Zeitschrift: Bulletin pédagogique : organe de la Société fribourgeoise d'éducation et du Musée pédagogique

Herausgeber: Société fribourgeoise d'éducation

Band: 28 (1899)

Heft: 9

Artikel: L'air en bouteilles : comment on obtient l'air liquide. - Les services qu'il peut rendre

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1039309

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

HISTORIQUE

L'un des premiers écrivains qui aient réclamé en France une place en faveur de la langue maternelle dans les études littéraires, ce fut le bon Rollin. « Il est honteux, dit-il dans son *Traité des études* paru en 1726, que nous ignorions notre propre langue, et, si nous voulons parler vrai, nous avouerons presque tous que nous ne l'avons presque jamais étudiée. » Pour apprendre le français, Rollin indique quatre moyens : les règles, la lecture, la traduction, la composition.

Non content de préconiser l'introduction de la langue maternelle dans les collèges, il entre dans de nombreux détails pratiques et désigne les auteurs à étudier.

Dans le cours du XVIIIe siècle ceux qui s'élèvent contre l'exclusion de la langue nationale deviennent de plus en plus nombreux et de plus en plus énergiques. « C'est sans contredit, dit un auteur, le caractère d'un pédant de se piquer de savoir le latin et le grec et de faire le difficile sur ces langues, quand il ignore celle de son pays. »

Cependant, certains collèges maintiennent la défense de parler la langue vulgaire et de l'enseigner. C'est encore le latin qui est considéré comme la vraie et seule langue maternelle.

Au commencement de ce siècle nous voyons l'enseignement de la langue maternelle, surtout celui de la rhétorique, s'introduire dans tous les programmes.

Le *Ratio studiorum* des Jésuites lui ouvre les portes toutes larges dans sa refoute de 1832 en demandant que, dans toutes les classes, on donne une solide instruction dans la langue maternelle. Cependant l'ouvrage du P. Jouvency prévoyait déjà une demi-heure accordée à la langue vulgaire et aux branches accessoires. (Ultima semihora linguæ vernaculæ et accessoriis tribuetur) dans les classes de grammaire. Les oratoriens et les jansénistes avaient déjà élargi leur cadre au XVIIIe siècle et admis l'étude du français, ainsi que l'Université.

(*A suivre.*) R. H.

L'AIR EN BOUTEILLES

Comment on obtient l'air liquide. — Les services qu'il peut rendre.

Transformer l'air que nous respirons en un liquide blanchâtre, plus froid que les froids les plus intenses enregistrés dans le voisinage du pôle, le mettre en bouteilles comme du vin ou de la bière, tel est le nouveau miracle que la Science vient d'opérer. L'air liquide qu'on

arrive à fabriquer industriellement, à un prix très minime, est en voie de rendre les plus grands services à la médecine comme à l'industrie. Verra-t-on plus tard des locomotives actionnées, des bateaux mus par l'air liquide ? Qui pourrait l'affirmer, mais qui oserait le nier ? Dès maintenant, sans chercher si loin, les applications pratiques sont assez nombreuses pour faire apprécier chaque jour davantage les résultats de cette belle découverte.

C'était dans un dîner d'amis. Parmi les convives se trouvait M. d'Arsonval, l'éminent professeur du Collège de France. Au dessert, il tira de sa poche un flacon, et proposa aux convives de verser dans les coupes de champagne quelques gouttes d'une liqueur blanchâtre, tirant légèrement sur le bleu, qui y était contenue.

Aussitôt le champagne de mousser, comme jamais champagne n'avait moussé. Dans d'autres coupes, le vin se gèle subitement. Les convives, sur la foi de leur ami, ayant absorbé un peu de ce mélange, sentent, avec une surprise qui ne va pas sans quelque inquiétude, leur estomac s'enfler, se distendre, se dilater. Que contenait ce flacon mystérieux ?

