

## Les Canaux Français

Notre pays peut-il trouver dans ses ressources naturelles les éléments d'une expansion économique pareille à celle que nous admirons en Allemagne, en Belgique, aux Etats-Unis, au Canada? Peut-il y puiser les revenus indispensables à l'équilibre de ses futurs budgets, si lourdement grevés d'avance par les générosités imprévoyantes de la politique sociale?

A ces deux graves questions, M. le sénateur Audiffred a fait une réponse encourageante dans un remarquable rapport qu'il a déposé à l'appui de sa proposition relative à l'achèvement des canaux du bassin de la Loire.

C'est un lieu commun scolaire que l'admirable situation de la France, qui occupe l'isthme le plus resserré du continent européen, et dont les côtes regardent à la fois l'Ancien et le Nouveau Monde. C'est un autre lieu commun, exploité celui-là par les publicistes, que l'utilisation médiocre faite par l'Etat français d'une position géographique exceptionnelle. Si Brest était entre les mains de l'Angleterre, nous disent les uns, vous verriez dans sa merveilleuse rade toutes les flottes commerciales de l'Europe et de l'Amérique. Cherbourg et Boulogne ne sont pas allemands, ajoutent les autres, mais les escales des paquebots germaniques n'en pourraient pas moins être pour ces ports l'origine d'un mouvement de croissance et de prospérité que retardera longtemps l'inertie des autorités françaises. Les plus sages enfin, ceux qui, suivant le mot de Talleyrand, « ont de l'avenir dans l'esprit », s'émeuvent de constater que des habitudes commerciales tendent à se fixer le long des lignes de navigation et des chemins de fer qui aboutissent à Anvers, à Rotterdam, à Brème, à Hambourg, à Gènes, à Trieste, tandis que la France laisse inemployées les routes naturelles de la Loire et du Rhône, qui font communiquer l'Europe centrale avec Marseille et Saint-Nazaire, le nord et l'ouest de la France avec la Méditerranée, et qu'elle néglige ce merveilleux sillon de la Garonne et de l'Aude, dont l'aménagement pourrait éviter à tant de navires et de marchandises la circumnavigation de l'Espagne.

Toutes ces vérités sont connues dans le public, elles y sont même rebattues. Elles ont trouvé leur expression dans le fameux programme de 1879 élaboré par M. de Freycinet. Et, cependant, c'est avec timidité que les Chambres abordent ces questions d'un intérêt primordial pour l'avenir du pays tout entier. En effet, on ne prétend pas faire bénéficier certaines régions ou certaines industries d'une augmentation de richesse, passive en quelque sorte; il s'agit, au contraire, de vivifier toute l'industrie nationale, que les voies de communication multipliées mettraient à même de lutter avec avantage contre la concurrence étrangère, et, en même temps, de permettre à l'agriculture de réaliser sur ses produits des bénéfices accrus de la diminution des frais de transport. Un réseau de canaux français, aboutissant naturel de tout le système de navigation intérieure de l'Europe, dont les frais d'établissement et d'entretien seraient amortis par des tarifs modérés sur le fret considérable qu'ils ne manqueraient pas d'attirer, c'est un résultat qui ne paraîtra chimérique à aucun ingénieur, à aucun économiste, à aucun homme politique averti.

Bien mieux, grâce à l'heureuse constitution géographique de notre pays, le programme dont il s'agit ne saurait porter préjudice à aucune de ses régions naturelles. Toutes verront s'accroître automatiquement la valeur de leur sol et de leurs productions, et, parlant, le salaire de leurs travailleurs.

Un seul intérêt paraît, à première vue, devoir être lésé par l'extension considérable de la navigation intérieure que nous préconisons: nous voulons dire celui de ces compagnies de transport que notre législation a exceptionnellement favorisées, et que notre système de canaux, insuffisants et mal reliés entre eux, a dotés, dans plus d'une région, d'un monopole de fait. Or, les chemins de fer eux-mêmes, et c'est un point que M. Audiffred a mis parfaitement en lumière, ne peuvent que gagner à être soulagés (et non, comme on le dit souvent, concurrencés par les canaux). En effet, « lorsque le tonnage atteint des proportions très grandes, la voie ferrée se montre impuissante à suffire au trafic auquel elle a donné naissance, et, si le canal ne lui vient pas en aide, non seulement l'industrie périclite, sous le poids de la concurrence ruineuse que lui font subir les régions plus favorisées, mais des richesses naturelles, qui pourraient être utilisées, et qui fourniraient à l'industrie et à l'agriculture un aliment puissant, restent enfouies dans le sol, complètement inutilisées ». Ce qui revient à dire que les voies de communication suscitent le fret, et qu'elles

sont solidaires entre elles, depuis le dernier chemin vicinal jusqu'à la route ferrée que parcourent les rapides de luxe.

