparation industrielle des pétroles

---

(1) J'ai eu l'honneur de présenter quatre échantillons différents de ces pétroles synthétiques au dernier Congrès de chimie appliquée (juillet 1900).

par cette voie ne saurait être réalisée économiquement dans la pratique, car le rendement en liquides atteint tout au plus le dixième de la quantité totale des carbures, et d'ailleurs la valeur de l'acétylène est supérieure à celle du pétrole équivalent. Il se pourrait néanmoins que l'industrie tire un certain parti de ces réactions synthétiques, en cherchant à produire ainsi des hydrocarbures cycliques et éthyléniques, susceptibles d'applications ultérieures. Les résidus de carbure de calcium pourraient peut-être servir avec quelques avantages à une telle préparation.

En demeurant sur le terrain de la science pure, nous pensons que notre synthèse des pétroles peut servir dans une certaine mesure à expliquer la formation naturelle des énormes quantités de ces liquides qu'on rencontre sur certains points du globe.

Les profondeurs du sol contenaient à l'état libre des métaux alcalins ou alcalino-terreux, et aussi des carbures de ces métaux. L'eau, arrivant à leur contact, a fourni d'une part de l'hydrogène, de l'autre de l'acétylène, et le mélange des deux gaz se trouvant au contact de métaux très répandus dans la nature, nickel, cobalt, fer, a donné lieu à une production de gaz et de liquides forméniques, contenant aussi des hydrocarbures éthyléniques et cycliques, en proportion plus ou moins grande selon le cas, la plus notable dans le cas du fer ou d'une dose moindre d'hydrogène.

Cette explication, qui rappelle en la simplifiant celle que M. Berthelot donnait en 1869, nous paraît devoir prendre place à côté des théories assez nombreuses qu'on a déjà données de la production naturelle des pétroles ; et du reste la variété de leur composition et de leurs gisements conduit à penser que tous n'ont pas été produits par la même cause.

---

# Synthèse d'un hydrocarbure solide

par action directe du cuivre sur l'acétylène

Par M. Paul SABATIER

Professeur de chimie à l'Université de Toulouse

---

Le cuivre métallique, même pris à l'état très divisé, n'exerce à la température ordinaire aucune action sur l'acétylène pur. Mais dans un travail poursuivi avec la collaboration de M. J. B. Senderens, dont les premiers résultats ont été communiqués à la Société Chimique de Paris le 12 mai 1899, puis au Congrès de l'Association Française à Boulogne en septembre 1899 (1), nous avons trouvé qu'au-dessus de 180°, le cuivre agit très facilement sur l'acétylène qu'il transforme presque totalement en un carbure solide.

L'expérience est facilement réalisée en disposant dans un tube parcouru par un courant d'acétylène une mince trainée de cuivre obtenu par réduction de l'oxyde. Aussitôt que la température du métal dépasse 180°, la pression du gaz dans le tube diminue notablement par suite de l'absorption rapide de l'acétylène : le dégagement gazeux est souvent interrompu pendant un temps assez long, tandis que le cuivre brunit en augmentant de volume.

Bientôt il s'établit un régime régulier, le volume du gaz qui sort demeurant beaucoup moindre que celui de l'acétylène qui arrive. Ce gaz contient, à côté d'un peu d'acétylène non transformé, de l'hydrogène, de l'éthane, et surtout des carbures éthyléniques. En même

---

(1) Voir aussi *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXX, 250.

temps, il se condense dans les parties froides du tube une assez faible proportion d'un liquide vert ou bleu peu fluorescent, qui contient à la fois des carbures éthy-léniques et cycliques et qui se résinifie peu à peu à la lumière.

Cependant le cuivre gonfle de plus en plus en prenant une teinte moins foncée, et il finit habituellement par remplir le tube en obturant presque complètement le passage du gaz.

Si on dispose de nouveau dans un tube une couche mince du produit brun ainsi obtenu, et si on chauffe vers 200-250° dans un courant d'acétylène, le phénomène se reproduit identique : la matière gonfle et remplit de même tout le tube.

Finalement, après une action suffisamment prolongée de l'acétylène, on obtient une matière qui ne se modifie plus quand on la maintient dans ce gaz entre 200° et 300°.

C'est un solide jaune plus ou moins foncé, léger et mou, capable par une légère compression de s'agglomérer en fragments qui ressemblent beaucoup à de l'amadou. Au microscope, il apparaît constitué par un feutrage de filaments très fins entortillés. C'est un carbure d'hydrogène dans la masse duquel se trouvent diffusées les minimes quantités de cuivre qui ont contribué à sa formation et dont la proportion limite est voisine de 1.7 pour 100. Par un traitement prolongé à l'acide chlorhydrique bouillant, on enlève la majeure partie de ce cuivre sans qu'il en résulte aucune modification notable dans les propriétés du carbure.

A cause de son origine, nous avons donné le nom de *cuprène* à ce nouvel hydrocarbure si aisément obtenu à partir de l'acétylène. Le rapport entre les poids de carbone et d'hydrogène y est voisin de 14, ce qui conduirait à la formule brute  $C^7 H^6$  : la molécule du cuprène est en réalité beaucoup plus condensée, car il ne possède même dans le vide aucune volatilité appréciable : soumis à l'action de la chaleur, il se décompose au-dessus de 400° en dégageant des produits pyrogénés complexes et laissant un résidu solide charbonneux. Nous n'avons pu trouver aucun liquide capable de le dissoudre en proportion notable.

Il est aisément combustible et brûle à l'air avec une

flamme courte et fuligineuse en répandant une odeur aromatique non désagréable et laissant seulement une légère cendre noire d'oxyde cuivrique.

Le cuprène paraît s'oxyder très lentement au contact de l'air en prenant une teinte plus pâle. L'acide sulfurique ne se colore pas à son contact même assez prolongé. L'acide nitrique l'attaque lentement en donnant des produits qui doivent être étudiés.

La même réaction peut être réalisée avec le cuivre métallique, pris à l'état compacte, mais comme le métal agit par sa surface, la formation de cuprène est d'autant plus aisée que le cuivre est plus divisé (1). On peut l'obtenir facilement avec un fil de cuivre, maintenu dans l'acétylène vers 250° : il ne tarde pas à se recouvrir d'une couche d'abord brune, puis jaune, à mesure que son épaisseur s'accroît.

L'industrie chimique saura sans doute tirer quelque parti du cuprène, si facilement engendré à partir de l'acétylène. C'est un corps très combustible et très léger ; à ce titre, il pourrait entrer dans la constitution de certains explosifs.

Nous avons pensé aussi que peut-être les fils de cuivre destinés aux transmissions électriques pourraient être directement enrobés de cuprène mauvais conducteur, par une chauffe prolongée dans l'acétylène à 250° ; dans ce cas, le cuprène artificiel remplacerait la gutta-percha dont le prix tend à s'élever de plus en plus.

---

(1) La formation du cuprène avait été entrevue en 1898 par H. Erdmann et Kothner, qui, n'ayant pas prolongé suffisamment l'action de l'acétylène, l'avaient considéré comme un composé organo-métallique cuivreux.

# Le carbure de calcium et l'acétylène

DANS LA CHIMIE INDUSTRIELLE

par M. GIN, ingénieur civil à Paris

---

Le premier, M. BERTHELOT a montré que, par des voies directes ou détournées, on peut, à l'aide de l'acétylène, réaliser la synthèse de tous les hydrocarbures et accessoirement celle des alcools, des éthers, des aldéhydes, des acides organiques et autres fonctions chimiques.

Je n'ai pas l'intention de vous répéter tout ce qui a été dit sur un sujet aussi vaste et je laisserai même de côté certaines synthèses qui ont déjà fait couler beaucoup d'encre, par exemple celles des alcools méthyllique, éthylique, acetylique, etc., et celle du sucre, qui ne sont pas encore réalisées pratiquement.

Je ne vous parlerai pas non plus des moyens de production directe des acides acétique et oxalique au moyen de l'acétylène.

Toutes ces questions ont provoqué une telle publicité qu'il serait fastidieux de s'y appesantir, et je préfère vous entretenir seulement des recherches plus récentes et moins connues.

Si l'on examine le rôle du carbure de calcium dans la chimie industrielle, ce corps se présente comme un réducteur énergique capable d'agir sur la plupart des composés des éléments halogènes, sur les oxydes, les sulfures et sur une infinité d'autres corps.

En plus de ses propriétés réductrices, il peut jouer le rôle de corps carburant soit directement, soit par l'intermédiaire de l'acétylène qu'il engendre aisément.

Les carbures nouveaux dérivés du carbure de calcium peuvent à leur tour jouer un rôle chimique intéressant de telle sorte que l'étude des réactions possibles est si étendue que l'on pourrait véritablement créer un nouveau chapitre de la chimie et l'intituler : *Chimie du carbure de calcium*.

Commençons par l'action carburante de  $\text{CaC}^2$  et disons quelques mots de la formation des acétylures alcalins.

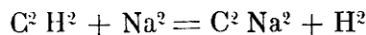
M. DE FORCRAND avait obtenu en 1893 le composé  $\text{C}^2 \text{Na}^2$  qui fut reproduit par M. Camille MATIGNON en 1897 par l'action de l'acétylène sur le sodium. Il obtint simultanément l'acétylène monosodé.

Les réactions sont les suivantes :

En chauffant le sodium dans l'acétylène un peu au-dessous de  $190^\circ$  on a :



Au-dessus de  $210^\circ$ , les deux atomes d'hydrogène sont substitués



*Production des carbures métalliques par l'action du carbure de calcium sur l'oxyde du métal considéré*

Le carbure de calcium mis en présence d'un oxyde métallique à une température déterminée réagit généralement sur cet oxyde en donnant de l'oxyde de calcium et le métal de l'oxyde primitif ou son carbure.

J'ai fabriqué ainsi récemment le carbure de manganèse  $\text{Mn}^3\text{C}$ .

*Fabrication des cyanures alcalins*

Le prix élevé auquel se vendent les cyanures alcalins et l'énorme augmentation de consommation après l'adoption de la cyanuration dans les mines du Transvaal, ont excité l'imagination des chercheurs pour la création de nouveaux procédés de fabrication.

Un moyen bien naturel se présentait à l'esprit de tous : Accoler  $Z^2$  à  $C^2 H^2$  ou à  $Ca C^2$ .

Il ne semble pas jusqu'à présent que les résultats pratiques soient arrivés à la hauteur de la simplicité des formules.

Cependant, comme beaucoup d'efforts et de capitaux ont été dépensés en vue d'un résultat qui sera probablement atteint à brève échéance, je ne crois pas devoir critiquer les divers procédés dont je vais faire l'analyse succincte.

*Procédé de fabrication des cyanures*, par les docteurs Franck et Caro, rep. par Chassevent (Brevet français 249539 — 10 août 1895 — décembre 1895).

*Objet du brevet. — Procédé de fabrication des cyanures en partant de carbures métalliques et de l'azote.* Bien qu'il ne se produise, paraît-il, au passage de l'azote sur les carbures de calcium, de baryum ou de strontium chauffés aucune action ou combinaison, cependant on peut arriver à obtenir une réaction de l'azote sur des carbures et formation de cyanures si l'on a soin de diriger ce gaz en présence de la vapeur d'eau sur ces carbures renfermés dans des récipients clos (tubes, cornues) et chauffés à une température voisine du rouge. On obtient ainsi la production des cyanures correspondants et la méthode s'applique aux carbures alcalins et alcalino-terreux. Si on ajoute du fer ou des combinaisons ferrugineuses au carbure dont on veut préparer le cyanure, ce dernier prend naissance sous forme de ferrocyanure.

*Description. —* Pour obtenir le cyanure de baryum, par exemple, on dispose le carbure de baryum, obtenu par les méthodes connues, dans un tube réfractaire, puis on y fait passer un courant d'azote provenant de l'air désoxygéné et complètement imprégné de vapeur d'eau. Après chauffage du tube à une température voisine du rouge, on admet l'azote. Pour 15 à 17 kilos de carbure, on fait passer une quantité d'azote égale à 2 mc ou 2 mc 1/2. On l'admet sous une pression modérée et à une vitesse telle que l'opération se trouve

terminée dans un laps de temps de deux ou trois heures environ.

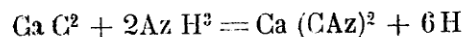
Après refroidissement, on traite par l'eau ; l'acétylène se dégage et l'on isole le cyanure. Le carbure de calcium donne de moins bons résultats. Il vaut mieux le mélanger à du carbure de baryum ou à du carbure de sodium obtenu au moyen de la chaux sodée.

On peut améliorer dans tous les cas le procédé par l'addition d'alcalis caustiques ou de carbonates alcalins. La température la plus favorable à la réaction est celle du rouge sombre.

*Procédé de préparation de cyanodérivés au moyen de carbures métalliques. Addition au brevet n° 88363. (Demande C. 5531.) D<sup>r</sup> N. Caro, à Berlin, et D<sup>r</sup> A. Franck, à Charlottenburg. (Brevet allemand C. 5877, 30 novembre 1895 — 14 janvier 1897.)*

*Objet du brevet.* — Modification au procédé du brevet No 88363, pour la production de composés cyanés au moyen des carbures métalliques consistant à traiter ceux-ci, non par l'azote libre, mais par un composé azoté qui rend inutile l'action concomitante de la vapeur d'eau.

*Description.* — On peut donner naissance à des composés cyanés en faisant agir sur les carbures un composé azoté tel que le concours de vapeur d'eau devienne inutile. Ainsi, on peut dans le procédé de notre brevet principal, traiter le carbure métallique ou un mélange de carbures mélangés ou non d'oxyde, d'hydroxyde ou carbonate alcalin par le gaz ammoniac. Il se forme du cyanure avec dégagement d'hydrogène presque pur, suivant l'équation :



Le concours de la vapeur d'eau n'est donc pas indispensable pour déterminer et accomplir cette réaction ; cependant la présence d'eau n'en modifie pas le sens, et paraît n'avoir pas d'action marquée sur le rendement.

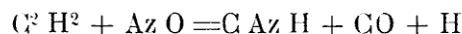
*Préparation d'acide cyanhydrique, A. K. Huntington.*  
à Londres. (Brevet allemand H. n° 16931 — 31 janvier 1896 — 12 avril 1897.)

*Objet du brevet.* — Procédé de préparation d'acide cyanhydrique par déflagration d'un mélange de gaz acétylène et de protoxyde d'azote.

*Description.* — L'expérience a montré que le mélange qui donne les meilleurs résultats se compose de :

Protoxyde d'azote.....	105 volumes.
Acétylène .....	100 volumes.

On se sert de ce mélange pour actionner un moteur à gaz ordinaire à allumage électrique. Les gaz qui sortent du cylindre traversent une série d'appareils à absorption, où ils abandonnent l'acide cyanhydrique formé en vertu de l'équation :



Le mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone est recueilli dans un gazomètre pour être appliqué à tel usage convenable : chauffage ou force motrice.

J'ai fait le calcul : si la réaction est vraie et si le moteur était un 28-chevaux d'automobile, un chimiste faisant le tour de la France aurait sous la main tout ce qui est nécessaire pour dévorer des kilomètres, s'éclairer la nuit, s'anesthésier préventivement en vue des accidents et rapporter au retour une provision de 2.000 kilos d'acide prussique.

*Procédé de préparation d'acide cyanhydrique, A. K. Huntington.* Londres. (Brevet anglais 14855 du 5 août 1895.)

On mélange dans un récipient spacieux volumes égaux d'acétylène et de bioxyde d'azote. Le mélange gazeux est aspiré dans un cylindre à parois résistantes où il est enflammé. Les produits de la combustion passent dans une solution alcaline, soude ou potasse caustiques, qui fixe à l'état de cyanure l'acide cyanhydrique formé. L'hydrogène et l'oxyde de carbone qui

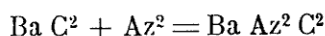
échappent aux lessives absorbantes sont recueillis et employés comme gaz de chauffage.

*Procédé de préparation des cyanures au moyen des carbures métalliques et de l'azote gazeux.* A. Beringer, à Charlottenburg, près Berlin. (Brevet allemand B. n° 20334 — 17 février 1897 — 20 septembre 1897.)

*Objet du brevet.* — Procédé de préparation des cyanures consistant à faire passer de l'azote gazeux libre, sec, et pur sur des carbures alcalins, alcalino-terreux ou métalliques, chauffés à des températures inférieures à 900° C.

*Description.* — Le procédé repose sur cette observation que les carbures des métaux alcalins, alcalino-terreux et de quelques métaux lourds obtenus par les moyens connus, au four électrique, se transforment nettement et intégralement en cyanures lorsqu'on les chauffe à des températures inférieures à 1000° C. dans un courant de gaz azote pur et sec.

La réaction est exprimée, pour le carbure de baryum par exemple, par l'équation :



Elle commence et se poursuit assez loin déjà à la température du rouge sombre, c'est-à-dire vers 450° C.

*Procédé de préparation des cyanures au moyen des carbures métalliques,* A. V. Rod et J. Rosenfels, à Pferssee-Augsbourg (Bavière). (Brevet anglais n° 1022, du 15 janvier 1896).

Les carbures métalliques, de préférence ceux de calcium et de baryum, se transforment en cyanures lorsqu'on les chauffe au rouge dans une atmosphère d'azote libre ou d'ammoniaque. Le rendement est le plus élevé lorsqu'on mélange le carbure pulvérisé avec du carbonate alcalin sec. Il se produit vraisemblablement dans ces circonstances du carbure alcalin.

Si l'on veut obtenir du ferrocyanure, on emploie un mélange de carbures de calcium et de baryum, de

carbonate alcalin, de débris organiques azotés et de fer métallique. La réaction, dans ce cas, se produit à la température du rouge naissant.

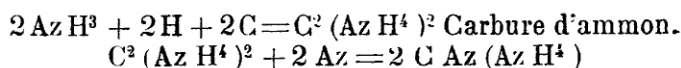
*Procédé de préparation des cyanures. H. S. Blackmore, à Mount Vernon. (Brevet américain n° 605694 du 14 juin 1898.)*

Dans un mélange fondu de sulfure alcalin et de carbure métallique, de préférence de carbure de fer, on comprime de l'azote.

Le sulfure se transforme en cyanure correspondant, plus ou moins mélangé de sulfo-cyanure suivant les proportions de la charge et les conditions de réaction.

*Procédé de préparation du cyanogène. Denis Lance et Raphaël-Louis-Emmanuel de Bourgade, à Paris. (Brevet allemand 100775 du 22 août 1897.)*

D'après Langlois, on obtient du cyanure d'ammonium en dirigeant le gaz ammoniac sur du charbon chauffé au rouge. En appliquant ce procédé dans la pratique, on perd à l'état de gaz libre près de 75 0/0 de l'azote ammoniacal, par suite de la dissociation du gaz ammoniac seulement comme véhicule pour les éléments hydrogène et azote. Les réactions peuvent s'écrire :



Au lieu d'azote et d'hydrogène, on peut employer de l'air dépouillé de son oxygène par la combustion de gaz hydrocarbonés, tels  $\text{C}^2\text{H}^2$ ,  $\text{C}^2\text{H}^4$ ,  $\text{CH}^4$ , ou des mélanges de pareils gaz obtenus par la distillation sèche de la houille ou de substances organiques.

Le gaz ammoniac est obtenu par la distillation d'eaux ammoniacales. On préparera par exemple à l'avance dans un gazomètre un mélange de :

Gaz ammoniac.....	80 litres.
Gaz hydro-carboné.....	2000 litres.
Azote atmosphérique.....	200 litres.

et l'on dirigera ce mélange dans la colonne à réaction chargée de charbon chauffé au rouge.

*Procédé de préparation des métaux alcalins, de leurs oxydes et cyanures. G. Wolfram, à Rœdelheim, près Francfort: (Brevet allemand n° 101374 du 23 mars 1898.)*

On fait agir sur un hydrate alcalin en fusion un carbure métallique (alcalin ?). Il se dégage de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène qui entraînent les vapeurs du métal alcalin que l'on condense et recueille en dirigeant les produits de la réaction dans une chambre de condensation convenable.

En faisant agir le métal alcalin sur le résidu ou sur l'hydrate alcalin chauffé à part jusqu'au rouge vif, on obtient les oxydes alcalins anhydres, et, si l'on dirige en même temps de l'oxygène dans la masse, les peroxydes correspondants.

Enfin si, dans le premier stade de la réaction, on combine l'action du carbure avec celle d'un composé azoté ou de l'azote libre, de préférence du gaz ammoniac, on obtient du cyanure comme produit principal de la réaction.

*Procédé de préparation des cyanures et d'autres combinaisons azotées. D. Lance, à Paris, et de Bourgade, à Enghien-les-Bains. (Brevet anglais 26326 du 11 novembre 1897.)*

Pour amener l'azote à entrer en combinaison, on dirige ce gaz mélangé d'hydrogène et d'ammoniaque sur du charbon chauffé vers 1000°-1100° C. Il se forme transitoirement de l'acétylure ou carbure d'ammonium  $(\text{Az H}^4)^2\text{C}^2$ . Ce composé s'unit à l'azote libre pour donner naissance à du cyanure d'ammonium  $\text{CAz.AzH}^4$ .

Au lieu des gaz purs, on peut employer des mélanges de gaz d'eau, de gaz de générateur et de gaz hydrocarboné en proportions telles qu'il y ait en présence environ 80 litres d'ammoniaque sous forme de gaz produit par évaporation d'eaux ammoniacales, 2000 litres d'hydrocarbure gazeux et 200 litres d'azote. Ce

mélange traverse lentement des tubes de porcelaine émaillée où il passe sur le charbon fortement chauffé. Le produit de la réaction, en traversant des solutions alcooliques de soude ou de potasse caustiques, forme des cyanures alcalins et met en liberté l'ammoniaque que l'on recueille pour servir à de nouvelles opérations.

Si l'on ajoute du fer sous forme de tournure ou de limaille au contenu des appareils à absorption alcalins, on obtient des ferrocyanures au lieu de cyanures.

En envoyant les gaz de réaction dans une solution étendue de chlorure ferreux, chauffée vers 60°, il se forme directement du bleu de Berlin et du chlorhydrate d'ammoniaque que l'on sépare par cristallisation.

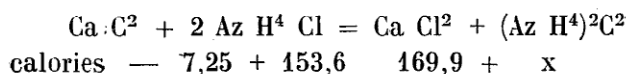
J'ai tenté de reproduire la réaction du brevet *Lance et de Bourgade*, consistant à faire passer de l'ammoniaque et un hydrocarbure sur du charbon chauffé au rouge, pour obtenir transitoirement de l'acétylure d'ammonium et ensuite du cyanure d'ammonium.

Afin d'avoir une réaction plus exothermique, j'ai substitué le carbure de calcium au charbon.

Je n'ai d'abord obtenu aucun résultat, mes tubes en verre vert ne pouvant supporter la température nécessaire.

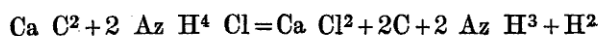
Dans des tubes en porcelaine, les résultats ont été plus encourageants, mais le rendement m'a paru insuffisant pour motiver une exploitation industrielle.

Pour réaliser une réaction plus exothermique j'ai essayé :



La réaction doit être exothermique. Cependant, je n'en suis pas certain.

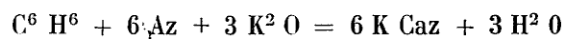
Dans tous les cas, à la température à laquelle j'ai opéré, le résultat a été :



J'ai eu un résidu de charbon après dissolution du chlorure de calcium.

Je pense que la température du tube était trop peu élevée.

