

Troisième Année - N° 25.

Avril 1906.

Association des Anciens Élèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE

1860-1906

BULLETIN MENSUEL
de l'Association

SOMMAIRE

L'Air liquide, *Conférence de M. Georges CLAUDE.*
Visite de l'Exposition Coloniale de Marseille.
Informations diverses.

PRIX D'UN NUMÉRO : 0.50 CENT.

Secrétariat et Lieu des Réunions hebdomadaires de l'Association
SALONS BERRIER & MILLIET, 31, place Bellecour
LYON

TISSAGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTION

DIEDERICHS

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR. — INGÉNIEUR E. C. L.

Société Anonyme au capital de 2.000.000 de francs entièrement versés

TÉLÉPHONE

BOURGAIN (Isère)

TÉLÉPHONE

INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES POUR TISSAGE

GRAND PRIX à l'Exposition de Paris 1900 — GRAND PRIX, Lyon 1894 — GRAND PRIX, Rouen 1896

Adresse télégraphique et Téléphone : **DIEDERICHS, JALLIEU**

SOIE

Métiers pour **Cuit** nouveau modèle avec régulateur perfectionné à enroulage direct, pour Tissus *Unis*, *Armures* et *Façonnés*, de un à sept lats et un nombre quelconque de coups. — BREVETÉS S. G. D. G.

Mouvement ralenti du battant. — **Dérouleuse automatique** de la chaîne. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers pour **Grège**, ordinaires et renforcés. — **Métiers** nouveau modèle à chasse sans cuir. Variation de vitesse par friction et grande vitesse. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers à enroulage indépendant permettant la visite et coupée de l'étoffe pendant la marche du métier. — **Métiers** à commande électrique directe.

Métiers de 2 à 7 navettes et à un nombre quelconque de coups. — BREVETÉS S. G. D. G.

Ourdissoirs à grand tambour, à variation de vitesse par friction réglable en marche. — **Bobinoirs** de 80 à 120 broches. — **Machines** à nettoyer les trames. — **Cannetières** perfectionnées. — BREVETÉS S. G. D. G.

Doublloirs. — **Machines** à plier et à métrer. — **Dévidages**. — **Détrancannoirs**. — **Ourdissoirs** pour cordons. — BREVETÉS S. G. D. G.

Mécaniques d'armure à chaîne — **Mécaniques** d'armures à crochets. — **Mécaniques** Jacquard. — **Mouvements** taffetas perfectionnés. — **Métiers** à faire les remisses nouveau système. — BREVETÉS S. G. D. G.

COTON, LAINE, etc.

Métiers pour Calicot fort et faible. — **Métiers** à 4 et 6 navettes pour colonnades — **Métiers** à 4 navettes, couil fort. — **Métier** pour toile et linge de table. — **Mouvements** de croisé. — **Mouvements** pick-pick à passées doubles. — **Ratiers**. — **Machines** à parer, à séchage perfectionné. — BREVETÉS S. G. D. G.

Ourdissoirs à casse-fil. — **Bobinoirs-Pelotonnoirs**. — **Cannetières** de 50 à 400 broches perfectionnées. — BREVETÉS S. G. D. G.

Métiers pour couvertures. — **Métiers** pour laines à 1, 4 ou 6 navettes. — **Cannetières** pour laine. — **Ourdissoirs** à grand tambour jusqu'à 3^m 50 de largeur de chaîne. — BREVETÉS S. G. D. G.

Machines à vapeur, Turbines, Éclairage électrique, Transmissions, Pièces détachées, Réparations

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE. — FONDERIE

Troisième Année - N° 25.

Avril 1906.

Association des Anciens Élèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE

1860-1906

BULLETIN MENSUEL
de l'Association

SOMMAIRE

L'Air liquide, *Conférence de M. Georges CLAUDE.*
Visite de l'Exposition Coloniale de Marseille.
Informations diverses.

PRIX D'UN NUMÉRO : 0.50 CENT.



Secrétariat et Lieu des Réunions hebdomadaires de l'Association
SALONS BERRIER & MILLIET, 31, place Bellecour
LYON

INSTRUMENTS & FOURNITURES

à l'usage des

Entrepreneurs de Travaux Publics, Chemins de Fer, Canaux, etc.

EXPOSITION DE 1900

16 MÉDAILLES

Or et Argent



H. Morin

CONSTRUCTEUR

3, Rue Boursault, 3

PARIS

ATELIERS : 203, Rue de Vaugrard

FOURNISSEUR DE PLUS DE 1.800 ENTREPRENEURS DE TRAVAUX PUBLICS

DONT PLUS DES 2/3 DES MEMBRES DU SYNDICAT

Splendide

CATALOGUE GÉNÉRAL ILLUSTRÉ

Envoyé FRANCO sur demande

1^{re} Fascicule

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Nivellement, Levé de Plans

Mathématiques

Mires, Jalons, Chaines, etc.

2^{me} Fascicule

FOURNITURES DE DESSIN & DE BUREAU

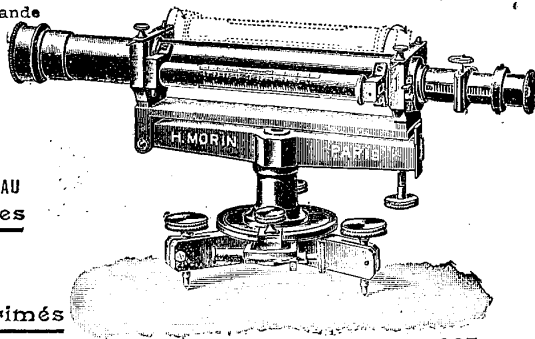
Notice Descriptive sur les

CERCLES D'ALIGNEMENTS

THEODOLITES

TACHÉOMÈTRES

Album de Modèles d'Imprimés



pour
ENTREPRISES DE TRAVAUX PUBLICS:
Feuilles de paie, Carnets, etc.

Niveau à bulle réversible H. MORIN, avec pied et boîte noyer : 285 »
Voir description dans le Catalogue Général (Modèle déposé)

EXPOSITION PERMANENTE : 3, Rue Boursault } RÉPARATIONS D'INSTRUMENTS DE TOUTES PROVENANCES

POUR LA FRANCE : FRANCHISE ABSOLUE de PORT et d'EMBALLAGE pour toute Commande de 25 Francs et au-dessus

*Troisième Année. N° 25.**Avril 1906.*

L'AIR LIQUIDE

Conférence de M. Georges CLAUDE

C'est par une sensationnelle réunion que s'est terminée la série des soirées-conférences d'hiver offertes au monde savant lyonnais par notre Association.

Après une entente préalable entre la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon et l'Association, il fut décidé qu'une conférence commune serait donnée au Palais du Commerce.

Vous remarquerez cette rapide évolution ; l'Association n'agit plus seule, elle s'est révélée une des principales sociétés d'ingénieurs lyonnais, et c'est en collaboration avec une des plus cotées d'entre elles qu'elle fait ses invitations à cette soirée. De plus, dédaignant la salle Berrier et Milliet, trop modeste sans doute, elle débute dans le monde officiel, et c'est au Palais du Commerce que notre sympathique président prendra tout à l'heure la parole au nom des anciens de l'E. C. L.

Ce qu'on gagna en *somptuosité* et en « *officialisme* », on le perdit en places.

La salle des réunions industrielles était, en effet, beaucoup trop petite pour contenir tous les invités des deux sociétés ; et nombreux ont été ceux qui durent écouter debout la conférence de M. G. Claude. Plus nombreux encore furent ceux qui durent repartir faute de place.

Contrairement à ce qui a lieu habituellement, les dames n'étaient pas nombreuses. Est-ce l'appréhension du changement de local ? ou est-ce la crainte du froid produit par l'air liquide qui les empêcha de venir égayer notre réunion ? Je l'ignore. Mais ce qu'il y a de certain ; ce que j'ai vu, c'est que quoique rares, les fourrures féminines étaient bien chaudes, beaucoup trop même pour la saison ; et que, lorsque le conférencier parla de températures voisines de 190° au-dessous de zéro, ces mêmes fourrures se rajustèrent d'elles-mêmes comme pour mieux préserver du froid que pourraient jeter dans cet auditoire ces paroles évidemment très imprudentes.

Illusion, me direz-vous...

Peut-être !...

Néanmoins, nous l'avons déjà dit, nombreuse fut l'assemblée. Nous

— 4 —

y avons remarqué M. Arloing, directeur de l'Ecole Vétérinaire, président de la Société d'Agriculture, ainsi que le bureau de cette Société; MM. Rigollot, directeur, Mathey, Côte, Branciard, Busquet, Ochsner, professeurs à l'Ecole; Ancel, président du Conseil d'administration; Vanderpol, Picard, Routin, le Dr Nogier et sir Wehnelt. Pellissier, etc.

La *jeune garde*, traditionnelle chez Berrier et Milliet, était désorganisée, aussi fut-elle moins bruyante et passa-t-elle inaperçue, noyée dans le flot des auditeurs.

Selon la coutume, un dîner eu lieu avant la conférence. Parmi les convives, il faut citer la *Science à la portée de tout le monde*. C'était, d'ailleurs, en son honneur qu'était donné le repas. Elle était dignement représentée par M. G. Claude. Y assistait aussi l'austère *science pure*: MM. Arloing et Rigollot, nos distingués directeurs des deux grandes écoles lyonnaises étaient ses mandataires. Et enfin la *science appliquée*, la *science industrielle*, qui avaient une plus grande part, — la quantité n'excluant en rien la qualité —, toutes les branches y figuraient: depuis la grosse métallurgie, jusqu'à l'importante chimie, en passant par l'ex-« petite fée électricité », l'enfant chérie de ces dernières années, et qui est devenue aujourd'hui une grande personne bien raisonnable (oh! combien!), MM. Buffaud, Picard, Routin, P. Charousset, Backès, A. Rey... la défendaient.

La conversation fut très intéressante. Mais l'heure de la conférence allait sonner. Il fallait gagner la salle de réunions déjà remplie d'un public choisi.

M. G. Claude est un ancien élève de l'Ecole de physique et de chimie de Paris; il est très connu du grand public qui s'intéresse aux questions scientifiques. C'est un chercheur opiniâtre, doué d'une puissance de vulgarisation extraordinaire, c'est un initiateur, un grand diffuseur d'idées, son *Electricité à la portée de tout le monde* en est une preuve, son succès en a été retentissant.

M. G. Claude s'est spécialisé dans l'étude de la liquéfaction des gaz, il s'y est donné complètement, aussi sa réussite n'a-t-elle étonné aucun de ceux qui connaissaient les ressources en travail et en intelligence de M. Claude.

A 8 h. 1/2, M. Arloing, président de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon, ouvre la séance et présente le conférencier M. Georges Claude comme un savant de tout premier ordre. Je lui laisse la parole.

MESDAMES,

MESSIEURS,

La Société des anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise et la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie ont eu la bonne fortune d'obtenir une conférence de M. Georges Claude.

Par un privilège de l'âge, m'est échu l'honneur de vous présenter le conférencier.

Cette mission eut été certainement mieux remplie par un ingénieur, M. le Président de la Société des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale.

Je ne suis qu'un biologiste et j'aurais pu rester étranger aux recherches de M. Claude. Mais celles que le conférencier vient exposer devant vous ont une portée générale si grande qu'elles ont agité tous les esprits à leur première publication.

Je les connais donc, et M. Claude me permettra de l'en féliciter hautement. Espérons qu'elles ouvrent une série de découvertes qui accroîtront les ressources dont dispose l'industrie et dont bénéficieront un jour l'agriculture et les diverses branches de la biologie. Qui sait ? La science nous ménage des surprises qu'elle nous livre de temps en temps, lorsqu'elle est sollicitée par des savants de la perspicacité, de la profondeur et de l'habileté de M. Claude à qui je suis heureux de donner la parole.

M. G. Claude se lève alors et commence sa conférence.

MESDAMES,

MESSIEURS,

Avant toutes choses, permettez-moi de remercier très sincèrement la Société des *Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise*. Depuis longtemps, elle veut bien s'intéresser à mes travaux sur l'air liquide, et, la première, elle m'a prié d'exposer devant ses membres les résultats de ces travaux. J'ai même, à cet égard, à lui présenter toutes mes excuses, puisque les circonstances ne m'ont pas permis de déférer plus tôt à ce désir, si flatteur pour moi.

Personnellement d'ailleurs, je n'ai pas lieu de regretter ce retard. Il me vaut en effet de compter aujourd'hui, parmi mes auditeurs, les membres de cette société lyonnaise d'*Agriculture, Sciences et Industrie* qui a tant fait, elle aussi, pour la prospérité de la région.

A l'époque où le Comité des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale me faisait sa demande, voici déjà tantôt plus de deux ans, il avait à le faire d'autant plus de mérite que l'air liquide n'avait pas encore le don — je vais vous en donner une preuve — d'exciter bien vivement la curiosité du commun des mortels.

Habitant une petite ville de la banlieue parisienne, je m'étais mis en tête vers cette époque, Dieu sait à quel propos, de révéler à mes concitoyens les singularités de ce liquide paradoxal, qui, depuis le temps que je le manipule, n'a pas encore cessé de m'étonner et de m'enthousiasmer. Emballé, comme tout bon inventeur, je m'attendais à déchaîner les curiosités et à me tailler, haut la main, un succès triomphal. Les gros bonnets de l'endroit se chargèrent de calmer mon ardeur. Ce mot d'air

liquide ne leur dit rien de bon, et tout ce que j'obtins, ce fut de me faire prendre pour un prestidigitateur en quête de cachets.

