

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 49 (1923)
Heft: 19

Artikel: Association suisse d'hygiène et technique urbaines
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-38251>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

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

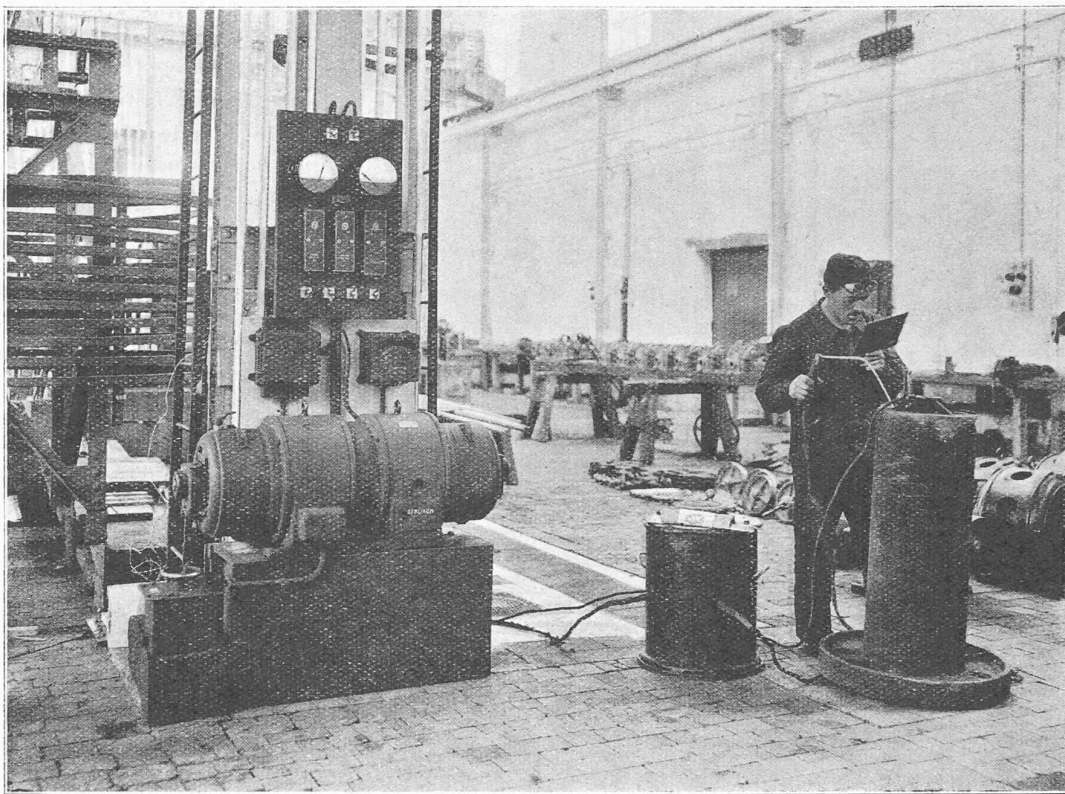


Fig. 11. — Poste de soudure à 60 volts.

demi-million de bombes de tranchées et de presque toutes les mines semées dans la mer du Nord pendant la dernière guerre, la réparation en juillet 1917, d'urgence