Cette loi de solidarité trouve une application grandiose dans notre pays, précisément à la date où nous sommes. Qu'est-ce, en effet, que le grave problème des voies d'accès au Simplon? C'est la question de savoir si la France saisira l'occasion de rétablir de grandes voies transcontinentales sur son territoire, ou bien si le Simplon, et, dans l'avenir, tout nouveau tunnel percé à travers les Alpes suisses, n'achèveront pas l'œuvre du Gothard, celle de reporter à l'est de notre pays la principale voie d'échanges de l'Europe occidentale, et d'intercepter les envois du centre de l'Europe, qui semblent avoir pour destination naturelle nos ports de la Manche et de l'Océan.

La constitution des réseaux de nos grandes Compagnies de chemins de fer s'est opposée jusqu'à ce jour à l'établissement de services accélérés d'Est en Ouest. Nous attendons encore la ligne de voyageurs Bâle-Brest, et le trafic de marchandises Bâle-Saint-Nazaire ne s'est pas davantage dessiné. Une grande partie de notre territoire n'a pas d'accès vers ses débouchés géographiques, et l'on voit, par exemple, les produits de nos manufactures de Saône-et-Loire passer par Marseille et Gibraltar avant d'être livrés à Bayonne.

Les canaux destinés à raccorder nos ports de l'Ouest au réseau de navigation des bassins de la Meuse, du Rhin et du Rhône, ne seront donc pas seulement en eux-mêmes un bienfait. Ils exerceront chez les Compagnies de chemins de fer une émulation dont le résultat sera le prochain établissement de la route française, la plus courte et la plus économique, entre l'Europe continentale, les Amériques et le canal de Panama.

(Le Monde Economique).

PAUL FEUILLETRE.

### Reparations de Constructions endommagées, au moyen de Ciment injecté à l'air comprimé

Il y a longtemps que, dans les travaux de chemins de fer, on injecte du ciment au moyen de l'air comprimé, pour aveugler les déjointements causés par l'eau sur les voûtes des tunnels. Mais les pompes ordinairement employées s'encrassaient rapidement, et donnaient lieu à des réparations coûteuses et à des gaspillages de ciment. En outre, plusieurs ouvriers étaient nécessaires pour manœuvrer les appareils.

Un appareil, inventé par l'ingénieur A. Wolfsholz, de Barmen, évite ces inconvénients; il est actionné au moyen de l'air comprimé.

Cet appareil, porté par un wagonnet spécial, est composé de deux récipients cylindriques reliés par un tube en caoutchouc et dont l'un, placé sur la plate-forme inférieure, comporte une pompe pneumatique et un manomètre, et l'autre, placé à l'étage supérieur, et complètement hermétique, ne communique avec l'extérieur que par un tube élastique, muni à la base d'un robinet d'arrêt, et, à l'orifice supérieur, d'un tube tronconique en acier, qu'on introduit dans les trous d'injection percés de 0<sup>m</sup>50 et 0<sup>m</sup>75 d'intervalle.

Le réservoir supérieure comporte, en outre, une trémie garnie d'un crible à mailles serrées, et, à l'intérieur, un appareil agitateur, qui provoque le mélange intime du ciment liquide et qui empêche ce dernier de prendre trop tôt et d'adhérer aux parois. Lorsque la pression atteint 1,5 à 2 atmosphères (un ouvrier obtient cette pression en 5 à 7 minutes), on verse le ciment à l'aide de seaux et de poulies dans le cylindre supérieur; quand la quantité nécessaire au bouchage d'un trou est atteinte, on ferme la trémie, et l'on ouvre le robinet de communication avec l'air comprimé; le ciment monte alors régulièrement et sans secousses dans le trou; ce dernier, une fois plein, on recommence la même opération pour les autres.

Dans le cas où une grande quantité de ciment n'est pas nécessaire, on se sert d'une petite pompe pneumatique, adaptée sur le réservoir supérieur, au lieu d'employer la grande pompe.

Depuis quelque temps, on a essayé ce système pour réparer les maçonneries endommagées des ponts, pour renforcer des culées, et pour rendre étanches les murs de grands réservoirs.

On a pu, par exemple, réfectionner une pile de pont au moyen de trous de 20 millimètres. Les fuites ont été complètement bouchées. Dans un autre cas, on répara la voûte d'un pont, en perçant des trous allant jusqu'à l'extrados.

On applique ce système depuis longtemps en Amérique pour rétablir l'étanchéité des murs en béton des grands réservoirs.