Je ne jurerais pas que mon dépit ne m'ait entraîné un peu loin dans mes réflexions et que je ne me sois pas demandé, puisque tel était le niveau des gros bonnets en matière de physique, quel pouvait donc bien être celui de leurs administrés !

Messieurs, pareille insinuation ne saurait être de mise à votre égard. Dès longtemps, vous avez compris que l'air liquide, cette surprenante conquête de la science moderne, serait, tôt au tard, l'un des plus puissants leviers à la disposition de l'humanité. Grâce à lui, en effet, il nous est possible dès maintenant, de mettre en coupe réglée cette mine incomparable que constitue l'atmosphère. Dès maintenant, nous pouvons en extraire à flots l'oxygène et l'azote, dans des conditions d'économie inespérée ; et, produits dans de telles conditions, ces deux gaz ne manqueront pas de provoquer dans toutes les branches de l'activité humaine, de la métallurgie à l'hygiène, de l'industrie chimique à l'agriculture, de formidables bouleversements.

Et en particulier, pour vous, Messieurs, pour votre région si riche en forces hydrauliques, voici pour l'exploitation de ces richesses, à côté de l'électrochimie déjà si féconde, une formule toute nouvelle et qui, votre précieuse collaboration aidant, aura tôt fait de passer dans le domaine de la pratique.

Quant à moi, Messieurs, voici déjà bien longtemps que l'importance éventuelle du rôle industriel de l'oxygène m'est apparue clairement. A la suite de mes travaux sur l'acétylène dissous, dont je voyais le développement économique entravé par le prix élevé du carbure de calcium, il me vint à l'idée que l'électricité n'intervenant dans la fabrication de ce remarquable produit que pour fournir la température nécessaire à sa formation, il serait peut-être possible d'obtenir cette température par d'autres moyens, et en particulier par la simple combustion du charbon dans l'oxygène. Comme ce dernier existe dans l'atmosphère à l'état de simple mélange, que par suite aucune objection tirée de la théorie ne saurait assigner de limites au bon marché de son extraction, j'entrevis la possibilité de baser sur lui un procédé purement thermique et extrêmement économique de fabrication du carbure de calcium.

Quoi qu'il en soit de l'exactitude pratique de cette conception, c'était évidemment regarder les choses par le petit bout de la lorgnette ; un examen plus attentif ne devait pas tarder à montrer que l'oxygène industriel, le cas échéant, pourrait se réclamer d'un rôle autrement important ; il n'empêche que tel fut, dès 1896, mon point de départ et l'origine d'une conviction que j'exprimais dans *Le Cosmos*, du 30 octobre 1897, en des termes qu'il peut être intéressant de rappeler quelque dix ans après :

« Alors, écrivais-je, alors que l'oxygène nous entoure de toutes parts

avec une telle abondance sous la forme de ce simple mélange que constitue l'air atmosphérique, il est absolument inadmissible qu'on n'arrive pas, tôt ou tard, à un procédé physique de séparation. »

Evidemment, il m'eut été, dès lors, infiniment agréable de prêcher d'exemple, mais mes premiers essais, malheureusement, n'étaient pas précisément encourageants. De la centrifugation de l'air, reprise aujourd'hui, comme vous savez, par l'italien Mazza, jusqu'à la dissolution de l'air sous pression dans les liquides à basse température, je n'avais eu, en effet, qu'à enregistrer une série d'échecs plus complets les uns que les autres, quand les journaux français commencèrent à se préoccuper des résultats obtenus par les savants étrangers à propos d'air liquide. A la vérité, on savait déjà depuis longtemps qu'en raison de la différence des volatilités de ses deux constituants, l'air liquide, par son évaporation, offre un moyen facile de séparation de l'oxygène et de l'azote ; mais alors que l'obtention de la plus petite goutte d'air liquide était restée jusque là un véritable tour de force, à la portée seulement des plus puissants laboratoires, les travaux capitaux d'Hampson en Angleterre, et du professeur Linde en Allemagne, avaient transformé cette opération en une fabrication d'une simplicité tout-à-fait remarquable et d'une portée vraiment industrielle.

J'eus l'impression que là se trouvait la clef du problème, et, à mon tour, je me lançais dans cette voie, avec d'autant plus d'ardeur que de véritables lacunes m'apparaissaient dans les travaux de mes devanciers.

Ce fut le début d'une série d'études que j'ai poursuivies sans interruption jusqu'à l'heure actuelle, et dont je me contenterai de faire ici un rapide exposé, renvoyant, pour plus de détails, à mes conférences des 1^{er} et 15 décembre dernier à la *Société des Ingénieurs civils*, et à la *Société Française de Physique*.

Liquéfaction de l'air.

On sait, depuis Andrews, que pour amener un gaz quelconque à l'état liquide, il faut le soumettre à l'action combinée d'une pression suffisante et d'une température inférieure à celle du point critique qui caractérise ce gaz. Cette dernière condition, naturellement, est satisfaite d'elle même pour les nombreux gaz dont la température critique est *supérieure* à la température ordinaire de nos climats, tels l'acide carbonique, l'acétylène, l'acide sulfureux, dont les points critiques respectifs sont 31, 37, 155°, en sorte que pour ces gaz, le problème de la liquéfaction est chose facile et que la seule application d'une pression assez élevée suffit à les amener à l'état liquide.

Ceux des gaz, au contraire, dont la température critique est *inférieure* à la température ambiante de nos climats, ne peuvent être liquéfiés que sous l'effet simultané de la pression et du froid. Tel est, en particulier, le cas de l'air, dont la température critique n'est pas moindre de 140° au-

dessous de zéro. Le problème de la liquéfaction de l'air impose donc, avant toute chose, la nécessité de refroidissements extraordinaires, et nous pourrions être assez embarrassés de descendre aussi bas dans l'échelle des températures, si le phénomène bien connu de la détente ne mettait à notre disposition un moyen d'action extrêmement énergétique. Mais ici, je touche à l'une des particularités essentielles de mes procédés, et je vous demanderai la permission d'insister quelque peu.

Par quel mécanisme la détente produit-elle du froid ?

Lorsqu'on comprime de l'air, tout le monde sait, au moins pour l'avoir constaté à la sueur de son front, lors du regonflement des pneus d'une bicyclette, que l'air ainsi comprimé s'échauffe, s'échauffe assez considérablement. La thermodynamique nous apprend en surplus que la quantité de chaleur, qui apparaît ainsi, équivaut justement au travail effectué pour comprimer le gaz. Ainsi, quand on comprime un gaz, il s'échauffe, et ce, par suite d'une transformation du travail mécanique en chaleur qui ne saurait nous étonner puisque, nous le savons, la chaleur et l'énergie sont deux formes différentes d'une seule et même chose.

Réciproquement, quand un gaz comprimé se détend, il se refroidit, et s'il se refroidit, c'est qu'il effectue toujours pendant sa détente un certain travail. A l'inverse de tout à l'heure, nous assistons ici à une transformation de la chaleur en énergie mécanique, et la quantité de chaleur qui disparaît, en d'autres termes, la quantité de froid produite, équivaut justement au travail accompli pendant la détente. D'où cette conclusion évidente que plus grand sera le travail effectué par l'air comprimé pendant sa détente et plus considérable sera son refroidissement.

Jusqu'en ces dernières années cependant, l'unique procédé employé dans les machines à air liquide pour opérer la détente, consistait à laisser l'air comprimé s'écouler par un simple robinet. C'était évidemment là un bien mauvais moyen pour faire produire du travail, donc du froid, à cet air comprimé : aussi, tout en employant ce dernier à des pressions énormes et dangereuses, 200 atmosphères et plus, n'obtenait-on, par cette détente, dite *sans travail extérieur*, que de médiocres rendements. Il est cependant un moyen bien simple pour faire céder à l'air comprimé tout le travail dont il est susceptible : au lieu de laisser l'air comprimé s'écouler par un simple robinet, sans pour ainsi dire lui opposer de résistance, sans lui donner par suite, l'occasion d'un effort, il suffit de lui faire pousser le piston d'une machine analogue à une machine à vapeur et fonctionnant sous charge. Le rendement frigorifique sera alors infiniment meilleur, tout en n'exigeant que des pressions beaucoup plus réduites. C'est la détente avec travail extérieur.

Cette conception était évidente : elle a tenté beaucoup de chercheurs. Seulement, comme la machine de détente, ainsi que je vais le montrer, arrive bientôt, par son fonctionnement même, à des températures très

basses, ces expérimentateurs avaient été régulièrement arrêtés dans leurs tentatives par la congélation complète des lubrifiants et par l'arrêt de la machine. J'ai réussi à supprimer cette difficulté, à obtenir un fonctionnement parfait, même à la température de l'air liquide, en assurant le graissage à l'aide de l'éther de pétrole qui, seul parmi tous les liquides usuels, résiste sans se congeler à ces températures extrêmes. Et j'ai été ainsi conduit à la première de mes étapes, représentée par le schéma que voici (fig. 1) :

La machine de détente, qui n'est, je le répète, qu'un simple moteur à air comprimé, est reliée à la canalisation d'air comprimé par le tuyau A. Après avoir travaillé dans la machine D et s'y être refroidi du fait de ce

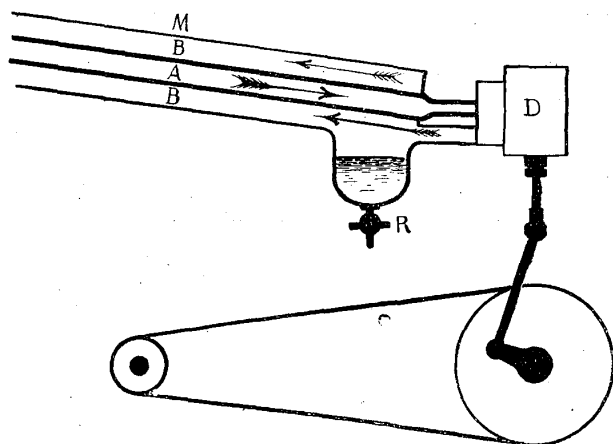


Fig. 1. — Schéma du dispositif G. CLAUDE.

travail, l'air détendu est envoyé dans un tube B, concentrique au premier, qu'il traverse en sens contraire de l'air comprimé arrivant, auquel il cède son froid. L'air comprimé pénétrant ainsi dans la machine, déjà refroidi, produira par sa détente une température un peu plus basse que celle de l'air précédent; l'air détendu refroidira donc un peu plus l'air comprimé suivant et ainsi de suite. En sorte que par l'emploi de cet appareil si simple AB qu'on appelle un *échangeur de températures*, le refroidissement s'accroîtra de lui-même, jusqu'à atteindre, à un moment donné, la température de liquéfaction de l'air. A partir de ce moment, une partie de l'air détendu se liquéfiera spontanément et l'air liquide produit se collectera en R, d'où il pourra être soutiré périodiquement au dehors.

Cette méthode est si efficace que les pressions de fonctionnement, point capital, ne dépassent pas 30 à 40 atmosphères, au lieu de

200 atmosphères nécessaires à la détente sans travail extérieur. Un autre de ses avantages essentiels, c'est que l'énergie développée dans la machine par la détente de l'air peut être récupérée et venir en aide à la compression de l'air employé, en sorte que l'intérêt d'extraire de l'air comprimé le plus de travail possible pendant sa détente agit en quelque sorte à la 2^{me} puissance, puisqu'on augmente à la fois le froid produit et l'énergie récupérée.

Enfin, il devient inutile de graisser à l'éther de pétrole dès que la température de liquéfaction est atteinte, l'air liquide qui se forme dans la machine se chargeant lui-même, à partir de cet instant, d'en entretenir la lubrification.

Ce mode opératoire, pourtant, présente encore de graves inconvénients et ne conduit, tel quel, qu'à des rendements fort médiocres. C'est que l'air se liquéfiant ici à la fin de chaque détente, sous une pression très faible, la température de l'air d'échappement atteint la valeur extrêmement basse de 190°, qui est la température de l'air liquide à la pression atmosphérique. Dans ces conditions, l'air comprimé lui-même, refroidi dans l'échangeur par cet air d'échappement si froid, arrive à la machine au voisinage immédiat de sa liquéfaction. Ce n'est pas encore un liquide que nous introduisons dans la machine, mais ce

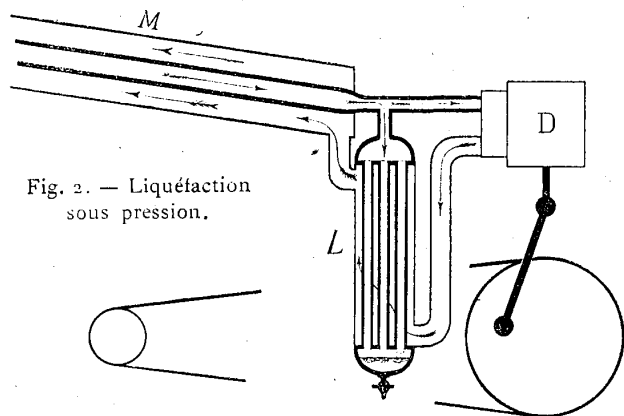


Fig. 2. — Liquéfaction sous pression.

n'est presque plus un gaz ; ses propriétés expansives sont pour ainsi dire annihilées, de sorte que le travail de détente devient détestable.