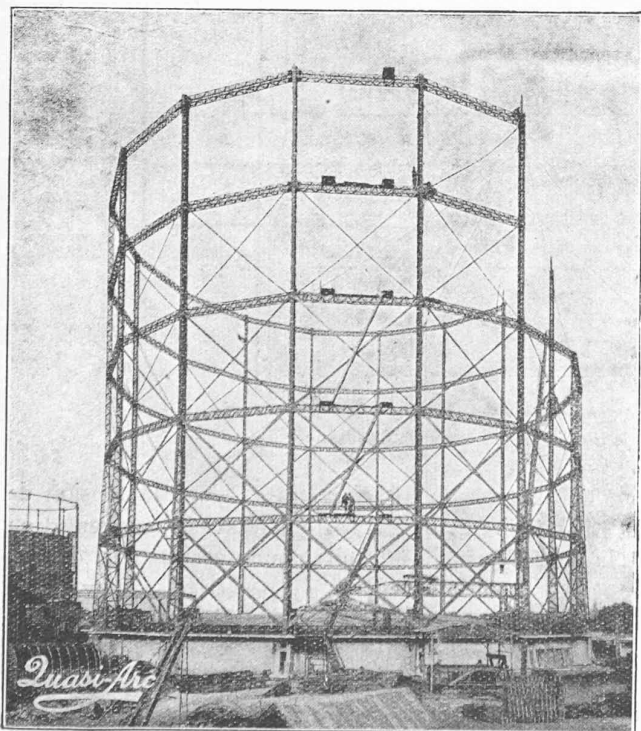


Fig. 12. — Gazogène construit sans rivetage par le procédé « Quasi-Arc ».

et avec un plein succès, d'une énorme avarie au dreadnought *Ramilies*. On en trouvera la description ainsi que celle des nombreuses autres applications des plus variées (construction et réparation de gazomètres, de réservoirs sous pression, d'organes soumis à des sollicitations alternatives auxquelles la soudure par ce procédé oppose une résistance remarquable, etc.) dans les publications de *The Quasi-Arc Co., Ltd* dont l'agence en Suisse est domiciliée à Bâle, Gellertstrasse, 22.

Association suisse d'Hygiène et Technique urbaines

Le chlore et ses dérivés, leur rôle dans la stérilisation des eaux d'alimentation et des eaux d'égoûts¹.

Par M. le Dr PIERRE DUTOIT, ingénieur-chimiste aux Usines de Monthey de la Société pour l'industrie chimique, à Bâle.

Ce n'est heureusement plus une nécessité de démontrer que l'eau pure est la base de toute hygiène et qu'il est de première importance de consacrer les soins les plus minutieux à l'alimentation en eau des agglomérations humaines pour éviter la propagation de certaines maladies pouvant prendre un caractère extrêmement grave, comme la dysenterie, la fièvre typhoïde, le choléra, etc.

Depuis longtemps déjà on s'est préoccupé de stériliser les

¹ Conférence faite au cours de vacances organisés par ladite Association, en automne 1922.

eaux destinées à l'alimentation des villes de façon à les rendre inoffensives pour le consommateur, quelque douteuse que puisse être leur provenance ou leur composition ; et le premier résultat de ces efforts a été la création, dans la plupart des villes, d'énormes installations destinées à filtrer l'eau. Ces installations ont certainement rendu de grands services ; dans certains cas elles étaient même suffisantes pour rendre potable l'eau dont on disposait, car la filtration, précédée ou non d'une clarification préalable, provoque, en même temps que l'élimination de toutes les matières non dissoutes en suspension dans l'eau, la disparition des bactéries adhérentes à ces particules solides en suspension. Il résulte donc, du simple fait de la filtration, une diminution notable du nombre des germes pathogènes contenus dans l'eau. Malheureusement le résultat obtenu n'est qu'incomplet. La filtration à elle seule étant impuissante à éliminer la totalité des bactéries, si certaines d'entre elles présentent un danger pour l'homme, il y aura nécessité de recourir à un moyen plus efficace pour obtenir une stérilisation absolue.

Jusqu'à ces dernières années on parvenait à ce résultat principalement par deux procédés. L'un consiste à soumettre l'eau à stériliser, pendant quelques minutes, à l'action bactéricide des rayons ultra-violet, par exemple à l'action des rayons émanant d'une lampe à mercure à enveloppe de quartz. Ce procédé ne s'est guère développé sur une grande échelle vu qu'il exige, pour être efficace, une eau d'une limpidité parfaite pour assurer la pénétration des rayons, et parce qu'il nécessite une quantité d'énergie électrique trop considérable. Il convient uniquement pour la stérilisation à domicile de petites quantités d'eau, à condition d'utiliser des lampes économiques, comme celles du type Recklinghausen à 500 volts ne consommant que 15 wh par m³.