La réaction :



n'a pu être réalisée à la température à laquelle j'ai opéré.

# Le noir d'acétylène

## ET SES DÉRIVÉS

Par M. E. HUBOU

(Extrait des Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France)

---

Dans la communication que j'ai présentée le 2 février 1899 à la Société des Ingénieurs Civils, je faisais remarquer que la fabrication du carbure de calcium donne toujours une proportion assez notable de déchets et de poussières dont il est difficile de tirer parti. L'écoulement de ces déchets ne peut se faire qu'au détriment de la qualité du carbure vendu. Il en résulte une diminution de rendement du carbure en acétylène très préjudiciable pour les consommateurs. Ainsi, pour une installation d'éclairage de 100 becs, brûlant pendant 3.000 heures par an, à raison de 20 l de gaz à l'heure, on consommera 20 t d'un bon carbure rendant 300 l d'acétylène au kilogramme et 23 t d'un carbure mêlé de déchets ne rendant que 260 l, soit 3 t en plus de celui-ci. En supposant ces deux carbures achetés au même prix, 400 à 500 f la tonne, c'est une perte sèche pour le consommateur de 1.200 à 1.500 f par an.

Il est donc indispensable pour le développement de l'industrie de l'acétylène que les carbures livrés soient de première qualité. Mais il faut pour cela que les usines de carbure trouvent un emploi rémunérateur de leurs sous-produits. Ici donc, comme dans toute grande industrie, vient se poser le problème de l'utilisation des résidus d'usine. La réalisation de ce problème économique devient une nécessité commerciale en raison d'un côté des besoins des consommateurs et de l'autre de la concurrence des usines de production.

La solution que je préconise consiste à utiliser sur

place les carbures de mauvais rendement en les transformant en un produit d'usage très répandu et très varié, en noir commercial ou carbone amorphe. J'ai donné à ce nouveau noir le nom de *noir d'acétylène* pour le différencier des noirs commerciaux déjà connus et en bien marquer l'origine.

C'est à la fin de 1897 que j'ai eu l'idée d'appliquer à l'industrie des noirs le carbone résultant de la décomposition de l'acétylène, en examinant le dépôt pulvérulent et volumineux qui se formait dans les coupes des lampes de voitures éclairées à l'acétylène, quand les becs s'obstruaient et que la flamme devenait fuligineuse. Les essais de ce carbone recueilli m'ayant démontré sa haute puissance colorante, j'ai cherché un procédé industriel qui permit de l'obtenir sans pertes. J'ai constaté que la nature endothermique de l'acétylène se prêtait admirablement à cette fabrication sans pertes du nouveau noir et j'ai adopté comme mode de production la décomposition en vase clos de l'acétylène comprimé à une pression initiale peu élevée.

La présente communication a pour but de démontrer la supériorité du noir d'acétylène sur les autres noirs commerciaux légers, la facilité de le produire industriellement en grandes quantités et le bénéfice qu'on est en droit d'espérer de cette fabrication, malgré le prix élevé de l'acétylène.

*Mode de production des noirs commerciaux ordinaires.*

Jusqu'à ce jour, les noirs commerciaux ont été obtenus en brûlant incomplètement à l'air des matières organiques, solides, liquides ou gazeuses, riches en carbone : huiles, résines, essences, naphtaline, pétrole, gaz d'huile ou de pétrole, etc. On obtient ainsi des noirs légers connus sous le nom de noir de fumée, noir de lampe, noir de naphtaline, noir de pétrole, noir de Francfort, etc. Il y a ainsi de très nombreuses sortes de noirs et leurs prix varient dans des limites considérables, depuis 0,50 f jusqu'à 10 f le kilogramme ; cela dépend du mode de fabrication et de la qualité des produits au point de vue de leur pureté, de leur degré de finesse et de leur puissance colorante.

Les noirs communs et de qualité inférieure s'obtiennent avec des résines et des huiles lourdes de goudron :

ils sont recueillis dans des chambres ou des cheminées où ils se déposent et d'où on les enlève en raclant les parois.

On obtient des produits plus purs en faisant lécher des surfaces refroidies par des flammes éclairantes d'huiles ou de gaz. Les flammes sont produites soit par des lampes à huile de construction ordinaire, soit par combustion dans des becs appropriés du gaz d'huile fabriqué dans des usines spéciales. Un des procédés consiste à faire passer un courant d'eau froide à l'intérieur d'un cylindre poli tournant autour de ses tourillons et à faire brûler au-dessous une rangée de becs : le cylindre est enveloppé d'un manteau en tôle à un intervalle de quelques centimètres. Le noir déposé sur la surface refroidie est entraîné par un mouvement lent de rotation et enlevé par une brosse au fur et à mesure de sa formation. Dans un autre procédé, le noir se dépose sur un disque métallique horizontal à rebord saillant, également refroidi par un courant d'eau : les flammes brûlent en dessous. Le noir formé est entraîné par la rotation du disque et enlevé par un racloir métallique qui le fait tomber dans une trémie.

Quel que soit le procédé, le noir est toujours obtenu par une *flamme* et par combustion de l'hydrocarbure en présence de l'air. L'expérience a même démontré qu'une grande admission d'air est avantageuse pour l'amélioration de la qualité du noir ; mais la combustion étant alors plus complète, le rendement du gaz qui le produit est de beaucoup diminué.

*Rendement et qualités des noirs ordinaires.*

En fait, le rendement en noir ne dépasse pas 20 à 25 pour 100 du poids de la matière première : on en perd ainsi les trois quarts ou les quatre cinquièmes.

On a cherché depuis longtemps à supprimer cette perte considérable de matière première et à obtenir directement le carbone pur par dédoublement des hydrocarbures. On a fait dans ce but de nombreux essais, les uns par voie pyrogénée, les autres par électrolyse sous l'action de courants de haute tension : ce qui montre bien l'intérêt que présente l'obtention d'un carbone pur sans pertes. Mais aucun d'eux n'a pu être réalisé industriellement.

En outre de ce faible rendement de 20 à 25 0/0, les noirs légers déjà connus ont l'inconvénient d'être toujours de composition très variable, par suite de l'admission variable de l'air servant à la combustion des hydrocarbures employés et par suite de la température souvent irrégulière de leur formation. Ils doivent être triés suivant leur degré de finesse et de pureté et, pour en obtenir des noirs de qualité supérieure, il faut les soumettre à des lavages ou à des calcinations en vue de les débarrasser des goudrons et matières grasses qui les souillent.

Certains noirs de fumée ne renferment guère plus de 80 0/0 de carbone : le reste consiste en matières salines et en parties huileuses ou résineuses entraînées avec le carbone pendant la combustion. Voici la composition, déterminée par M. Moissan, d'un noir de fumée obtenu par la décomposition pyrogénée de l'huile de pétrole :

Carbone .....	87,49
Hydrogène .....	2,77

Ce chiffre de 2,77 d'hydrogène englobe l'hydrogène de l'eau entraînée et l'hydrogène combiné : ce dernier appartient à une matière organique, vraisemblablement sous forme de carbure. On constate, en effet, la présence constante d'hydrocarbures dans le carbone amorphe.

Ce même noir brut a été purifié par des épuisements successifs par la benzine, l'alcool et l'éther qui entraînent une quantité notable d'hydrocarbures. Après dessiccation, il est loin d'être encore pur. Il retient avec une très grande énergie une petite quantité de carbures d'hydrogène et de l'eau dont il est impossible de le débarrasser : il renferme aussi un peu d'azote. Après avoir été chauffé dans le vide à la température de ramollissement du verre, pour le polymériser et le rendre plus maniable, il perd encore une certaine quantité d'eau et des traces de carbures d'hydrogène. La poudre noire alors obtenue fournit les chiffres suivants :

	1	2
Carbone .....	93,21	92,86
Hydrogène .....	1,04	1,20
Cendres .....	0,22	0,34

Ainsi, malgré toutes les précautions, on trouve toujours une petite quantité d'hydrogène à l'état d'hydrocarbure et d'eau. Cette quantité d'eau est beaucoup plus grande quand on ne dessèche pas dans le vide et au rouge sombre.

L'eau résulte de la *combustion* de l'hydrocarbure : elle existe toujours dans les noirs déposés qui, en raison de leur état poreux, l'absorbent et en retiennent forcément des quantités plus ou moins notables. On peut donc dire, en résumé, que tous les noirs de commerce, même les noirs de première qualité, ne sont pas et ne peuvent pas être formés de carbone pur : cela résulte nécessairement de leur mode de production.

*Emploi de l'acétylène comme matière première.*

Examinons maintenant l'emploi, comme matière première, de l'acétylène.

L'acétylène est le plus riche en carbone de tous les hydrocarbures connus, il en renferme 92,3 0/0 et il ne contient donc que 7,7 0/0 d'hydrogène.

Comparativement aux autres hydrocarbures et en se servant des procédés ordinaires, c'est-à-dire en le brûlant incomplètement à l'air, il est certain qu'il donnera un meilleur rendement en noir et un noir plus pur. C'est, en effet, ce qu'a constaté M. Moissan. Mais ce carbone résultant de la combustion incomplète de l'acétylène n'est pas non plus de toute pureté. Sa teinte n'est pas homogène : certaines parcelles sont plus ou moins brunes ; sa purification par épuisements successifs fournit un peu d'hydrocarbures et il retient également une petite quantité d'eau non volatile au rouge sombre.

La production du noir d'acétylène par le procédé de la combustion incomplète ne serait en outre pas rémunératrice industriellement. En effet, en comptant le carbure de calcium au prix de revient de l'usine, soit à 250 f la tonne, le mètre cube d'acétylène avec du carbure à 290 l coûte  $3,4 \text{ kg} \times 0,25 = 0,85 \text{ f}$ .

En supposant qu'on ait un rendement en noir d'acétylène atteignant même 30 %, c'est-à-dire supérieur au rendement ordinaire des noirs, il faudrait pour 1 kg de noir consommer au moins 3 à 4 m<sup>3</sup> d'acétylène. Ce kilogramme de noir reviendrait donc, rien qu'en ma-

tière première, à 2,90 f, c'est-à-dire à un prix supérieur à celui des beaux noirs de pétrole.

Ce n'est donc pas dans les procédés ordinaires qu'il faut espérer trouver l'application de l'acétylène à la production du carbone amorphe. On pourrait, il est vrai, utiliser dans ce but les réactions chimiques permettant d'absorber l'hydrogène, par exemple en se servant du chlore ou du brome : mais ici encore le prix de revient serait trop élevé.

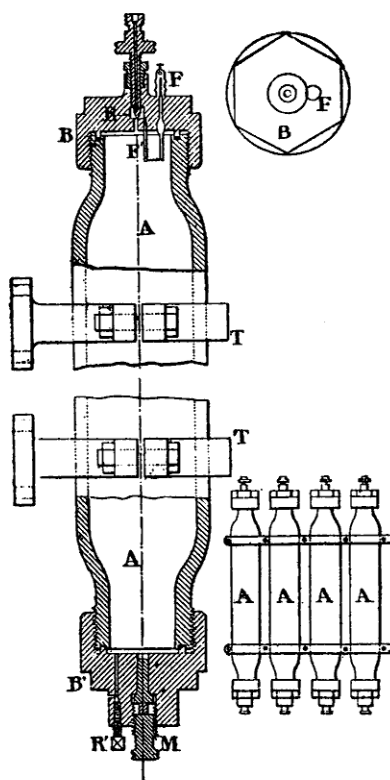
Il vaut mieux, à tous points de vue, employer une méthode différant totalement des autres et s'appuyer sur ce fait que l'acétylène est facilement décomposable sous l'action d'une source d'énergie d'une force vive suffisante. En effet, en même temps que ce gaz est le plus riche en carbone, il jouit de cette propriété essentielle au point de vue de la production du noir et qui n'appartient pas aux autres hydrocarbures communs, c'est qu'il est *endothermique*, c'est-à-dire formé avec absorption de chaleur et qu'il suffit d'une faible source d'énergie étrangère, calorifique ou électrique, pour le décomposer en ses éléments, carbone et hydrogène. Mon procédé consiste à utiliser cette propriété de l'acétylène pour le décomposer à l'abri de l'air et en obtenir ainsi, *sans oxydation*, le carbone amorphe que j'appelle NOIR D'ACÉTYLÈNE.

On peut réaliser cette décomposition à la *pression ordinaire* en chauffant le gaz dans des tubes à 780° ou en l'y soumettant à l'étincelle d'induction ; mais l'opération est lente et soulève de grandes difficultés pratiques : elle n'est donc pas industrielle.

Il vaut mieux opérer *sous pression* et profiter des propriétés explosives de l'acétylène. Ainsi que l'ont montré MM. Berthelot et Vieille, quand l'acétylène est comprimé au-dessus de 2 atm, il devient explosif sous l'action d'une faible source d'énergie étrangère. Une amorce de fulminate, les étincelles d'induction, la simple ignition d'un fil métallique porté à l'incandescence par un courant de pile suffisent pour que l'échauffement et la décomposition opérés en un point de la masse se propagent instantanément dans toute cette masse gazeuse comprimée, en la décomposant en carbone et hydrogène.

Dans un récipient hermétiquement clos et bien privé

d'air, on introduit de l'acétylène comprimé à une pression peu élevée, pratiquement entre 2 et 5 *atm.*, et on le fait détoner. La décomposition est instantanée et donne :



1° Du carbone pur qui se dépose en masse volumineuse et compacte dans le récipient et le remplit complètement : c'est lui qui constitue notre Noir d'acétylène ;

2° De l'hydrogène, résidu dont le volume est égal à celui de l'acétylène introduit. Cet hydrogène est recueilli également en vue de son utilisation partielle dans les opérations ultérieures et en vue de ses applications industrielles.

*Appareil d'expérience.*

Le dessin ci-joint représente notre appareil d'expérience. Celui-ci se compose d'un tube en acier, A, très résistant, fermé à ses extrémités par des obturateurs à vis et à joint métallique, B, B'. L'obturateur B porte un robinet à pointeau servant à l'introduction de l'acétylène sous pression et à la sortie du gaz après la réaction : il porte, en outre, un bouchon de mise de feu, F, auquel est fixé un petit fil métallique, F', qui doit être porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique. Un des pôles du circuit électrique est relié au bouchon de mise de feu F qui est isolé, et l'autre est fixé à la masse du tube A : le courant peut être établi ou interrompu au moyen d'un commutateur. L'obturateur B' porte un robinet pointeau R' servant à l'évacuation du gaz et un bouchon à piston M avec une petite masse de cuivre formant *crusher* et destiné par son écrasement à mesurer la pression au moment de la décomposition de l'acétylène. Le tube A est maintenu fixé à son support par deux colliers T.

On introduit dans ce tube de l'acétylène comprimé, par exemple à 4 atm, et on lui fait faire explosion à l'abri de l'air, en fermant le circuit de la pile sur le fil métallique qui se trouve ainsi porté à l'incandescence et commence la décomposition de l'acétylène en contact, décomposition qui se propage immédiatement dans toute la masse du gaz.

La pression dans le tube monte instantanément à 25 atm pour l'exemple choisi et retombe aussitôt ; elle revient bientôt à la pression de 4 atm : elle est due au gaz restant qui est de l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène.

On ouvre le robinet pointeau R pour laisser échapper cet hydrogène qu'on recueille dans un gazomètre après l'avoir fait passer dans des flacons laveurs. On ouvre ensuite les bouchons obturateurs pour retirer le carbone pulvérulent en masse, qui remplit toute la capacité du tube.

L'ouverture de ce récipient ayant eu lieu à l'air, on prend la précaution de chasser tout l'air qui a pu rentrer quand on a enlevé le carbone et après que les bouchons obturateurs ont été remplacés en renvoyant dans le tube l'hydrogène de cette précédente opération.

Cet hydrogène est introduit par le robinet R et sort par le robinet R' en enlevant les dernières traces d'air.

On ne laisse ainsi dans le tube A que de l'hydrogène à la pression atmosphérique et on recommence l'opération en faisant arriver de l'acétylène comprimé. La nouvelle opération et toutes les suivantes se feront donc sur un mélange comprimé d'acétylène et d'hydrogène. Avec un mélange à 5 atm, par exemple, nous aurons introduit dans le tube de l'acétylène à 4 atm : le récipient clos contiendra un mélange de 1/5 d'hydrogène et de 4/5 d'acétylène que nous ferons ensuite détoner comme précédemment.

Ce mode opératoire présente deux avantages essentiels. Nous sommes certain d'avoir éliminé complètement l'air et, de plus, la réaction due à l'explosion du mélange est moins énergique que celle de l'acétylène employé seul. On peut ainsi faire varier, au gré que l'on veut, la force de la détonation, en variant les proportions d'acétylène et d'hydrogène, le mélange ne détonant que sous l'action de l'acétylène qu'il contient.

*Comparaison du nouveau procédé avec les anciens.*

Notre procédé de production du noir d'acétylène diffère donc essentiellement de tous ceux qui ont été employés jusqu'à présent dans l'industrie des noirs et il a sur eux les avantages suivants :

1° Le noir d'acétylène est obtenu instantanément et en masse volumineuse qui remplit toute la capacité du récipient.

2° Il est pratiquement pur. L'analyse montre, en effet, qu'il ne renferme pas moins de 99,8 0/0 de carbone et aucun des autres noirs commerciaux n'a pu atteindre encore ce degré de pureté.

3° Il est de composition régulière. Les noirs fabriqués par les procédés ordinaires renferment toujours des hydrocarbures condensés, des produits jaunes résultant de l'oxydation de la matière première et de l'eau intimement absorbée. Le noir d'acétylène ne contient qu'une très faible quantité de polymères et aucun produit d'oxydation. Tandis que les autres noirs présentent toujours une teinte plus ou moins rousse et fauve due aux produits d'oxydation et que conservent même les noirs les plus chers, le noir d'acétylène est franchement noir avec une teinte légèrement bleutée

qui est justement très recherchée dans l'industrie des noirs.

4° Par le fait de sa production, à l'abri de l'air et sans oxydation, le noir d'acétylène s'obtient sans pertes. On obtient, pour ainsi dire, la totalité des 92,3 0/0 de carbone que le gaz contient et le rendement est, par suite, quatre fois supérieur à celui du meilleur gaz d'huile.

5° Les produits gazeux, résidus de la fabrication de ce noir et recueillis spécialement, ont eux-mêmes une réelle valeur commerciale. L'hydrogène, dont une partie sert dans l'opération même, reste, pour la plus grande partie, disponible, et peut être utilisé aux emplois industriels les plus divers. Il ne coûte rien en raison de la vente du noir d'acétylène. Il est possible d'en tirer un parti avantageux, d'abord pour l'aérostation : c'est en effet, le plus léger de tous les gaz ; ensuite pour le chauffage, l'émaillage, la lumière oxyhydrique, etc. ; il a, en effet, le pouvoir calorifique le plus élevé ; sans compter les autres applications.

Jusqu'à ce jour, l'hydrogène industriel n'a encore pu être vendu moins de 0,80 f le mètre cube : le prix de revient qui est atteint en le produisant par l'électrolyse de l'eau est au moins de 0,54 f. Notre procédé, dans lequel l'hydrogène est un sous-produit, permet, au contraire, d'obtenir ce gaz à un prix de revient pour ainsi dire nul, par suite de la valeur marchande du noir d'acétylène que nous chiffrons ci-après. C'est celui qui réalise la production de l'hydrogène à meilleur compte.

Ainsi que le fait remarquer justement M. H. de Parville, il est assez curieux d'avoir à constater que l'acétylène qui est un gaz assez lourd, puisque sa densité est voisine de celle de l'air, peut servir à préparer le plus léger des gaz connus.

Par notre procédé, nous obtenons pour 1 m<sup>3</sup> d'acétylène décomposé :

1 m<sup>3</sup> d'hydrogène ;

Et 1 kg de noir d'acétylène.

Il nous permet, en outre, d'obtenir, en variant les conditions d'expérience, d'autres produits chimiques de valeur commerciale importante, sur lesquels je pense insister prochainement avec plus de détails et que je ne fais que signaler aujourd'hui.

### FABRICATION INDUSTRIELLE DU NOIR D'ACÉTYLENE

Il convient maintenant d'étudier le procédé au point de vue industriel.

#### *Appareil industriel.*

L'appareil précédemment décrit n'est qu'un appareil de laboratoire : l'appareil destiné à fabriquer industriellement le noir d'acétylène permettra d'en obtenir facilement de 400 à 500 *kg* par jour, c'est-à-dire de produire par an de 120 à 150.000 *kg* de noir d'acétylène et autant de mètres cubes d'hydrogène.

Est-il possible de fabriquer ainsi industriellement et sans danger cette quantité de noir d'acétylène et de sous-produits ?

#### *Examen des objections au procédé.*

1° *Au point de vue de la matière première.* — La production de l'acétylène est solidaire de celle du carbure de calcium. Or, on fabrique actuellement plus de 200.000 *t* de carbure par an et de nouvelles usines ne cessent de se monter dans les différents pays où la force motrice est à bon marché. On l'obtient en chauffant au four électrique, à la haute température de l'arc, un mélange de chaux et de coke qui sont des matières premières de peu de valeur. Sa production peut donc prendre un développement, en quelque sorte illimité, si nombreuses qu'en soient un jour les applications qui, pour le moment du moins, sont à peu près limitées à l'éclairage.

Pour obtenir 100.000 *kg* de noir d'acétylène et 100.000 *m*<sup>3</sup> d'hydrogène, il suffit de 340 *t* de carbure, c'est-à-dire à peu près le dixième et demi de la production annuelle d'une usine de carbure un peu importante fabricant 3.000 *t*. Le carbure de calcium et, par suite, l'acétylène qui en dérive par la simple action de l'eau sur ce corps, est donc une source de noir commercial aussi abondante que les hydrocarbures les plus communs, au même titre que le pétrole et le gaz de pétrole le sont en Amérique pour les noirs de pétrole.

2° *Au point de vue du danger.* — Nous utilisons les

propriétés explosives de l'acétylène et, à ce point de vue, on peut, *a priori*, soulever des objections sur le danger qui peut en résulter. Examinons quelle en est la valeur en nous référant aux expériences de MM. Berthelot et Vieille.

L'acétylène est réellement dangereux quand il est liquéfié ou fortement comprimé.

Liquéfié, sa pression instantanée de décomposition atteint plus de 5.500 *kg* par centimètre carré et sa force explosive est voisine de celle du coton-poudre. Fortement comprimé à des pressions dépassant 50 *atm*, sa pression de décomposition atteint des valeurs onze fois supérieures à celles de la pression initiale. A 21 *atm*, la pression au moment de la décomposition est encore plus de dix fois supérieure ; mais déjà la vitesse de l'onde explosive est très inférieure à celle d'un mélange tonnant d'oxygène et d'hydrogène.

Si, au contraire, la pression est inférieure à 10 *atm*, et s'abaisse de 10 à 2 *atm*, le rapport des pressions initiales et finales descend au-dessous de 8 et baisse rapidement jusqu'à 4. Il en est de même pour la vitesse d'explosion : ainsi, avec de l'acétylène comprimé à 6 *atm*, elle est moitié moins grande que celle d'un mélange tonnant de gaz de houille et d'air dans un moteur à gaz ; dans ce cas, en effet, la durée de l'explosion est de 66,7 millièmes de seconde, tandis qu'elle n'est que de 33 millièmes de seconde avec le mélange tonnant. Le tableau suivant, extrait de l'étude de MM. Berthelot et Vieille, indique bien ces résultats.