De l'air, un peu de cet air dont nous sommes entourés, que nous respirons, et qu'on est arrivé à transformer en liquide. Cette métamorphose est par elle-même déjà suffisamment curieuse. Mais, en outre, elle donne lieu aux expériences les plus frappantes et pourra, dans l'avenir, se prêter à des applications nombreuses et pleines des plus belles promesses.

La division des corps en solides, liquides et gaz, n'est qu'une apparence. La glace est solide : chauffez-la, vous avez de l'eau ; chauffez encore, vous avez de la vapeur. Inversement, sous l'influence du froid, la vapeur se convertit en eau, l'eau devient de la glace. C'est une question de température.

C'est un Français à qui la Science doit plusieurs belles découvertes, Cailletet, qui a eu l'idée de demander aux gaz eux-mêmes le froid nécessaire pour les liquéfier. La compression d'un gaz produit de la chaleur ; par contre, sa décomposition, ou détente, produit du froid. Il ne s'agit donc que de rendre cette détente continue.

Tel est, aussi bien, le principe sur lequel repose la méthode pour liquéfier l'air.

La machine de M. Linde, machine dont M. d'Arsonval s'est fait en France le parrain très autorisé, n'emploie d'autre réfrigérant que l'air lui-même. Tout son mécanisme se réduit à une pompe qui comprime cet air, et à un serpentin où il se détend de façon continue par la manœuvre d'un simple robinet. Il se produit ainsi un abaissement de température considérable et ininterrompu, jusqu'à ce qu'on atteigne 191° au-dessous de zéro ; l'air liquide coule alors sans arrêt dans un réservoir disposé pour le recueillir. Les machines employées dans l'industrie permettent d'obtenir jusqu'à 150 litres par heure.

L'air liquide une fois obtenu, comment le conserver ? Car si le vase qui le contient était en contact avec l'air ambiant, il redeviendrait aussitôt à l'état gazeux ; si ce vase était fermé, sa paroi s'échauffant peu à peu au contact de l'atmosphère, la température de l'air liquide s'élèverait. L'air liquide reprendrait son état gazeux et comme, sous cette forme, il occupe un volume 800 fois plus considérable qu'à l'état liquide, une explosion formidable se produirait.

C'est M. d'Arsonval qui a trouvé le moyen de conserver l'air liquide. On le met dans des vases ouverts, formés de deux enveloppes

entre lesquelles a été fait le vide ; ainsi le réchauffement du gaz ne se fait que très lentement et par la couche superficielle du liquide qui se trouve seule en contact avec l'atmosphère ; il faut 10 à 12 heures pour que 12 litres d'air liquide s'évaporent complètement.

Au moment où on le recueille, l'air liquide a un aspect trouble et laiteux, car il contient des menues parcelles solides d'acide carbonique et de glace ; en le filtrant sur du papier, on le débarrasse de ces impuretés, et il apparaît alors limpide, d'une teinte légèrement bleutée.

Quelques expériences vont nous montrer les propriétés merveilleuses de l'air liquide. Ces propriétés se déduisent des moyens mêmes que l'on emploie pour liquéfier l'air.