Le second procédé de stérilisation appliqué dans plusieurs grandes villes est celui consistant à traiter l'eau par l'air ozonisé par l'action d'effluves électriques et renfermant 1-2 gr. d'ozone par m³. Son efficacité est incontestable étant donné le pouvoir bactéricide très grand de l'ozone, mais ce procédé a l'inconvénient de nécessiter des installations très coûteuses et des frais d'exploitation encore trop élevés.

Le chlore et ses composés.

Aussi a-t-on, par la suite, recherché d'autres procédés de stérilisation, tout aussi efficaces mais plus économiques, consistant à ajouter à l'eau suspecte de très faibles quantités de substances capables de tuer rapidement les germes pathogènes sans communiquer à l'eau d'autres propriétés que celles d'une bonne eau potable sans goût, ni odeur désagréables. Entre toutes les substances proposées dans ce but, et elles sont légion (permanganate, eau oxygénée, perborates, percarbonates, acide citrique, etc.), il en est deux qui doivent retenir notre attention. Ce sont l'hypochlorite de chaux, vulgairement dénommé chlorure de chaux, et l'hypochlorite de soude plus connu sous le nom d'eau de Javelle. Ces deux produits, utilisés un peu partout et avec succès, doivent leurs propriétés stérilisantes uniquement au chlore qu'ils renferment, aussi, avant d'examiner en détail l'action des hypochlorites sur l'eau à stériliser, nous allons étudier de plus près le chlore, ses propriétés, et nous verrons aussitôt qu'il est beaucoup plus rationnel de l'utiliser tel quel pour le but que nous nous proposons plutôt que d'avoir recours à ces dérivés qui sont forcément moins actifs puisqu'ils n'en renferment qu'un pourcentage limité.

Le chlore est vieux d'un siècle et demi, ayant été isolé pour la première fois en 1774 par le chimiste suédois Scheele. C'est un élément chimique qui n'existe nulle part comme tel dans la nature. Il est en effet doué d'une affinité si considérable

pour la plupart des autres éléments qu'on ne le rencontre jamais que combiné à ces éléments, principalement aux métaux, avec lesquels il forme des chlorures qui eux abondent à la surface du globe.

De tous ces chlorures le plus répandu est le chlorure de sodium qui est notre vulgaire sel de cuisine, et à côté de lui existent des gisements importants de chlorure de potassium, la sylvine, et de chlorure de magnésium, ces deux derniers sels constituant la majeure partie des grands gisements salins terrestres, comme ceux que l'on exploite à Stassfurt. On trouve encore dans la nature de faibles quantités de chlore combinées à l'hydrogène, donc sous forme d'acide chlorhydrique, dans certaines émanations volcaniques, ou sous forme de chlorates, c'est-à-dire combinées à la fois à un métal et à l'oxygène, dans les salpêtres naturels du Chili. Mais il ne s'agit là que de quantités très restreintes de chlore et la seule source industrielle de ce corps reste le chlorure de sodium extrait des mines souterraines ou de l'eau de la mer.

Dans le chlorure de sodium le chlore est associé au métal sodium duquel dérivent très simplement la soude caustique, et la soude cristallisée du commerce ou carbonate de soude. Ces deux produits étant l'objet d'une consommation considérable il en résulte que la production industrielle du chlore sera toujours intimement liée à celle de la soude et qu'en somme le chlore a été, dès le début de la fabrication de la soude, un produit accessoire de cette fabrication.