Pression initiale absolue en kil. par cent. carré	Pression en kil. par cent. carré observée aussitôt après l'explosion	Durée de l'explosion en millièmes de seconde	Rapport des pressions initiales et finales
11,23	92,73	26,1	8,24
11,23	91,73	39,2	8
5,98	43,43	»	7,26
5,98	41,73	66,7	6,98
5,98	41,53	45,9	6,94
3,50	18,58	76,8	5,31
3,43	19,53	»	5,63
2,23	10,73	»	4,81
2,23	8,77	»	3,93

On peut dire que la pression, au moment de la dé-

composition de l'acétylène, atteint, pour une pression initiale de :

<i>Pression initiale: en atmosphères absolues</i>		<i>Pression au moment de la décomposition en atmosphères</i>
6 atm	la valeur maximum de	45 atm
5	—	35
4	—	25
3	—	16,5
2,5	—	14,5

Les pressions maxima, dans les limites de pression initiale que nous admettons pour la fabrication du noir d'acétylène, sont donc comparables à celles que l'on constate dans les moteurs à gaz tonnant. Dans ces conditions l'explosion de l'acétylène dans des appareils de résistance convenable ne présente pas plus de danger que l'explosion des mélanges tonnants.

Nous n'atteignons jamais les pressions élevées sous lesquelles sont emmagasinés et transportés l'acide carbonique, le chlore, l'oxygène, l'hydrogène, gaz dont l'emploi est de plus en plus répandu dans le commerce. Nos réservoirs sont soumis à une pression bien moindre que celle des réservoirs des tramways à air comprimé, qui est de 80 atm.

En opérant avec de l'acétylène *seul* sous la pression de 4 atm, la pression dans nos cylindres résultant de la décomposition endothermique de ce gaz n'atteint pas une valeur supérieure à celle qui se produit dans les moteurs à gaz, à pétrole ou à essence et qui se répète à raison d'au moins 80 explosions par minute.

Comme d'autre part nous n'opérons pas avec de l'acétylène pur, mais avec de l'acétylène mélangé d'hydrogène, le mélange que nous employons est moins explosif et la pression finale au moment de la décomposition est moins élevée que si l'on opérait avec de l'acétylène pur auquel correspondent les valeurs maxima précédentes. Nous pouvons donc affirmer que la fabrication du noir d'acétylène est aussi simple et ne présente pas plus de dangers que la conduite des moteurs à gaz tonnant dont l'emploi est universel.

3° *Au point de vue de la production et de la vente du noir d'acétylène.* — Notre appareil industriel per-

mettra de fabriquer de 100.000 à 150.000 *kg* de noir d'acétylène par an. Cette quantité est appelée à être d'un écoulement facile sur le marché.

En effet les emplois des noirs légers actuels sont très variés et considérables. Pour la France seulement on constate, d'après la statistique officielle des douanes de 1897, qu'il y a été importé 905.000 *kg* et qu'il en a été exporté 282.500 *kg*. La production totale relative à notre pays s'élève donc à plus de 1.180.000 *kg* par an. La majeure partie des noirs importés provient d'Allemagne, d'Espagne, de Belgique et des Etats-Unis. Il est impossible de donner des indications précises sur les diverses variétés introduites par ces différents pays, attendu qu'elles ne sont désignées par les douanes que par voie d'assimilation. Les noirs de fumée communs prédominent évidemment : mais les noirs légers de qualité supérieure interviennent encore, dans cette quantité totale de noirs consommés seulement en France, pour une proportion qu'on peut estimer au moins à 250.000 ou 300.000 *kg*.

Les essais du noir d'acétylène décrits ci-après montrent qu'il s'applique très bien à tous les emplois de noirs légers de bonne qualité dont les principaux sont : les encres typographiques et lithographiques, la gravure et la photogravure, les vernis et les laques, les cuirs, les cirages de luxe, les papiers peints, les couleurs, les impressions sur tissus, etc. Il n'est pas exagéré, par suite, en se fondant sur les appréciations de fabricants compétents, de compter sur une vente probable, tant en France qu'à l'étranger, de 100.000 *kg* de noir qu'il est facile de fabriquer, s'il est démontré que le prix de vente ne dépassera pas les prix des qualités de noirs correspondantes.

4<sup>e</sup> *Au point de vue du prix de revient.* — On a objecté que la fabrication du noir d'acétylène ne pouvait être assez économique pour être rendue industrielle, et cela en raison, d'une part, du prix élevé du carbure et, d'autre part, de la valeur peu élevée du noir de fumée. Voici l'objection telle qu'elle figure dans les *Informations Techniques de la Société*. (*Bulletin* de janvier 1900 — Deuxième quinzaine, d'après l'*Engineer* du 11 août 1899). « Le noir de fumée vaut au plus de 50 à « 75 *f* les 100 *kg*. Or le carbure de calcium contient

« environ 40 % de son poids de carbone. Si on admet  
« le prix de 500 f la tonne, les 100 kg de noir, en sup-  
« posant l'utilisation complète, coûteront 125 f de ma-  
« tière seule. Il faudrait donc des avantages bien  
« extraordinaires pour faire passer sur cette énorme  
« différence de prix. Comme le dit le journal dont nous  
« extrayons de ce qui précède, l'acétylène paraît jus-  
« qu'à nouvel ordre plus propre à produire de la lu-  
« mière que du noir. »

La fin de notre communication a pour but de démon-  
trer que cette assertion part de données inexactes et  
qu'au contraire l'industrie naissante du noir d'acéty-  
lène et de ses dérivés est appelée à être au moins aussi  
fructueuse que celle de l'acétylène servant à l'éclai-  
rage.

#### RESULTATS DES ESSAIS DU NOIR D'ACETYLENE

Nous avons déjà montré que le noir d'acétylène,  
par son mode de préparation, était supérieur aux autres  
noirs commerciaux. D'autre part, les avis des négo-  
ciantes les plus compétents, qui en font l'essai, se  
résumant ainsi :

Le noir d'acétylène est un noir nouveau, caractéris-  
tique et spécial ayant sa valeur propre.

Il a pour lui l'avenir d'un grand marché.

Voici les principaux essais qui ont conduit à ces  
conclusions :

Le noir d'acétylène est pur, noir avec une teinte  
légèrement bleutée, sec, privé de matières grasses.  
d'une ténuité et d'une légèreté extrêmes. Il se mêle  
en toutes proportions aux huiles, aux gommes, à la  
dextrine, à la colle et aux essences. Essayé au blanc  
de zinc dans les mêmes conditions que les autres noirs,  
il donne un gris argentin d'un ton absolument uni-  
forme, tandis que les autres donnent un gris de ton  
inégal. Quand il a été mêlé avec de l'huile et qu'on  
applique le mélange sur un buvard, on trouve autour  
du centre noir une tache annulaire bien blanche.

Les peintures à l'huile faites avec ce noir ne laissent  
pas de grumeaux et s'étalent bien régulièrement. Elles  
sont d'un noir franc, onctueux, chaud à l'œil. Expo-

sées à l'air, elles ne changent pas de ton et ne se craquelent pas.

Les encres lithographiques fabriquées avec ce noir présentent les avantages suivants : l'encre couvre bien la pierre et ne l'encrasse pas, ce qui permet de tirer un plus grand nombre d'exemplaires et facilite le travail de l'ouvrier qui n'a pas à nettoyer sa pierre aussi souvent qu'avec les encres fabriquées avec les autres noirs ; de plus, l'encre au noir d'acétylène se distribue mieux, les finesses et les détails viennent également mieux.

Le noir d'acétylène convient également bien pour les encres typographiques et présente l'avantage considérable de donner des encres *d'une composition régulière*, ce qu'il est très difficile d'obtenir avec les autres noirs. Il est employé avec avantage notamment pour l'impression des gravures et des vignettes. J'ai l'honneur de vous présenter quelques épreuves tirées avec une encre typographique au noir d'acétylène, en comparaison avec une encre fabriquée avec le meilleur noir de gaz de pétrole : vous constaterez que la comparaison est loin d'être au désavantage du noir d'acétylène, dont les épreuves sont moins lourdes et ne présentent pas la teinte jaune des autres.

En photogravure et en gravure, le noir d'acétylène présente également une réelle supériorité sur les autres noirs employés (noir léger pur, noir de Francfort, noir Bouju) : les épreuves sont très nettes ; tous les détails et les demi-teintes sont conservés. Les autres noirs donnent des tons plus lourds qu'il faut ensuite baisser au moyen de laque blanche. Le noir d'acétylène évite cet emploi : avec lui la photogravure se rapproche de la gravure.

Le noir d'acétylène préparé à l'eau est superbe et il s'applique naturellement à la photographie au charbon. Il en est de même de son emploi pour l'encre de Chine.

De même pour les cuirs, en particulier ceux de veaux vernis et cirés, où les qualités requises pour les noirs sont d'être de tout premier ordre. Ces noirs doivent être neutres, sans aucune trace de matières grasses, légers, pour se mêler en toute proportion à l'huile et y rester en mélange intime sans former de dépôt, ce

qui arrive avec les noirs lourds ; enfin quand le noir sert à faire un apprêt fluide, ce qui est le cas pour le vernis, il doit être d'un noir franc. Or ces qualités, nous avons vu que le noir d'acétylène les possède au plus haut degré. En outre, pour les cuirs de veau servant à l'exportation, le noir employé doit résister aux températures tropicales : c'est bien ce qui a été constaté avec les peintures au noir d'acétylène qui ne changent pas de ton et ne se craquèlent pas.

Le noir d'acétylène fait de très beaux cirages et remplace avantageusement le noir Bouju.

Pour les vernis gras, on en trouvera également un fort écoulement. Il en est de même pour les impressions sur tissus. Le noir d'acétylène est franchement noir, donne de très beaux gris-enlavage indigo et des gris-réserve sous noir d'aniline, tandis que le noir de fumée est trop roux et ne fournit que des bistres.

Enfin le noir d'acétylène s'applique bien à la fabrication des laques sèches, vu qu'ensuite il se délaye bien à l'eau, à l'encontre du noir d'aniline.

#### VALEUR COMPARATIVE DES DIFFÉRENTS NOIRS

Ainsi donc en parcourant la liste des plus importantes applications des noirs dans l'industrie, sans compter certaines applications spéciales pour lesquelles il est essayé actuellement, on voit que le noir d'acétylène est en mesure de rivaliser avantageusement avec les plus beaux noirs et qu'en raison de sa valeur propre il peut être payé le même prix.

C'est donc avec les noirs fins et non avec les noirs communs qu'il doit être comparé. Les prix de 0,50 f et de 0,75 f qu'indique l'*Engineer* s'appliquent aux noirs communs. Le tableau suivant donne les prix des différentes sortes de noirs relevés exactement :

Noir léger ordinaire. . . . .	0 65 f le kilogr.	} par exemple pour peintures des voitures à voyageurs.
Noir léger fin . . . . .	0 75 —	
Noir d'huile calcinée. . . . .	1 30 —	
Noir de pétrole d'Amérique de 1 50 à 2 f	—	
Noir de lampe calciné . . . . .	2 90 —	
Noir de Bouju. . . . .	3 00 —	
Noir de Francfort . . . . .	de 2 40 à 6 f —	

Les noirs ci-dessus énoncés comportent différentes qualités dont le prix augmente avec le nombre de calcinations qu'ils ont subies.

Nous avons vu que le noir d'acétylène a une valeur au moins égale à celle des plus beaux noirs de gaz de pétrole d'Amérique, qu'il remplace avantageusement le noir Bouju et rivalise avec le noir de Francfort. Son prix de vente ne doit donc pas être au-dessous des autres et, en le fixant à 2 f le kilogramme, nous croyons rester plutôt dans une limite inférieure. Nous montrerons plus loin que ce prix de 2 f pourrait ne pas être la limite réellement inférieure à laquelle on puisse descendre sans que l'exploitation du noir d'acétylène cesse d'être fructueuse.

#### EVALUATION DU PRIX DE REVIENT DU NOIR D'ACÉTYLÈNE

Le prix de vente moyen étant ainsi fixé à 2 f, examinons le prix de revient du noir d'acétylène.

1<sup>o</sup> *Matière première.* — Ce prix de revient dépend essentiellement du prix d'achat du carbure de calcium.

Tout d'abord nous posons en principe que ce serait une erreur économique de fabriquer le noir d'acétylène en dehors d'une usine de carbure de calcium. Ainsi que nous l'avons indiqué au début de cette communication, cette fabrication doit être solidaire de l'usine de carbure et annexée à elle. Deux raisons essentielles l'exigent. C'est d'abord la possibilité d'utiliser *sur place* les résidus, les poussières et, en général, les carbures de rendement inférieur au rendement normal, ce qui permet de réserver pour l'éclairage à l'acétylène les carbures à haut rendement et d'affirmer ainsi une marque de fabrication supérieure. Ensuite ce sont les tarifs élevés de transport du carbure de calcium ; il serait peu économique de faire venir à grands frais, des usines des Alpes et du Jura, le carbure pour le transformer en noir d'acétylène à Paris.

Dans ces conditions, le prix de 500 f la tonne admis dans l'article précité est exagéré, puisqu'il comprend le prix de vente et le prix de transport du carbure et il convient de baser le prix de revient du noir sur celui du carbure pris à l'usine.

Le prix de revient de la tonne de carbure est l'objet d'appréciations très diverses. Il dépend, toutes choses

égales d'ailleurs, surtout du rendement des fours électriques. Dans certaines usines, on n'obtient pas plus de 2,4 kg de carbure par cheval-jour ; d'autres obtiennent 3 kg et plusieurs affirment réaliser 3,33 kg. Il en résulte des différences importantes dans les prix de revient.

Ainsi, dans les usines dont le rendement est de 2,4 kg de carbure par cheval-jour, la tonne revient à 275 f. Pour la même énergie dépensée, une augmentation de rendement correspond à une réduction de prix qui n'est pas moins de 25 0/0 pour un rendement de 3 kg et de 38 0/0 pour un rendement de 3,33 kg au lieu de 2,4 kg. Le prix de la tonne ressort ainsi aux environs de 210 f dans le premier cas et de 180 f dans le second. Du reste, certains constructeurs d'usines et de fours électriques garantissent un prix de revient de 200 f. Afin d'être plus sûr de ne pas nous éloigner de la vérité, nous admettrons pour la tonne de carbure un prix moyen de 250 f.

Nous supposons pour le moment que le carbure employé est de même qualité que celui qui sert à l'éclairage, c'est-à-dire rend 290 l d'acétylène au kilogramme. Il en faut donc 3,4 kg pour produire 1 m<sup>3</sup> de gaz. Comme, avec notre procédé, 1 m<sup>3</sup> d'acétylène donne 1 kg de noir, ce dernier reviendra avec du carbure au prix de 250 f, à :

$$3,4 \text{ kg} \times 0,25 = 0,85 \text{ f.}$$

Ce prix s'abaisserait à 0,68 f si on arrivait à produire couramment le carbure à raison de 200 f la tonne.

2° *Amortissement et entretien de l'installation.* — L'installation nécessaire à la production de 100.000 kg de noir d'acétylène doit comprendre :

Un générateur d'acétylène avec gazomètre capable de donner par jour 350 m<sup>3</sup> de gaz ;

Une pompe ;

Un moteur actionnant cette pompe et manœuvré soit électriquement par une dérivation du courant de l'usine, soit au besoin par le gaz hydrogène obtenu sans frais ;

Un accumulateur où l'acétylène est comprimé par la

pompe pour être envoyé ensuite dans l'appareil à noir d'acétylène. Cet accumulateur est du type de ceux qu'emploie la Société de l'Acétylène dissous, c'est-à-dire qu'il est formé intérieurement de briquettes imbibées d'acétone, de manière à rendre la compression de l'acétylène jusqu'à 10 *atm* absolument sans danger, ainsi que l'a démontré M. Vieille dans son rapport à la Commission d'hygiène ;

Un appareil producteur de noir d'acétylène ;

Enfin les canalisations, les récipients de noir et le gazomètre à hydrogène.

Nous estimons que cette installation nécessite une première mise de fonds d'au plus 50.000 *f*.

L'amortissement et l'entretien de cette installation, comptés à 12,5 0/0 par an, représentent une somme annuelle de 6.250 *f* qui, répartie sur 100.000 *kg* de noir, donne, par kilogramme : 0,0625 *f*.

3° *Main-d'œuvre et frais généraux.* — Il suffira, pour assurer le travail, de cinq ouvriers dont quatre manœuvres et un ouvrier chef.

4 manœuvres à 90 <i>f</i> par mois.....	4.320 <i>f</i>
1 ouvrier chef à 150 <i>f</i> par mois...	1.800
TOTAL.....	6.120 <i>f</i>

Les frais généraux seront très faibles, étant donné que, la fabrication du noir d'acétylène étant annexée à celle du carbure de calcium, il n'en résultera pour les bureaux de l'usine qu'un léger surcroît de travail. Nous les comptons néanmoins à raison de 60 0/0 de la main-

d'œuvre, soit  $\frac{60}{100} \times 6.120 = 3.680$  *f*.

Les frais généraux et la main-d'œuvre se monteront ainsi à 9.800 *f*, c'est-à-dire par kilogramme de noir à

$\frac{9.800}{100.000} = 0,098$  *f*.

4° *Emballages.* — Les emballages se font par fûts de 20 *kg* net, coûtant 1,50 *f* et, par suite, reviennent par kilogramme à 0,075 *f*.

En résumé :  
Le prix de revient du kilogramme de noir d'acétylène s'établit ainsi :

Carbure de calcium .....	0,8500 f
Amortissement et entretien de l'installation .....	0,0625
Main-d'œuvre et frais généraux..	0,0980
Emballages .....	0,0750
TOTAL.....	1,0855 f

Ce prix de revient ne dépassera donc pas 1,10 f par kilogramme.

Il s'établirait à 0,915 f avec du carbure à 200 f.

#### BENEFICE NET.

La vente du noir d'acétylène ayant été estimée à un prix moyen de 2 f le kilogramme, doit, par suite, laisser sur le prix de revient un bénéfice net de :

$$2 - 1.10 = 0.90 \text{ f par kilogramme.}$$

Soit, pour une production de 100,000 kg de noir d'acétylène, un bénéfice net de 90.000 f.

L'usine a, pour cette fabrication du noir, employé 340 t de carbure à rendement normal. Elle réalise donc, en vendant à l'état de noir d'acétylène ce carbure qui lui coûte 250 f, un bénéfice net par tonne égal à :

$$\frac{90.000}{340} = 265 \text{ f.}$$

C'est comme si elle vendait la tonne de carbure :

$$250 + 265 = 515 \text{ f.}$$

Actuellement, ce même carbure, pris à l'usine, est vendu, pour l'éclairage à l'acétylène, à un prix qui ne dépasse pas beaucoup 350 f. Avec notre mode d'utilisation, l'usine, au lieu de gagner 100 f par tonne, en gagnera 265.

On arrive donc à la conclusion suivante absolument contraire aux assertions que nous avons citées :

*Il est plus avantageux de transformer sur place le carbure de calcium en noir d'acétylène que de le vendre directement aux consommateurs pour produire l'éclairage à l'acétylène.*

On peut se demander à quel prix le noir d'acétylène devrait être vendu si, en le fabriquant, l'usine voulait se contenter d'un bénéfice net de 100 et même de 150 *f* par tonne de carbure, correspondant à celui que lui doit donner la vente du carbure servant à l'éclairage.

1 *t* de carbure à rendement normal produit 290 *kg* de noir d'acétylène. Par suite, le bénéfice par tonne de carbure, réparti sur ces 290 *kg* de noir, correspond :

Pour un bénéfice sur le carbure	A un bénéfice par kil. g <sup>r</sup> . de noir
De 150 <i>f</i>	De 0,51 <i>f</i>
De 100	De 0,34

Il suffirait de vendre le kilogramme de noir d'acétylène :

Dans le premier cas :	$1,10 + 0,51 = 1,61$ <i>f</i>
— second —	$1,10 + 0,34 = 1,44$

Ainsi donc, avec du carbure coûtant 250 *f* la tonne, l'usine, même en vendant le noir d'acétylène à raison de 1,50 *f* seulement le kilogramme, aurait encore avantage à s'en annexer la fabrication, puisqu'elle ne gagnerait pas moins qu'en vendant le carbure directement aux consommateurs.

Si le carbure était produit à 200 au lieu de 250 *f*, et ce sera à une date prochaine le prix de revient régulier, le prix du noir pourrait baisser jusqu'à 1,30 *f*, sans que sa fabrication cessât d'être rémunératrice.

En tout cas, ainsi que nous l'avons montré, en raison des cours des autres noirs auxquels le noir d'acétylène est comparable, ce serait en déprécier la valeur de vendre ce nouveau noir à un prix moyen inférieur à 2 *f* le kilogramme.

La fabrication du noir d'acétylène est donc bien une opération industrielle fructueuse. Nous n'avons cependant envisagé jusqu'à présent que le bénéfice donné par la vente du noir seul, et il nous reste à examiner les bénéfices qui résulteront de l'utilisation des sous-produits et qui s'ajouteront au précédent.

### UTILISATION DES SOUS-PRODUITS

1° *Utilisation des résidus et des déchets du carbure de calcium.* — La fabrication du carbure de calcium comporte d'assez nombreux déchets, qu'elle se fasse au four continu ou au four intermittent. Avec le four continu, on peut obtenir des coulées de carbure dont le rendement est inférieur à 265 l d'acétylène, limite au-dessous de laquelle l'Union allemande de l'Acétylène vient de décider que le carbure pourra être refusé. Au four intermittent, le bloc de carbure est recouvert d'une couche de scories contenant encore, avec de la chaux et du coke, une proportion de carbure de calcium assez notable ; on réemploie, il est vrai, dans les charges ultérieures des fours, ces scories avec les portions du mélange non converties, mais on perd ainsi le prix du travail qu'a nécessité la formation du carbure de calcium qu'elles contiennent. En outre, quel que soit le mode de fabrication, le carbure de calcium doit ensuite toujours être livré en morceaux de la grosseur du poing ou d'une noisette, et pour cela être soumis à des concassages et broyages qui donnent lieu à de nombreux fragments et à des poussières. Or, un carbure de première qualité doit être autant que possible emballé exempt de poussières et ne doit, au moment de la réception, renfermer que celles provenant du transport.

Il y a donc, en fait, dans les usines, une quantité notable de carbure dont la fabrication a coûté une dépense inutile. On peut en utiliser une partie en le vendant avec le carbure à rendement normal, ce qui diminue alors la qualité du carbure livré aux consommateurs, et on est obligé de repasser la plus grande partie au four électrique, c'est-à-dire avec une nouvelle dépense d'énergie. Ces déchets ne peuvent, du reste, être gardés longtemps sans emploi, en raison de la décomposition rapide du carbure sous l'action de l'humidité.

Avec notre procédé, ces déchets sont immédiatement transformés sur place en noir d'acétylène et moyennant des frais de transformation minimales sont convertis en un produit marchand valant plus de 1,50 *f* le kilogramme.

A titre d'exemple, supposons que les déchets d'usine s'élèvent à 12 %, soit à 360 *t* pour une production totale de 3.000 *t* de carbure et admettons qu'ils renferment du carbure rendant en moyenne seulement 100 *l* d'acétylène par *kg*, ces 360 *t* de déchets qui autrement auraient été inutilisés seront capables de donner 36.000 *m*<sup>3</sup> de gaz et de produire 36.000 *kg* de noir en même temps que 36.000 *m*<sup>3</sup> d'hydrogène. La valeur de ces déchets est pour ainsi dire nulle : en tout cas, quoi qu'on veuille la chiffrer, elle ne sera jamais comparable à la valeur marchande des 36.000 *kg* de noir d'acétylène.