J'ai été assez heureux pour vaincre par un artifice très simple ce grave inconvénient. A cet effet, l'air qui vient de travailler dans la machine, au lieu de s'y liquéfier partiellement comme tout à l'heure, vient circuler autour des tubes d'un faisceau tubulaire L (fig. 2), alimenté par une partie de l'air comprimé et froid du circuit d'alimentation de la machine.

Cet air comprimé, sous l'action combinée de ses 40 atmosphères et du froid de l'air détendu qui circule autour de lui, va se liquéfier ; mais comme c'est une loi générale de la physique que la température de liquéfaction d'un gaz se relève avec la pression qu'il supporte, il se liquéfiera non plus à 190°, mais vers 140° seulement. Le relèvement de 40 à 50° obtenu dans les températures de fonctionnement de l'appareil par cet artifice si simple de la *liquéfaction sous pression* produit un effet énorme et se traduit par le *triplement* du rendement en air liquide. Grâce à lui, et malgré l'emploi de pressions ne dépassant pas, je le répète, 30 à 40 atmosphères, on dépasse largement le rendement des meilleurs appareils relevant de la détente sans travail extérieur et de ses 200 atmosphères.

Tels sont, Messieurs, et sauf de nouveaux perfectionnements en cours d'études, les principales étapes que j'ai dû franchir pour appliquer dans de bonnes conditions, à la liquéfaction de l'air, le principe si séduisant de la détente avec travail extérieur.

Conservation de l'air liquide

Nous voici maintenant en état de produire l'air liquide en quantités illimitées. Avant de passer à son utilisation, il me paraît nécessaire de parler un peu de ses propriétés.

Et d'abord, comment se fait-il que je puisse manipuler sous vos yeux ce liquide paradoxal avec la même facilité que j'aurais à manier de l'eau ? Il semble pourtant que, produit dans des conditions de température et de pression aussi excessives, ce liquide ne devrait rien avoir de plus pressé, dès qu'il est amené à l'air libre, que de revenir à cet état gazeux auquel nous avons eu tant de mal à l'arracher. Vous voyez pourtant que cela n'est pas. Pourquoi ?

Plaçons de l'eau sur un foyer ardent. Après un instant, l'eau se met à bouillir et s'évapore rapidement ; mais le foyer peut être aussi ardent qu'on voudra, vous savez que la partie restée liquide, jusqu'à complète évaporation, ne saurait dépasser 100°, température d'ébullition de l'eau sous la pression atmosphérique. Or, ceci est une loi générale de physique, ceci s'applique à tous les liquides. Et de l'air liquide, abandonné à lui-même dans le milieu ambiant, qui est pour lui une véritable fournaise, se comportera exactement de même façon que l'eau sur notre foyer. Il s'évaporerait rapidement, mais la partie restée liquide se fixerait immuablement à sa température d'ébullition sous la pression atmosphérique, soit 190°, sauf légères variations suivant la teneur en oxygène et azote. Voilà un premier point acquis.

D'autre part, je viens de dire que notre liquide abandonné à lui-même s'évaporerait rapidement. Cela, pourtant, comporte une restriction. Quand un liquide s'évapore, il absorbe de la chaleur. C'est encore une loi générale de physique et pas plus qu'à la précédente, l'air liquide ne

saurait s'y soustraire. Certes, cette chaleur qui lui est nécessaire pour s'évaporer, point ne lui est difficile de la trouver, puisque tous les corps environnants sont brûlants par rapport à lui ; voyez : je jette ce morceau de craie dans de l'air liquide, celui-ci bout violemment jusqu'à ce que la craie soit refroidie à 190°. Si donc la chaleur du milieu ambiant peut pénétrer sans difficulté jusqu'à l'air liquide, son évaporation sera effectivement très rapide. C'est le cas pour l'air liquide renfermé dans ce ballon ordinaire, que rien ne protège contre les rentrées de la chaleur ambiante, et vous voyez combien l'évaporation en est rapide. Mais, supposons maintenant que nous puissions barrer le chemin à cette chaleur ambiante. Ce n'est pas très facile, mais nous allons voir qu'on peut y arriver. Alors, l'air liquide, tout essentiellement volatil qu'il soit, sera bel et bien dans l'impossibilité de s'évaporer et se conservera indéfiniment !

Or, la chaleur ambiante peut se propager jusqu'à notre air liquide de deux façons différentes : d'abord par *conductibilité* : c'est le mode de transmission en vertu duquel une règle de métal placée dans un foyer est bientôt brûlante au bout opposé. C'est un mode de transmission de molécule à molécule, qui exige impérieusement pour se faire la présence de corps matériels. Eh bien ! plaçons l'air liquide dans des récipients constitués par deux enveloppes concentriques séparées par un espace annulaire, dans lequel un vide aussi parfait que possible a été pratiqué. Il est bien évident que la chaleur ambiante ne pourra plus pénétrer jusqu'au liquide par conductibilité. Vous voyez, en effet, combien est déjà lente l'ébullition de l'air liquide dans un récipient de cette nature. Cette méthode si élégante a été imaginée par un illustre savant auquel je suis personnellement redevable d'une grosse dette de reconnaissance, M. d'Arsonval.

Toutefois, la protection contre la chaleur ainsi réalisée est encore incomplète. Avec elle, l'évaporation de l'air liquide n'est encore l'affaire que de quelques heures et j'aurais été fort en peine d'apporter de Paris, dans de pareils récipients, l'air liquide que vous avez sous les yeux.

C'est que la chaleur ne se propage pas seulement par conductibilité, mais encore par *rayonnement*. C'est grâce à ce dernier mode que le Soleil peut échauffer la Terre, quoique séparé d'elle par le vide immense et parfait des espaces interplanétaires. De même que le Soleil, tous les corps émettent un rayonnement calorifique, et celui-ci peut pénétrer sans obstacle jusqu'à l'air liquide à travers les parois transparentes des récipients d'Arsonval. Mais le savant anglais DEWAR y a mis bon ordre en recouvrant la surface de ces récipients d'une couche brillante d'argent, sur laquelle vient se réfléchir le rayonnement extérieur. On barre donc à la fois le chemin à la chaleur rayonnée, grâce à la couche d'argent, et à la chaleur transmise, grâce au vide annulaire. Le résultat atteint est cette fois si parfait que la surface extérieure de ce ballon,

plein d'un liquide dont la température diffère de plus de 200° de la température ambiante, n'est même pas couverte de la moindre buée et que l'évaporation complète du liquide qu'il renferme demanderait plus de 15 jours ! Il n'y a qu'un nuage dans ce tableau, c'est l'extrême fragilité des récipients très coûteux ainsi obtenus.

Propriétés de l'Air liquide

L'air liquide est un liquide très limpide et très mobile. Cet aspect opalescent que vous lui voyez ici n'est dû qu'à la présence de particules cristallines de glace et d'acide carbonique en suspension dans le liquide. Il est facile de l'en débarrasser par une filtration qui s'exécute avec une facilité extraordinaire — que les chimistes auraient le droit de nous envier en plus d'une occasion — à l'aide d'un simple filtre en papier. On croirait que le filtre est crevé si la parfaite limpidité du liquide obtenu ne prouvait le contraire.

On remarque, surtout à la lumière du jour, que ce liquide est légèrement teinté de bleu. Cette teinte est due à l'oxygène. Aussi va-t-elle en s'accroissant à mesure de l'évaporation car — et nous verrons que c'est même là le fait capital de l'histoire de l'air liquide — quand ce dernier s'évapore, c'est surtout de l'azote qui s'évapore au début, tandis que l'oxygène se concentre de plus en plus dans le liquide résiduel. L'azote liquide, au contraire de l'oxygène, est parfaitement incolore. Vous apprécierez cette différence de teintes dans les deux éprouvettes que je vous fais passer, et vous remarquerez, en passant, que la teinte bleue de l'oxygène fournit de la couleur du ciel une explication qui a du moins le mérite de la simplicité.

En raison de sa température excessive, l'air liquide solidifie avec désinvolture presque tous les gaz comme les liquides les plus réfractaires. Le gaz d'éclairage, par exemple, voit tous ses constituants congelés à l'exception de l'hydrogène, d'où le procédé très simple de préparation de l'hydrogène que j'expérimente sous vos yeux. Un serpentín est traversé par un courant de gaz d'éclairage que j'allume. Je plonge le serpentín dans l'air liquide : la flamme se raccourcit et devient incolore, et vous reconnaissez maintenant la flamme de l'hydrogène. Parmi les liquides, vous voyez comment se comporte l'alcool, qui avait autrefois la réputation d'un corps très difficile à congeler. Le mercure, qui se congèle à -40° , est naturellement solidifié avec une facilité ridicule, et je ne répéterai pas l'expérience banale qui consiste à le faire sortir de ses habitudes en fabriquant avec son aide... un marteau.

Si les liquides sont tous congelés — sauf l'éther de pétrole dont j'ai utilisé, comme on l'a vu, la remarquable incongelabilité — les corps solides eux-mêmes n'échappent pas à l'action de ces températures excessives. Voici d'abord un tube de caoutchouc qu'une rapide immersion transforme en une baguette de tambour. Voici un fil de plomb enroulé

en spirale et dont je fais un ressort à boudin extraordinaire en le plongeant un instant dans l'air liquide.

Voici encore un mince fil de cuivre, qui serait incapable de porter 300 grammes à la température ordinaire ; je l'imbibe d'air liquide, il porte maintenant 1 Kg. jusqu'au moment où, le réchauffement entraînant la rupture, le poids tombera à terre avec fracas. Et en effet, la résistance à la traction des métaux est en général quadruplée à la température de l'air liquide. Mais, si les métaux deviennent plus durs à cette température, leur fragilité est en même temps infiniment accrue. Regardez ces fragments de métal ; ils représentent les débris d'une bouteille de tôle de fer épaisse qui, remplie d'air liquide, s'est brisée comme du verre sous l'effet d'une pression anormale.

Si puissante sur des métaux aussi durs que le fer, on s'imagine ce que peut être l'action de l'air liquide sur nos organes. Pourtant, voici une surprise. Je fais tomber un filet d'air liquide sur le dos de ma main ; ce n'est pas du stoïcisme, car je ne sens absolument rien. Mieux encore, je plonge ma main dans l'air liquide : toujours rien. Il ne m'en coûte même pas, comme vous allez le voir, de m'envoyer dans la bouche un peu d'air liquide ! Que signifie cela ? Cela signifie tout simplement qu'un curieux phénomène se produit ici, tout-à-fait analogue à celui d'une goutte d'eau se promenant sur une plaque de fer rougie. Au contact du corps chaud, une couche d'air vaporisé se forme entre l'air liquide et la peau ou la muqueuse, et protège celle-ci contre un contact dangereux. Mais il ne faut pas trop s'y fier quand on plonge son doigt dans l'air liquide, car la caléfaction cesse rapidement, et une erreur d'appréciation de quelques secondes pourrait coûter à votre doigt d'être transformé en un petit bloc d'albâtre essentiellement friable sous le choc du marteau — comme il arrive pour ces fleurs, qu'une immersion rapide a transformée en fleurs de porcelaine.

Enfin, signalons l'expérience suivante, qui est basée sur l'une des propriétés les plus remarquables de l'air liquide, et peut assurément passer pour l'une des plus belles de la physique. Un vide très incomplet a été fait dans ce tube de Crookes à l'aide d'une simple trompe à eau. En raison de ce vide partiel, la décharge électrique entre les deux électrodes présente cet aspect violacé, un peu spécial, qui est la première étape entre l'étincelle ordinaire et les phénomènes du tube de Gessler. L'ampoule communique avec un réservoir de verre, plein de simple charbon de bois, que je plonge dans l'air liquide. Le savant anglais DEWAR a trouvé qu'aux températures très basses, le charbon de bois absorbe les gaz avec une énergie extrême. Dès qu'il est refroidi, le charbon pompe donc l'air avec avidité et vous voyez se succéder avec rapidité les magnifiques phénomènes du tube de Gessler : mais, le vide augmentant, voici qu'apparaît la superbe fluorescence vert jaunâtre du verre sous le choc des mystérieux projectiles lancés par la cathode à

l'allure fantastique de 30.000 Km. à la seconde. La fluorescence s'accroît ; elle s'étend bientôt à toute la demi-sphère touchée par le faisceau cathodique, puis le phénomène décroît progressivement : le tube *durcit*, comme disent les radiographes, puis s'éteint : le vide, qui atteint maintenant aux parages de un dix-millionième d'atmosphère, est devenu si parfait que la décharge électrique ne peut plus le traverser !

Vient-on à retirer le tube de l'air liquide, le charbon restitue petit à petit les gaz qu'il avait absorbés, et on voit se reproduire en sens inverse la succession de ces magnifiques phénomènes. Inutile d'ajouter que cet admirable procédé d'obtention des vides extrêmes, si utiles industriellement, mais si pénibles à réaliser à l'heure actuelle, est susceptibles de grosses applications.

Extraction de l'Oxygène

Nous en arrivons à l'extraction de l'oxygène. Celle-ci est basée, nous le savons déjà, sur la différence de volatilité des constituants de l'air liquide. Alors que l'azote bout à 194° sous la pression atmosphérique, l'oxygène bout à $180^{\circ}5$ seulement. A première vue, la différence ne paraît pas grande, mais il faut ajouter qu'en raison de la proximité du zéro absolu, cet écart de $13^{\circ}5$ équivaut à un écart de plus de 60° comptés à la température de l'alcool bouillant. La différence entre l'alcool et l'eau étant de 21° seulement au lieu de 60, on voit qu'en réalité, et quelque paradoxal que cela puisse paraître au premier abord, la séparation par distillation de l'oxygène et de l'azote doit être incomparablement plus facile que celle de l'alcool et de l'eau.