Le premier procédé utilisé pour la préparation de la soude est le procédé Leblanc ; mon intention n'est pas de le décrire mais simplement de rappeler que dans sa première phase ce procédé consiste à transformer le sel, à l'aide d'acide sulfurique, en sulfate de soude et en acide chlorhydrique. Le sulfate de soude est par la suite transformé en soude tandis que les énormes quantités d'acide chlorhydrique qui prennent naissance, ne trouvant comme telles qu'un emploi restreint, sont transformées en chlore qui est d'un écoulement plus facile. Cette transformation d'acide chlorhydrique en chlore se fait par oxydation, l'hydrogène se combinant à l'oxygène le chlore est mis en liberté, et l'oxydation elle-même est réalisée soit par les oxydes de manganèse comme dans le procédé Weldon, soit à l'aide de l'oxygène de l'air, en présence d'un catalyseur, comme dans le procédé Deacon. Le chlore ainsi fabriqué n'était pas utilisé comme tel, mais converti en chlorure de chaux qui trouvait son écoulement dans l'industrie du blanchiment.

Par la suite le procédé Leblanc ayant été peu à peu détrôné par le procédé Solvay, dans lequel ne se forme plus d'acide chlorhydrique, les procédés de fabrication du chlore que nous venons de signaler ont beaucoup perdu de leur importance d'autant plus qu'à partir de l'année 1890 une nouvelle industrie, celle de la soude électrolytique, devait se développer de plus en plus et devenir bientôt la source presque unique de tout le chlore qui se consomme actuellement sous les formes les plus diverses.

Il est donc intéressant d'examiner l'industrie électrolytique de la soude de plus près, c'est-à-dire celle du chlore. En faisant passer un courant électrique continu au travers d'une solution de sel on obtient la dissociation de ce sel en ses deux composants : le sodium et le chlore. Le premier se rassemble au pôle négatif où, au contact de la solution aqueuse, il se transformera aussitôt en soude caustique, avec dégagement d'hydrogène, tandis que le chlore est attiré au pôle positif. En opérant cette électrolyse sans prendre la précaution de séparer l'un de l'autre les deux pôles, la soude formée au pôle négatif diffusera peu à peu dans tout le volume occupé par l'eau salée, et le chlore prenant naissance au pôle positif la rencontrera, se

combinera à elle pour donner de l'hypochlorite ou du chlorate, et ne pourra donc pas se dégager à l'état libre. Par contre si l'on intercale entre les deux électrodes un dispositif quelconque, et la chose a été réalisée industriellement de bien des façons différentes, pour empêcher la soude et le chlore de venir en contact, nous obtiendrons à l'électrode positive, l'anode comme on l'appelle, le chlore à l'état libre et il ne restera qu'à le capter aux fins de l'utiliser.

C'est donc actuellement de cette manière que se fabrique en principe la presque totalité du chlore. Comme la particularité de l'électrolyse réside dans le fait qu'à une quantité donnée de soude formée à la cathode (électrode négative) correspond une quantité bien déterminée de chlore à l'anode, soit pour 1 kg. de soude 888 gr. de chlore, il n'est pas possible de modifier à volonté la production d'une de ces substances sans faire varier la production de l'autre dans la même proportion. Or, si les possibilités de consommation pour la soude sont énormes, pour le chlore elles le sont moins, malgré tous les efforts des chercheurs pour trouver des débouchés nouveaux à ce produit, aussi l'on peut considérer le chlore comme une marchandise qui restera toujours à disposition en abondance sur le marché à un prix très modique, et tant qu'il y aura de l'eau à stériliser on trouvera toujours du chlore en suffisance et à un prix abordable pour réaliser cette stérilisation. A titre documentaire je dirai que la production annuelle mondiale du chlore électrolytique est d'environ 150 000 tonnes. La plupart des pays européens et l'Amérique du nord participent à cette production et la Suisse y occupe un rang fort honorable depuis que la Société pour l'Industrie chimique à Bâle a réalisé, dans son usine de Monthey, cette fabrication par des procédés originaux lui appartenant, et produit journalièrement 8000 à 10 000 kg. de chlore.

Propriétés physiques et chimiques du chlore.