En outre les 2.640 *t* de carbure restantes auront un rendement minimum qui pourra être garanti par kilogramme à 300 *l* d'acétylène à 0° C. Elles prendront une plus-value appréciable qui, étant seulement de 10 *f* par tonne, donnera encore plus de 25.000 *f* de recettes supplémentaires.

En résumé, l'adoption de notre procédé pour l'utilisation des résidus de carbure permet de supprimer la dépense d'énergie qu'il faut pour les retraiter au four électrique, transforme ces déchets, de valeur à peu près nulle, en un produit d'une réelle valeur commerciale et assure à l'usine une marque de fabrication supérieure par la vente de son carbure absolument garanti de première qualité.

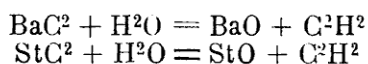
2° *Réutilisation de la chaux.* — Nous ne citerons que pour mémoire la possibilité de réutiliser la chaux résultant de la décomposition du carbure de calcium ; il s'en forme 87,5 % de la quantité de carbure employé, mais à l'état d'hydrate.

Cette chaux, recueillie dans des bassins de décantation, pourrait être facilement régénérée à l'état de chaux vive en la chauffant avec l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène et qui ne coûte rien. On récupérerait ainsi 300 *t* de chaux vive pour 340 *t* de carbure employé, au cas où la chaux amenée à pied d'œuvre reviendrait à un prix assez élevé pour qu'il y

eût intérêt à le voir diminué. Avec un prix de 25 f la tonne, on économiserait 7.500 f.

*Utilisation des carbures alcalino-terreux autres que le carbure de calcium.* — Si la chaux hydratée laissée comme résidu de la fabrication de l'acétylène au moyen du carbure de calcium n'a qu'une valeur négligeable, il n'en sera plus de même des résidus qu'on obtiendra en se servant des autres carbures alcalino-terreux.

M. Moissan a montré qu'on pouvait aussi facilement fabriquer au four électrique du carbure de baryum et du carbure de strontium par l'action de l'arc sur un mélange de charbon et de carbonate de baryte ou de strontiane. Ces deux carbures donnent aussi à froid, par la réaction de l'eau, de l'acétylène pur et, en outre, des oxydes, baryte et strontiane, d'une grande valeur commerciale.



Ces deux carbures n'ont jusqu'à présent reçu encore aucune application industrielle : les gisements de minerais de baryte et de strontiane étant bien moins répandus que ceux de carbonate de chaux, c'est le carbure de calcium qui a été fabriqué exclusivement jusqu'ici pour la production de l'acétylène servant à l'éclairage, par suite du prix peu élevé des matières premières et du peu d'intérêt qu'il y a à garder le résidu de chaux.

Il en est autrement du moment qu'on utilise l'acétylène *dans l'usine même de carbure*, comme notre procédé a pour but de le faire. Dans ces conditions la production du noir d'acétylène et de ses dérivés s'associe à la fabrication de la baryte et de la strontiane et le rendement industriel est ainsi intégralement réalisé.

Prenons comme exemple la baryte : ses emplois sont nombreux; nous ne citerons que celui de la préparation de l'oxygène par le procédé Brin et celui de l'hydrate de baryte cristallisé,  $\text{BaO} + 9\text{H}^2\text{O}$ , en sucrerie. Les fabriques de sucre en consomment de 1.5 à 2 kilos par tonne de betteraves : une fabrique qui travaille 20 millions de kilogrammes de betteraves par an emploierait donc de 30 à 40 t de cet hydrate cristallisé.

Or 1 t de carbure de baryum permet d'obtenir 950 kg

de baryte anhydre ou près de 2 t (1,954 t) d'hydrate cristallisé et 138 kg de noir d'acétylène. La vente du noir paierait la presque totalité du prix de revient de la tonne de carbure et les 2 t de baryte cristallisée seraient à peu près tout bénéfice ; actuellement, cette baryte hydratée vaut de 250 à 280 f la tonne. On peut donc espérer réaliser de plus grands avantages industriels en transformant le carbonate de baryum en carbure et celui-ci en baryte et en noir d'acétylène qu'en continuant à employer les procédés actuels de fabrication de la baryte.

4° *Utilisation de l'hydrogène.* — Nous avons constaté que le volume d'hydrogène recueilli après la décomposition en vase clos de l'acétylène était égal au volume de ce gaz ; en même temps qu'on obtient 100.000 kg de noir on recueille 100.000 m<sup>3</sup> d'hydrogène.

Cet hydrogène, sous-produit de la fabrication du noir, a un prix de revient nul et peut se vendre par suite à un prix inférieur à celui qui a été atteint jusqu'à ce jour. On le vendra avec profit tout comprimé à raison de 0,40 f le mètre cube : en en déduisant les frais de compression qui se monteront au maximum à 0,10 f, on en tirera donc par mètre cube un bénéfice de 0,30 f. En tenant compte de l'hydrogène qui est utilisé dans la réaction de décomposition de l'acétylène, il nous reste 75.000 m<sup>3</sup> d'hydrogène disponibles qui, vendus, représenteraient un bénéfice de

$$75.000 \times 0,30 \text{ f} = 22.500 \text{ f}.$$

Jusqu'à ce jour les emplois industriels de l'hydrogène avaient été des plus restreints en raison de son prix de production trop élevé. Préparé au moyen du fer et de l'acide sulfurique, il coûte plus de 2 f le mètre cube. Mais, préparé au moyen de l'électrolyse de l'eau, son prix de revient s'abaisse à 0,54 f le mètre cube et le prix de vente est de 0,80 f.

Grâce à cette diminution considérable, l'application de l'hydrogène à l'aérostation militaire est devenue générale dans les principaux pays civilisés. On le transporte comprimé dans des cylindres en acier sous une pression de 150 à 200 atmosphères. Ces tubes, qui pèsent une trentaine de kilogrammes, ont une longueur

d'un peu plus de 2 m et un diamètre d'environ 0,12 m. Ils contiennent chacun un volume variant de 5 à 5,4 m<sup>3</sup>. Les parcs aérostatiques, en Allemagne, notamment, comprennent deux ballons captifs, douze voitures à gaz contenant chacune vingt cylindres, deux chariots de matériel et un chariot-treuil. Chaque ballon a une capacité de 600 m<sup>3</sup> environ. Il faut six voitures à gaz pour le gonfler et l'opération dure de 20 à 25 minutes. Aussitôt vidées, les voitures vont se réapprovisionner auprès de la *colonne de gaz* qui marche avec les sections de munitions en tête des convois.

En France on emploie également les voitures à hydrogène comprimé : elles sont dues au commandant Renard de Chalais-Meudon. Dans la campagne Sud-Africaine actuelle, les Anglais emploient avec succès les ballons militaires gonflés à l'hydrogène.

D'après les données précédentes, on voit que le gonflement de deux ballons exige, pour deux ascensions, 2.400 m<sup>3</sup> de gaz qui coûtent, rien que comme prix du gaz,  $2.400 \times 0,80 f = 1.920 f$ . Avec l'hydrogène préparé par notre procédé, ce volume de gaz coûterait moitié moins cher, soit seulement 960 f.

L'hydrogène à bon marché recevra également des applications importantes pour le chauffage dans toutes les industries qui emploient le chalumeau à gaz et qui ont besoin de chauffer les pièces dans une atmosphère de gaz pur.

Il est enfin une autre application qui peut, dans un avenir prochain, prendre un développement considérable, si les premiers essais déjà faits se confirment industriellement. Ce sont les accumulateurs électriques à gaz oxygène et hydrogène comprimés qui, dès que leur réalisation sera devenue pratique, remplaceront les accumulateurs au plomb, si encombrants, si coûteux d'entretien et dont néanmoins l'emploi est général dans toutes les branches de l'industrie électrique.

L'hydrogène à bas prix, telle est la condition essentielle pour que les applications diverses de ce gaz prennent tout le développement qu'elles comportent. Notre procédé, où l'hydrogène est un sous-produit, donne la solution la plus simple de ce problème.

## RÉSUMÉ

Notre procédé de fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés par la décomposition de l'acétylène en vase clos est un procédé industriel nouveau qui, appliqué dans une usine de carbure, permet :

1° D'obtenir sans pertes un noir commercial de valeur au moins égale à celle des plus beaux noirs déjà connus ;

2° D'utiliser sur place les résidus et déchets des carbures de calcium et d'assurer ainsi aux usines une marque de fabrication supérieure, les carbures vendus pouvant être absolument garantis de première qualité ;

3° De réaliser par la transformation sur place des carbures de calcium à l'état de tout-venants un bénéfice au moins égal à celui que donne la vente directe de ces carbures pour l'éclairage à l'acétylène ;

4° D'utiliser les autres carbures alcalino-terreux, notamment le carbure de baryum, qui n'ont encore reçu aucune application industrielle : la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés payant à peu près les frais de fabrication du carbure et le résidu, la baryte, dont l'importance commerciale est considérable, pouvant être obtenu à un prix de revient inférieur au prix de revient actuel ;

5° D'obtenir comme sous-produits des corps de valeur commerciale importante et notamment de l'hydrogène, en résolvant ainsi le problème de la production de ce gaz à bon marché, son prix de vente pouvant être bien inférieur à ceux auxquels on peut arriver par les autres procédés même les plus récents.

Pour ces diverses raisons, la fabrication du noir d'acétylène et de ses dérivés est destinée à prendre, dans un avenir prochain, un grand développement industriel. Elle est appelée à suivre les progrès de l'industrie des carbures alcalino-terreux, de même que l'industrie si florissante du noir de pétrole a suivi celle des pétroles d'Amérique.

J'ai cru bien faire, Messieurs, d'apporter à la Société les premiers résultats de mes recherches sur le noir d'acétylène et ses dérivés : ils permettront peut-être de développer en France, plus qu'elle ne l'a été jusqu'à ce jour, une branche importante de l'industrie chimique.

## **SUR UN APPAREIL**

DÉNOMMÉ

# **Transformateur Universel**

Par M. J. ROVERSI

Professeur à Bologne

---

### *Principe de l'appareil.*

Si on fait arriver de l'acétylène dans un manchon muni à sa partie supérieure d'une ouverture fermée par une toile métallique à mailles de  $\frac{1}{3}$  de millimètre au plus, et à sa partie inférieure d'une autre ouverture qui soit de  $\frac{2}{3}$  environ plus petite que la première, l'acétylène, allumé au-dessus de la toile métallique, donne une flamme absolument exempte de fumée et possédant un pouvoir calorifique qui varie avec le rapport entre le débit du gaz et la surface de la toile.

Si cette surface est trop grande, on la réduit dans une mesure convenable en en masquant une partie au moyen de disques métalliques qu'on pose sur la toile. Si au contraire la surface de la toile est trop petite eu égard au débit du brûleur, on diminue ce débit de manière à ce que la flamme donne le maximum de chaleur sans qu'il y ait production de fumée par suite de combustion incomplète, et sans que, d'autre part, la toile métallique rougisce, ce qui se produit d'autant plus facilement que la pression du gaz est plus forte. On aurait, dans ce cas, combustion à l'intérieur du manchon, avec production d'une flamme très fuligineuse. Il faudrait alors éteindre le bec et le rallumer immédiatement après.

C'est en me fondant sur ces observations pratiques que j'ai construit l'appareil auquel j'ai donné le nom de *transformateur universel*, parce qu'il permet d'obtenir une flamme chauffante avec un brûleur quelconque débitant l'acétylène sous n'importe quelle pression.

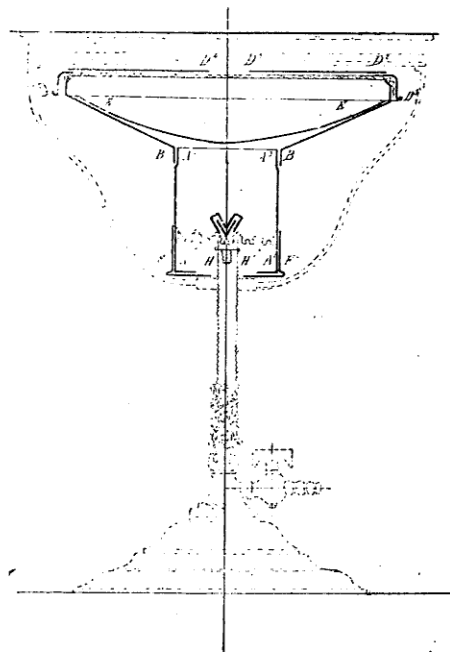


Fig. 1.

*Détails de construction.*

Un manchon  $AA_1 A_2 A_3$  (*fig. 1*) d'environ 5 centimètres de diamètre et 6 centimètres de hauteur, s'emboîte dans un tronc de cône  $BB_1 DD_3$ , à angle très ouvert, et dont le diamètre  $DD_3$  peut varier de 5 à 30 centimètres, suivant la puissance du bec que l'on veut employer. La toile métallique  $D' D_2$  est maintenue en place par un anneau  $DD' D_2 D_3$  formant serrage, mais pouvant cependant se retirer à la main. Enfin un diaphragme  $EE$ , de forme concave, et destiné à mieux diviser le mélange de gaz et d'air qui arrive à la surface de la toile, est maintenu à une

distance convenable des parois au moyen d'appuis sur lesquels il repose.

En prenant le diamètre  $DD_3$  égal à 11 centimètres, on a un transformateur qui, moyennant l'emploi de disques métalliques et avec un réglage convenable du débit de gaz, peut servir pour tous les becs consommant depuis 10 litres jusqu'à 60 litres à l'heure.

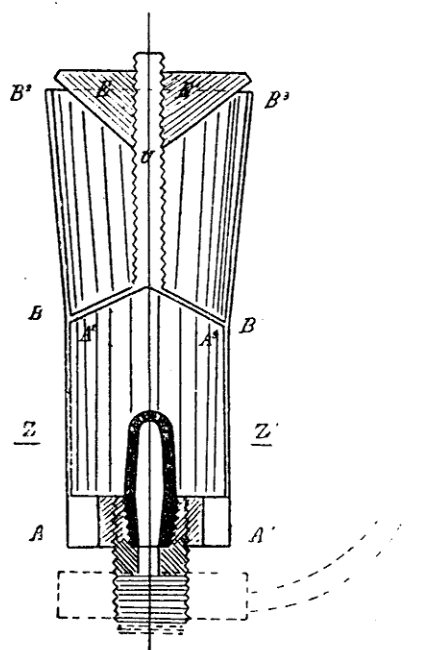


Fig. 2.

Il est bien entendu que le brûleur doit être introduit dans le manchon  $AA_1 A_2 A_3$  avant l'allumage. Le manchon lui-même peut, soit reposer sur un épaulement  $FF'$ , soit être vissé directement sur le porte-bec  $HH_1$ . Une grille en métal s'appliquant à la partie supérieure de l'appareil permet d'utiliser celui-ci comme fourneau.

On peut — et je crois que cette remarque n'avait pas été faite jusqu'à présent — obtenir une flamme encore plus chaude sans augmenter la consommation d'acétylène. Il suffit pour cela de donner au manchon  $AA_1 A_2 A_3$  un diamètre de 2 centimètres seule-

ment, de réduire à 3 centimètres le diamètre de la grande base du tronc du cône, et de remplacer la toile métallique et le diaphragme par un cône  $EE_1$ , pouvant se déplacer verticalement au moyen d'une vis U (*fig. 2*). Pour employer ce dispositif, que j'appelle *transformateur à flamme forcée*, il faut régler la position du cône  $EE_1$  de manière à obtenir une flamme d'une belle teinte rosée, qui correspond au maximum de puissance calorifique. Ce réglage s'effectue aisément avec un peu d'habitude. Dans ce cas, la pression du gaz doit être d'au moins 30 centimètres, tandis qu'avec le transformateur à flamme non forcée, on peut opérer à une pression quelconque.

La flamme obtenue avec le transformateur à haute pression produit un bruit notable, ce qui n'a pas lieu avec le transformateur à basse pression.

Si l'acétylène se trouve mélangé d'un peu d'air, il en résulte un léger crépitement, mais aucune conséquence fâcheuse. Peut-être y aurait-il là une application pour les moteurs à acétylène.

On peut construire les transformateurs qui viennent d'être décrits avec tels matériaux que l'on voudra, à condition qu'ils résistent à des températures élevées. On peut aussi disposer ces appareils horizontalement; leur fonctionnement reste le même, il suffit dans ce cas que le tuyau d'amenée de l'acétylène soit relié convenablement au cylindre de prise d'air.

# Sur les applications de l'acétylène

## A LA PRODUCTION DE LA FORCE MOTRICE

par M. H. CUINAT

Administrateur délégué de la Compagnie Française des Carbures  
de calcium, à Séchillienne.

---

Jusqu'ici, les applications de l'acétylène à la production de la force motrice sont, pour ainsi dire, en France, restées dans le domaine expérimental. Il n'en est pas de même en Allemagne, où il a déjà été installé un certain nombre de ces machines.

Lorsque l'éclairage à l'acétylène aura conquis la place qu'il est en droit d'avoir, auprès du gaz et de l'électricité, et lorsque ce gaz sera distribué comme ces derniers agents d'éclairage, son utilisation pour la production de la force motrice viendra d'elle-même.

D'autre part, les prix réduits auxquels le carbure de calcium paraît devoir atteindre faciliteront d'autant plus cette application du nouveau gaz.

L'acétylène étant doué d'un grand pouvoir calorifique, convient parfaitement à la production de la force motrice par l'emploi des mélanges tonnants.

D'après M. Gréhant, un mélange d'air et d'acétylène, dans les proportions de 1 pour 1 et de 2 pour 1, donne une flamme fuligineuse. L'explosion commence à se produire avec la proportion de 3 volumes d'air pour 1 de gaz acétylène, mais la combustion est incomplète et il se forme un dépôt de charbon.

Avec 1 d'acétylène et 4 d'air, la détonation devient plus forte et sans dépôt de charbon.

La force explosive atteindrait son maximum avec

1 volume de gaz pour 12 d'air, et le mélange cesserait d'exploser quand il y aurait 20 volumes d'air.

Il s'agit ici de volumes à la pression atmosphérique. Dans les moteurs où le mélange est comprimé à des pressions variant de 8 à 12 kilos, celui-ci s'enflamme parfaitement, ainsi que nous le verrons plus loin, en employant non seulement la proportion de 1 volume d'acétylène pour 20 d'air, mais celle de 1 d'acétylène pour 25 d'air; on est même allé jusqu'à 1 pour 30.

D'après M. Le Chatelier, la vitesse de la propagation de la flamme de l'acétylène est de 0 m. 18 par seconde pour un mélange de 2,9 % d'air. Pour 8 %, la vitesse est de 5 mètres, et à 10 % elle est de 6 mètres, dépassant de beaucoup celle donnée par un mélange de 1 volume de gaz de houille pour 10 d'air.

La température d'inflammation est voisine de 480°, par suite beaucoup plus basse que celle des autres gaz combustibles chez lesquels elle est, pour la plupart, de 600°. On enflamme sans difficulté des mélanges explosifs d'acétylène enfermés dans des tubes de verre en chauffant ceux-ci pendant un moment avec la lampe à alcool; l'explosion se produit bien avant le ramollissement du verre.

La température de combustion est beaucoup plus élevée que celle des autres gaz; brûlé avec son volume d'oxygène, il donnerait une température d'environ 4,000 degrés, soit 1,000 degrés de plus que la flamme du mélange oxhydrique. Enfin, son pouvoir calorifique est de 14.340 calories par mètre cube mesuré à 0° et à 760 m/m.

En résumé, l'acétylène est doué d'une grande vitesse de propagation de la flamme, d'une très basse température d'inflammation, d'une température très élevée de combustion, et d'un haut pouvoir calorifique. Les explosions sont, en outre, très violentes, en raison de la chaleur produite dans la réaction.

Je ne rappelle ces phénomènes que pour mémoire, car ils sont connus.

Voici quels sont, à ma connaissance, les résultats des différents essais qui ont été faits, jusqu'à ce jour,

pour l'emploi de l'acétylène à la production de la force motrice :

J'ai procédé, au commencement de mai 1896, à des expériences dont les résultats ont été publiés. Je les rappellerai ici sommairement.

Le moteur dont je me suis servi était du cycle à 4 temps, avec distributions par soupapes, et inflammations électriques par pile et bobine d'induction. La puissance au gaz de houille était de 6 chevaux effectifs. Ce moteur était alimenté par un gazogène à acétylène de mon système.

La pression du gaz était de 80 m/m.

Le mélange explosif était introduit dans le cylindre dans la proportion de 1 partie de gaz pour 20 d'air.

Je n'ai pas obtenu avec l'acétylène une puissance supérieure à 6 chevaux. A celle-ci, la consommation de gaz acétylène par cheval-heure effectif a été trouvée de 175 litres, alors qu'elle était avec le gaz d'éclairage ordinaire de 516 litres.

Les diagrammes pris pendant la marche au gaz acétylène ont démontré que, pour une compression de 8 kilogr., la pression maxima était de 29 kilogr. par centimètre carré.

M. Ravel a fait, au mois de juin 1896, une communication au Congrès de la Société technique de l'Industrie du Gaz en France, sur l'emploi de l'acétylène à la production de la force motrice.

Pour un moteur de 2 chevaux, de son système, à 2 temps, alimenté par un gazogène système Victor Fournier, M. Ravel a trouvé une consommation de 453 litres d'acétylène par cheval-heure effectif, à la pression de 160 m/m.

Enfin, et ce sont là les résultats les plus nouveaux, la *Gaz motoren Fabrik Deutz*, de Cologne-Deutz, a procédé, ces temps derniers, à d'intéressants essais sur des moteurs à gaz acétylène.

Le gaz était produit par un gazogène de la Société générale de carbure et acétylène de Berlin.

La machine était un moteur horizontal Otto de 3 chevaux, identique aux moteurs de ce système, marchant au gaz de ville ; la distribution se faisait par soupapes et l'allumage était électro-magnétique.

La pression, dans le gazogène à acétylène, était de

100 à 150 m/m ; elle a été régularisée à un minimum de 60 m/m par un appareil antifuuctuateur, avec soupape réductrice, système Schrabetz.

Les essais ont duré 5 heures à pleine charge, ce qui est un essai industriel, et il a été constaté une consommation de gaz de 225 litres à 15° centigrades, ce qui représente 213 litres à 0°.

Il m'a été communiqué un diagramme de cette marche, sur lequel on remarque que, pour une compression de 12 kilog. 59, la pression maxima a été de 43 kilog. 6 et la pression finale à l'échappement de 3 kilog. 87.

Les proportions du mélange explosif n'ont pu être exactement déterminées, attendu qu'il n'avait pas été pris de dispositions pour mesurer le volume d'air aspiré dans le cylindre, mais en mesurant par diagramme la dépression dans le cylindre et en tenant compte des dimensions mêmes du cylindre, il a pu être établi que les proportions du mélange de gaz acétylène et d'air étaient de 1 pour 25 jusqu'à 1 pour 30.

La *Gas motoren Fabrik Deutz* a déjà, paraît-il, vendu un certain nombre de moteurs à acétylène. Ceux-ci sont essayés avant de quitter les ateliers : 1° à vide ; 2° à faible charge ; 3° à pleine charge. Il n'a pas été constaté de difficultés dans l'emploi du gaz acétylène.

Je suis heureux de constater que les essais de Deutz concordent, sur plusieurs points, avec ceux que j'ai faits antérieurement.

Ainsi, dans le travail indiqué, le rapport de la compression à la pression maxima, que j'ai trouvé de 8 : 29 et qui est de 12,59 : 43,6 dans le diagramme de la *Gas motoren Fabrik*, correspond, pour le premier, à 5 : 18 environ, et, pour le second, à 5 : 17 environ.