Ainsi, quand de l'air liquide s'évapore, l'azote, plus volatil, part surtout au début ; l'oxygène surtout à la fin de l'évaporation. Parallèlement aux progrès de l'évaporation, la température d'ébullition se relève, et, partie de 193° , aboutit au point d'ébullition de l'oxygène, soit $180^{\circ}5$. Donc, remarque capitale, l'air liquide est *d'autant plus froid* qu'il est plus riche en azote. Ceci nous donnera la clef de son rôle lorsque, dans quelques instants, nous parlerons de la *rectification*.

Voilà donc un premier procédé pour obtenir l'oxygène : nous évaporerons de l'air liquide et nous recueillerons à part les dernières portions de l'évaporation. Mais l'air liquide coûte cher, et ce procédé simpliste serait fort onéreux, même si tout l'oxygène de l'air liquide pouvait être obtenu à l'état de pureté à la fin de l'évaporation. Or, nous allons voir combien il s'en faut :

Voici la courbe représentative des lois d'évaporation de l'air liquide (fig. 3). C'est un document capital, auquel nous aurons à nous reporter très souvent. En abscisses, sont indiquées les teneurs en oxygène du liquide qui s'évapore, en ordonnées les teneurs du gaz résultant de cette évaporation. On le voit, même au début de l'évaporation de l'air liquide à 21 %, le gaz qui se dégage n'est pas de l'azote pur, mais emporte avec

lui 7 % d'oxygène. Cette proportion s'aggrave si rapidement que, lorsque le liquide en est arrivé à titrer 60 %, le gaz qui se dégage contient 30 %

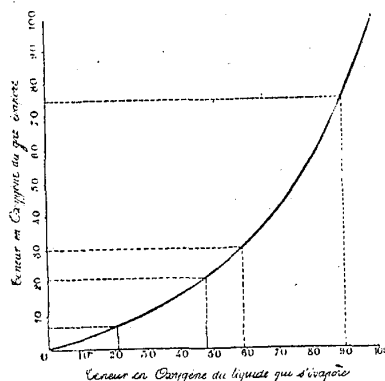


Fig. 3.

Evaporation de l'air liquide.
(D'après BALY)

d'oxygène. Aussi ne peut-on arriver à l'oxygène pur que tout à fait à la fin de l'opération, et ne peut-on obtenir, même sous la forme médiocre d'oxygène à 90 %, que 20 litres d'oxygène par kg. d'air liquide. Cela met le mètre cube d'oxygène à 50 chevaux-heures, trois fois plus cher que par l'électrolyse de l'eau.

Heureusement, une idée fort simple, celle de la récupération du froid, va changer tout cela. Au lieu d'évaporer notre liquide sur un foyer, ou par la chaleur ambiante, ce qui revient à détruire son froid sans profit pour personne. Servons-nous d'un dispositif analo-

gue à celui qui est employé dans l'industrie pour l'évaporation par la vapeur (appareils à effets multiples, etc....)

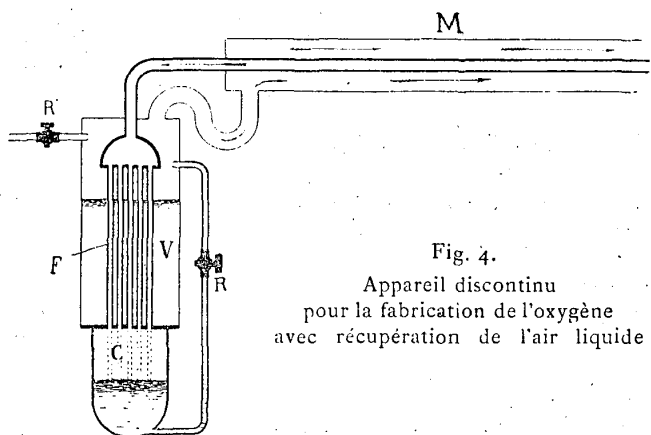


Fig. 4.

Appareil discontinu
pour la fabrication de l'oxygène
avec récupération de l'air liquide

Un faisceau tubulaire est immergé dans l'air liquide à évaporer. De l'air, comprimé à 3 ou 4 atmosphères, arrive dans ce faisceau, déjà refroidi à sa température de liquéfaction par sa circulation dans l'échangeur de température M, en sens inverse des gaz vaporisés, dont il retient

le froid. Sous l'action combinée de sa propre pression et du froid de l'air liquide extérieur, l'air du faisceau se liquéfie, en cédant sa chaleur de liquéfaction au liquide extérieur, qui se vaporise de ce fait en quantité sensiblement équivalente. Aussi, non seulement nous évaporons notre air liquide, non seulement cette évaporation, conformément à notre but, fournit d'un côté de l'air pauvre, de l'autre de l'air suroxygéné; mais de plus, et voilà, on en conviendra, un point capital, nous reconstituons par cette évaporation même une quantité d'air liquide sensiblement équivalente à celle évaporée.

A mesure que l'air liquide extérieur s'évapore, la teneur des gaz vaporisés partie de 7 o/o conformément à notre courbe, s'élève progressivement: dès qu'elle est jugée suffisante, on recueille l'air suroxygéné produit. L'évaporation terminée, le collecteur C est plein d'air liquide à 21 o/o. On le déverse en V, on y joint la faible quantité d'air liquide d'appoint nécessaire pour reconstituer le volume initial et fournie par la machine de détente, et on recommence. La récupération du froid ainsi réalisée est si parfaite que chaque kilog. d'air liquide d'appoint fourni par la machine peut arriver à ce magnifique résultat de traiter 30 kilos d'air simplement comprimé à 3 ou 4 atmosphères.

Rien n'est plus facile, au reste, que de transformer la fabrication ci-dessus décrite en une opération continue.

Liquéfaction partielle

Dans le procédé ci-dessus, comme d'ailleurs dans tous ceux qui ont été employés en dehors de moi, l'air à traiter est totalement liquéfié dans le faisceau F. Il fournit en conséquence un liquide très dilué, titrant 21 o/o d'oxygène, et qui n'arrivera à une concentration suffisante, lors de l'évaporation ultérieure, qu'au prix d'une perte considérable d'oxygène.

Ce mode opératoire a son origine dans une erreur scientifique assez surprenante et qui a pu se maintenir jusqu'à ces derniers temps. D'après cette théorie, lorsque l'air est appelé à se liquéfier progressivement, ses deux éléments se liquéfieraient simultanément, dans la proportion invariable qui constitue l'air atmosphérique. De la première goutte à la dernière, le liquide obtenu titrerait 21 o/o. D'où, en l'absence de tout effet sélectif, lors de la liquéfaction, la nécessité de pousser celle-ci jusqu'au bout et de faire porter tout l'effort de la séparation sur la vaporisation du liquide à 21 o/o ainsi obtenu.

J'ai montré que cette théorie n'est pas exacte. Comme il est logique, le phénomène de la condensation progressive de l'air est exactement l'inverse de celui de l'évaporation; si l'oxygène est le moins volatil des deux gaz, comme le montre la vaporisation de l'air liquide, c'est qu'il est en même temps le plus condensable; en sorte qu'au cours d'une liquéfaction

progressive, l'oxygène se liquéfiera de préférence dans les premières portions.

En d'autres termes, la courbe que j'ai présentée tout à l'heure (fig. 3) comme fournissant les particularités de l'évaporation peut, avec la même exactitude, faire prévoir toutes celles de la liquéfaction.

Exemple : pour que l'air liquide qui s'évapore dégage des gaz à la teneur de l'air atmosphérique, soit 21 o/o, il faut, d'après la courbe, qu'il titre lui-même 48 o/o : eh bien ! réciproquement, si de l'air atmosphérique, de l'air à 21 o/o, est appelé à se condenser progressivement, la première goutte formée sera constituée par du liquide très riche, titrant précisément 48 o/o. Plus généralement encore, quand de l'air liquide et de l'air gazeux de teneurs réciproques quelconques, sont mis en contact suffisamment intime, il s'établit entre eux — et très rapidement — un échange tel qu'à une teneur finale A du liquide, répond dans le gaz la teneur correspondante B, indiquée par la courbe. Ainsi, le liquide à 21 o/o ne peut subsister normalement qu'avec du gaz à 7 o/o, le liquide à 48 o/o qu'avec du gaz à 21 o/o, etc..., etc...

Voici, à cet égard, une expérience tout à fait convainquante. De l'oxygène se dégage par ce tube, je le plonge dans l'air liquide de cette éprouvette : l'oxygène sort en bulles à travers le liquide, mais, lorsque ces bulles viennent crever à la surface du liquide, elles y éteignent une allumette enflammée. L'oxygène des bulles, en effet dont la température de liquéfaction n'est que de $180^{\circ} 5$, s'est condensé sous l'effet des 193° du liquide environnant et a été remplacé dans les bulles par de l'azote plus volatil, jusqu'à concurrence du 7 o/o qui correspondent d'après la courbe à notre liquide à 21 o/o. C'est donc de l'oxygène qui arrive dans le bas et c'est de l'azote presque pur qui crève à la surface.

J'ai pu utiliser ces faits dans des conditions spécialement avantageuses, grâce au dispositif de *liquéfaction partielle avec retour en arrière* qui forme la base essentielle de mes procédés en matière d'extraction de l'oxygène. L'air froid sous pression, lors de son ascension dans le faisceau F (fig. 5) se liquéfie progressivement. Ce sont d'abord, d'après ce que je viens de dire, les liquides riches en oxygène, des liquides à 48 o/o qui se forment, mais à mesure que l'air monte, il s'épuise en oxygène et abandonne des liquides de plus en plus pauvres. En outre, les liquides pauvres, donc très froids, obtenus dans les régions supérieures, retombent par leur poids (c'est le retour en arrière), en sens inverse des gaz ascendants, dont ils contribuent à accélérer l'épuisement en oxygène, conformément à l'expérience que je faisais à l'instant : en sorte que l'air à traiter abandonne un liquide contenant tout l'oxygène et titrant jusqu'à 48 o/o, tandis que plus de moitié de cet air s'échappe à la partie supérieure à l'état d'azote pratiquement pur, *sans avoir eu besoin d'être liquéfié*.

Les avantages de ce mode opératoire sont évidents.

D'abord, nous obtenons directement et sans aucune complication, de l'azote pur, que les procédés basés sur la liquéfaction totale de l'air ne peuvent fournir, au moins directement, puisque le liquide à 21 o/o qu'ils fournissent, même au début de son évaporation, dégage de l'azote souillé de 7 o/o d'oxygène. Cette préparation si simple de l'azote est d'une portée industrielle considérable, car il est bien certain qu'un jour viendra où l'utilisation de ce corps pour la fabrication de l'ammoniaque, des

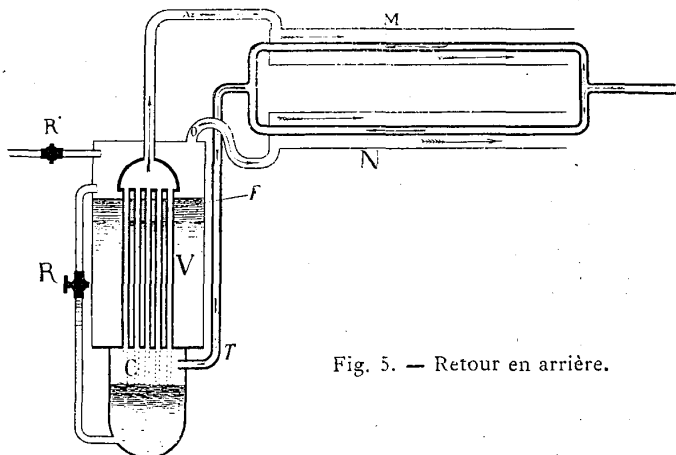


Fig. 5. — Retour en arrière.

cyanures, de la cyanamide, sera, un jour prochain, l'un des côtés les plus intéressants de l'industrie qui nous occupe. D'autre part, au point de vue de l'oxygène même, le retour en arrière n'est pas moins précieux. En effet, l'obtention directe d'air liquide contenant tout l'oxygène et titrant 48 o/o au lieu de 21 o/o supprime de l'évaporation ultérieure toute la partie allant de 21 o/o à 48 o/o, pendant laquelle le tiers de l'oxygène s'échappe à des teneurs inutilisable. Supprimer cette perte, c'est donc augmenter de 50 o/o le rendement en oxygène.

Rectification

Jusqu'ici, nous ne nous sommes préoccupés que de l'air suroxygéné, seul résultat auquel permette d'atteindre la vaporisation progressive de l'air liquide. C'était l'unique ambition des premières années de cette industrie, mais, aujourd'hui, on est plus devenu exigeant et ce n'est rien moins que l'oxygène très pur qu'on s'est mis en tête d'obtenir. Cela n'est pas bien difficile à l'aide des procédés basés sur la rectification et calqués sur ceux employés dans la distillation de l'alcool.

Voici, par exemple, le système très simple imaginé par mon collaborateur, M. René Lévy.