Voyons maintenant ce qu'est le chlore et quelles sont ses propriétés. Le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre ; il possède une odeur suffocante très caractéristique et des propriétés irritantes qui font que mélangé à l'air à très faible dose, il provoque la toux et une irritation générale des voies respiratoires et même des accidents graves par destruction des muqueuses de ces organes s'il est respiré en doses trop massives. L'homme supporte sans danger une concentration de chlore de 2 à 3 gr. par m³ d'air. Mais son action sur l'organisme est en somme celle d'un caustique et le chlore n'est pas à proprement parler toxique et ne provoque aucun empoisonnement au même titre que d'autres gaz comme l'oxyde de carbone, les oxydes d'azote ou l'hydrogène sulfuré. Le chlore, ne se combinant que très difficilement à l'oxygène n'est pas inflammable et ne peut pas brûler à l'air, par contre son affinité pour l'hydrogène et les métaux est très grande et il se combine avec énergie à ces derniers. Cependant cette grande affinité du chlore pour les métaux nécessite la présence d'une certaine humidité pour se manifester ; du chlore absolument sec sera sans action sur les métaux usuels ce qui est d'une grande importance pour la technique de la fabrication et de la manipulation du chlore en grosses quantités ; on pourra utiliser sans crainte dans ce but le fer, la fonte ou l'acier, de même que le cuivre ou le plomb à la condition de débarrasser auparavant le chlore de l'eau qu'il entraîne avec lui à sa sortie des électrolyseurs par un séchage à l'acide sulfurique concentré dont l'affinité pour l'eau est bien connue.

Le chlore est beaucoup plus lourd que l'air, sa densité à 0° et sous la pression normale de 760 mm. est de 2,45 de sorte qu'à cette température et sous cette pression un litre de chlore pèse 3,16 gr. Une de ses propriétés physiques les plus pré-

cieuses réside dans la facilité avec laquelle il se laisse liquéfier. Sous la pression normale de 760 mm. il est nécessaire d'abaisser la température à - 33°,6 pour faire passer le chlore de l'état gazeux à l'état liquide, mais en le comprimant avec 2,7 atm. de surpression on pourra le liquéfier à 0° déjà, avec 4 atm. à 10° et avec 5,6 atm. à 20°. On voit donc qu'en faisant usage de pressions très modérées on peut liquéfier du chlore à la température ordinaire. Sa température critique, c'est-à-dire la température au delà de laquelle on ne saurait liquéfier du chlore quelle que soit la compression à laquelle on le soumette, est relativement très élevée, soit 146°, ce qui présente une grande marge de sécurité pour le maniement du chlore liquide, et à cette température extrême sa tension de vapeur atteint 94 atm.

Le chlore liquide se prépare donc simplement par compression du chlore gazeux sous une pression de 6 à 8 atm., en maintenant sa température vers 20° par un refroidissement à l'eau froide pour combattre la chaleur développée par la compression. Les compresseurs utilisés à cet effet sont construits entièrement en fonte et graissés avec de l'acide sulfurique concentré, qui doit être renouvelé au fur et à mesure qu'il se dilue par absorption de l'humidité ambiante ou par l'eau contenue encore dans le chlore s'il n'a pas été suffisamment séché auparavant.

Le chlore liquide est un liquide jaune dont la densité, rapportée à celle de l'eau comme unité est 1,4 environ à la température de 15°. Mais le coefficient de dilatation du chlore liquide étant très grand cette densité diminue rapidement avec l'élévation de la température, autrement dit le volume occupé par une certaine quantité de chlore liquide augmente rapidement à mesure que la température s'élève et ce fait doit être pris en considération lors du remplissage des récipients destinés à conserver le chlore liquide. Un récipient qui aurait été trop rempli, c'est-à-dire dans lequel on n'aurait pas ménagé l'espace libre suffisant pour assurer le jeu de la dilatation, serait soumis, lorsqu'il viendrait à avoir à supporter une température quelque peu supérieure à celle de son remplissage, non seulement à la pression du chlore gazeux, relativement basse, mais directement à une pression analogue à une pression hydraulique qui le ferait infailliblement éclater. Par mesure de sécurité on admet donc, lors du remplissage, que les cylindres ne doivent pas contenir plus de 1 kg. de chlore par 800 cm³ de contenance, autrement dit la charge maximum d'un cylindre en kilogs ne doit pas dépasser le 125 % de sa capacité en litres.