La proportion du mélange était, dans mes expériences, de 1 pour 20, et, dans celles de Deutz, elle est de 1 pour 25.

Enfin la pression, dans mon gazogène, était de 80 m/m, tandis que la *Gas motoren Fabrik* avait 60 m/m. Ainsi donc dans les deux séries d'expériences la pression ordinaire des appareils à acétylène a été trouvée trop forte et réduite à une pression à peu près semblable.

Il est maintenant possible de se procurer du carbure de calcium donnant 300 litres de gaz acétylène par kilogramme, au prix de 400 francs la tonne rendu.

A la pression moyenne de 70 m/m, le kilog. de carbure de calcium donnerait 298 litres de gaz.

Il en résulte par suite que la dépense par cheval-heure effectif, dans les petits moteurs, est de 0 fr. 302.

Cette dépense s'abaisse à 0 fr. 235 pour les moteurs de moyenne puissance.

A ce prix, donc, la dépense de la force motrice par l'acétylène est sensiblement la même que celle de la force motrice produite par le gaz de ville.

On peut donc dire que l'on est arrivé à domestiquer les mélanges tonnants d'air et d'acétylène aux pressions de 50 à 100 m/m, pour les utiliser pratiquement à la production de la force motrice.

---

## **QUATRIÈME PARTIE**

*Questions administratives et commerciales*



# Décisions de l'Union Acétylénique Allemande

## AU SUJET DE LA VENTE DU CARBURE

---

### PRIX

Le prix se fixe par 100 kilos et s'entend emballage compris à moins d'autres indications. Comme emballage on prendra des bidons de 100 kilos en tôle de l'épaisseur prescrite par les règlements des Sociétés de transport, hermétiquement fermés et impénétrables à l'air et à l'eau.

Pour tout autre mode d'emballage, les prix doivent être indiqués spécialement.

### QUALITE

Le carbure de commerce doit être d'une telle qualité que le rendement moyen de chaque livraison soit au minimum de 290 lit. d'acétylène non purifié par kilogramme de carbure, à la température de 15° C., et sous la pression de 760 m/m. Les limites d'approximation de l'analyse sont 2 0/0. Un carbure donnant moins de 290 lit. doit être accepté par l'acheteur pourvu que le rendement ne soit pas inférieur à 265 litres (avec la latitude d'analyse indiquée ci-dessus de 2 0/0). Toutefois, l'acheteur a le droit de soumettre le prix à une réduction procentuelle et en outre d'en déduire le surcroît des frais de transport jusqu'au lieu de paiement. Un carbure d'un rendement inférieur à 265 litres peut ne pas être accepté.

Le carbure ne doit pas être livré en morceaux plus gros que le poing, d'autre part il ne doit pas renfer-

mer plus de 5 % de poussier. Par poussier, on entend tout ce qui passe à travers un tamis à mailles d'un millimètre carré.

#### MÉTHODE POUR FIXER LA QUALITÉ

Pour juger la qualité, il faudra prendre un échantillon d'au moins 10 % de chaque partie. La façon de prélever l'échantillon et de faire l'analyse est réglée par les prescriptions suivantes :

1° L'échantillon doit être prélevé par des représentants des deux parties ou bien par un expert désigné une fois pour toutes par l'Union Acétylénique allemande.

2° De chaque bidon on prélèvera à deux endroits différents (au milieu, puis en bas ou en haut) un échantillon de carbure d'un poids total de 500 grammes. On se servira d'une pelle et non pas de la main. Cet échantillon est introduit immédiatement dans une ou plusieurs boîtes en fer blanc, qui doivent aussitôt ensuite être soudées, ou bien dans un flacon en verre bouché à l'émeri. Le couvercle ou le bouchon doivent être cachetés. Toute autre manière de conserver des échantillons de carbure, boîtes en carton, caisses, etc..., est interdite.

3° L'analyse doit être faite d'après les méthodes stipulées par l'Union Acétylénique allemande. En présence de chiffres d'analyses non concordants une nouvelle analyse doit être faite par l'Union et celle-ci est concluante.

Les frais de l'analyse concluante incombent au parti perdant.

# De l'uniformisation des mesures

## DANS L'INDUSTRIE DE L'ACÉTYLÈNE

par M. J. SABATIER

Constructeur à Paris

---

Il ne me sera pas nécessaire d'insister longuement sur la commodité pour nos travaux et sur les avantages pour les transactions, qui résulteraient de l'adoption de mesures internationales.

Autour de nous de récents Congrès reconnaissent l'unification des règles comme une des premières questions à traiter et je rappellerai seulement que les rapides progrès de l'électricité sont en partie dûs à l'adoption des unités internationales : volts, ampères, etc, etc.

L'usage s'est maintenant établi de donner la puissance d'un générateur d'acétylène par le nombre de becs qu'il peut alimenter ; cette méthode n'est pas précise et elle restera arbitraire tant qu'on n'aura pas fixé le débit des becs et la durée de leur allumage. Les uns emploient les becs de 10 ou 20 litres, les autres les font brûler quatre ou six heures.

Or le bec de 20 litres, à la pression moyenne de 8 cent., brûlant pendant cinq heures, se recommande particulièrement comme unité, car le volume consommé par trois de ces becs représente 300 litres, c'est-à-dire le rendement moyen d'un kilogramme de carbure.

La puissance d'un appareil pourra donc être indifféremment donnée en poids de carbure qu'il peut décomposer sans recharge ou en becs : le générateur de 5 kilos sera équivalent à celui de 15 becs de 20 litres brûlant 5 heures.

*Proposition.* — Que le Congrès, affirmant la nécessité d'unifier la mesure de puissance des générateurs, par sa haute autorité, en sanctionne l'usage.

J'arrive ainsi à réclamer l'attention du Congrès sur l'emploi des mesures décimales dans l'acétylène. Non seulement les nations ayant le système métrique, mais les pays allemands emploient dans les sciences nos unités, l'Allemagne vient même d'adopter l'échelle centigrade pour le thermomètre ; notre motion ne s'adresse donc qu'à la Grande-Bretagne et aux Etats-Unis qui pourraient dans leurs expériences, comme dans leurs catalogues, remplacer les pieds cubes par des litres, les pouces de pression barométrique par des centimètres et les onces par des grammes.

*Vœu.* — Que nos collègues, congressistes anglais et américains (1) pénétrés des avantages de mesures internationales insistent auprès de leurs compatriotes pour que leur emploi soit aussi rapide que général.

Il ne nous restera plus que la bougie (2) ou unité de lumière à adopter plus tard pour que le résultat soit complet.

---

(1) Sir Vivian B. Lewes, dans ses beaux travaux sur l'acétylène, donne les résultats de ses expériences en mesures décimales.

(2) La bougie Hefner (quart de carcel) équivaut à 2.5 bougies décimales.

**RÈGLEMENTATION**  
**du Commerce général du Carbure de calcium**  
sur la base d'un rendement  
garanti par les usines fabriquant ce produit  
par M. PETIT-PIERRE  
Industriel à Roanne

---

Une des questions les plus importantes pour le commerce du carbure de calcium est, sans contredit, celle de la qualité.

Dès le début, les fabricants se sont à peu près mis d'accord sur la base d'un rendement commercial qui est 300 litres de gaz acétylène par kilogramme de carbure, à la pression de 760 m/m et à la température de 15 degrés centigrades ; mais cette mesure n'est pas suffisante, à mon avis, surtout en ce qui concerne la vérification des résultats ; il me semble qu'aujourd'hui, avec les procédés beaucoup plus perfectionnés au moyen desquels on obtient le carbure et après les tâtonnements du début de la fabrication industrielle, on doit pouvoir généraliser, d'une façon à peu près complète, les garanties de rendement que l'acheteur et le consommateur sont en droit d'exiger des industriels.

Je crois donc devoir soumettre un projet concernant le rendement commercial du carbure de calcium et les garanties nécessaires pour sauvegarder les intérêts en cause.

*Rendement exigible*

Le carbure devra rendre 300 litres de gaz acétylène pur par kilogramme à la pression de 760 m/m

et à la température de zéro.

#### *Rendements inférieurs*

Tout acheteur ou consommateur aura le droit de refuser le carbure lorsque le rendement sera inférieur à 270 litres.

Dans le cas où le rendement constaté serait intermédiaire entre 270 litres et 300 litres, l'acheteur et le consommateur auront le droit d'exiger une diminution proportionnelle qui sera la suivante :

Rendement de 270 à 279 lit.	3 fr. aux $\frac{1}{10}$ kil, sur le px du marché
— 280 à 289 »	2 fr. — —
— 290 à 299 »	1 fr. — —

#### *Vérification du rendement*

La vérification du rendement devra être faite de la façon suivante :

Le Syndicat professionnel d'Acétylène de France, dont le siège est à Paris, sera seul compétent pour trancher les différends survenant entre acheteurs et vendeurs de carbure, au sujet du rendement.

Les deux parties s'engagent d'avance à accepter sans recours le jugement rendu par le Syndicat professionnel d'Acétylène de France.

Pour ce faire, les deux parties en litige désigneront chacune un représentant, lesquels s'adjoindront une tierce personne. La commission de trois membres, ainsi constituée, sera chargée de faire parvenir au Syndicat professionnel des échantillons du carbure à examiner. La prise et l'envoi de ces échantillons devront être faits ainsi qu'il suit :

La commission fera ouvrir devant elle, à son gré, plusieurs fûts, après s'être assurée qu'ils font bien partie du lot à examiner. Le carbure sera pris au moyen d'une pelle, dessus, au milieu et dessous, en quantité suffisante pour faire trois échantillons de 5 kilos provenant de plusieurs fûts ; ce carbure sera immédiatement mis dans des petits bidons hermétiquement fermés et dont l'ouverture sera soudée avec soin. Les fermetures devront être munies de cachets de sûreté.

Tous les autres modes d'emballage seront refusés.

La commission fera parvenir au Syndicat professionnel d'Acétylène à Paris ces trois échantillons, le Syndicat fera immédiatement procéder à l'analyse de rendement par un chimiste qu'il désignera et qui lui adressera un rapport aussitôt l'expérience faite.

Le Syndicat communiquera le résultat de l'analyse aux deux parties intéressées et ce jugement, quel qu'il soit, sera accepté sans recours.

Les deux parties devront s'y soumettre et tiendront compte, pour le refus de la marchandise ou pour la bonification à faire, de ce qu'il est dit à l'article « Rendements inférieurs ».

#### *Grosseurs du carbure*

Pour les différentes grosseurs du carbure, on peut, dès aujourd'hui, d'après les nombreux systèmes d'appareils employés pour produire l'acétylène, déterminer d'une façon à peu près complète les grosseurs.

Il conviendrait donc, pour donner plus de développement au commerce du carbure, d'être d'accord une fois pour toutes sur les dimensions usitées ; le tableau suivant indique les grosseurs employées et pour lesquelles je propose au Congrès de faire accepter les appellations :

Tout venant	morceaux	de 6 à 10 c/m
Concassé	n° 1	» de 4 à 6 c/m
—	n° 2	» de 2 à 3 c/m
—	n° 3	» de 1 à 2 c/m
Granulé	n° 1	» de 8 à 10 m/m
—	n° 2	» de 6 à 8 m/m
—	n° 3	» de 4 à 6 m/m
—	n° 4	» de 2 à 4 m/m
—	n° 5	» de 1 à 2 m/m

Toutes ces grosseurs de carbure devront donner le rendement indiqué à l'article « Rendement exigible. »

#### *Majorations pour concassage et granulation*

Seules, les grosseurs suivantes subiront une majoration sur le prix du tout venant, comme plus-value

de main-d'œuvre pour le concassage et la granulation du carbure :

Concassé n° 3 de 1 à 2 m/m	0.50 aux % kgs
Granulé n° 4 de 8 à 10 m/m	1.00 »
— n° 5 de 6 à 8 m/m	
— n° 6 de 4 à 6 m/m	2.00 »
— n° 7 de 2 à 4 m/m	
— n° 8 de 1 à 2 m/m	3.00 »

#### *Poussier*

Tout ce qui sera en dessous d'un millimètre, c'est-à-dire tout ce qui se passera dans un crible dont les mailles présentent une ouverture moyenne de 1 m/m carré, sera considéré comme poussier, et n'importe quel genre de carbure ne devra pas en contenir plus de 5 0/0.

\*  
\* \*

Voici, d'une façon à peu près complète, les bases générales sur lesquelles l'industrie et le commerce du carbure de calcium devraient, à mon avis, se rallier et, pour mettre la chose au point, je propose au Congrès de nommer une commission chargée d'étudier dans ses détails l'ensemble de mon projet, de le compléter s'il y a lieu, et d'en faire une nouvelle rédaction, en tenant compte des avis et renseignements des parties intéressées, de faire procéder à un projet définitif, de le soumettre et de le faire adopter par tous les industriels et par les principaux négociants en carbure.

Dé cette façon, tous ceux que l'acétylène intéresse sauront à quoi s'en tenir et de nombreuses difficultés seront évitées à ceux qui se préoccupent, à juste titre, de l'avenir de cette belle industrie.

**DETERMINATION DÉFINITIVE**  
**du mode d'emballage à employer**  
**pour le transport du carbure de calcium**  
**par M. PETIT-PIERRE**  
**Industriel à Roanne**

---

Une des questions également très importantes qui intéressent les fabricants et les négociants de carbure, ainsi que les consommateurs, et qui a besoin d'une réglementation définitive, est certainement celle des emballages servant à transporter ce produit.

Par suite des nombreux inconvénients résultant de la défectuosité et de la mauvaise fabrication des emballages qui ont souvent été employés, combien d'ennuis l'acheteur, le consommateur et souvent, par contre-coup, l'industriel, n'ont-ils pas éprouvés ?

Tous les acétylénistes ont pu s'en rendre compte, aussi serait-il absolument nécessaire que des mesures fussent prises pour éviter ces inconvénients.

Mais ce problème implique la solution de plusieurs questions :

Les prix de transport étant très élevés, et le poids des emballages payant comme pour le carbure, il semble de prime abord qu'un emballage très léger s'impose.

D'un autre côté, un emballage très léger peut-il supporter les chocs d'un long trajet en chemin de fer et de la manutention que nécessitent le chargement et le déchargement ? Je ne le crois pas, et pourtant il faut concilier les parties intéressées. Je viens donc soumet-

tre un projet basé sur l'expérience et qui, je l'espère, aura pleinement l'acceptation des acétylénistes.

Auparavant, je dois dire quelques mots des frais que nécessitent au consommateur les emballages vides qui sont retournés au remplissage et qui sont l'objet de nombreuses réclamations de part et d'autre, car, là non plus, ce qui existe ne saurait donner satisfaction à personne.

Les vendeurs de carbure ont différentes façons de facturer ou de ne pas facturer l'emballage, de le reprendre rendu franco gare d'expédition, à un prix inférieur à celui facturé, ou de le reprendre sans diminution.

Il faudrait donc que là aussi intervînt une entente définitive et que cette question fût enfin tranchée, que tous se missent d'accord sur le prix à facturer et le prix auquel on doit reprendre les bidons vides.

Je diviserai donc mon projet en deux parties. La première traitera des emballages à employer pour le transport du carbure ; la seconde traitera du prix à facturer pour les emballages et des prix auxquels seront repris ces emballages rendus franco gare usines ou gare d'expédition pour les négociants en carbure.

## PREMIÈRE PARTIE

### *Emballages à employer pour le transport du carbure de calcium*

L'expérience a démontré suffisamment que seuls les bidons soudés en tôle d'acier premier choix, galvanisée ou plombée, à plaque soudée ou à fermeture autoclave et hermétique, d'une épaisseur de tôle d'acier variant entre 6/10<sup>e</sup> et 8/10<sup>e</sup> de m/m suivant les contenances, pouvaient donner de bons résultats, c'est-à-dire être suffisamment solides et hermétiques pour résister à la manutention et au transport et offrir toute sécurité au point de vue de la garantie de la qualité du carbure ainsi emballé, sans cependant être d'un poids trop élevé ; voici les épaisseurs et poids des bidons qui devraient être employés lorsque le vendeur facture les emballages à l'acheteur :

Bidon cylindrique en tôle d'acier premier choix, galvanisée ou plombée, à plaque soudée, contenance 25 kilos, épaisseur 6/10<sup>e</sup>, poids 3 kilos environ.

Bidon cylindrique en tôle d'acier premier choix, galvanisée ou plombée, à plaque soudée, contenance 50 kilos, épaisseur 6/10<sup>e</sup> et demi, poids 4 kilos 500 environ.

Bidon cylindrique en tôle d'acier premier choix, galvanisée ou plombée, à plaque soudée, contenance 100 kilos, épaisseur 7/10<sup>e</sup>, poids 7 kilos 500 environ.

On pourra employer n'importe quel système de fermeture autoclave et hermétique à la condition que ce système de fermeture remplisse bien toutes les conditions d'herméticité nécessaires qu'on est en droit d'exiger d'une fermeture autoclave.

Ces emballages seraient donc à facturer par les usines à un prix déterminé, sensiblement le même pour toutes et seraient employés toutes les fois que les vendeurs livreraient le carbure au net, c'est-à-dire avec l'emballage à facturer.

Lorsque les vendeurs livreront le carbure brut pour net, ils pourront employer des emballages en tôle d'acier noire premier choix, doublement agrafés et peints en noir au goudron, des dimensions et poids suivants :

Bidon cylindrique en tôle d'acier noire premier choix à plaque soudée, contenance 25 kilos, épaisseur 6/10<sup>e</sup>, poids 2 kilos 500 environ.

Bidon cylindrique en tôle d'acier noire, premier choix à plaque soudée, contenance 50 kilos, épaisseur 6/10<sup>e</sup> et demi, poids 4 kilos environ.

Bidon cylindrique en tôle d'acier noire premier choix, à plaque soudée, contenance 100 kilos, épaisseur 7/10<sup>e</sup>, poids 6 kilos 500 environ.

Ces emballages ne seraient pas à facturer, puisque le carbure ainsi emballé serait vendu brut pour net.

En aucune façon, ces emballages ne seraient repris au remplissage, car ils ne peuvent supporter des réparations pour les remettre en état.

## DEUXIÈME PARTIE

*Prix des emballages à facturer dans la vente du carbure au net et conditions dans lesquelles ces mêmes emballages seront retournés au remplissage franco gares d'expédition.*

A mon avis, les emballages ne devraient pas être une source de bénéfices pour les vendeurs de carbure, ils devraient être facturés sensiblement à leur prix de revient. Ce prix de revient, il faut le reconnaître, est très difficile à établir, surtout depuis un an, le prix des tôles ayant presque doublé et les cours semblant devoir se maintenir très élevés longtemps encore. En outre, selon leur situation géographique, les usines ont plus ou moins de frais de transport à payer, plus ou moins de frais de camionnage à l'arrivée et au départ, il est donc très difficile de donner des prix fixes applicables équitablement à toutes les usines. Mais, malgré cela, les cours des tôles ayant atteint cette année une limite qu'on peut considérer comme un maximum, il est possible de faire des prix extrêmes.

Ainsi, le bidon soudé de 25 kilos fabriqué comme il est dit dans la première partie de mon projet, ne devrait pas être facturé plus de..... 3 fr. 00  
 Celui de 50 kilos..... 4 fr. 00  
 Celui de 100 kilos..... 6 fr. 00

A ces prix, vendeurs et acheteurs y trouveront leur compte, car il est bien entendu que les bidons fabriqués de la façon que j'indique seront suffisamment solides pour faire plusieurs voyages et présenteront toutes les garanties nécessaires d'herméticité et de bonne fabrication.

*Retour des emballages au remplissage*

Seuls les emballages en tôle d'acier galvanisée ou plombée, à plaque soudée, seront repris par les fabricants et les vendeurs de carbure à la condition qu'ils soient rendus franco gare d'expédition en bon état aux prix suivants :

25 kilos	à	2 fr.
50 kilos	à	3 fr.
100 kilos	à	5 fr.

C'est-à-dire que les fabricants et les vendeurs devront créditer leurs clients du montant des bidons retournés aux prix indiqués et leur tenir compte de ce montant sur une prochaine facture.

Les emballages en tôle noire ne seront repris d'aucune façon, étant considérés comme fûts perdus.

Ceux à fermeture autoclave seront seulement repris au remplissage, aux conditions de retour indiquées, c'est-à-dire franco gare d'expédition ; ils continueront d'être la propriété de ceux à qui ils auront été fournis et facturés une première fois.

Cette question de reprise de bidons, aux conditions que j'indique, permettra, avec les différences qui existent entre les prix facturés et ceux auxquels on reprendra les bidons, de les remettre en état et de les faire servir bien plus longtemps, les vendeurs ayant suffisamment de marge pour faire effectuer les réparations nécessaires pour parachever leur utilisation complète.

Une question assez importante, et qu'il conviendrait également de trancher, est celle des bidons pour l'exportation du carbure ; pour cela il faudrait nommer une commission qui fit les démarches nécessaires auprès des Compagnies de transport, afin de connaître, d'après l'ensemble de leurs avis, le type qu'il conviendrait le mieux d'adopter, car là est la grosse difficulté au point de vue de l'établissement de ce type ; je pourrais déjà donner, et beaucoup d'autres personnes également, des indications à ce sujet qui faciliteraient singulièrement la tâche de cette commission et de cette façon on arriverait vite à déterminer un modèle définitif, donnant satisfaction à tous les intéressés.

Je sou mets ces trois importantes questions à l'appréciation du Congrès, et je propose, dans l'intérêt de tous les acétylénistes, de nommer une commission spéciale chargée de leur donner une forme palpable et appréciable ; de cette façon le Congrès aura rendu un grand service à cette industrie, et tous, vendeurs et acheteurs de carbure, lui sauront gré d'avoir fait faire un pas en avant à ces questions qui les intéressent au plus haut point.

**RAPPORT DE LA COMMISSION D'EXAMEN**  
DES  
**Conditions de transactions commerciales**  
**DU CARBURE DE CALCIUM**  
*par M. KELLER, Ingénieur à Paris*

---

Messieurs,

La Commission que vous avez chargée de l'examen *des conditions de transactions commerciales du carbure de calcium* a reconnu, dès sa première séance de discussion, qu'il lui serait impossible de vous apporter une étude complète du sujet si important que vous avez bien voulu soumettre à son examen.

Dans ces conditions, la Commission a cru devoir porter ses efforts sur l'étude des questions qui intéressent le plus immédiatement votre industrie au point de vue commercial, se bornant, pour celles qui sont d'ordre purement technique, à définir seulement les problèmes à résoudre et à vous les poser.

La Commission espère que vous pourrez peut-être, dès maintenant, vous prononcer sur ces questions les plus immédiates dont la solution est vivement désirée par tous, et pense que vous ne verrez aucun inconvénient à laisser les autres à l'étude, vous en remettant pour cela à la Commission permanente qui fera suite au Congrès.

Les résolutions que la Commission soumet à votre approbation immédiate, Messieurs, sont relatives au prix du carbure de calcium, à l'emballage, aux conditions de livraison, au rendement en litres de gaz.

PREMIÈRE RÉOLUTION. — *Prix du carbure de calcium.* — Le prix sera fixé par 100 kilos de carbure de calcium *tout venant*, emballage courant compris, à moins d'indications spéciales. Cet emballage pourrait être repris par le vendeur, s'il y consent, à des conditions qu'il déterminera à l'avance sur la facture.