De l'oxygène liquide pur se vaporise dans le récipient V (fig. 6) en

— 20 —

provoquant la liquéfaction totale de l'air froid et comprimé du faisceau F. Une partie de l'oxygène vaporisé est soutirée par O pour être utilisée à l'extérieur après avoir cédé son froid à l'air comprimé dans un échangeur. C'est le produit de la fabrication. Le reste de l'oxygène vaporisé monte dans une colonne de rectification ordinaire, en sens inverse et au

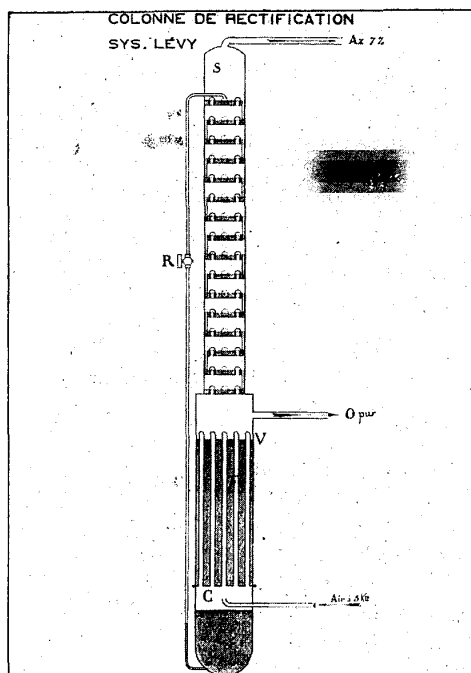


Fig. 6.

contact du liquide à 21 % formé dans A, qui est déversé en haut de la colonne en raison de la pression dans F et s'écoule continuellement de plateau en plateau. Dans sa descente, ce liquide, en raison de la température très basse (193°) qu'il doit à sa teneur élevée en azote, condense énergiquement tout l'oxygène des gaz ascendants. Cet oxygène s'ajoute à celui déjà contenu dans le liquide laveur, en sorte que le liquide qui arrive dans le vaporisateur est de l'oxygène liquide très pur. De leur côté, les gaz sortent épuisés à la partie supérieure, à la teneur de 7 % d'oxygène, qui, d'après notre courbe de la fig. 3 correspond au lavage final par du liquide à 21 %.

On ne recueille donc ici que les $\frac{2}{3}$ de l'oxygène de l'air traité et on n'obtient pas d'azote pur, ce qui est le défaut commun à tous les procédés basés sur la liquéfaction totale, puisque 21 % liquide, d'après la courbe, ne peut épuiser en gaz que jusqu'à 7 %.

J'ai corrigé très simplement cet inconvénient en combinant avec la

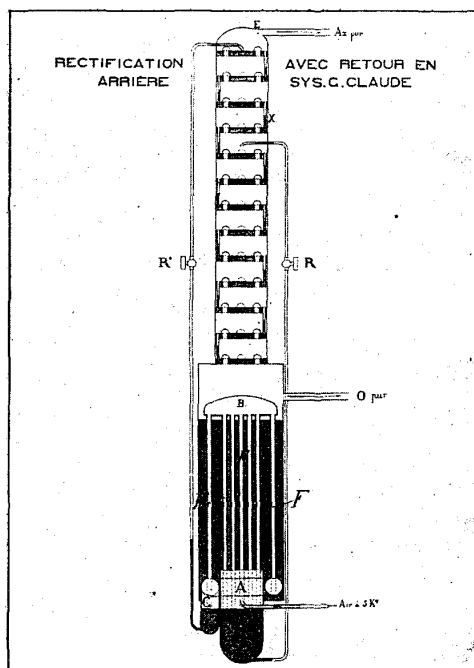


Fig. 7.

rectification mon dispositif de liquéfaction partielle avec retour en arrière (fig. 7). L'air à traiter arrive au bas du faisceau F immergé dans le liquide à évaporer, qui est encore ici de l'oxygène liquide pur. En montant dans ce faisceau, il se liquéfie partiellement, en donnant un liquide détenant tout l'oxygène et titrant jusqu'à 48 % et un résidu gazeux qui est de l'azote assez pur. Celui-ci, pénétrant de haut en bas dans le faisceau F, concentrique au premier, achève de s'y liquéfier en fournissant en conséquence de l'azote liquide.

Le liquide riche formé dans le premier faisceau est envoyé, grâce à sa pression, se déverser d'une façon continue, à la partie médiane de la

colonné et épuise les gaz ascendants jusque vers 21 o/o. L'azote liquide est déversé au sommet de la colonne. Il soumet les gaz à 21 o/o de la première rectification à une rectification complémentaire qui les épuise entièrement en oxygène. En résumé, la totalité de l'azote, à l'état pratiquement pur, sort au sommet de l'appareil ; la totalité de l'oxygène à un état de pureté analogue, sort au niveau du vaporisateur. Ainsi est réalisée, par des moyens très simples, la séparation de l'air en oxygène pur et azote pur. L'air liquide d'appoint, naturellement, est toujours fourni par le même procédé, par notre détente avec travail extérieur et liquéfaction sous pression.

Deux appareils, un de 700, un autre de 1000 mètres cubes d'oxygène pur par jour, que je vous fais projeter (fig. 8), ont été établis sur ces bases, et fonctionnent couramment à l'usine de la Société « l'Air liquide », à Boulogne-sur-Seine. De nombreux membres de l'*Académie des Sciences*, et plus de 300 membres de la *Société des Ingénieurs Civils* et de *Société de Physique*, ont bien voulu venir constater le parfait fonctionnement de cette installation, dont la puissance de production dépasse de beaucoup celle de la totalité des nombreuses fabriques d'oxygène fonctionnant actuellement en France. Vous voyez donc, Messieurs, que ce n'est pas, tant s'en faut, de joujoux de laboratoires qu'il s'agit et que les espérances conçues par M. Côte, dans la belle conférence qu'il a faite en juin à la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie, sur le passage de ces travaux dans le domaine de la pratique, n'ont pas été très longues à se réaliser.

J'ajouterai d'ailleurs, que si je n'avais pas craint d'abuser par trop de votre patience en reculant encore de quelques mois la présente conférence, j'aurais pu la terminer en vous priant de visiter l'installation que nous préparons en ce moment, à Lyon même, pour le compte de la *Compagnie des Gaz comprimés*, et où fonctionnera un appareil identique à celui que je vous ai fait projeter.

Nous établissons également à Liège une installation qui comportera deux appareils de même puissance.

Applications de l'Oxygène

J'en arrive, Messieurs, à la dernière partie de ma tâche, celle qui est relative aux applications de l'oxygène.

A la vérité, le champ est ici beaucoup plus riche d'espérances que de réalité, et cela se conçoit, puisque l'oxygène industriel n'existait pas hier. Mais, en revanche, combien sont brillantes ces espérances, puisque l'oxygène nourrit dès à présent l'espoir d'ébranler sur leurs bases la métallurgie, la grande industrie chimique, les procédés de l'éclairage. Songez qu'avec les procédés que je viens de décrire, on pourra très certainement atteindre, peut-être dépasser le mètre cube d'oxygène pur par cheval et par heure ; c'est-à-dire multiplier par 20 au moins l'efficacité

des procédés actuels basés sur l'électrolyse de l'eau. Songez, d'autre part, combien peu de choses coûte le cheval-heure, soit au pied des superbes chutes de vos régions, soit au voisinage des grandes entreprises métallurgiques, et calculez à quel prix infime ressortira la tonne d'oxygène dans les puissantes installations qu'un avenir prochain verra éclore de toutes parts.

Observons-le, la situation n'est pas du tout la même quand il s'agit

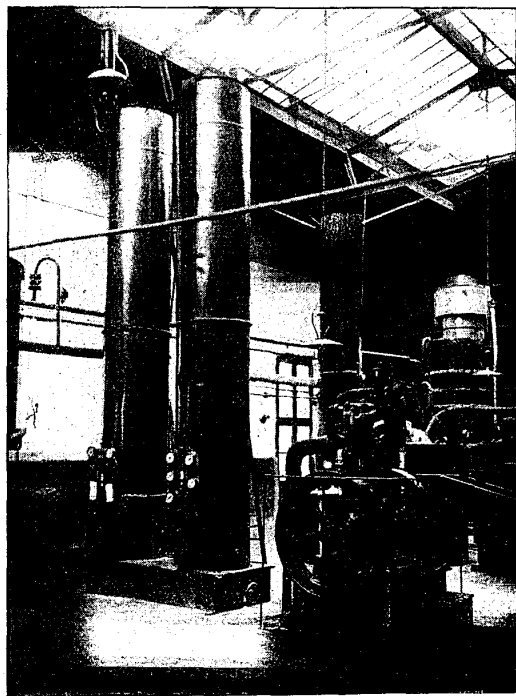


Fig. 8. — Vue d'ensemble d'un appareil producteur d'oxygène.

d'installations comme celles de Boulogne, ou celle en cours d'établissement ici même, qui n'ont pour but que de produire pour les besoins actuels l'oxygène comprimé en tubes.

Combien de personnes, enthousiasmées par les immenses horizons entrevus, viennent chaque jour nous exprimer leur surprise du prix relativement élevé auquel cet oxygène en tubes continue à se vendre, et dans lequel elles voient la condamnation de nos promesses. Il n'y a pourtant

aucune difficulté à concevoir que pour cette industrie le prix de la fabrication proprement dite de l'oxygène est fort peu de chose : l'entretien et l'amortissement de tubes très coûteux, très longtemps immobilisés chez les consommateurs, la compression à 150 atmosphères, la main-d'œuvre relativement élevée dans les petits appareils, les frais de transport et de livraison, les frais généraux sont, en pareille matière, tout ou presque tout. Aussi, n'y a-t-il absolument aucune contradiction, en dépit des prix élevés actuels, à affirmer que le mètre cube d'oxygène, dans les grandes installations hydrauliques ou métallurgiques à venir, reviendra à 2 ou 3 centimes tout compris. D'ailleurs, et malgré ce que je viens de dire, le prix de l'oxygène en tubes a beaucoup baissé depuis notre entrée en scène, et cette diminution a suffi pour provoquer dans la consommation un relèvement considérable.

D'ores et déjà, en effet, la consommation actuelle en France est assez appréciable : elle s'approche du millier de mètres cubes par jour. Une petite partie va vers les applications médicales. Une autre, beaucoup plus importante, alimente une industrie assez singulière et qui a pris, dans ces derniers temps, un développement vraiment inattendu. Je veux parler de la fabrication des rubis artificiels par la fusion au chalumeau d'un mélange approprié d'alumine et de sels de chrome. On obtient ainsi des rubis bruts de la grosseur d'une petite noisette, que la bijouterie accueille avec faveur, et qu'il est très difficile, non seulement aux profanes dans mon genre, mais aux connaisseurs mêmes, de distinguer des rubis naturels.

Mais l'application la plus intéressante à l'heure actuelle est certainement la soudure autogène des métaux. Le dard de la flamme, obtenue en brûlant de l'hydrogène ou de l'acétylène avec l'oxygène, fait, en effet, couler comme de l'eau le fer et l'acier ; et la soudure autogène ainsi réalisée se développe de plus en plus pour la fabrication de réservoirs divers, tuyaux, pièces diverses pour l'automobile, pour le matériel des chemins de fer. Et non seulement on fait ainsi des pièces neuves, mais lorsqu'une pièce de métal quelconque, souvent fort coûteuse, est détériorée en service, ou vient à la fonte avec une soufflure, un coup de chalumeau suffit pour la remettre à neuf.

Jusqu'à présent, on n'avait pas réussi à utiliser pour la soudure le gaz d'éclairage, la température fournie par sa combustion avec l'oxygène étant quelque peu insuffisante. C'était grand dommage, car son extrême bon marché et la généralité de son emploi seraient des facteurs infiniment précieux pour la diffusion de la soudure autogène. Une idée très simple m'a permis de résoudre la difficulté. Puisque la température de la flamme est insuffisante, chauffons avant son inflammation le mélange gazeux. Partant d'une température initiale de quelques centaines de degrés plus élevée, la température de combustion, influence de la dissociation mise à part, sera relevé d'autant. Chose extraordinaire, l'ex-

périence nous a montré qu'il n'y avait à craindre ni une inflammation prématurée du mélange pendant son chauffage, ni des retours de flamme à l'intérieur du chalumeau. Aussi, avec la collaboration de mon neveu, M. Maurice Claude, ai-je pu donner corps à cette idée et établir le type de chalumeau à gaz que je vous présente ici, qui peut souder dans des conditions économiques encore inégalées des tôles de fer allant de 1 à 3 m/m. Nous nous occupons en ce moment de l'établissement des types destinés aux tôles plus épaisses. Cette tâche terminée, je crois que nous aurons apporté une contribution importante au développement de la soudure autogène. Dans le même ordre d'idées, on se sert également, non plus du chalumeau proprement dit, mais d'un simple jet d'oxygène dirigé sur une plaque de fer rougie pour obtenir un coupage rapide de cette plaque. C'est une application extrêmement curieuse : c'est le métal lui-même qui sert ici de combustible, et la température produite par cette combustion est telle, que, sous le soufflé de l'oxygène, le métal fond avec la facilité d'un morceau de glace dans un jet de vapeur. Je fais ici l'expérience qui donnera une idée de cette application.

Ici s'arrêtent, à peu de choses près, les applications actuellement existantes de l'oxygène. Pour continuer l'énumération il nous faut pénétrer maintenant dans le domaine de l'avenir, et sinon deviner toutes les choses inattendues que l'ingéniosité des chercheurs ne manquera pas de mettre au jour, du moins supputer quelques-unes des applications d'ores et déjà certaines.