On peut aussi l'utiliser pour le renforcement des fondations dans certains sous-sols de sable ou de gravier. Récemment, une inondation de la Wupper menaçait les fondations d'un bâtiment voisin; de la cave, on injecta du ciment le long de la partie menacée, au moyen de trous de 1<sup>m</sup>50 percés à 0<sup>m</sup>30 d'intervalle; on établit ainsi une paroi étanche qui assura à l'édifice une base plus solide.

(Zentralblatt der Bauverwaltung.)

## LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

### ACADÉMIE DES SCIENCES

#### MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Sur les deux modes de détente employés dans la liquéfaction de l'air. — Note de M. Georges CLAUDE, séance du 6 mai.

J'ai constaté souvent combien sont généralement mal comprises les profondes différences qui séparent les deux modes classiques de détente employés pour la liquéfaction de l'air. J'ai l'honneur, à ce sujet, de présenter quelques considérations qui ne seront peut-être pas inutiles, si élémentaires et si évidentes même qu'elles puissent paraître.

On sait que le froid produit par la détente trouve sa source dans le travail effectué pendant cette détente. Pourtant, la quantité de froid produite n'est presque jamais équivalente au travail effectué: c'est que le seul travail qui puisse se traduire par du froid est évidemment celui que l'air comprimé accomplit avec ses seules ressources, et qu'une partie du travail effectué échappe en général à cette origine.

Imaginons d'abord que nous opérons la détente de l'air dans le cylindre d'une machine analogue à une machine à vapeur. Le travail de pleine pression est  $PV$ : ce travail, l'air comprimé n'a pas à le fournir sur ses propres ressources, puisque, pendant toute cette période, il reste toujours identique à lui-même, toujours comprimé à la même pression. Ce travail, effectivement, est fourni par le compresseur même, par l'intermédiaire du piston gazeux de la canalisation, qui se comporte, pendant cette période, comme un piston rigide. Ce travail de pleine pression  $PV$ , tout entier créé aux dépens d'une énergie étrangère à celle de l'air même en jeu, ne peut évidemment se traduire par du froid: seul compte pour le refroidissement le travail de détente proprement dit,  $\int p dv$ , celui que l'air accomplit en dehors de toute intervention étrangère, dès que l'orifice d'admission est fermé.

Soit maintenant la détente d'un gaz parfait, de  $P$  à  $p$ , par simple écoulement continu, et supposé sans vitesse sensible. La cause de travail unique est, dans ce cas, le refoulement que le gaz qui se détend effectue contre l'atmosphère  $p$  de l'enceinte de détente. Or, le mode de discussion classique de l'expérience Joule-Thomson montre qu'ici ce travail de refoulement,  $\int p dv = p \int dv = pv$ , ne doit se traduire par aucun refroidissement. C'est que ce travail de refoulement  $pv$  absorbe exactement l'énergie  $PV$ , ici encore, directement et obligatoirement transmise par le compresseur jusqu'à l'orifice de détente, et l'on démontre effectivement que  $pv = PV$ . Ainsi, ce travail de refoulement d'un gaz parfait équivaut exactement à son travail à pleine pression dans notre cylindre de tout à l'heure.

Mais, en pratique, l'air n'est pas un gaz parfait. Comme conséquence,  $pv > PV$ .

De plus, un certain travail interne  $w$  doit être accompli par l'air lors de l'augmentation de volume. Donc, a fortiori,  $pv + w > PV$ : le travail développé est supérieur à l'énergie fournie, et un refroidissement se produit, qui donne justement la mesure de cet excès (1). Ainsi:

1° Dans la détente de l'air avec travail récupérable, le travail à pleine pression absorbe intégralement (en théorie) l'énergie  $PV$  directement transmise. Le travail de détente considérable  $\int p dv$  reste

tout entier disponible pour la production du froid, ainsi qu'un travail interne très faible dans les conditions où l'on opère en général ici.

De plus, l'énergie mécanique développée est récupérable: cette récupération peut atteindre en pratique 15 à 20 pour 100 avec de bonnes machines.

Ces divers facteurs expliquent que des pressions de 40 kg. par  $cm^2$  suffisent pour procurer, avec les artifices que j'ai signalés (1), des rendements dépassant 0,9 litre d'air liquide par cheval heure pour des puissances de 75 chevaux.

2° Dans la détente par simple écoulement, le travail de refoulement correspond au travail de pleine pression de la méthode précédente: sa production absorbe sensiblement l'énergie directement transmise par le compresseur. N'est disponible pour le refroidissement, et avec la restriction ci-après, que l'excès de travail, tant externe qu'interne, dû au fait que l'air n'est pas un gaz parfait.