Le chlore liquide, bien séché, ne corrodant pas les métaux usuels, se conserve et s'expédie comme les autres gaz liquéfiés : l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'ammoniacque dans des cylindres de fer ou d'acier dont la résistance a été éprouvée à 22 atm. La contenance de ces cylindres peut être très variable, en général on utilise des cylindres ayant 120 à 150 cm. de hauteur, environ 20 cm. de diamètre intérieur, et pouvant contenir de 30 à 50 kg. de chlore ; leur épaisseur varie suivant leur diamètre de 4,5 à 6,5 mm. On peut naturellement utiliser des récipients d'autres dimensions, témoin le petit cylindre qui est ici, contenant 3 kg. de chlore et très pratique pour des travaux de laboratoire, tandis que dans l'industrie on pourra avoir recours à des récipients plus volumineux. C'est ainsi que la Société pour l'Industrie chimique à Bâle, à l'exemple d'autres maisons étrangères, livre aussi le chlore en wagons-citernes contenant 10 000 kg. de chlore liquide.

En résumé avec la mise au point industrielle de l'électrolyse du sel, d'une part, et d'autre part avec les progrès réalisés dans la technique de la liquéfaction des gaz, le chlore est actuellement un article qui se fabrique, s'expédie et se con-

serve comme n'importe quel autre produit d'usage courant, en même temps que son prix de vente s'est abaissé de plus en plus. Actuellement la Société pour l'Industrie chimique à Bâle livre le chlore liquide, pris à la fabrique, à 45 fr. les 100 kg., et même à 34 fr. s'il s'agit de quantités de 10 000 kg. livrables par wagons-citernes.

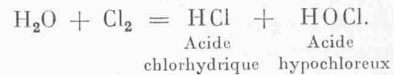
Il y aurait quelques mots à dire encore sur les précautions à prendre dans la manipulation du *chlore liquide*. Les cylindres contenant le chlore sont munis d'un ajutage commandé par une vanne de réglage à pointeau; l'essentiel pour rendre la manipulation facile est que cette vanne puisse s'ouvrir et se fermer d'une façon étanche avec facilité. Ces vannes sont soit en fer, ou ce qui vaut mieux en bronze très dur qui se grippe moins facilement; pour le graissage il faudra éviter absolument toute huile ou toute graisse qui serait immédiatement décomposées par le chlore, et ne se servir comme lubrifiant que de graphite ou plombagine. Si la vanne ne s'ouvre qu'avec difficulté on pourra la réchauffer un peu à la vapeur auparavant, en évitant, bien entendu, de trop réchauffer le cylindre lui-même. Enfin, pour les cas graves, où l'on ne parviendrait pas à assurer une fermeture complète et que des fuites de chlore viendraient à se produire, il est bon d'avoir à disposition un masque de protection pour pouvoir continuer à travailler autour du cylindre et le fermer sans être trop incommodé. On se servira dans ce cas de masques contenant un tampon de ouate ou une éponge imbibée d'une solution d'hyposulfite de soude qui fixe aussitôt le chlore. Ces accidents ne doivent du reste plus se produire, les vannes des cylindres livrés par les fabriques étant soigneusement revisées à chaque remplissage.