DEUXIÈME RÉOLUTION. — *Emballage.* — Par emballage courant, on entend des bidons pour 100 kilos, en tôle plombée, galvanisée ou noire, d'épaisseur minima de six dixièmes de millim., hermétiquement fermés et imperméables à l'air et à l'eau, tout autre mode d'emballage nécessitant des conditions spéciales.

TROISIÈME RÉOLUTION. — *Conditions de livraison.* — Le carbure *tout venant* doit être composé de morceaux ne dépassant pas un poids de 300 grammes et ne renfermant pas plus de 5 pour cent de poussier, c'est-à-dire, de carbure de calcium susceptible de passer à travers un tamis de mailles de 1 millimètre carré.

QUATRIÈME RÉOLUTION. — *Rendement du carbure de calcium en gaz.* — Le carbure commercial doit produire par kilogramme 300 litres de gaz mesurés à la température de 15 degrés, et à la pression de 760 millimètres.

Il est admis une tolérance de 10 litres sur ce rendement, c'est-à-dire que doit encore être reconnu *commercial* un carbure donnant 290 litres de gaz au kilogramme.

Le carbure pourra être refusé si son rendement est inférieur à 265 litres. De 290 litres jusqu'à ce rendement minimum l'acheteur pourra exiger une réduction proportionnelle à la différence sur le montant du prix du carbure de calcium ainsi que sur celui de son transport jusqu'au lieu de destination, rapporté au rendement de 290 litres.

Pour vous proposer l'adoption de cette dernière résolution, la Commission a pris surtout en considération la presque impossibilité dans laquelle se trouvent les fabricants d'obtenir du carbure de calcium produisant exactement 300 litres de gaz et l'obligation à laquelle ils sont naturellement conduits par le procédé de fabrication de produire quelquefois du

carbure de calcium à 310 litres, quelquefois du carbure de calcium à 290 litres.

La Commission a pensé que dans ces conditions il était de toute justice, puisqu'il n'est tenu compte d'aucune plus-value au fabricant, lorsque le rendement du carbure de calcium dépasse 300 litres, d'admettre le principe d'une tolérance, et a fixé cette tolérance à 10 litres par kilogramme.

La Commission n'ayant pas eu le temps d'examiner complètement les questions relatives aux analyses du carbure de calcium, questions très importantes et dont dépend l'avenir de l'acétylène, a pensé néanmoins qu'il était de son devoir de signaler au Congrès l'insuffisance des garanties actuelles de vente du carbure de calcium, lesquelles ne se rapportent qu'au volume de gaz fourni par le carbure de calcium et non aux qualités du gaz lui-même.

Dans l'industrie de l'acétylène et prenant en considération que le terme de comparaison de tous les éclairages est la carcel-heure, la Commission pense que le Congrès doit décider de laisser à l'étude les questions relatives aux garanties effectives à déterminer concernant la qualité du gaz obtenu, et, en conséquence, propose au Congrès de bien vouloir décider l'examen ultérieur des points suivants :

1° Le choix ou la création d'une méthode pratique pour la mesure volumétrique du gaz produit par un poids déterminé de carbure de calcium ;

2° Le choix ou l'établissement de tables pratiques de rectification des lectures faites avec l'appareil de mesure ;

3° Le choix ou la création de méthodes d'analyse chimique ou photométrique pour la détermination de la pureté du pouvoir éclairant du gaz obtenu dans l'appareil de mesure volumétrique.

**PROCÈS-VERBAL**  
**DE LA DEUXIÈME COMMISSION**  
*du 3<sup>e</sup> Congrès de l'Acétylène*

---

La deuxième commission nommée par le troisième Congrès de l'Acétylène dans sa séance du 25 septembre 1900 se composait de MM. :

Le R. P. CAPELLE, professeur de physique à Paris ;  
L'HERMITE, ingénieur-constructeur à Louviers ;  
BARCLAY, administrateur-délégué de la Compagnie d'éclairage et de chauffage par l'acétylène à Paris ;  
FOURCHOTTE, professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures ;  
BESNARD père, ingénieur-constructeur à Paris ;  
KIEFFER, ingénieur-constructeur à Paris ;  
SABATIER (J), acétyléniste à Paris.  
BARUT, administrateur-délégué de la Société Electro-chimique du Giffre à Annecy ;  
SIMON, ingénieur, directeur de la Société Electrométallurgique de Saint-Béron.

Elle avait pour mission d'étudier les questions suivantes :

Réglementation des appareils à acétylène.  
Questions relatives aux dépôts de carbure.  
Assurances diverses.

Dans sa séance du 26 septembre, le Bureau de cette commission a été ainsi constitué :

MM. SIMON, président ;  
SABATIER (J.), secrétaire.

M. SIMON donne lecture d'un travail qui est joint à ce procès-verbal et concluant à la réglementation et à la vérification chez le constructeur par un service compétent, ainsi que cela se fait pour les appareils ou simples récipients à vapeur. Cette mesure serait appliquée non point parce que l'acétylène est considéré comme dangereux, mais pour donner une certitude que les appareils employés sont solidement établis et pour éviter de ce fait à tous les acétylénistes d'être les victimes des décisions administratives, arbitraires quelquefois, dans l'interprétation d'une réglementation mal établie et peu comprise. Le même travail émet le vœu que les associations de propriétaires d'appareils à vapeur créent un service de vérification des appareils à acétylène comme elles viennent de le faire pour les appareils électriques.

M. BARCLAY dépose un travail sur la suppression de l'enquête de *commodo et incommodo* en matière d'installation d'éclairage à l'acétylène et de dépôt de carbure. Ce travail est également joint au procès-verbal.

Le président donne communication de pièces administratives qui ont été confiées à la commission par M. JAVAL, constructeur à Neuilly, auquel la commission envoie ses remerciements.

La commission entend M. Constantin PROVENSAL, constructeur à Chateauroux, qui donne connaissance de certaines mesures vexatoires dont il a été l'objet et remet un extrait du « Courrier de la Presse » joint au procès-verbal.

Après la discussion des travaux ci-dessus et des différentes propositions de MM. CAPELLE, L'HERMITE, SABATIER, BARUT, et BARCLAY, la commission adopte les vœux suivants qu'elle a l'honneur de transmettre au troisième Congrès.

Le temps faisant matériellement défaut pour mettre au point les questions ci-dessus, il sera constitué un comité d'études et de défense des intérêts de l'acétylène pour la France ainsi que pour chacun des pays représentés au Congrès. Ce comité serait ouvert à tous les acétylénistes ; il aurait jusqu'au prochain Congrès son Bureau composé des membres des commissions actuellement en fonctionnement auxquels seraient adjoints des membres à élire de façon que la totalité du

Bureau puisse former le quart du nombre des adhérents audit comité.

Le Bureau de ce comité aurait pour mission de s'entendre :

1° Avec les compagnies d'assurances françaises et étrangères pour la suppression de toute surprise provenant de l'installation de l'acétylène et de l'installation des dépôts de carbure, et pour que ces installations soient traitées par les compagnies d'une façon moins restrictive et dans tous les cas au mieux des installations gazières.

2° De s'entendre avec les pouvoirs publics pour la suppression pure et simple de l'enquête de *commodo et incommodo* et de classement tant pour les installations d'éclairage que pour les dépôts de carbure.

Dans le cas d'une installation d'éclairage l'enquête de *commodo et incommodo* ainsi que toutes les formalités précédemment prescrites seraient remplacées par une simple déclaration à la mairie accompagnée d'un certificat de bonne construction et de visite remis au constructeur par l'administration compétente.

Dans le cas d'un dépôt de carbure, l'enquête serait remplacée par une demande d'autorisation accompagnée d'un certificat d'une compagnie d'assurances s'engageant à assurer le dépôt contre tout accident et contre le recours de tiers.

3° De mettre à l'étude le projet d'établissement entre les acétylénistes d'une assurance mutuelle acétylénique consentant des conditions spéciales pour les installations d'éclairage, les dépôts de carbure, les fabricants de carbure et en un mot pour tout ce qui concerne de près ou de loin l'industrie de l'acétylène.

Paris, le 28 septembre 1900.

Le Président,  
C..SIMON.

## Tableau comparatif

M. BESNARD a communiqué au Congrès (séance du vendredi soir 28 septembre) un tableau donnant les prix comparatifs des divers modes d'éclairage, de chauffage et de production de force motrice actuellement en usage. Ce tableau a été établi par les ingénieurs de la Ville de Paris et possède ainsi un caractère officiel. Il peut être utile à consulter.

DÉSIGNATION	Prix de la lumière en centimes par carcel-heure	Prix de la chaleur en centimes par 1.000 calories	Prix de la force motrice en centimes par cheval-heure
Gaz de houille à 0 16 le m. c.	Papillon..... 2 »	3 »	9 60
	Bec Argand..... 1 60		
	Récupérateur.... 1 50 à 0 80		
	Bec Auer ordi- naire..... 0 38		
	Bec Auer perfec- tionné..... 0 22		
Electricité {	à 0 60 le kw-h. { Incandescence... 1 80	» »	» »
	Arc..... 1 »		
	Lampe Nernst, petit modèle... 0 99		
	à 0 30 le kw-h. { Arc..... 0 60		
Acétylène, le kg de carbure de calcium étant payé {	0 25 { Flamme libre... 0 72	6 30	18 »
	0 40 { Incandescence... 0 20		
Alcool dénât. ordin. à 0 70 le kg	Incandescence... 1 40	12 »	53 »
Pétrole (à ma- jorer de 8 0/0 pour l'air car- buré) {	à 0 60 le kilog. { Flamme libre... 2 40	5 50	30 » à 15 »
	à 0 30 le kilog. { Incandescence... 0 24		
Gaz mixte à 0 02 le m³ à l'usine	A l'usine..... Pas d'essais..... 1 50	2 30	4 »
	Chez le consommateur Pas d'essais..... 2 30		
Gaz d'eau à 0 06 le m³ à l'usine. {	A l'usine { Incandescence avec appareil perfectionné... 0 12	2 40	6 »
	Chez le consommateur { Incandescence avec appareil perfectionné... 0 14		
Gaz à eau carburé	{ Comme pour le gaz de houille, mais en ma- jorant proportionnellement au prix de re- vient du gaz carburé, qui lui-même dé- pend du prix du pétrole.		

# Sur les tarifs de transport

## DU CARBURE DE CALCIUM

par M. P. LACROIX

Directeur de la Compagnie Universelle d'Acétylène, à Paris

---

Messieurs,

Parmi les questions dont doit se préoccuper en France l'industrie de l'acétylène, on peut inscrire au premier rang celle des transports. La présente note a pour but de vous exposer quelle situation désastreuse est faite à l'industrie française par la tarification actuellement en vigueur, grâce à laquelle, ainsi que je vais avoir l'honneur de vous le démontrer, les usines étrangères productrices de carbure peuvent lutter avec avantage contre les nôtres sur tous les marchés du monde et même sur les marchés français, enlevant ainsi à notre pays, qui compte parmi les plus forts producteurs de carbure de calcium, une partie des avantages que pourrait lui rapporter ce produit de si grand avenir.

Dans ce qui va suivre, je me propose de vous entretenir d'abord des transports de carbure en France et de la situation privilégiée qui est faite sur nos marchés à la concurrence étrangère, puis d'examiner la tarification du carbure à l'étranger comparée à la nôtre, et enfin de traiter rapidement la question de l'exportation.

### *Transport du carbure de calcium en France*

La caractéristique des tarifs actuellement appliqués au carbure de calcium, en trafic intérieur, sur les sept

grands réseaux français, est une discordance à peu près parfaite.

Les réseaux de l'Ouest, du Nord, et des chemins de fer de l'Etat ont adopté une tarification qui, bien qu'inégale, paraît convenir à la marchandise de grand trafic qu'est en train de devenir le carbure de calcium.

Ils ont assigné à ce produit : l'Ouest, la cinquième série (base initiale 0 fr. 08 par tonne et par kilomètre) ; le Nord, le barème I de ses tarifs spéciaux (base initiale, 0 fr. 10 par tonne et par kilomètre) ; l'Etat, la troisième série (base initiale, 0 fr. 115 par tonne et par kilomètre).

Le réseau du P.-L.-M. pratique la deuxième série du tarif général, en trafic intérieur et en trafic commun avec les réseaux de l'Est, d'Orléans, du Midi et de l'Etat (base initiale, 0 fr. 14 par tonne et par kilomètre).

Le Midi a adopté, depuis le 20 septembre 1900, la troisième série du tarif général (base initiale, 0 fr. 13 par tonne et par kilomètre) en trafic intérieur pour les chargements de 8,000 kilos par wagon, pour les parcours au-delà de 150 kilomètres.

L'Orléans et l'Est pratiquent toujours la première série du tarif général en trafic intérieur (base initiale, 0 fr. 16 par tonne et par kilomètre).

Cette tarification ne s'applique, bien entendu, qu'aux charges complètes d'au moins 5,000 kilos (le Midi excepté, sur lequel il est exigé un chargement minimum de 8 tonnes et un parcours d'au moins 151 kilomètres).

La tarification des expéditions sans conditions de tonnage est la première série du tarif général sur tous les réseaux, sauf sur les réseaux de l'Ouest et de l'Etat, où la deuxième série est la règle : sur l'Etat à partir de 50 kilogrammes, sur l'Ouest à partir de 100 kilogrammes.

Telle est, exactement résumée, la tarification du carbure de calcium sur les sept grands réseaux de notre pays. Le tableau suivant permet de se rendre compte de la diversité de tarification adoptée par chaque Compagnie.

TABLEAU I.

Tarification actuelle du carbure de calcium en trafic intérieur, par wagon complet de 5,000 kilos

Kilomètres	Tarification primitive commune.	TARIFICATION ACTUELLE						
		Nord.	Est.	P.-L.-M.	Orléans.	Midi par wagon de 8 000 k. au delà de 150 kil.	Ouest.	Etat.
A 100	17.60	10 »	16 »	14 »	16 »	13 »	8 »	11 50
» 200	34.10	18 »	31 »	27 »	31 »	26 »	15 »	21 »
» 300	50.60	24 »	46 »	40 »	46 »	38.50	22 »	30 »
» 400	66 »		60 »	52 »	60 »	50 »	28 »	40 »
» 500	81.40		74 »	64 »	74 »	60 »	33 »	50 »
» 600	95.70			75 »	87 »	68 »	37 »	60 »
» 700	108.90			85 »	99 »	74.50	40 »	75 »
» 800	121 »			94 »	110 »	80.50	43 »	85 »
								94 »

NOTA. — Les chiffres de ce tableau ne comprennent pas les frais accessoires (frais de chargement et de déchargement, frais de gares) qui s'élèvent à 1 franc par tonne pour les expéditions par chargements complets de 4,000 et 5,000 kilogrammes suivant les cas ; en ajoutant 1 franc au chiffre indiqué, on obtient la taxe normale du carbure de calcium aux distances prévues pour les parcours particuliers à chaque réseau et pour les parcours communs (dernière colonne).

En étudiant ce tableau avec soin, tout esprit non prévenu sera certainement frappé des différences exagérées qui existent entre les divers tarifs et se demandera pourquoi une même marchandise devra payer pour le même nombre de kilomètres 22 francs, 24 francs, 30 francs, 40 francs, ou 46 francs, suivant qu'elle passe par telle ou telle Compagnie.

Il y a là une anomalie qu'il est indispensable de faire disparaître au plus vite et qui est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

Toutefois, je me permettrai d'attirer tout particulièrement votre attention sur les prix relativement avantageux consentis par les Compagnies de l'Ouest et du

Nord ; cette initiative louable n'a malheureusement d'autre effet que de permettre au carbure de Suède et bientôt peut-être d'Amérique de venir concurrencer sérieusement les carbures français qui sont presque tous produits dans les Alpes ou dans les Pyrénées, et qui doivent subir, pour arriver dans le Nord et dans l'Ouest, des tarifs infiniment plus élevés. La Suède, en particulier, centre de production pouvant devenir des plus redoutables pour nous, possède une flotte de voiliers transportant d'une façon continue dans nos ports des marchandises de peu de valeur, telles que de la glace, de la pâte de bois, etc., et s'estimant très heureux de relever le prix très bas de leur fret par l'addition d'une marchandise susceptible d'en rehausser sensiblement la moyenne.

Mais, parmi les centres de production étrangers, il en est un, situé à nos portes mêmes, qui nous fait sur nos propres marchés une concurrence des plus sérieuses. La Suisse produit en abondance le carbure de calcium. Des usines de production sont installées à Brigue, à Chur (Coire), à Gampel, aux portes de Genève, à Langenthal, à Lüterbach, à Neuhausen, à Amstegg, à Flums, à Gurtnellen et à Vernayaz. Ses chemins de fer n'ont pas tardé à se rendre compte du parti qu'on pouvait tirer de ce trafic et, dès le 1<sup>er</sup> janvier 1899, ils ont créé sur tous les points de transit vers l'Allemagne, vers l'Autriche, vers l'Italie et vers la France des tarifs d'exportation pour diffuser une production dont la petite Suisse n'a pas la consommation et par contre coup pour faire échec à la diffusion de la production française dont la concurrence était à peu près la seule à craindre.

Voici tout d'abord le tableau des prix établis des divers centres de production suisse sur nos frontières de Delle, Villers-le-Locle, Les Verrières et Vallorbe :

TABLEAU II.

De	à	Delle-transit.		Villers-trans.		Verrières-tr.		Vallorbe-tr.	
		5 T.	10 T.	5 T.	10 T.	5 T.	10 T.	5 T.	10 T.
Coire. . . .		26.40	21.30	27.40	21.90	31.40	22.40	»	»
Gampel. . .		28 »	22.60	23.30	18.90	22.10	17.90	17.90	14.50
Genève. . .		22.90	18.60	»	»	»	»	12 »	9.80
Langenthal.		15.10	12.30	12.60	10.30	13.60	11.10	»	»
Lüterbach. .		13.80	11.20	10.70	8.80	12.30	10 »	»	»
Neuhausen.		18.20	14.80	20.20	16..0	21.20	17.20	»	»
Amstegg . .		22.60	18.30	22.40	18.10	23.50	19 »	»	»
Flums . . .		23.70	19.20	24.40	19.70	25.40	20.50	»	»
Gurtellen. .		23.50	19 »	23.30	18.90	24.40	19.70	»	»
Vernayaz. .		24 »	19.40	18.50	15 »	17.30	14.10	13.10	10.70
Brigue . . .		28.80	23.20	24.80	20.10	23.60	19.10	19.30	15.70

Deux points de production sont à nos portes : Lüterbach et Langenthal. De Lüterbach à Besançon le prix de la tonne ressort à :

par wagon de 5 tonnes..... 22 05 fr.  
par wagon de 10 tonnes..... 20 15 fr.

De Bellegarde, point de production le plus rapproché de Besançon, le prix de la tonne par wagon de 5 tonnes et au-dessus, est de 30 fr. 60 par les rails de la Compagnie de Lyon (219 kilom.). L'écart en faveur de la production suisse est de plus de 30 pour cent.

Mais prenons quelque chose de comparable : de Notre-Dame-de-Briançon à Besançon (340 kilom.) le prix par tonne et par wagon de 5 tonnes est de 45 fr. 80. De Gampel (gare de la ligne du Bouveret à Sion) la distance est de 320 kilom. et le prix de la tonne de 35 fr. 25 par wagon de 5 tonnes, de 31 fr. 05 par wagon de 10 tonnes. D'où un avantage de 20 à 30 pour cent pour la production suisse sur la nôtre, en prenant deux parcours sensiblement égaux. Encore la taxe du réseau de Lyon (13 fr. 15 par tonne) pour le parcours de Verrières à Besançon fait-elle sentir son poids dans le prix total du transport.

Si l'on remonte plus haut que Besançon, on découvre aussi que le réseau de l'Est a été pour la production suisse une proie d'autant plus facile que les points de production français en sont plus éloignés et qu'il est ouvert à la pénétration étrangère par nombre de points

de transit : Delle, Petit-Croix, Avricourt, Pagny, Moncel-Batilly.

De Lütérbach à Belfort les prix sont les suivants :

<i>Wagon de 5 tonnes.</i>		<i>Wagon de 10 tonnes.</i>	
Port suisse. . .	13 80	Port suisse. . .	11 20
Port Est . . . .	4 20	Port Est . . . .	4 20
Prix par tonne.	18 »		15 40

De Notre-Dame-de-Briançon à Belfort on paie pour le même tonnage 57 fr. 80 par tonne.

Veut-on approvisionner Nancy ? Langenthal est admirablement placé et trouve un concours dans les chemins de fer allemands. Voici la combinaison :

	<i>Wagon 5 T.</i>	<i>Wagon 10 T.</i>
De Langenthal à Bâle. . . .	7 80	6 40
De Bâle à Moncel . . . .	23 40	20 20
De Moncel à Nancy. . . .	5 50	5 50
Prix par tonne de 1000 kilos. .	36 70	32 10

De Notre-Dame-de-Briançon à Nancy le prix de la tonne pour le même tonnage que ci-dessus est de 71 fr. 60, soit plus du double.

Si l'on considère que Lütérbach peut expédier sur Paris pour 75 fr. 40 par tonne (wagon de 5 tonnes) et 73 fr. 50 (wagon de 10 tonnes) alors que Notre-Dame-de-Briançon paie 80 fr. par tonne et la plupart des autres usines des Alpes jusqu'à 90 fr. on peut affirmer, sans crainte de se tromper, que le tiers de la consommation française appartiendra bientôt à la production suisse : en tout cas, à mesure qu'on se rapproche des points frontières du Nord et de l'Est français, la production suisse gagne des avantages.

#### *Transport du carbure de calcium à l'étranger*

Si nous passons maintenant aux autres Etats de l'Europe, nous verrons que les Compagnies étrangères ont compris que le transport du carbure ne présentait pas les dangers que l'on semble redouter en France

et qu'elles ont adopté des tarifs moins prohibitifs, comme on peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

TABLEAU III.

Tarifs actuels du carbure dans les pays suivants :

Kil.	Allemagne.		Suisse.		Italie.	Belgique	Union Belge-Holland.
	5 T.	10 T.	5 T.	10 T.	5 T.	5 T.	5 T.
100	10.70	8.80	15 »	14 »	12.24	10 »	10.50
200	19 »	16.20	28.60	28.60	19.89	17.60	17.50
300	27.20	23.70	40 »	36.30	26.52	21.60	21.50
400	35.50	31.10			32.64		25.50
500	41.50	37.10			38.76		29.50
600	47 »	43 »			43.86		33.50
700	53 »	48 »			48.96		

Ainsi donc, sauf en Suisse, toutes les Compagnies étrangères ont un tarif bien inférieur à celui des Compagnies françaises.

Pour un parcours de 300 kilomètres par exemple, le carbure devra payer :

en Allemagne.....	27 fr. 20
en Italie .....	26 fr. 52
en Belgique .....	21 fr. 60

alors qu'en France le tarif commun s'élève à 40 francs.

Pour un parcours de 600 kilomètres la différence est encore plus sensible :

en Allemagne .....	47 fr.
en Italie .....	43 fr. 86
Union Belge-Hollandaise .....	33 fr. 50
et en France .....	75 fr.

Ces écarts considérables entre les prix pratiqués par les compagnies françaises et étrangères n'ont pas seulement comme résultat immédiat de favoriser l'importation des carbures étrangers, elles obligent les producteurs français à passer le plus possible, pour leurs transports, par les lignes étrangères, comme le démontre clairement l'exemple suivant, que nous pourrions multiplier à l'infini.