Pour liquéfier l'air, il a fallu mettre en œuvre des forces se chiffrant par des centaines de kilogrammes. Cette force, l'air nous la rendra lorsqu'il passera de l'état liquide à l'état gazeux. L'air liquide est ainsi un explosif qui dépasse en puissance tous les explosifs connus. Prenons un tube de cuivre fermé à son extrémité inférieure, versons-y quelques gouttes d'air liquide et fermons l'extrémité supérieure par un tampon de bois ; presque instantanément, le tampon est projeté à plus de 100 mètres. L'action dans cette expérience, a été purement mécanique. Si l'on met en même temps à profit l'énergie chimique de l'oxygène, qui entre pour 21 pour 100 dans la composition de l'air, l'effet produit sera plus violent encore. Trempons dans l'air liquide du coton imbibé d'essence de térébenthine, introduisons-le dans un tube d'acier ouvert aux deux bouts et metton-y le feu : aussitôt le tube se déchire et fait explosion. L'agent explosif ainsi formé de coton imbibé d'essence et d'air liquide, est bien plus terrible que la poudre et le fulmi-coton lui-même. On peut le mettre en parallèle avec la dynamite. Il offre cet avantage de pouvoir être facilement transporté. De plus, le feu est nécessaire pour déterminer l'explosion, et il ne saurait détoner par le choc. Une simple éponge, plongée dans l'air liquide et allumée, éclate comme une amorce et brûle instantanément comme du coton-poudre. Un mélange de charbon et d'air liquide est le plus pratique des explosifs dont on puisse faire usage dans les mines. L'air liquide, s'évaporant très vite, ne peut se conserver plus de dix minutes, ce qui rendra désormais impossibles les vols d'explosifs, dont la fréquence devient dangereuse. Un mélange d'acétylène solide et d'ozone liquide, obtenus tous deux par évaporation d'air liquide, serait, d'après M. d'Arsonval, le plus puissant des explosifs.

Voici un autre aspect des propriétés de l'air liquide.

Pour liquéfier l'air, nous avons mis en jeu des variations de température considérables ; lorsque l'air redeviendra gazeux, il mettra en jeu les mêmes variations.

Prenons un petit vase rempli d'air liquide, plongeons-le dans l'eau ; l'air liquide entre en ébullition, et, en même temps que les vapeurs produite se déversent en flocons épais retombant autour de l'expérimentateur, l'eau se congèle rapidement. Si on ferme l'éprouvette par un bouchon traversé d'un tube ouvert aux deux extrémités, on voit les vapeurs d'air s'en échapper comme la vapeur d'eau dans les geysers d'Islande et monter bientôt à plus d'un mètre, pour retomber en gouttelettes froides : c'est une pluie d'air.

Plaçons sur un morceau de glace une petite bouillotte de métal à demi remplie d'air liquide ; étant beaucoup plus froid que la glace, l'air liquide, au contact de celle-ci, lui prend une partie de sa cha-

leur, reprend l'état gazeux et entre en ébullition. Les parois de la bouillotte se recouvrent d'un épais dépôt de givre, provenant de la condensation de la vapeur d'eau. Bien plus, chauffons la bouillotte avec un bec de gaz ; nous la verrons encore se couvrir d'un dépot de neige, qui se formera en plus grande épaisseur justement au point frappé par la flamme ; là, en effet, l'évaporation étant plus rapide, le froid plus intense, la vapeur d'eau et l'acide carbonique, produits de la combustion, se transforment en neige.

Une cigarette allumée est-elle approchée d'un récipient d'air liquide, la fumée, instantanément, se transforme en neige. Laissons au contraire tomber dans le vase un morceau de glace : étant à une température beaucoup plus élevée que l'air liquide, il y produit l'effet d"une pierre chauffée au rouge tombant dans de l'eau : l'ébullition devient tumultueuse, le vase déborde, tandis qu'au bout de quelques instants, l'eau est subitement transformée en glace dure, sèche, rigide, qui brûle les doigts lorsqu'on la touche.

Si on plonge la main au milieu de ce liquide, à une température de 191° au-dessous de zéro, on éprouve à peine une légère sensation de froid. Il faut, toutefois, retirer la main aussitôt. C'est d'ailleurs l'expérience bien connue que font tous les jours les ouvriers fondeurs. Ils plongent leur main, légèrement mouillée, au milieu du métal en fusion et la retirent sans mal. Dans les deux cas, l'explication est la même. Il se forme, autour de la peau, une mince couche de vapeur qui, pendant un moment, l'enveloppe et la protège comme le ferait un gant. Gardons-nous, par exemple, d'attendre que cette couche de vapeur ait disparu. Le froid serait alors tel, que la main serait brûlée comme par le métal en fusion.