Voyons d'abord l'éclairage. On sait que la caractéristique essentielle des combustions avec l'oxygène, c'est, par l'élimination de l'azote inerte, l'obtention de températures très élevées. Il n'y faut pas voir en effet, comme beaucoup trop de personnes, l'augmentation de la quantité de chaleur fournie par un même poids de combustible : 1 kilog. de charbon par exemple, ne produira jamais en brûlant que 8000 calories, mais s'il brûle dans l'oxygène, ces 8000 calories seront fournies à une température bien plus élevée. Or, on sait combien vite le pouvoir lumineux des corps employés pour l'éclairage à incandescence augmente avec la température. Si donc je lance le jet si chaud du chalumeau à chauffage préalable sur cette pastille en oxydes réfractaires, le rendement lumineux habituel du gaz sera multiplié dans une mesure fantastique, 8, 10 et plus. Vous voyez, en effet, quel effet éblouissant j'obtiens ainsi. C'est notre vieille connaissance, la lumière Drumond, que nous retrouvons, mais avec cette différence essentielle que ce n'est plus à l'hydrogène, rare et coûteux, mais au modeste gaz d'éclairage, que nous devons cet admirable éclat.

Et comme l'oxygène arrivera certainement à coûter moins que le gaz on s'imagine quelle révolution il y a là en perspective pour cette, immense industrie de l'éclairage au gaz. Seulement, et malheureusement, le terme de révolution est ici tout à fait à sa place, car le système d'éclai-

rage dont je viens de parler suppose des conduites d'oxygène enfouies dans le sol des villes côte à côte avec les conduites de gaz. Et si le jour doit venir, sans nul doute, où l'oxygène sera distribué au même titre que le gaz et pour des usages autrement multiples, nous n'en sommes pas encore là, tant s'en faut; en sorte que l'intervention de l'oxygène dans l'éclairage risquerait d'être encore fort lointaine si nous n'avions à présenter quelque chose de plus simple. Ce quelque chose, le voici. J'ai trouvé qu'il est possible de mélanger au gaz, sans le rendre explosif, une proportion d'oxygène pouvant atteindre 27 %. Même à cette limite, le mélange, en vase clos, brûle tranquillement avec, seulement, une déflagration infiniment légère. Eh bien ! mélangeons au gaz une proportion d'oxygène infiniment inférieure à cette limite du 27 %, soit 15 % : le mélange en question, brûlé dans les becs Auer ordinaires, fournit un rendement lumineux *double* de celui d'une égale quantité de gaz. On a donc un mélange absolument inoffensif, moins coûteux que le gaz, et produisant à égalité deux fois plus de lumière. De plus, point capital, rien n'est à changer aux distributions existantes dans l'hypothèse de l'adoption de ce procédé, car l'oxygène étant fabriqué à l'Usine à Gaz même, le mélange y sera fait avec des compteurs conjugués, donc indé réglables, sera envoyé tel quel dans les conduites et employé tel quel dans les becs Auer ordinaires. C'est du jour au lendemain, et sans aléas, l'abaissement à moitié du prix de la lumière ! Messieurs il est des progrès qui s'imposent par la force des choses : celui dont je vous parle, j'en ai la conviction, sera dans ce cas, après une période d'appréhensions que je me garderais bien de mettre en doute.

Passons à la métallurgie. On sait tous les efforts qu'elle fait pour pousser à la plus extrême limite les températures possibles. Or, ce que les plus puissants efforts ne peuvent faire à cet égard, quelques centièmes d'oxygène ajoutés à l'air le feront en se jouant, et suivant le point de vue auquel on se place, on pourra espérer dans cette voie, soit une plus grande rapidité dans les opérations et, par suite, une utilisation bien meilleure du matériel et du personnel ; soit, des réactions plus complètes, aboutissant à des produits mieux affinés, plus recherchés, comme dans ces essais qui auraient été effectués récemment dans la vallée du Rhin, où une insufflation convenable d'oxygène aurait permis d'obtenir directement au haut fourneau de l'acier au lieu de fonte ; on peut aussi envisager la possibilité de traiter par des charbons, d'une qualité donnée, des minerais irréductibles sans cela, comme certains minerais de Bretagne que les Anglais viennent actuellement chercher parce que nous manquons pour les traiter nous-mêmes de combustibles appropriés ; enfin, à un point de vue analogue, l'emploi de l'oxygène pourra encore permettre de tirer parti de combustibles qui seraient absolument inutilisables autrement.

. Bien entendu, dans cette rénovation des procédés métallurgiques ac-

tuels, il ne saurait être question, au moins provisoirement, que d'augmenter de quelques centièmes la teneur en oxygène de l'air insufflé, de sorte, qu'à 3 ou 4 parties d'oxygène gratuit fourni par l'air, il suffirait d'ajouter l'oxygène fabriqué, que la force motrice dont les hauts fourneaux sont actuellement si prodigues suffira à produire 10 fois; même limité à ce programme modeste, l'effet de l'oxygène sera certainement formidable, mais, par contre, le problème de la protection des parois de foyers, déjà délicat à l'heure actuelle, sera sans doute assez difficile à résoudre; mais qu'on y arrive, étant donné l'intérêt du problème, voilà qui ne saurait faire de doute.

Je passe sur des problèmes plus lointains, tout à fait inaccessibles à l'heure actuelle, comme la possibilité de la fabrication thermique du carbure de calcium, précédemment évoquée, et en partie démontrée par mes propres efforts et ceux du professeur Borchers, comme la possibilité d'atteindre peut-être à la température de réduction de l'alumine par le charbon et d'obtenir ainsi l'aluminium dans des conditions inconnues, comme la fusion directe des quartz aurifères, substituée aux modes de traitements actuels, compliqués et coûteux. Sur ce terrain, on ne s'arrêterait plus.

Dans le domaine de l'industrie chimique, les services que l'oxygène pourra rendre seront peut-être encore plus variés. Le problème de la suppression des fumées d'usine, d'abord, si important au point de vue de l'hygiène des villes, sera facile à résoudre à l'aide de l'oxygène, le jour où des canalisations pourront le distribuer.

Les températures excessives réalisées à l'aide de l'oxygène provoqueront toute une chimie nouvelle, intermédiaire entre la vieille chimie et la chimie du four électrique. Toutes les oxydations qui s'accomplissent avec l'air, quelquefois dans des conditions de lenteur si désespérantes, seront infiniment activées sous l'influence de l'oxygène plus ou moins pur. En particulier, l'une des branches essentielles de la grosse industrie chimique, la fabrication de l'acide sulfurique par le procédé des chambres, à laquelle les procédés de contact ont valu une si profonde perturbation, aura tout intérêt à se rajeunir par ce moyen puissant pour activer, dans une mesure énorme, l'oxydation de l'acide sulfureux qui est sa base. D'autre part, vous connaissez, par la belle conférence de votre dévoué collaborateur, M. Côte, le grand problème à l'ordre du jour, la fabrication de l'acide nitrique par l'électrisation de l'air à haute température. M. Côte vous a parlé du procédé de M. de Kowalski. En Norvège également, un procédé, qui semble très perfectionné, celui de Birkeland et Eyde, est exploité déjà sur une échelle importante par une Société récemment constituée, au capital de sept millions de couronnes, 10 millions de francs environ; ce procédé fournit par kilowatt-an 700 kgs. d'Az O³H sous forme de nitrate de chaux destiné à l'agriculture. Le débouché est immense: toutes les forces hydrauliques encore utili-

sables d'Europe suffiraient à peine à produire, par ce procédé, l'acide nitrique correspondant au million $1/2$ de tonnes de nitrate de soude que le Chili exporte annuellement. Or, par rapport au produit Az O qui résulte de l'électrisation, l'air est un produit dilué. Si on électrisait un mélange d'azote et d'oxygène présentant la composition pondérale du produit qu'il s'agit d'obtenir, soit de l'air suroxygéné à 50 % d'oxygène, le rendement serait beaucoup meilleur, non peut-être deux fois comme on l'a dit, mais 30 à 40 % meilleur, d'après la loi des masses. Un tel mélange d'oxygène est infiniment facile à obtenir par l'air liquide ; et la dépense d'énergie pour le fabriquer n'absorberait pas le $1/10^{\text{ème}}$ de l'économie réalisée d'autre part dans la nitrification. Voilà donc, à l'ombre des chutes d'eau, une collaboration nettement indiquée et qui sera féconde, entre l'électricité et l'air liquide.

Une collaboration du même genre s'imposera dans la fabrication de l'ozone ou oxygène électrisé. Vous savez que les emplois de ce corps se multiplient beaucoup et qu'en particulier un débouché gigantesque s'ouvrira tout grand, celui de la stérilisation des eaux d'alimentation, du jour où on saura abaisser le coût trop élevé de sa fabrication. Or, celle-ci a encore pour base l'électrisation de l'air, mais non plus à haute température comme pour la nitrification, mais à basse température, par l'effluve électrique. Mais, dans l'air, l'oxygène est trop dilué et, comme pour la nitrification tout à l'heure, le rendement est mauvais. Il y aurait donc intérêt évident à électriser de l'oxygène. En outre, on sait fort bien que le rendement en ozone augmente très vite quand la température s'abaisse. Mais quoi de plus simple, dans un appareil à air liquide, où l'oxygène passe par toute la gamme des températures, que de l'électriser à la température justement reconnue la meilleure ? On pourra donc obtenir des rendements merveilleux, 3, 4 fois meilleurs peut être, et ces énormes applications, espérées maintenant, du jour au lendemain deviendront possibles.

J'en passe, et des meilleures, car il faut se borner. N'oublions pas, cependant, qu'à côté de l'oxygène produit par les nouvelles méthodes, nos appareils déversent des torrents d'azote. Or, ce n'est pas une raison parce qu'on fixe l'azote de l'air sous forme d'acide nitrique pour qu'on n'essaie pas de tirer d'autre part l'azote pur sous forme d'ammoniaque. Il n'y en aura jamais trop pour l'agriculture. Il y a même d'autant plus de raison de chercher dans cette voie qu'à côté de l'azote gratuit, il ne sera peut-être pas impossible, j'espère le montrer prochainement, d'avoir également l'hydrogène à peu près gratuit par des procédés du même genre. En outre, la combinaison Az H³ se fait avec dégagement de chaleur, donc, vraisemblablement, sans grande dépense d'énergie dans un ensemble de conditions à trouver. C'est encore là une voie à peine frayée, mais ici encore prometteuse de superbes résultats. On peut en dire autant de la fixation de l'azote sur le carbure de calcium sous forme

de calcium cyanamide, exploitée dès maintenant industriellement par une Société au capital de 5 millions.

Messieurs, je m'arrête ; j'en ai assez dit, je l'espère, d'abord pour vous convaincre que le problème de la fabrication industrielle de l'oxygène est maintenant résolu, ensuite pour vous faire apprécier l'énormité des questions soulevées dans toutes les directions. J'en ai assez dit, surtout pour soumettre à une double épreuve la bienveillante attention que vous m'avez témoignée et dont je veux, en terminant, vous exprimer tous mes remerciements.

Des applaudissements chaleureux et prolongés accueillirent les dernières paroles de M. Claude qui, décidément, est agréable causeur ; après quoi, notre Président, M. J. BUFFAUD, se lève et remercie le conférencier en ces termes :

MESDAMES,

MESSIEURS,

Je remercie le distingué président de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de m'avoir cédé la parole pour remercier le conférencier. Mais, avant de remplir cet agréable devoir, je tiens à protester contre le lapsus volontaire qu'a commis M. Arloing au début de cette soirée. Si je l'ai prié de prendre la présidence et de présenter le conférencier, ce n'est pas au privilège de l'âge, car M. Arloing est toujours jeune, mais c'est à cause de la situation brillante qu'il occupe dans le monde savant français. Cet hommage rendu à la vérité, je suis certain d'être l'interprète de tous, en adressant à M. Georges Claude nos vives félicitations pour cette conférence, aussi remarquable par la forme que dans le fond. Je lui renouvelle nos sincères remerciements au nom de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie, comme au nom de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise que j'ai l'honneur de représenter. Au nom de tous, merci !

Nombreuses ont été les expériences réalisées devant l'auditoire, leur parfaite réussite soulevait l'enthousiasme de tous ; et les applaudissements, qui interrompaient le conférencier, ont dû lui montrer combien il était goûté par ce public choisi.

Il y avait de l'inédit et beaucoup de choses personnelles dans tout ce que nous a dit M. G. Claude : voilà la raison de son succès. C'est d'ailleurs ce qu'a bien su lui dire notre sympathique président M. J. Buffaud, qui en quelques mots d'une tournure élégante et d'un accent sincère, a remercié le savant vulgarisateur, au nom de l'Association et au nom des Lyonnais en général.

Et la séance fut levée.

— 30 —

La table d'expériences fut alors envahie. Chacun voulait voir de près de l'air liquide, de l'oxygène liquide ; on touchait du doigt : grand étonnement, on n'éprouvait qu'une légère sensation de froid ; on y plongeait des fleurs qu'on offrait ensuite galamment aux dames... — la « jeune garde », au début si désorganisée, s'était vite reformée.

Nous devons adresser des remerciements à tous ceux qui ont contribué au succès de la réunion : à M. Claude, à M. Gouy, de l'Université, qui a bien voulu nous prêter les appareils spéciaux qui nous ont été précieux, et à M. Pélissier, de la Faculté des Sciences, qui a payé de sa personne.