De Bellegarde, centre de production, à Lille, le prix du transport le plus économique pour 5 tonnes de carbure résulte de la combinaison suivante :

De Bellegarde à Hirson, 586 kil, Tarif commun 118 . . .	75 70
(P.-L.-M. et Est.)	
De Hirson à Lille, 121 kil., Tarif 18, Barème I. . .	13 20
(Nord.)	
707 kil., soit un total de. . .	88 90

Si, au contraire, nous utilisons les tarifs d'exportation combinés avec les tarifs intérieurs de l'Etat belge et du Nord :

De Bellegarde à Tourcoing, 749 kil.	{ Tar. com. d'Export.,	
	{ n° 300, Barème II .	52 50
De Tourcoing à Mouscron. 3 kil., 1 <sup>re</sup> classe. . . . .		0 75
752 kil.		53 25

A Mouscron, on retire la lettre de voiture, on en crée une seconde sur Lille et le second transport coûte :

De Mouscron à Tourcoing . . . . .	3 kil.	0 75
De Tourcoing à Lille . . . . .	15 —	2 20
	18 kil.	2 95

Ainsi dans le second cas la marchandise parcourt 63 kilomètres de plus que dans le premier et elle paie 32 fr. 70 par tonne de moins.

Les producteurs qui adoptent ce second système sont, il est vrai, dans l'obligation d'acquitter les droits de douane, mais à raison de 15 francs par tonne, le bénéfice est encore de 24 fr. 70 par tonne.

## EXPORTATION

### *1° Exportation sur l'Espagne et les ports de la Méditerranée*

Les usines de production du carbure se trouvant situées dans les Alpes et les Pyrénées, nous n'avons à considérer ici, pour l'exportation sur l'Espagne et sur les ports de la Méditerranée, que les tarifs des réseaux P.-L.-M. et Midi. Nous allons donc étudier la situation respective des différentes usines françaises en ce qui concerne les expéditions à l'étranger.

PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE. — Le carbure n'étant pas

représenté dans la nomenclature du tarif 40 P.-L.-M., ce tarif ne peut jouer que lorsque l'usine expéditrice se trouve située sur l'itinéraire des prix fermes du paragraphe premier de ce tarif (Vernier-Meyrin, Bellegarde) ou lorsqu'il est possible d'aller les rejoindre, avec un avantage, à l'aide du tarif spécial intérieur (Notre-Dame-de-Briançon, Saint-Béron). Lorsque le tarif spécial intérieur est plus avantageux que ces prix fermes soudés, il est évident qu'il doit être préféré (Serres).

Le tableau suivant indique les prix applicables sur Marseille, Cette-Transit et Saint-Louis-du-Rhône (Camargue).

	Wagons de 5 tonnes Prix par tonne	Wagons de 10 tonnes Prix par tonne
Vernier-Meyrin. . . . .	44 »	36 »
Bellegarde . . . . .		
N.-D, de Briançon . . . . .	50 65	42 65
St-Béron { Marseille et St-Louis	45 90	37 90
{ Cette. . . . .	47 85	39 85
{ Marseille . . . . .	26 05	26 05
Serres { Saint-Louis . . . . .	37 10	37 10
{ Cette (transit) . . . . .	43 40	43 40

Pour Vernier-Meyrin et Bellegarde, le prix de Genève à Marseille, Saint-Louis-du-Rhône et Cette-Transit joue directement en vertu de la clause des stations intermédiaires.

Notre-Dame-de-Briançon rejoint à Saint-Pierre d'Albigny au moyen du tarif spécial 18 le prix de Modane. Sur ces mêmes points, Saint-Béron se soude par les mêmes moyens, à Chambéry au prix de Genève pour Marseille et Saint-Louis, à Pressins, au prix de Genève sur Cette-Transit.

Pour l'exportation sur l'Espagne, aux prix sur Cette-Transit qui figurent dans le tableau ci-dessus, s'ajoutent les prix pratiqués par la Compagnie du Midi, savoir :

1<sup>o</sup> La 3<sup>e</sup> série du tarif général pour les wagons chargés d'au moins 8,000 kil.

2<sup>o</sup> Le barème du 1<sup>er</sup> tarif spécial 30 qui s'applique à toutes les charges à partir de 50 kilom. et qui, aux

longues distances, est plus avantageux que la 3<sup>e</sup> série.  
Exemple :

	3 <sup>e</sup> série Prix par tonne	Barème du tarif 30 Prix par tonne
Cette (transit) à Port-Bou (tr.)	181 k. 21 40	25 40
Cette (transit) à Irun (tr.)	574 k. 57 80	42 10

Sauf Port-Bou (181 kilom.), la 3<sup>e</sup> série donne une économie de 4 francs par tonne. Pour Irun (574 kilom.) le barème donne une économie de 15 fr. 70 sur la 3<sup>e</sup> série.

*2<sup>e</sup> Exportation vers les ports de la Manche, la Belgique et l'Allemagne du Sud*

Les usines des Pyrénées ne doivent point songer à exporter par chemins de fer sur la Belgique et les ports de la Manche.

Par contre, les usines des Alpes exportent sur les ports de la Manche, la Belgique et l'Allemagne du Sud.

Pour atteindre l'Allemagne, les usines de Vernier et de Bellegarde trouvent à Genève des prix de transit éminemment favorables sur Bâle, Singen, Sanct-Margrethen, Romanshorn, mais elles sont distancées par les usines suisses plus rapprochées de ces points.

Les usines de Saint-Béron et de Notre-Dame-de-Briançon sont moins bien partagées. Elles doivent se raccorder, la première à Chambéry, la seconde à Saint-Pierre d'Albigny, au prix du tarif 40 qui, au départ de Modane, joue sur Belfort, et payer la 1<sup>re</sup> série du tarif général sur les 13 kilomètres du réseau de l'Est qui séparent Belfort de Petit-Croix où elles atteignent enfin le réseau alsacien-lorrain.

L'exportation vers la Belgique et les ports de la Manche est moins onéreuse. Suivant leur groupement, les usines se raccordent aux prix du tarif commun 300 qui jouent sans condition de tonnage, par wagon de 5 tonnes et par wagon de 10 tonnes, au départ de Genève et de Modane.

A titre d'indication, voici quelques-uns de ces prix sur Jeumont-Transit :

	Expéditions partielles	Wagon 5 tonnes	Wagon 10 tonnes
De Vernier-Meyrin . . . }	57 95	50 70	43 70
De Bellegarde . . . . }			
D'Annemasse . . . . .	58 45	51 20	44 20
De Saint-Béron . . . . .	64 90	57 55	50 55
De N.-D. de Briançon . . .	67 70	60 35	53 35

Le tarif commun 300 joue de Genève et de Modane sur tous les points de transit franco-belges en trafic avec le réseau du Nord seulement, et comme c'est un tarif kilométrique à base décroissante, les prix sont les mêmes, à quelques francs près, sur tous les points de transit.

L'indication du prix des mêmes points sur le Havre et Dunkerque n'enrichirait pas notre documentation. D'une usine à l'autre les écarts sont les mêmes, les écarts portant en premier lieu sur la distance du raccordement à l'itinéraire du tarif et en second lieu sur la distance de Genève ou de Modane au port destinataire.

Pour l'exportation sur les ports de l'Océan : Nantes, Saint-Nazaire, Bordeaux, tous les groupes d'usines ne sont pas également favorisés. Le groupe Bellegarde-Annemasse profite des prix de Genève (tarif commun 300), mais le groupe qui se relie à l'itinéraire de Modane (Notre-Dame-de-Briançon) est obligé ou de recourir aux tarifs intérieurs, qui sont prohibitifs, alors même qu'il sont communs, ou de se raccorder au tarif qui joue pour le groupe de Genève.

Exemples des relations sur Saint-Nazaire :

	Prix par 1.000 kil.		
	Expéditions partielles	Wagon de 5 tonnes	Wagon de 10 tonnes
Bellegarde . . . }	61 50	54 »	46 »
Vernier . . . . }			
Annemasse . . . .	62 »	54 50	46 50
N.-D. de Briançon.	83 30	72 95	65 95
Saint-Béron . . .	76 55	67 15	60 15

Notre-Dame-de-Briançon et Saint-Béron sont raccordées à Bellegarde au groupe de Genève dont elles sont séparées, la première par une distance de 138

kilomètres, la seconde par une distance de 94 kilomètres.

Cette tarification présente le grave inconvénient d'être contraire au principe d'égalité de traitement que devraient pratiquer les Compagnies de chemins de fer français et de favoriser par mégarde la production étrangère.

Ainsi, le prix de Lütérbach (Suisse) à Saint-Nazaire, pour l'exportation, est de :

	Par wagon de 5 tonnes	Par wagon de 10 tonnes
Par 1.000 kil. . . . .	65 40	56 50

inférieur par conséquent de 8 à 10 francs par tonne au prix de Notre-Dame-de-Briançon.

Le même inconvénient se présente pour l'exportation sur Nantes, La Rochelle, Rochefort, Bordeaux.

D'ailleurs l'exportation par voie maritime est paralysée presque complètement de ce fait que les grandes Compagnies, telles que la Compagnie des Messageries Maritimes, la Compagnie Transatlantique, la Compagnie des Chargeurs Réunis, refusent de transporter le carbure autrement que par 200 kil. maximum, sans aucune garantie et encore à des prix prohibitifs.

Seules, quelques Compagnies privées acceptent cette marchandise à des prix à débattre pour chaque cas particulier. Mais une difficulté se présente alors ; ces Compagnies n'effectuant des transports qu'à intervalles irréguliers et très espacés, on est presque toujours dans l'obligation de supporter des frais de magasinage dans les ports d'embarquement, frais qui sont écrasants pour le produit transporté.

Cette situation est d'autant plus fâcheuse pour la production française que les Compagnies de navigation étrangères, de Gènes et de Hambourg par exemple, se montrent infiniment plus faciles.

\*  
\* \*

Tel est, Messieurs, l'ensemble de la tarification du carbure susceptible d'intéresser la production. Nous avons vu combien cette tarification, si variée suivant les réseaux, mais généralement écrasante et inspirée

par des préventions exagérées contre les dangers que peut présenter le transport du carbure, entravait en France l'essor de notre industrie et favorisait l'importation des usines étrangères. Nous avons pu constater ensuite l'écart considérable entre les tarifs appliqués au carbure à l'étranger et en France, au point que nos usines ont souvent avantage, pour expédier leur carbure aux consommateurs français, à emprunter en partie les réseaux étrangers.

Enfin l'étude de nos tarifs d'exportation nous a montré que ceux-ci, assez avantageux lorsqu'il s'agit par exemple de la Belgique ou des ports de la Manche pour lesquels joue le tarif commun 300, sont loin d'être, dans la plupart des cas, aussi favorables à notre production, que souvent même ils favorisent l'exportation étrangère au détriment de la nôtre.

Il serait à souhaiter qu'en trafic intérieur, c'est-à-dire sur l'ensemble des réseaux français, la tarification fût unifiée sur une base moyenne pour les expéditions sans condition de tonnage ; sur une base un peu inférieure pour les expéditions de 5 tonnes et sur une autre base encore plus basse pour les expéditions de 10 tonnes, ces trois bases en rapport avec le tonnage existant sur les réseaux allemand, austro-hongrois et suisse qui sont des modèles de tarification. Pourquoi ne serait-elle pas établie sur les réseaux français, dont la tarification discordante est une des causes sur lesquelles s'appuient avec le plus de raison les partisans du rachat ?

En ce qui concerne l'exportation, il me semblerait désirable que le tarif 300 devint à l'avenir la règle pour toute expédition dirigée pour l'exportation sur un point quelconque des frontières terrestres ou maritimes. L'égalité de traitement qui n'a jamais existé serait ainsi établie et les prix seraient déterminés par les distances kilométriques, ce qui est légitime.

Enfin, il y aurait lieu de demander aux Compagnies de navigation de vouloir bien examiner la question afin de permettre à l'industrie française de soutenir utilement la concurrence étrangère qui pèse déjà si lourdement sur elle.

Cette question des transports intéresse au plus haut

point l'industrie naissante du carbure de calcium et de l'acétylène. Cette considération suffira, je l'espère, pour excuser le développement que j'ai cru devoir donner à cet exposé, trop heureux s'il peut contribuer à attirer l'attention des producteurs de carbure, si nombreux à cette réunion, sur une situation qu'ils auraient le plus grand intérêt à voir cesser.

## PROJET DE COMMUNICATION

SUR LE

# Transport du carbure de calcium EN FRANCE

par M. SAUTTER

Administrateur délégué de la Société des Carbures Métalliques, à Paris

---

Il est incontestable que le développement et l'extension de l'éclairage par l'acétylène sont subordonnés en partie aux conditions de prix auxquelles le carbure de calcium revient, rendu chez le consommateur.

La nature même du produit exige un emballage spécial très coûteux, d'un prix certainement hors de proportion avec sa valeur marchande.

A cet emballage déjà si onéreux, viennent s'ajouter des prix de transport extrêmement élevés ; de sorte que le coût du carbure pris nu aux usines se trouve majoré dans une proportion qui peut aller jusqu'à 60 et 70 pour cent, lorsque le lieu de destination, en France notamment, est éloigné des usines.

Mais si l'emploi d'emballages spéciaux et coûteux est une nécessité inéluctable, il n'en est pas de même de la tarification élevée qu'ont appliquée jusqu'ici les Compagnies aux expéditions de ce produit. Il n'y a pas en effet de produit d'une fabrication aussi importante que le carbure de calcium, et se transportant par quantités relativement élevées, qui voyage à des prix aussi prohibitifs, et l'on peut dire que le régime établi pour le carbure de calcium par les di-

verses Compagnies, constitue une exception unique.

Rien ne justifie les conditions de prix imposées pour le transport du carbure de calcium : ni la nature du produit, ni sa valeur marchande, ni le présumé danger qu'on paraît redouter pendant son transport par chemin de fer, et il n'est pas à notre connaissance qu'un accident se soit produit sur wagon en cours de route, ni pendant le chargement ou le déchargement.

Cependant, le carbure de calcium a été assimilé au début aux produits les plus dangereux, et tout dernièrement encore, il était admis au même titre que la dynamite et voyageait en première série majorée de dix pour cent. Ce traitement a paru si exagéré que tout récemment, une légère amélioration a été accordée par les Compagnies, mais d'une façon inégale et tout à fait insuffisante.

Voici quelle est aujourd'hui la tarification du carbure de calcium.

#### TRAFIC INTERIEUR

*Réseau du Nord.* — Expéditions partielles : première série du tarif général.

Expéditions par wagon complet de 5.000 kilos : barème I des tarifs spéciaux en vertu du tarif spécial 18.

*Réseau de l'Est.* — Expéditions partielles ou par wagon complet : première série du tarif général par toutes quantités.

*Réseau de P.-L.-M.* — Expéditions partielles : première série du tarif général.

Expéditions par wagon complet de 5.000 kilos : deuxième série du tarif général.

*Réseau d'Orléans.* — Première série du tarif général quelle que soit la quantité transportée.

*Réseau du Midi.* — Expéditions partielles : première série du tarif général.

Par wagon complet de 8.000 kilos et pour un parcours minimum de 150 kilomètres : troisième série du tarif général.

*Réseau de l'Etat.* — Expéditions partielles : deuxième série du tarif général.

Expéditions par wagon complet de 4.000 kilos : troisième série du tarif général.

*Réseau de l'Ouest.* — Expéditions partielles (100 kilos minimum) : Deuxième série du tarif général.

Expéditions par wagon complet de 5.000 kilos : cinquième série du tarif général.

Ce n'est que tout récemment que le Ministère des Travaux Publics a homologué le tarif de la troisième série pour wagon complet sur le réseau du Midi, et cette tarification n'est applicable que depuis le 20 septembre 1900.

\*  
\* \*

Le tableau suivant résume cette tarification générale et permet de se rendre compte de la différence de base d'un réseau à l'autre :

#### WAGONS COMPLETS

Kil.	Nord	Est	P.-L.-M.	Orléans	Midi	Etat	Ouest
100	10 »	16 »	14 »	16 »	13 »	11.50	8 »
200	18 »	31 »	27 »	31 »	26 »	21 »	15 »
300	24 »	46 »	40 »	46 »	38.50	31 »	22 »
400	—	60 »	52 »	60 »	50 »	40 »	28 »
500	—	74 »	64 »	74 »	60 »	50 »	33 »
600	—	—	75 »	87 »	68 »	60 »	37 »
700	—	—	85 »	99 »	74.50	—	40 »
800	—	—	94 »	110 »	80.50	—	43 »

Naturellement, ce tableau ne comporte pas les frais accessoires.

Ce qui apparaît, c'est l'inégalité très sensible des prix pratiqués par les diverses Compagnies. Pour les réseaux de l'Est et d'Orléans, le prix de la tonne est le même par expéditions partielles que par wagon complet, à part les frais accessoires qui sont de 1 fr. 50 par 1.000 kilos pour les expéditions partielles au lieu de 1 fr. pour les expéditions par wagon complet.

Le barème 2 qui s'applique au trafic intérieur Lyon, s'applique aussi depuis le mois d'avril 1900 au trafic commun, Paris-Lyon-Méditerranée, Orléans, Est, Etat et Midi pour wagon de 5.000 kilos.

Le tableau suivant indique la tarification du carbure de calcium pour les expéditions partielles sur les réseaux qui le font bénéficier d'un déclassement : l'Ouest et l'État. Une troisième colonne indique la taxe perçue par les autres réseaux.

#### EXPEDITIONS PARTIELLES

	<i>Ouest</i>	<i>Etat</i>	<i>Autres réseaux</i>
100 kilomètres.	14 »	13 »	16 »
200 —	27 »	24 »	31 »
300 —	40 »	33 »	46 »
400 —	52 »	44 »	60 »
500 —	62 »	55 »	74 »
600 —	70 »	66 »	87 »

Plus les frais accessoires.

Les chiffres de la troisième colonne résultent du barème P.-L.-M. et, quoique très approximatifs, ils ne sont pas absolument exacts pour les autres réseaux.

#### TARIFICATION DU CARBURE

##### A L'EXPORTATION

Les usines de carbure françaises se trouvant à peu près toutes situées dans les Alpes et les Pyrénées, il n'y a à considérer ici que les tarifs qui jouent à l'exportation du réseau P.-L.-M. et du Midi.

Les usines de l'Ain sont intermédiaires des prix de Genève à Marseille et à Cette, soit 44 francs la tonne par wagon de 5 tonnes ou 36 francs la tonne par wagon de 10 tonnes. Les usines de la Haute-Savoie rencontrent les mêmes prix à Annemasse.

Les mêmes prix de 44 francs et de 36 francs jouent au départ de Modane sur Marseille et Cette; mais les usines qui ne sont pas sur leur itinéraire doivent s'y raccorder à l'aide du tarif intérieur. Le coût du transport de 44 francs la tonne de Genève à Marseille et Cette, ou de Modane à Marseille et Cette est augmenté de celui nécessaire pour gagner les points de soudure de Chambéry ou de Saint-Pierre d'Albigny avec application du tarif de la deuxième série par wagon complet. Il en résulte que les usines françaises sont moins bien placées pour les expéditions à faire dans les ports de la Méditerranée que les usines suisses, expédiant à l'un de ces ports.

Il est à remarquer qu'aucun tarif en dehors des tarifs intérieurs ne permet l'exportation sur les points frontières suisses. Par contre la Suisse, qui a six points principaux de fabrication de carbure de calcium, vient de créer tout récemment des tarifs excessivement réduits pour l'exportation sur la France pour tous les points frontières franco-suisses, depuis Delle jusqu'au Bouveret.

Les chemins de fer suisses ont donc fait quelque chose pour une production qui a pris de très grands développements, et à part le Nord, l'Ouest, l'État et tout récemment le Midi, les autres Compagnies françaises n'ont rien fait du tout.

Les mêmes points Genève et Modane jouent sur les points frontières du réseau du Nord aux prix du tarif commun 300 pour l'exportation sur la Belgique. Ces prix jouent également sur tous les ports de la Mer du Nord et de la Manche.

Ils jouent encore de Genève, mais non pas de Modane, sur les ports de l'Océan, de Nantes à Bordeaux, de sorte que les usines françaises ne peuvent arriver à ces ports de l'Océan qu'à un prix supérieur à celui auquel parviennent les usines suisses.

Genève n'a pas de prix sur Belfort pour gagner l'Allemagne du Sud, destination pour laquelle on emprunte d'ailleurs avantageusement les rails suisses. Modane et les usines qui se raccordent à son itinéraire sur Belfort ont pour atteindre ce point les mêmes prix que pour Marseille et Cette : 44 francs par 5 tonnes, 36 fr. par 10 tonnes.

Voici les prix indiqués aux barèmes à diverses distances pour transport de carbure de calcium destiné à l'exportation et pour marchandise prise à partir des points franco-suisses :

<i>Sans condition de tonnage</i>		<i>Wagon de 5 tonnes</i>	<i>Wagon de 10 tonnes</i>
	fr.	fr.	fr.
A 500 kilomètres .	48 »	42 »	36 »
600 —	53 »	46 »	40 »
700 —	57 »	50 »	43 »
800 —	60 »	53 »	46 »
900 —	63 »	55 50	48 50
1.000 —	65 50	58 »	51 »

Plus les frais accessoires.

Le Midi a deux barèmes à exportation sur les ports et les points frontières desservis par ses rails :

1° la troisième série du Tarif général ; 2° le barème du paragraphe 1<sup>er</sup> de son tarif spécial 30.

La troisième série, qui ne s'applique qu'aux wagons complets d'au moins 8.000 kilos, est plus élevée aux longues distances que les prix du paragraphe premier, qui s'applique aux expéditions à partir de 50 kilos, ainsi que le démontre le tableau suivant donnant des exemples de cette tarification.

	3 <sup>e</sup> Série	% 1 <sup>er</sup> du tarif 30
A 200 kilomètres. fr.	26 »	26.50
300 —	38 50	32.50
400 —	50 »	36.50
500 —	60 »	39.50
600 —	68 »	42.50

S'il était permis de qualifier cette tarification, il faudrait dire qu'elle est illogique et anti-commerciale, puisqu'elle réserve ses faveurs au moindre tonnage.-

De l'examen de ce qui précède, il résulte qu'une révision des tarifs pour le transport du carbure de calcium en France s'impose aussi bien pour les expéditions à faire à l'intérieur que pour celles destinées à l'exportation. Il n'est pas admissible que l'on continue à payer au tarif actuel pour envois à effectuer, par exemple, de Savoie à Lille, le prix de 100 francs la tonne, alors que si l'on emprunte la voie suisse, Genève, Bâle et le tarif direct allemand-belge, on peut arriver à Mouscron, en face Lille, à 84 francs la tonne pour un parcours d'environ 200 kilomètres en sus de celui représenté par le réseau français. Il ne faut pas non plus que l'on soit amené dans le même cas à user de cet autre moyen bizarre, mais licite, d'expédier par réseau français à Mouscron au prix de 54 fr. 30 les mille kilos, tarif spécial d'exportation, et de réexpédier moyennant 3 francs jusqu'à Lille la même marchandise, en acquittant simplement les droits *ad valorem* de 5 0/0.

Nous émettons le vœu que les Compagnies s'entendent pour établir une tarification en rapport avec l'importance que prend la fabrication de ce nouveau

produit et en tenant compte aussi des besoins de la consommation. Deux moyens s'offrent à elles de répondre au désir des intéressés, tout en sauvegardant leurs intérêts ; c'est d'établir des prix fermes pour les principaux centres, ou bien d'avoir une tarification uniforme accordant la cinquième série pour tous envois sans condition de tonnage et la sixième série pour envois par wagon complet.