Au cours de son refroidissement le long de l'échangeur, l'air se contracte anormalement en vertu de l'inexactitude croissante de la loi de Mariotte; il abandonne donc un excès de chaleur pour se refroidir jusqu'à une température donnée; en d'autres termes, sa chaleur spécifique augmente graduellement (2) et il ne se refroidit dans le contre-courant que jusqu'à  $t > t'$ ,  $t'$  étant la température qu'il eût atteinte à chaleur spécifique constante.

Par contre, lors de la détente, la chaleur spécifique retombe brusquement beaucoup, ce qui tend évidemment à ramener le gaz vers la température  $t$ . Donc, de la chute de température observée à la détente, une partie est due à la baisse de la chaleur spécifique; c'est l'effet frigorifique correspondant à l'excès de chaleur dégagé dans l'échangeur par l'air comprimé à mesure des progrès de son imperfection gazeuse, mais, cet effet frigorifique est en quelque sorte fictif, il sert à neutraliser l'excès de chaleur dégagé à son tour le long de l'échangeur par l'air suivant. Ainsi, ce n'est pas l'imperfection gazeuse à la température de détente qui compte dans le rendement de la détente par simple écoulement, mais, en gros, l'imperfection gazeuse, bien moindre à la température d'entrée de l'air comprimé dans le contre-courant.

D'où la nécessité: 1° de partir de pressions très élevées, 200 kg. par  $cm^2$  au moins; 2° d'abaisser autant que possible la température initiale du *self-refroidissement* à l'aide d'une machine frigorifique auxiliaire qui constitue, en effet, l'un des perfectionnements les plus ingénieux de la méthode de Linde.

Malgré cette complication, inutile dans la détente avec travail récupérable, malgré les pressions de 200 kg. par  $cm^2$ , on sait que les rendements de la détente par simple écoulement n'atteignent pas jusqu'ici 0,6 litre par cheval-heure pour des puissances de 200 chevaux.

Électrolyse de solutions très étendues d'azotate et d'oxyde d'argent; l'argent métal alcalin. — Note de MM. A. LEDUC et LABROUSTE, séance du 1<sup>er</sup> juillet 1907.

I. Lorsqu'on électrolyse, sous une tension modérée, une solution d'azotate d'argent moyennement concentrée, on ne voit apparaître que de l'argent à la cathode. Le dépôt est plus ou moins blanc, plus ou moins compact, suivant les conditions de l'expérience: densité cathodique du courant, concentration, acidité ou basicité du bain, température, etc.

Or, la masse d'argent déposée par coulomb varie aussi de quelques dix-millièmes avec ces conditions (3): le changement d'aspect correspond donc à une réaction accessoire à la cathode.

Quelques physiciens, et notamment MM. Patterson et Guthe, pour assurer la neutralité d'un bain d'azotate soumis à l'électrolyse, préconisent l'addition d'oxyde précipité. Cet oxyde étant légèrement soluble dans l'eau, le bain se trouve en réalité basifié, et il importe de savoir comment se comporte cet oxyde sous l'influence du courant, et si le dépôt cathodique demeure normal.

II. Afin de simplifier le problème, nous avons d'abord étudié l'oxyde seul. Nous avons préparé ce corps en traitant l'azotate par une solution de baryte, et lavant le précipité brun jusqu'à ce que l'eau de lavage ne louchisse plus par l'acide sulfurique. La solution, fraîchement préparée ou conservée en vase clos et plein, rougit la phthaléine.

1° *Électrode de platine.* — Sous 10 à 20 volts, il se produit à la cathode un nuage brun, avec dégagement assez abondant d'hydrogène. De légers filaments d'argent prennent aussi naissance sur la tranche de la cathode, c'est-à-dire là où la densité du courant est la plus forte.

Le nuage brun est formé par un oxyde d'argent, mais probablement un sous-oxyde, peut-être  $Ag^2O$ . La phthaléine, introduite auprès de la

(1) Comptes-rendus, 20 août 1900, 30 juin 1902, 13 novembre 1905, 11 juin 1906, 22 octobre 1906.

(2) D'après Linde (*Bayerische Industrie*, 28 novembre 1895), la chaleur spécifique de l'air sous pression constante, et à  $-100^\circ$  seulement, est de 0,25 à la pression de 10 kg. par  $cm^2$ , 0,37 à celle de 40 kg. par  $cm^2$  et 0,84 à celle de 40 kg. par  $cm^2$ .

(3) A. Leduc, *Journal de Physique*, 4<sup>e</sup> série, t. I, p. 561

(1) Il est curieux d'observer que la méthode de M. Cailletet échappe à ce raisonnement et à ses conséquences. Ici, la masse gazeuse qui va se détendre est isolée du compresseur, il n'y a pas d'énergie étrangère en jeu, et tout le travail produit se traduit par du refroidissement. Elle doit à sa discontinuité même cette supériorité.