Le mercure, si l'on verse à sa surface quelques gouttes d'air, se congèle aussitôt; il devient dur comme du fer, et la masse ainsi formée est même assez résistante pour qu'on puisse s'en servir comme d'un marteau. Les températures les plus extrêmes que nous ayons pu atteindre jusqu'ici, n'avaient aucun effet sur l'alcool : l'air liquide le solidifie avec la plus grande facilité. Rien ne résiste à son action. Il congèle la viande; un œuf qui a séjourné quelques minute dans l'air liquide devient dur comme le plomb, sans perdre de sa fragilité; l'atmosphère même qui entoure l'air liquide est d'un froid si intense, qu'une bulle de savon s'y transforme en une sphère de mince cristal conservant de brillantes irisions.

L'air liquide, qui est magnétique et soumis à l'influence de l'aimant, produit encore d'autres effets remarquables. L'acier, refroidi par son action, y acquiert une trempe plus forte, tout en devenant extrêmement cassant. Il en est de même du fer et de l'étain. L'or, l'argent, le cuivre. l'aluminum, au contraire, dans les mêmes conditions, demeurent inaltérés. Quant aux corps élastiques, comme le caoutchouc, ils deviennent durs et cassants à la façon du verre. Certaines substances, telles que l'ivoire et les plumes, deviennent phosphorescentes à son contact. Enfin, sous l'action du froid, la conductibilité des métaux augmente d'une façon considérable, au point qu'on s'est demandé s'il n'y aurait pas économie à faire circuler de l'air liquide dans les canivaux de canalisation électrique, de façon à éviter les pertes de fluide dues à la résistance des fils métalliques servant de conducteurs.

On voit quelle est la puissance du nouvel agent qui vient de faire son entrée en scène et qui se révèle par de si étonnantes manifestations. On devine, par suite, à quelles nombreuses applications pourra

se prêter cette force, à mesure qu'on saura mieux s'en rendre maître et en diriger les effets.

Apparemment, c'est d'abord comme explosif qu'on l'utilisera. On en chargera les obus et les torpilles, puisque notre manière de travailler à ce « désarmement » dont on parle de tout côtés, c'est d'ajouter chaque jour aux moyens de destruction déjà connus des engins plus formidables.

Comme source de froid, l'air liquide est appelé à rendre les plus grands services; quelques gouttes suffiront pour empêcher les canons à tir rapide et prolongé de s'échauffer en tirant.

La médecine a beaucoup à attendre de l'air liquide. Hélas! ce n'est pas lui encore qui nous débarrassera de ces fâcheux microbes. Les expériences de M. d'Arsonval ne nous permettent, à cet égard, aucune illusion. On a laissé des cultures de bacilles six jours et six nuits dans l'air liquide ; ils n'y ont pas souffert. Ils en sont seulement sortis un peu engourdis, pour reprendre bientôt leur activité malfaisante. Mais quoi! c'est déjà un point essentiel pour les malades, et même pour les gens bien portants, de pouvoir respirer un air pur. Avec l'air liquide, il devient possible de posséder sous un petit volume des quantités considérables d'un air sain, parfumé, vivifiant. Dans une salle d'hôpital, empestée par les malades, vous apportez un ballon d'air liquide : aussitôt il s'y répand une brise marine ; des souffles venus des sommets de la montagne y apportent les senteurs de la menthe et de la citronnelle. Ce sont les Alpes à domicile, l'Océan chez soi.

Déjà les scaphandriers emportent dans les profondeurs de la mer des appareils qui leur fournissent l'air nécessaire à leurs explorations. L'air circulera librement dans les bateaux sous-marins comme dans les galeries des mines.

En métallurgie surtout, les résultats déjà obtenus sont parmi les plus remarquables. On obtient, grâce à l'air liquide ce que ne pouvaient produire les soufflerie les plus puissantes. L'usine Siemens utilise l'air liquide pour la fabrication de l'acier ; une usine d'Aix-la-Chapelle l'emploie pour la production du carbure de calcium.