Mais, ceux que nous devons particulièrement complimenter, non seulement pour cette conférence où ils ont été bien secondés par la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie, mais aussi pour celles qui eurent lieu chez Monnier, ce sont nos deux camarades P. Charousset et Backès qui, à eux seuls, constituant ce qu'on appelle pompeusement au Conseil de l'Association la « Commission des conférences », ont été continuellement sur la brèche et n'ont pas épargnés pour nous préparer de bonnes soirées, où nos parents, nos amis et nos invités, ont été vivement intéressés et dont ils ont gardé le meilleur souvenir.

Souhaitons-nous une semblable commission pour l'hiver prochain.

B. Bouci.

INFORMATIONS

Demande d'adresses de Sociétaires

Les communications que l'Association envoie aux membres dont les noms suivent lui ayant été retournées par la poste, nous prions nos camarades, qui pourraient nous renseigner sur les adresses exactes, de bien vouloir les faire connaître à M. le Secrétaire de l'Association.

DUSSEIGNEUR Raoul.....	1863	LENOIR Edouard.....	1897
GERIN LÉON.....	1872	BASSET Marius.....	1900
FORTIER Henri.....	1877	CHABERT Maximilien.....	1901
VERZIEUX Louis.....	1879	VEILLEUX Henri.....	1902
PIOLLET Pierre.....	1896	PARRENT Albert.....	1904

— 31 —

Changements d'adresses et de positions

Promotion de 1888. — C. SCURMANN, chez M. Antoine Monnier, rue Carnot, 51, à Gap (Hautes-Alpes).

Promotion de 1893. — MICHEL Eugène, ingénieur, Maison Haour, 2, rue Suffren, à Marseille.

Promotion de 1904. — COMBETTE, Société Française des Forces Motrices du Rhône, Bellegarde-sur-Valserine (Ain), Hôtel Moderne.

Distinction honorifique

Nous sommes très heureux d'apprendre que notre camarade Paul VALLET, promotion 1894, vient d'obtenir du gouvernement les palmes d'Officier d'académie. Notre camarade, quoique tout jeune, est président déjà de plusieurs sociétés artistiques. Nous lui présentons nos bien sincères félicitations.

Nos Revues

Nous rappelons à nos camarades qu'il ne reste plus qu'un petit nombre d'exemplaires de **Central'Revue** et de **Revue Electrique**.

Que ceux qui en veulent se pressent et qu'ils envoient leur demande accompagnée de la somme de 2 fr. 25 en timbres-poste, ou en un mandat à M. le Trésorier des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise.



Visite de l'Exposition coloniale de Marseille

FÊTES DE LA PENTECOTE (3 et 4 Juin 1906).

SORTIE INDUSTRIELLE

Le groupe Marseillais, à peine formé a tenu à montrer à tous nos camarades qu'il existait bien réellement, et que la bonne camaraderie qui avait présidé à sa formation n'était pas un vain mot. Nous venons, en effet, de recevoir une aimable invitation du groupe de Marseille pour visiter l'exposition coloniale qui va s'ouvrir le mois prochain.

La question a été portée au Conseil, et, après avoir voté à l'unanimité des membres présents des remerciements au groupe Marseillais, il a été décidé que la sortie industrielle aurait lieu, cette année, à Marseille, les 3 et 4 juin, c'est-à-dire pendant les fêtes de la Pentecôte.

— 32 —

Cette date a été choisie de façon qu'un plus grand nombre de nos camarades puissent profiter de cette invitation.

Forts de l'approbation du Conseil, les organisateurs se sont immédiatement mis en rapport avec le groupe de Marseille pour organiser ce voyage.

Le programme, provisoirement établi, est le suivant :

Samedi, 2 Juin.

Départ Lyon-Perrache, soit à 6 h. du soir, soit à 11 h. 30 du soir.

Arrivée Marseille, » minuit 5 du soir, » 6 h. du matin.

Coucher, Hôtel de Paris (rue Colbert).

Dimanche, 3 Juin.

Le matin, visite de la ville : (Bourse, vieux-Port, Palais Longchamps, Jardin Zoologique, etc.)

A 11 heures. — Réunion au Café Riche (sur la Cannebière), apéritif d'honneur et réception par le groupe Marseillais, chaudes poignées de mains, échanges de paroles aimables, etc. (léger enthousiasme).

A midi. — Banquet dans un des somptueux restaurants de la Cannebière.

Menu local : bouillabaisse, bourride, aioli, crustacés, arapèdes, etc. (enthousiasme grandissant à la suite de la chaleur communicative du banquet).

A 2 heures. — Visite de l'Exposition Coloniale.

Réception officielle au Village Nègre, concert par l'Orphéon des Betsiboès, lecture des dépêches de l'agence Havas, visite du Cambodge, danse du ventre tunisienne, etc. (enthousiasme délirant).

A 6 heures. — Cannebière, visite d'une 1^{re} série de cafés, apéritifs.

A 7 heures. — Dîner, soirée à volonté, spectacles, etc.

Coucher, Hôtel de Paris (*facultatif*).

Lundi, 4 juin:

Lever de bonne heure.

A 6 heures. — Départ au Vieux Port pour la visite du château d'If.

Retour à la plage du Prado, parc Borély.

Ascension à Notre-Dame de la Garde.

A 11 heures. — Réunion au Café Riche.

A midi. — Banquet.

A 2 heures. — Départ au Vieux Port par bateau spécial, visite du Port de la Joliette; Docks, appareils de déchargement, visite d'un transatlantique ou d'un navire de guerre.

A 6 heures. — Cannebière, visite d'une 2^e série de cafés, apéritifs.

A 7 heures. — Dîner.

Départ

Marseille, gare St-Charles, soit à 6 h. du soir, soit à 11 h 35.

Arrivée à Lyon-Perrache » minuit 9 » 6 h. 40 matin.

Dépense

La dépense influera, nous l'avons bien compris, sur la décision d'un grand nombre de nos camarades, aussi, avons-nous cherché à la réduire le plus possible.

Et d'abord, nous leur annonçons que nous obtiendrons de la C^{ie} du Chemin de fer une *réduction de 50 %* à la condition de prendre un billet collectif et d'être *au minimum 12*.

La dépense se chiffrera donc, pour le voyage et le séjour à Marseille, comme suit :

En 2 ^e classe	53 fr.
En 3 ^e classe	45 fr.

Avis très important.

Les inscriptions seront reçues au siège social, 31, place Bellecour, où un registre sera déposé à la caisse du Café Berriet et Milliet, jusqu'au **25 mai prochain**.

Le montant de la cotisation devra être versé en même temps que l'inscription.

Les inscriptions envoyées par la poste devront être accompagnées d'un mandat au nom du trésorier, M. Bourdon.

Dans le cas, où à la date du 25 mai, le nombre des adhésions serait inférieur à 12, la sortie serait supprimée et les cotisations versées seraient remboursées.

Certains de nos camarades ayant manifesté le désir de voir participer l'élément féminin à la visite de l'exposition Coloniale, nous les informons que les dames qui voudront accompagner leur mari seront les bien-venues. Elles devront se faire inscrire également.

Nous engageons nos camarades à profiter de l'occasion qui leur est offerte de faire un beau et agréable voyage. Ils le feront dans des conditions économiques exceptionnelles.

Le programme définitif sera publié dans le prochain bulletin.



TÉLÉPHONE : 20-79, Urbain et interurbain

Télégrammes : CHAMPENOIS-PART-DIEU-LYON

Maison Fondée en 1798**FABRIQUE de POMPES & de CUIVRERIE**

Entreprises générales de Travaux hydrauliques

C. CHAMPENOIS

Ingénieur E. C. L.

3, Rue de la Part-Dieu, LYON

(Près le Pont de l'Hôtel-Dieu)

SPÉCIALITÉ DE POMPES D'INCENDIE

Pompes de puits de toutes profondeurs, Pompes d'arrosage et de soutirage des vins, Manèges, Moteurs à vent, Roues hydrauliques, Moteurs à eau, Pompes centrifuges, Bédiers hydrauliques, Pompes à air, Pompes à acides, Pompes d'épuisement, Pompes à Purin, Injecteurs, Ejecteurs, Pulsomètres, Robinetterie et Articles divers pour pompes, Bornes-Fontaines, Bouches d'eau, Postes d'incendie, Conduites d'eau et de vapeur, Services de caves, Filatures, Chauffages d'usine et d'habitation par la vapeur ou l'eau chaude, Lavoirs, Buanderies, Cabinets de toilette, Salles de bains et douches, Séchoirs, Alambics, Filtres, Réservoirs.

PIÈCES DE MACHINES

Machines à fabriquer les eaux gazeuses et Tirages à Bouteilles et à Siphon, Appareils d'Hydrothérapie complète à Température graduée.

ALBUMS — ÉTUDES — PLANS — DEVIS**SPÉCIALITÉ****D'APPAREILS ET FOURNITURES POUR LA PHOTOGRAPHIE****Atelier de Construction**

Ancienne Maison CARPENTIER

J. WAYANT, Succ^R**16 bis, rue Gasparin, LYON****TRAVAUX POUR L'INDUSTRIE ET POUR MM. LES AMATEURS**

Téléphone : 2.03.

Télégrammes : WAYANT — LYON

E. KLEBER

INGÉNIEUR E. C. L.

Membre de la Société des Ingénieurs Civils de France

CONSEIL EN MATIÈRE DE

Bâtiments d'Usine**Fumisterie industrielle****Installations quelconques****77, avenue de St-Mandé, PARIS**

TÉLÉPHONE : 942-67

Fonderie de Fonte malléable
et Acier moulé au convertisseur**FONDERIE DE FER, CUIVRE & BRONZE**Pièces en Acier moulé au convertisseur
DE TOUTES FORMES ET DIMENSIONS**Batis de Dyanamos****MONIOTTE JEUNE**
à RONCHAMP (Hte-Saône)

DEMANDES DE SITUATIONS

AUTOMOBILES

N° 82. — Cherche une situation dans l'industrie automobile.

CAPITAUX

N° 69. — Jeune homme disposant de quelques capitaux, cherche une situation.

N° 76. — Demande un capital de 6.000 francs pour mettre en œuvre une *nouvelle roue élastique* destinée à remplacer avantageusement le pneumatique. Partage des bénéfices.

CHARPENTES MÉTALLIQUES

N° 19. — Ingénieur compétent dans la construction de charpentes métalliques, ayant dirigé pendant 14 ans une maison importante similaire et possédant les meilleures relations dans les administrations de l'Etat et des chemins de fer, cherche une situation.

N° 45. — Situation dans la construction ; irait volontiers à l'étranger, de préférence en Espagne.

N° 55. — Désire place dans la construction.

CONSTRUCTION MÉCANIQUE

N° 43. — Désire place dessinateur ou emploi technique dans l'industrie.

N° 52. — Cherche situation dans la mécanique.

N° 67. — Recherche une situation dans la mécanique.

N° 86. — On désire une situation, de préférence dans la partie commerciale, dans usine de construction ou d'automobiles.

ÉLECTRICITÉ — GAZ

N° 18. — Jeune homme cherche situation, dans la région, de préférence dans une station électrique ou dans une Compagnie de gaz.

N° 19. — Ingénieur ayant fait des études nombreuses de forces naturelles dans le but de leur utilisation par l'électricité, bon opérateur sur le terrain à l'aide du tachéomètre, cherche une situation dans une société comme ingénieur-conseil.

N° 21. — On demande une situation pour un électricien praticien.

N° 25. — Cherche place d'ingénieur électricien, de préférence à l'étranger.

SOCIÉTÉ DES GAZ INDUSTRIELS

37, rue Claude-Vellefaux, PARIS X (Téléphone 417-68)

Concessionnaire exclusive pour la fabrication et la vente des installations produisant le
GAZ A L'EAU DELLWICK-FLEISCHER

GAZOGÈNES A GAZ PAUVRE, Système LENCAUCHEZ
pouvant utiliser des combustibles quelconques

APPAREILS SPÉCIAUX POUR L'ÉPURATION DES GAZ DES HAUTS-FOURNEAUX

Adresse télégraphique : CONTELUX-PARIS

A LOUER

A LOUER

MACHINES à MOULER

Ph. BONVILLAIN
 Ingénieur
BONVILLAIN et RONCERAY
 Successeurs
 9 et 11, rue des Embierges, 9 et 11
 PARIS
 Téléphone : 120 - 59

Tous les Mécaniciens
 et Fondeurs sont cordialement
 invités à venir visiter nos
 Machines-Outils et nos Machines à mouler
 en fonctionnement dans nos ateliers

MACHINES-OUTILS

— 37 —

N° 35. — Désire en France une place dans un laboratoire d'essais électriques. Ou dans le Haut-Tonkin ou en Chine, une place dans les mines ou dans un service électrique.

N° 61. — Cherche emploi en électricité, station ou travaux d'éclairage.

N° 72. — Dix mois de pratique dans la construction électrique et les installations à haute et basse tension demande une place dans l'exploitation de préférence.

N° 77. — Cherche situation dans une Compagnie de Gaz.

N° 83. — Jeune homme cherche une situation dans une Compagnie de Gaz.

CHIMIE

N° 31. — Désire situation de chimiste ou autre.

N° 68. — Demande place de chimiste, sept ans de pratique dans diverses industries.

N° 73. — Demande emploi, de préférence dans une industrie chimique.

N° 77. — Cherche place de chimiste, de préférence à l'étranger.

N° 81. — Cherche situation dans la chimie, en France ou en Europe.

N° 83. — Jeune homme cherche situation dans une industrie chimique

N° 89. — Ingénieur ayant rempli pendant 13 ans les fonctions d'ingénieur d'usine (5 ans dans une très importante teinturerie et 8 ans dans une grande fabrique de produits chimiques), très au courant de la construction, de l'installation et de l'entretien du matériel, ainsi que de la direction du personnel, désire trouver une situation analogue.