Si le Ministère des Travaux Publics n'a pas le moyen d'imposer aux Compagnies l'application des tarifs sollicités par les besoins de l'industrie de l'acétylène, il a tout au moins le pouvoir de peser sur elles et nous sommes en droit de compter sur son action pour seconder dans ce but les efforts d'une importante industrie.

# Note sur les tarifs de transport

## DU CARBURE DE CALCIUM

par M. C. SIMON

Ingénieur

Directeur de la Société Electro-Métallurgique de Saint-Béron

---

Le développement de l'emploi du gaz acétylène est fortement entravé par le coût exagéré du transport du carbure de calcium.

Les principales usines françaises produisant le carbure sont situées dans des régions où l'acétylène, par suite de l'utilisation des forces naturelles, ne peut point se développer. Il s'ensuit donc que le carbure, toujours utilisé très loin des lieux de production, subit du fait du transport une majoration de prix considérable.

Le rapport très documenté que M. Lacroix a présenté au dernier Congrès de Chimie appliquée fournit à cet égard des renseignements très intéressants.

Le carbure bénéficie à l'heure actuelle, et à la suite de nombreuses réclamations, de la deuxième série du tarif général sur la plupart des Compagnies.

Nous estimons cependant que ce tarif est encore beaucoup trop élevé et que le carbure devrait voyager au tarif n° 15 auquel sont taxés les pétroles rectifiés et non rectifiés, les huiles de schiste ainsi que les huiles essentielles. La Cie de l'Ouest applique déjà ce tarif. La comparaison des deux tableaux ci-dessous donne une idée très exacte de l'intérêt qu'il y a pour les acétylénistes à demander aux Compagnies l'application générale de ce tarif au carbure de calcium.

*Tarification actuelle du carbure de calcium en trafic interne par wagon complet de 5.000 kg.*

Kilom.	Nord	Est	P.-L.-M.	Orléans	Midi	Ouest	Etat	Tarif commun.
100	10 »	16 »	14 »	16 »	16 »	8 »	11 50	14 »
200	18 »	31 »	27 »	31 »	32 »	15 »	21 »	27 »
300	24 »	46 »	40 »	46 »	48 »	22 »	30 »	40 »
400	»	60 »	52 »	60 »	63 50	28 »	40 »	52 »
500	»	74 »	64 »	74 »	78 »	33 »	50 »	64 »
600	»	»	75 »	87 »	91 50	37 »	60 »	75 »
700	»	»	85 »	99 »	104 »	40 »	»	85 »
800	»	»	94 »	110 »	115 50	43 »	»	94 »

*Tarification actuelle pour huiles essentielles, pétroles, etc., schistes*

Kilom.	Nord	Est	P.-L.-M.	Orléans	Midi	Ouest	Etat	Tar.com.
100	7 25	8 »	9 »	»	»	8 »	6 »	»
200	11 50	12 »	17 »	»	»	15 »	11 »	»
300	14 65	15 »	23 50	»	»	22 »	15 »	»
400	»	17 »	30 »	»	»	28 »	20 »	»
500	»	19 »	35 »	»	»	33 »	25 »	»
600	»	»	40 »	»	»	37 »	30 »	»
700	»	»	45 »	»	»	40 »	35 »	»
800	»	»	49 »	»	»	»	»	»
900	»	»	53 »	»	»	»	»	»
1000	»	»	57 »	»	»	»	»	»

Il est à remarquer que si l'on compare les dangers résultant du transport du carbure de calcium et des pétroles, le parallèle n'est point possible.

En effet les pétroles mis en fûts coulent quelquefois, et se répandent ainsi sur le plancher des wagons ; cela peut occasionner de très sérieux incendies par le fait d'une imprudence ou encore par le fait d'une étincelle pouvant provenir du sabot des freins.

Dans les dépôts de marchandises des gares, le pétrole et les huiles essentielles constituent un réel danger, tant à cause des risques qu'ils peuvent occasionner par eux-mêmes qu'à cause de ceux pouvant provenir d'incendies voisins.

Le carbure de calcium n'offre aucun de ces dangers ; il ne fait point explosion et de par sa nature solide, il ne peut donner lieu à aucun coulage. On peut alléguer que le carbure est dangereux à cause du dégagement de l'acétylène qu'il produit. Là encore, les Compagnies de chemins de fer n'ont point examiné la question.

L'emballage du carbure le défend en effet contre toute atteinte de l'humidité ; il ne peut donc dégager d'acétylène.

Si par hasard, en cours de route, son emballage devenait défectueux, l'acétylène dégagé s'échapperait très facilement et surtout très inoffensivement par les fissures de la boiserie des véhicules.

Nous estimons donc qu'il y a lieu de réclamer auprès des Compagnies de chemins de fer et des pouvoirs publics l'application des tarifs ci-dessus.

De même, il serait urgent que le carbure fût admis plus facilement par les Compagnies françaises de navigation.

Il nous est en effet pénible de voir que pour transporter des usines de Savoie en Europe Orientale le carbure de calcium à n'importe quel tonnage, on soit dans l'obligation de passer par des ports étrangers et des Compagnies de navigation étrangères.

Il y aurait lieu dans cet ordre d'idées de tenter une démarche auprès des grandes Compagnies françaises de navigation et au besoin auprès des Compagnies d'assurances maritimes pour faire cesser pareil état de choses si préjudiciable à l'essor de cette industrie essentiellement française.

## MÉMOIRE

SUR LE

### Syndicat des Acétylénistes de Marseille

FONDÉ EN AVRIL 1898 SOUS LE TITRE DE

**Syndicat pour la défense des intérêts du Gaz acétylène  
et des industries qui s'y rattachent**

---

*A Messieurs les Membres du 3<sup>e</sup> Congrès International  
de l'Acétylène*

Messieurs,

En confiant à trois de ses membres l'insigne honneur de le représenter devant le troisième Congrès International de l'Acétylène, notre Syndicat s'est cru autorisé, dans l'intérêt supérieur de la corporation, à vous dire d'où il vient, ce qu'il est, ce qu'il a fait, ce qu'il compte faire, ce qu'il veut.

Cet exposé fait devant une assemblée aussi éminente d'Acétylénistes français et étrangers, s'il a votre approbation, fortifiera le courage et le dévouement de nos membres et donnera à nos décisions futures une vigueur nouvelle, puisque le but que nous poursuivons sera, nous l'espérons, Messieurs, d'avance approuvé par vous.

Nous avons tracé en tête de notre programme la création de Syndicats pareils aux nôtres dans les divers centres acétylénistes.

Malgré les résultats inespérés que nous avons obtenus à Marseille, malgré les encouragements que nous avons essayé de donner à nos confrères d'ail-

leurs, à notre grand regret, nous n'avons pas eu d'imitateurs.

Puisse l'énoncé de nos forces, l'énumération de nos travaux et la foi en notre avenir, devant votre assemblée, Messieurs, faire naître en l'esprit des Acétylénistes cette idée de cohésion, d'union et de mutualité qui nous a si bien réussi à nous mêmes.

Ce sont là les buts poursuivis par le Syndicat de Marseille en vous adressant ce mémoire.

\*  
\* \*

Durant les premiers mois de l'année 1898, au moment où l'éclairage par l'acétylène entraînait vraiment dans une période de succès par tout le Midi de la France, les Acétylénistes de Marseille, devant la lutte acharnée que ses ennemis faisaient au nouveau gaz, pensèrent à se solidariser pour sauvegarder leurs intérêts, pour faire valoir leurs droits.

Sur l'initiative de quelques uns d'entre eux, des convocations furent lancées pour une réunion préparatoire.

Les Acétylénistes vinrent si nombreux que dès ce jour-là, le Syndicat fut fondé.

Voici, parmi les vingt-trois articles des statuts adoptés par les assemblées générales des 19 avril et 23 mai 1898, les quatre principaux qui délimitent suffisamment le rôle que nous nous sommes imposé :

ARTICLE 1<sup>er</sup>. — Il est formé entre les industriels, inventeurs, fabricants d'appareils, négociants, fabricants de carbure, et les personnes ayant un intérêt dans la production de l'acétylène soussignés, et ceux qui adhéreront plus tard aux présents statuts, un Syndicat qui sera représenté par un Conseil syndical.

ART. 2. — Le Syndicat prend la dénomination de « Syndicat pour la défense des Intérêts du Gaz Acétylène et des industries qui s'y rattachent. »

ART. 3.—Le Syndicat a pour but de concentrer les efforts de ses membres en vue d'étudier toutes les mesures utiles, pour la défense des intérêts du gaz acétylène et des industries qui s'y rattachent.

Il s'interdit toute discussion politique.

Il prend l'initiative de toutes les démarches utiles

soit par demande directe, soit par pétition présentée à la signature de tout le commerce, soit par les moyens de publicité, journaux, mémoires, etc...

Il poursuit cette mission auprès du gouvernement, des diverses administrations et des chambres de commerce.

Le Syndicat peut, après examen et rapport d'une commission désignée par lui, appuyer de son influence dans des instances devant toutes juridictions pour la défense des principes utiles à l'intérêt général et même prendre à sa charge les frais ou partie des frais d'instance entreprise par les membres du Syndicat dans les questions ayant un intérêt général.

ART. 4. — Tous les négociants, inventeurs, industriels et personnes ayant un intérêt dans la production de l'acétylène pourront faire partie du Syndicat.

Comme vous le voyez, Messieurs, nous ne sommes pas un Syndicat de combat, ni un Syndicat d'études, pas plus qu'un Syndicat commercial ayant pour but l'écoulement régulier ou la hausse des produits.

Comme l'indique notre titre, nous défendons simplement nos prérogatives que nous croyons équitables contre toutes autres prérogatives ennemies qui ne le sont pas.

C'est pour cela que nos succès sont dus, non seulement à la concentration des forces éparses que nous représentons, mais encore aux causes que nous soutenons parce que toujours elles sont justes.

Veuillez également remarquer, Messieurs, que notre Syndicat n'est pas seulement professionnel ; il s'étend à tous les Acétylénistes quels qu'ils soient, depuis les inventeurs d'appareils et les fabricants de carbure de calcium jusqu'aux consommateurs et amateurs du nouveau gaz. Tous ceux que l'acétylène intéresse, tous ceux qui s'intéressent à l'acétylène peuvent en faire partie et de tous le Syndicat prend la défense. Là encore doit être attribué un peu de notre force.

Voici maintenant, Messieurs, comment s'opère ce que nous pourrions appeler le fonctionnement du Syndicat.

L'assemblée générale de chaque année nomme un Conseil syndical chargé de représenter les intérêts du Syndicat, ou plutôt ceux de l'acétylène au nom du Syndicat. Ce Conseil ne s'assemble pas à date fixe ; il

est simplement convoqué sur l'initiative de son président dès qu'une décision est à prendre, qu'une intervention est nécessaire.

Il délibère, et prend toutes les mesures nécessaires pour la sauvegarde des intérêts acétylénistes, dans un esprit toujours équitable et loyal, et qui, s'il est ferme, n'en demeure pas moins courtois et de bon aloi.

Les démarches et pourparlers à entreprendre sur place se font en général par délégation. Les délégués se présentant au nom du Syndicat sont toujours écoutés avec bienveillance et la plupart du temps, pour ne pas dire toujours encore, leurs démarches aboutissent à souhait.

Les affaires dans lesquelles a eu à s'immiscer notre Syndicat ne sont point très nombreuses et c'est bien là une preuve de son influence, car nos ennemis la connaissant, nous évitent le soin d'agir et s'épargnent le désagrément d'un échec.

C'est ainsi qu'à Marseille, les injustices que l'on commettait à chaque instant envers les Acétylénistes sont devenues beaucoup moins fréquentes qu'ailleurs. Les règlements administratifs sont plus équitablement appliqués, car nous ne souffririons aucune injustice ou mauvaise interprétation de la part de ceux qui les appliquent.

Egalement, chaque fois que la presse tend à exagérer un fait de nature à nuire à l'avenir de l'acétylène, le Syndicat, après enquête, la somme de rectifier, ce qui, une nouvelle occasion survenant, l'engage à plus de circonspection.

A un point de vue plus général, le Syndicat a eu à s'occuper avec succès des décrets et ordonnances concernant l'emploi de l'acétylène, des questions de transport du carbure de calcium, de son emmagasinement et de son débarquement dans les ports.

A ce dernier propos, le Syndicat a obtenu à Marseille l'abolition provisoire du décret classant, pour le débarquement et l'entrepôt sur les quais, le carbure de calcium parmi les produits dangereux et inflammables, exigeant un débarquement spécial et une surveillance très onéreuse.

Il n'a pu que regretter que son influence ne puisse

s'exercer dans les autres ports où l'ordonnance signalée plus haut est encore rigoureusement appliquée, injustement il est vrai.

Notre dernière assemblée générale a émis le vœu que les travaux du Conseil syndical s'étendent jusqu'à des questions plus générales telles que les transports du carbure, la réglementation de l'acétylène, la garantie du titre du carbure de calcium, etc., etc.

Ce sont là des questions qui ont déjà fait l'objet de nos études, mais, avouons-le, que nous nous sentons un peu incapables de solutionner isolément.

Les mesures à prendre à ces divers points de vue et dont sans doute votre Congrès, Messieurs, aura à s'occuper, nous aurions voulu les discuter, non entre nous, mais d'accord avec tous les autres Acétylénistes, en commun avec d'autres Syndicats. Etant ainsi plus générales elles en deviendraient plus efficaces et leur influence en serait grandement augmentée.

Nous n'insisterons pas, Messieurs, sur le rôle que s'est imposé notre Syndicat.

Nous nous sommes vus obligés d'écarter de cet exposé la modestie dont, en pareil cas, on a coutume de se parer... Nous aurions beaucoup mieux aimé glorifier d'autres Syndicats pareils au nôtre que de nous glorifier nous-mêmes...

C'est à vous, Messieurs, d'encourager leur prompt développement puisque en ce moment le monde acétyléniste porte ses regards vers nous.

# **LA SOCIÉTÉ SUISSE** **du carbure et de l'acétylène**

**par M. GANDILLON**

Directeur général de la Société *La Tolla*, à Genève

---

Tout le monde acétyléniste connaît les résultats remarquables obtenus par l'« Union Acétylénique allemande ».

Cette union, issue le 27 novembre 1898 de la fusion de deux Sociétés déjà existantes, a voulu concentrer tous les efforts de nature à développer l'industrie de l'acétylène et du carbure, tant sur le terrain scientifique que sur le terrain technique et commercial.

Vous savez tous qu'elle a pleinement réalisé ce programme et qu'en deux ans elle a groupé autour d'elle un nombre toujours croissant d'adhérents. D'autre part, l'activité de ses diverses commissions aboutissait à des résolutions pratiques, telles que la fixation de normes pour la vente du carbure, admises actuellement presque partout à l'étranger, la suppression de l'ostracisme des compagnies d'assurances, l'amélioration du régime des transports, etc., etc.

Ce précieux exemple vient d'être suivi par la Suisse.

Quelques fabricants et installateurs de ce pays se sont réunis le 26 mai 1900 à Berne pour fonder une « Société Suisse du Carbure et de l'Acétylène ».

Voici comment les statuts de cette Société définissent dans leur introduction le but que se sont proposé les promoteurs :

« La Société a pour but le développement de l'indus-

trie du carbure et de l'acétylène en général ; elle se propose en particulier :

a) de créer une station centrale pour le contrôle du carbure suivant des normes d'analyse bien déterminées ;

b) d'instituer une inspection périodique des appareils d'acétylène en Suisse, dont les frais seront récupérés par voie d'abonnement ;

c) de s'efforcer d'obtenir des pouvoirs publics des règlements de police uniformes pour faciliter l'extension des installations d'acétylène et leur donner toute sécurité ;

d) de régler par voie d'arbitrage les différends qui surgiraient entre ses membres sur des questions touchant le carbure ou l'acétylène ;

e) de poursuivre les intérêts qu'elle a en vue par la presse, par des conférences et tous autres moyens qui lui paraîtraient appropriés, et de tenir ses membres au courant par des circulaires ou par un organe attitré ;

f) d'organiser des expositions techniques ou de faire le nécessaire pour participer à de telles expositions en Suisse ou à l'étranger. »

La liste d'adhésions a été rapidement remplie et la constitution de cette Société aura lieu très prochainement.

J'ai cru intéressant d'annoncer cette création au troisième Congrès international de l'Acétylène, car il y a là une modeste contribution à un mouvement plus général dont les suites seront certainement très fécondes pour l'avenir.

Vous savez quels obstacles de toute nature l'acétylène a rencontrés, et vous avez entendu à ce Congrès de nombreuses et intéressantes communications sur les problèmes techniques et pratiques soulevés par ce nouveau mode d'éclairage. Mais, outre ces difficultés, l'acétylène a encore maints préjugés à vaincre, maintes hostilités à combattre : l'acétylène a de puissants ennemis et ce n'est que par une action commune, vigoureuse, par l'autorité que donne à une industrie l'union intelligente de tous les intéressés, que nous pouvons espérer triompher complètement.

Parmi les premiers résultats que nous pouvons at-

tendre d'une coopération, je citerai la réglementation et la surveillance de l'appareillage : l'immense diversité des appareils producteurs d'acétylène, s'il a été un des principaux éléments de sa vulgarisation rapide, a fourni d'autre part un aliment perpétuel à l'opposition systématique de certains milieux, où l'on persiste à englober tous les appareils dans la réprobation que de rares mais fâcheuses exceptions se sont attirée. Il ne faut pas oublier en effet qu'agent docile et incomparable quand il est rationnellement utilisé, l'acétylène devient un hôte dangereux dans une installation défectueuse ou mal entretenue.

Dans la pensée des créateurs de la « Société Suisse du Carbone et de l'Acétylène », il est nécessaire de faire maintenant dans ce domaine ce qu'ont fait jadis les propriétaires d'appareils à vapeur ; ce sera un des premiers objets de cette Société, et pour lequel elle a prévu la création d'inspectors.

Je n'entrerai pas dans plus de détails, ayant simplement voulu vous signaler cette importante question de l'union des acétylénistes, que d'autres plus compétents reprendront certainement ici. Je terminerai donc en souhaitant que la France suive prochainement cet exemple et que nous ayons bientôt une « Union Française de l'Acétylène et du Carbone », assise sur les plus larges bases et dans laquelle la science, la technique et la pratique commerciale se tendront la main pour le succès commun.

De là à l'institution d'une « Union Internationale des Acétylénistes » il n'y aura plus qu'un pas et ce pas sera vite franchi. Ce jour-là notre industrie n'aura plus rien à envier à cet égard aux grandes industries d'éclairage déjà existantes, et auprès desquelles elle prétend venir prendre la place qui lui est due.

## TABLE DES MATIERES

---

### **Règlement, Programme, liste des Membres du Congrès, Procès-Verbaux sommaires des Séances.**

	Pages
Règlement.....	1
Circulaire.....	5
Commission d'organisation.....	7
Programme sommaire.....	9
Bureau.....	13
Délégués officiels.....	15
Membres donateurs.....	17
Liste générale des membres.....	18
Procès-verbaux sommaires des séances.....	33

### **Mémoires**

#### *1<sup>o</sup> Questions techniques concernant l'industrie de la fabrication du carbure de calcium et de l'acétylène.*

Développements successifs de l'industrie du carbure de calcium et de l'acétylène, par M. R. PITAVAL.....	71
Description des usines à carbure de calcium de France, par M. R. GUILBERT.....	87
Renseignements relatifs aux usines à carbure de calcium des pays autres que la France, par M. R. GUILBERT.....	128

	Pages
Notice sur le Laboratoire de la Compagnie Electrométallurgique des procédés Gin et Leleux.	131
Fabrication d'électrodes pour fours électriques, par M. E. ORNSTEIN .....	135
Application de la dissociation à l'étude du four électrique, par M. E. HUBOU .....	143
Les fours électriques, par M. A. KELLER .....	145
Rôle de la densité de puissance dans la fabrication du carbure de calcium, par M. A. KELLER.	161
Etablissement des lignes à courant alternatif à haute intensité, par M. C. SIMON .....	177
Décalage d'un courant alternatif dans les fours électriques, par M. C. SIMON .....	187
Variations de rendement du carbure de calcium en poids et en litres de gaz, par M. A. KELLER.	193
Analyse de quelques sous-produits de la fabrication du carbure de calcium, par MM. GUILBERT et DINAN .....	198
 <i>2<sup>o</sup> Questions techniques concernant les applications du carbure de calcium et de l'acétylène à l'éclairage.</i>	
Fabrication de l'acétylène au moyen de l'acétylithé, par M. M. LÉTANG .....	205
L'enrobage du carbure de calcium, par M. E. LAROCHE .....	208
L'orlyte, par M. DOUSCHAN DE VULITCH .....	211
Epuration de l'acétylène au moyen du puratylène, par DEUTSCHE GOLD UND SILBER SCHEIDE ANSTALT .....	219
Obtention de l'acétylène non polymérisant aux brûleurs, par M. P. P. H. MACÉ .....	222
Considérations nouvelles sur les appareils producteurs de gaz acétylène, par M. M. A. MOREL.	225
Nomenclature des appareils d'éclairage à l'acétylène ayant figuré à l'Exposition de 1900, par M. F. BESNARD PÈRE .....	289

	Pages
Appareil mélangeur d'acétylène et d'air, par M. H. ELLENS O'VING.....	303
Appareil doseur-mélangeur de gaz, système Molet, par M. BOISTELLE.....	308
L'éclairage intensif par l'acétylène, par M. Ed. FOUCHÉ.....	311
Préparation et emploi de l'acétylène portatif, par M. JANET.....	320
Résumé d'une communication faite par M. Ed. FOUCHÉ.....	326
L'éclairage des trains et des tramways, par M. E. FAJOLE.....	327
L'éclairage des villes à l'acétylène, par M. P. ROSENBERG.....	331
Description de l'usine à gaz acétylène de Bercy, par la M <sup>on</sup> AUG. DESCOURS.....	333
Les étalons à incandescence, par M. J. VIOLLE...	336
<i>3<sup>o</sup> Questions techniques concernant les applications du carbure de calcium et de l'acétylène autres que l'éclairage.</i>	
Synthèse de pétroles par hydrogénation de l'acétylène, par M. P. SABATIER.....	341
Synthèse d'un hydrocarbure par action du cuivre sur l'acétylène, par M. P. SABATIER.....	345
Le carbure de calcium et l'acétylène dans la chimie industrielle, par M. GIN.....	348
Lenoir d'acétylène et ses dérivés, par M. E. HUBOU	358
Transformateur universel, par M. J. ROVERSI.....	386
Applications de l'acétylène aux moteurs, par M. H. CUINAT.....	390
<i>4<sup>o</sup> Questions administratives et commerciales</i>	
Décisions de l'Union acétylénique allemande.	397
Uniformisation des mesures dans l'industrie de l'acétylène, par M. J. SABATIER.....	399

	Pages
Réglementation du commerce du carbure de calcium, par M. PETIT-PIERRE.....	401
Détermination du mode d'emballage du carbure de calcium, par M. PETIT-PIERRE.....	405
Rapport de la Commission d'examen des conditions de transactions commerciales du carbure de calcium, par M. KELLER.....	410
Procès-verbal de la deuxième Commission du troisième Congrès, par M. C. SIMON.....	413
Tableau comparatif de divers modes d'éclairage, etc., par M. F. BESNARD PÈRE.....	416
Les tarifs de transport du carbure de calcium, par M. P. LACROIX.....	417
Le transport du carbure de calcium en France, par M. SAUTTER.....	431
Les tarifs de transport du carbure de calcium, par M. C. SIMON.....	438
Le syndicat des acétylénistes de Marseille .....	441
La Société suisse du carbure et de l'acétylène, par M. GANDILLON.....	446