L'air liquide ne sera-t-il pas quelque jour un moyen de propulsion d'une commodité et d'une force inouïes? Ne fournira-t-il pas aux bateaux sous-marins et aux locomotives mêmes, la vitesse en même temps que l'air respirable? Déjà M. Tripler a montré par une curieuse expérience tout ce qu'on peut attendre dans l'avenir de cette nouvelle force motrice. Il introduisit un demi-litre environ d'air liquide dans une petite machine à vapeur. Au bout de quelques instants, le piston fonctionna vigoureusement, les roues tournèrent sur l'essieu, la machine se mit en marche. L'explication est des plus simples. L'air liquide au contact de la température extérieure entre de lui-même en ébullition. La vapeur qui se dégage produit la force motrice.

Est-ce l'air liquide qui permettra aussi d'apporter une solution à la question toujours pendante de la navigation aérienne? Qui pourrait le dire? Mais surtout qui oserait le nier? Il y a quelques mois à peine que l'air liquide est entré dans la voie des applications pratiques. C'est lorsqu'il s'agit de science qu'aucune merveille n'est incroyable. Tout se transforme ; des énergies inconnues sont cachées dans ces éléments avec lesquels nous croyons être familiers, dans cette atmosphère qui nous baigne; et grâce aux progrès incessants d'une science qui, dans ses conquêtes, ne s'arrête ni un jour, ni une

heure, nous pouvons prévoir que ceux qui viendront après nous auront à leur disposition des agents naturels dont nous soupçonnons à peine les propriétés, de même que nous assistons aujourd'hui sans surprise à des phénomènes qui, il y a moins de cent ans, auraient paru relever de la magie.

(*Lectures pour Tous*, juillet 1899).

GLANURES

Le compte rendu de l'Ecole secondaire des jeunes filles de la ville de Fribourg s'ouvre chaque année par un rapport du directeur. Qu'il nous soit permis d'extraire de ce remarquable rapport quelques passages que nos lecteurs ne manqueront pas d'apprécier. Commençons par quelques remarques sur l'enseignement de la langue allemande.

« Habituellement, l'étude de cette branche était la plus aride. Avec la nouvelle méthode, elle devient attrayante et rapide. On sait en quoi consiste le procédé : s'adresser à l'oreille et aux yeux ; montrer à l'élève l'être ou la chose dont on articule le nom et l'action qu'on énonce en une courte proposition ; ne se servir que des mots de la langue étrangère pour bannir la mauvaise habitude du thème mental ; apprendre aux élèves cette langue étrangère comme elles ont appris leur langue maternelle.

Ce n'est pas là un rêve de professeur, mais une expérience victorieuse, réalisée par notre excellente maîtresse d'allemand. Aux 2e, 3e et 4e cours, d'après cette méthode qui s'y inaugurait en même temps qu'au 1er cours, on a plus appris en dix mois qu'avec toutes les règles de grammaire, les thèmes et les versions des années précédentes. En sortant de l'Ecole secondaire, une jeune fille pourra parler assez couramment l'allemand.

Il nous tarde de voir appliquer cette heureuse innovation à l'étude de l'anglais et de l'italien et de fournir ainsi à celles qui seraient dans le cas d'en avoir besoin plus tard un moyen de parvenir plus facilement à des emplois qui nécessitent la connaissance des langues les plus importantes, dans cette Suisse qui est le carrefour des nations.

Laissons pourtant au francais la large place qui lui revient de droit. C'est notre inquiétude de voir qu'une majeure partie des élèves ne fassent pas plus de progrès dans la pratique du style et que la correction du langage soit si lente à venir. La génération actuelle, avec l'éparpillement de son savoir et la tendance à faire prédominer partout ce qui est tangible, matériel et immédiatement utile, a perdu le noble souci du bien dire. Les programmes eux-mêmes laissent à désirer, parce