DIVERS

Nos 78 et 79. — Cherchent situation dans l'industrie.

N° 88. — Cherche une place de dessinateur ou un emploi technique dans l'industrie, après huit mois de pratique dans la mécanique.

ÉLECTRO-CHIMIE — MÉTALLURGIE

N° 54. — Cherche place dans l'électro-chimie ou la métallurgie.

N° 67. — Recherche une situation dans la métallurgie.

N° 81. — Cherche situation dans la métallurgie en France ou en Europe.

N° 84. — Cherche situation dans l'électricité ou l'électro-métallurgie.

REPRÉSENTATIONS INDUSTRIELLES

N° 66. — Demande une situation dans les voyages ou la représentation.

N° 71. — Désire trouver une occupation, surveillance ou représentation ferait, au besoin, apport de capitaux.

PRODUITS RÉFRACTAIRES

N° 56. — Demande situation de préférence chez un fabricant de carrelage et mosaïque.

FONDERIES DE BAYARD

à BAYARD, par Laneuville-à-Bayard (Haute-Marne)

A. Chatel, ancien élève de l'École Polytechnique, ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ

Tuyaux en fonte en tous genres. — Tuyaux : de descente, unis et cannelés ; Sanitaires, lourds et légers ; à Brides pour conduites de vapeur et chauffages de serres ; Emboîtement et Cordon coulés verticalement, type Ville de Paris ; à joint au caoutchouc, système Turquet, Lavril, Somzée, Trifet.

Grosse fonte de Bâtiment et de Construction : Gargouilles. — Caniveaux. — Colonnes pleines et creuses. — Plaques de foyer unies et figurées. — Plaques cannelées et à damiers. — Regards d'égout. — Regards bitumes. — Châssis de fosse. — Barreaux de grille. — Grilles d'égout. — Grilles décroîtours. — Poids d'horloges. — Tuyères de forge, etc., etc.; et en général toutes fontes sur plans, dessins ou modèles.

Représentant à Paris : M. J. DESFORGES, Ingénieur, 44, rue d'Amsterdam

Représentants pour l'Algérie et la Tunisie : à Oran, M. Aug. BROUSSOU, 12, rue Marguerite ; à Tunis, M. SCHLUMBERGER, 7, avenue de Paris.

A LOUER

FONDERIE, LAMMOIRS ET TRÉFILERIE
Usines à PARIS et à BORNEL (Oise)

E. LOUYOT

Ingénieur des Arts et Manufactures

16, rue de la Folie-Méricourt, PARIS
Téléphone : à PARIS 901-17 et à BORNEL (Oise)

Fil spécial pour résistances électriques. — Barreaux pour décolleteurs et tourneurs. — Nickel pur et nickel plaqué sur acier. — Anodes fondues et laminées. — Maillechort, Cuivre demi-rouge, Laiton, Nickel pur, Aluminium. — Argentan, Alpaca, Blanc, Demi-Blanc, Similor, Chrysocal, Tombac, en feuilles, bandes, rondelles, fils, tubes, etc.

PONTS SUSPENDUS

RIGIDES ET SEMI-RIGIDES

A Pièces amovibles et interchangeable

PASSERELLES

pour PIÉTONS

Canalisations d'Eau et d'Électricité

CONSTRUCTION — RÉPARATIONS — ENTRETIEN

Spécialité de Travaux de Câblage

CABLES MÉTALLIQUES

en CHANVRE et ALOËS

PORTEURS AÉRIENS par CABLES

Transmissions téléodynamiques

PLANS INCLINÉS, VOIES SUSPENDUES

L. BACKÈS, Ingénieur E. C. L., Constructeur

39, Rue Servient, LYON

AUX INDUSTRIELS

*Comment voulez-vous
que l'on vous fasse des
commandes si l'on ne sait
pas que vous existez ?*

OFFRES DE SITUATIONS

21 février. — On céderait dans d'excellentes conditions les 30 dernières années du *Moniteur Scientifique*, du docteur Quesneville. S'adresser au camarade Ph. Nodet, 52, boulevard des Brotteaux.

14 mars. — La maison Westinghouse a besoin d'un représentant pour ses moteurs électriques. S'adresser à M. Jean Buffaud, chemin de Baraban.

16 mars. — On prendrait de suite un jeune ingénieur pour conduire des travaux de chemins de fer dans le département du Puy-de-Dôme. Les appointements seraient de 250 à 400 francs par mois, suivant la capacité et les services rendus.

S'adresser à notre camarade Cordier, sécheriés du Puy-de-Dôme, à Chignat, par Vertaizon.

17 mars. — Une Société demande d'urgence un jeune chimiste de 25 à 30 ans pour installations relatives à la carbonisation et à la fabrication de sous-produits tels que : sulfate d'ammoniaque, brai, créosote, cyanures, etc., situation de 3.000 à 3.600 francs. S'adresser au camarade Blanchet, 123, rue de la Réunion.

17 mars. — On demande un jeune homme ayant travaillé dans une maison d'automobiles et connaissant bien les différents organes d'une voiture. S'adresser au camarade Droniou, 58, Grande-Rue à Sèvres (Seine-et-Oise).

17 mars. — On demande personne connaissant l'appareillage et les installations électriques, et pouvant disposer de 35 à 40.000 francs, comme ingénieur intéressé ou associé. S'adresser au camarade Blanchet, 123, rue de la Réunion.

17 mars. — Le camarade Blanchet pourrait donner renseignements sur affaire de mine de lignite avec usine de briqueterie ainsi que sur concession d'éclairage électrique à exploiter dans le Lot-et-Garonne.

17 mars. — On demande collaborateur pour relever et faire un plan coté de 700 hectares environ de forêts. S'adresser au camarade Vollot fils, 78, avenue de la République, à Tassin-la-Demi-Lune (Rhône).

FABRIQUE ET MANUFACTURE DE CUIVRERIE BRONZE ET FONTE DE FER

BÉGUIN & Cl. PERRETIÈRE

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

E. C. L.

LYON - 5, 7, 9, Cours Vitton, 5, 7, 9 - LYON

APPAREILS ET ROBINETTERIE POUR EAU ET VAPEUR

FOURNITURE COMPLÈTE D'APPAREILS D'HYDROTHÉRAPIE

Envoi franco des Catalogues sur demande

Installations complètes de STATIONS THERMALES, BAINS-DOUCHES POPULAIRES

Fabrication spéciale de Pièces pour Automobiles : Carburateurs, Pompes, Graisseurs

GINDRE - DUCHAVANY & C^{ie}

18, quai de Retz, LYON

APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE L'ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE — TRANSPORT DE FORCE — ÉLECTROCHIMIE

MATÉRIEL C. LIMB

Traits, Lames, Paillons or et argent faux et mi-fins, Dorage électrochimique

Imprimerie Lithographique et Typographique
PHOTOGRAPHURE

COURBE-ROUZET

Ch. Rouzet, Ingénieur E. C. L.

à DOLE (Jura)

Catalogues - Affiches Illustrées - Tableaux-Réclame

P. DESROCHES, Représentant, 6, PLACE DE L'ÉGLISE
LYON-MONTCHAT

A. MARCHET

2, rue du Pont-Neuf, REIMS

COURROIE brevetée S. G. D. G. en peau,
indestructible, inextensible, très adhérente, 3 fois
plus résistante que celle en cuir tanné.

SPÉCIALITÉ DE
CUIRS DE CHASSE

Taquets brev. s. g. d. g.

LANIÈRES INDESTRUCTIBLES A POINTES RAIDES

TAQUETS EN BUFFLE, MANCHONS

EXPORTATION

Plus de Vêtements déchirés, brûlés
OU PIQUÉS DES MITES

J. VAPILLON

STOPPEUR

Artiste

12, rue Victor-Hugo et cours Lafayette, 27

LYON

STOPPAGE ET RETISSAGE INVISIBLES

dans tous les Tissus, Draperies, Soieries, Lingerie, Tentures, etc.

— 41 —

18 mars. — On désire un jeune homme capable de traduire un ouvrage technique sur l'outremer (traduction allemande), affaire pressée (S'adresser à notre camarade Amant, chez Guimet, à Fleurieu-sur-Saône).

1^{er} avril. — Un propriétaire serait disposé à construire sur plan, au gré du preneur, des locaux industriels pour ateliers ou magasins, sur deux terrains, l'un de 625^m2, l'autre de 1000^m2.

Ces deux terrains, situés près de la gare de la Guillotière, ont le gaz, l'eau et l'électricité. Le prix du loyer serait proportionnel aux dépenses faites, calculé sur une base de 5 % environ du montant de ces dépenses. Pour tous autres renseignements, s'adresser à M. Fournier, 19, quai Tilsitt, à Lyon, de midi à 1 h. 1/2.

4 avril. — La Société Française des Métiers à Aiguilles cherche un jeune ingénieur, bon vendeur, pour être attaché au service commercial de la maison. Il aurait un appointement fixe, des frais de voyage et un intérêt sur les ventes, il devra voyager en France, en Italie et en Espagne. On désire, par conséquent, qu'il connaisse une langue étrangère, soit l'Italien, soit l'Espagnol (ce n'est cependant pas obligatoire). (S'adresser au secrétaire de l'Association, 31, place Bellecour, Lyon).

6 avril. — On demande un dessinateur pour la maison Neyret et Brenier à Grenoble. S'adresser de suite à notre camarade Brissaud, 65, rue Lesdiguière, à Grenoble.

REMILLIEUX, GELAS & GAILLARD

INGÉNIEURS E. C. L.

Ingénieurs-Constructeurs

LYON — 68, cours Lafayette, 68 — LYON

Maison spécialement organisée pour les

CHAUFFAGES PAR L'EAU CHAUDE ET LA VAPEUR A BASSE PRESSION

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

TÉLÉPHONE : 14-32

A LOUER

BOULETS COUCHOUD

Chauffage économique

donnant beaucoup de chaleur

S'adresser aux Marchands de charbon ou aux

MINES DE LA PÉRONNIÈRE

GRAND-CROIX (Loire)

Fonderies et Ateliers de la Courneuve

CHAUDIÈRES

BABCOCK-WILCOX

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS

S'adresser à M. FARRA, Ingénieur E. C. L., 28, Quai de la Guillotière, Lyon

C^{ie} pour la Fabrication des Compteurs
ET MATÉRIEL D'USINES A GAZ

COMPTEURS

Pour gaz, eau, et électricité

SUCCURSALE DE LYON

H. BOURDON, DIRECTEUR

INGÉNIEUR E. C. L.

246, avenue de Saxe, 246

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Éclairage — Force motrice — Téléphones
Sonneries — Porte-voix

J. DUBEUF

INGÉNIEUR E.C.L.

17, rue de l'Hôtel-de-Ville, 17 (Angle rue Mulet)

LYON

Téléphone n° 28-01

BUREAU DES

Brevets d'Invention

LYON — Cours Morand, 10 (angle avenue de Saxe) — LYON

Directeurs : Y. RABILLOUD & Fils (Ingénieur E. C. L.)

Le Bureau se charge, en France et à l'Etranger, des opérations suivantes : Préparation et dépôt des demandes de Brevets, Dépôt des Marques de Fabrique, Modèles, Dessins industriels, etc Paiement des annuités et accomplissement de toutes formalités nécessaires à la conservation et à la cession des brevets, marques, etc. Recherches d'antériorités, copies de Brevets, Procès en contrefaçon.

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES CHARPENTES EN FER

J. EULER & Fils

INGÉNIEUR E. C. L.

LYON — 296, Cours Lafayette, 296 — LYON

TÉLÉPHONE : 11-04

SERRURERIE POUR USINES ET BATIMENTS

Adresse Télégraphique : BUFFAUD-ROBATEL-LYON

TÉLÉPHONE 14.09 Urbain et Interurbain

Anciennes Maisons BUFFAUD Frères — B. BUFFAUD & T. ROBATEL

T. ROBATEL, J. BUFFAUD & C^{IE}

INGÉNIEURS E. C. L.

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS — LYON

ATELIERS DE CONSTRUCTION

Machines à vapeur, Chaudières, Tuyautages et Transmissions. — **Pompes à Eau, Compresseurs d'air.** — **Essoreuses, Hydro-Extracteurs ou Turbines de tous systèmes, Essoreuses électriques brevetées, Turbines Weinrich.** — **Machines de Teinture et Apprêts, Laveuses, Secoueuses, Chevilleuses, Lustreuses, Imprimeuses, Machines à teindre brevetées.** — **Usines élévatoires, Stations centrales électriques.** — **Chemins de Fer, Locomotives.** — **Tramways, électriques, à vapeur, à air comprimé (système Mèkarski).** — **Constructeurs privilégiés des Tracteurs Scotte, des Mécaniques de Tissage (système Schelling et Staubli), des Machines à laver (système Treichler), des Machines à glace (système Larrieu et Bernat), des Appareils Barbe pour dégraissage à sec.** — **Installation complète d'Usines en tous genres, Brasseries, Fabriques de Pâtes Alimentaires, Moulins, Amidonneries, Féculeries, Produits Chimiques, Extraits de Bois, Distillation de Bois, Machines à Mottes. PROJETS ET PLANS.**

Manomètres, Compteurs de Tours, Enregistreurs

Détendeurs et Mano-Détendeurs

POUR GAZ

H. DACLIN

INGÉNIEUR E. C. L.

1, Place de l'Abondance, 1

LYON