Pour utiliser le chlore il n'y aura donc qu'à relier les appareils où l'on doit l'utiliser, à l'ajutage du cylindre par une conduite qui pourra être en fer, plomb ou cuivre, et régler le débit par la vanne du cylindre. Si l'on débite le chlore par grosses quantités, la chaleur absorbée par l'expansion du chlore liquide à l'intérieur du cylindre devient si considérable que la température de tout le cylindre s'abaisse énormément et avec elle la pression du chlore, ce qui diminue le débit, d'autant plus que le pointeau de réglage se givre et obstrue peu à peu l'orifice d'échappement. On évitera cet inconvénient soit en plaçant le cylindre dans un bain d'eau tiède, soit ce qui est de beaucoup plus rationnel, en renversant le cylindre de façon que seul du chlore liquide puisse s'en échapper et en faisant serpenter la conduite dans un bain d'eau chaude où seulement alors le chlore liquide se gazéifiera. L'expansion ne se produisant plus dans le cylindre celui-ci ne se refroidira plus, sa pression intérieure restera constante, et il n'y aura plus de raison que le débit varie une fois que le pointeau aura été réglé. Il faut compter que 1 kg. de chlore liquide donne 316 litres de gaz à 0° et 760 mm.

Une propriété intéressante du chlore, surtout en ce qui concerne son emploi pour la stérilisation de l'eau, est sa façon de se comporter vis-à-vis de l'eau. Le chlore est soluble dans l'eau et sa solubilité, comme celle de tous les gaz, diminue à mesure que la température s'élève :

| | | | | |
|-----|-----------------------|------------------------|------|----------|
| 10° | 1 litre d'eau dissout | 2,58 litres de chlore, | soit | 8,15 gr. |
| 15° | » | 2,36 » | » | 7,45 » |
| 20° | » | 2,15 » | » | 6,80 » |
| 25° | » | 1,95 » | » | 6,16 » |
| 30° | » | 1,75 » | » | 5,54 » |

La solution de chlore dans l'eau porte le nom d'eau chlorée et possède la couleur verdâtre propre au chlore de même que son odeur. Cette eau chlorée n'est pas très stable et le chlore dissout réagit peu à peu sur l'eau selon l'équation



L'acide hypochloreux à son tour se décompose en acide chlorhydrique et en oxygène et en définitive, au bout de quelque temps l'eau chlorée est remplacée par une solution diluée d'acide chlorhydrique; l'oxygène qui se sera formé au cours de cette transformation, possède sous cet état naissant un pouvoir oxydant des plus énergiques de telle sorte qu'en présence d'eau, le chlore est un puissant oxydant détruisant nombre de substances organiques végétales ou animales, et c'est en partie à cette action qu'il doit son pouvoir bactéricide intense. Robert Koch a montré le premier toute la puissance du chlore en tant que désinfectant et tueur de bacilles. Il a montré qu'une addition de 0,5 gr. chlore par m³ d'eau, soit 1/2 milligr. par litre, est suffisante pour anéantir les germes pathogènes qui peuvent s'y trouver et rendre l'eau potable sans lui communiquer de goût ou d'odeur désagréables. Koch considère l'action du chlore sur certains bacilles particulièrement résistants, comme celui du charbon symptomatique, comme au moins aussi radicale que celle du sublimé.

Le chlore, grâce à sa grande affinité que nous avons déjà mentionnée, se combine avec la plupart des autres éléments, en donnant naissance à une foule de combinaisons. Les unes, renfermant le chlore uni à un métal sont appelées chlorures. Ces chlorures sont extrêmement stables et ne possèdent plus les propriétés de leurs composants. C'est ainsi que dans le sel ordinaire, le chlorure de sodium, on rechercherait vainement les caractères du métal sodium, fusible en dessous de 100° et s'enflammant au contact de l'eau, et ceux du chlore dont l'odeur et les propriétés irritantes sont bien connues. Donc les chlorures, ne possédant plus les propriétés du chlore libre, ne nous seront d'aucun secours pour la stérilisation de l'eau. En combinaison avec les métaux et encore avec l'oxygène comme troisième élément, le chlore forme différentes classes de composés dont les uns, les hypochlorites, dérivant de l'acide hypochloreux dont nous avons reconnu la présence dans l'eau chlorée, ont conservé les caractères typiques du chlore, son pouvoir oxydant et bactéricide, et pourront par conséquent nous servir pour la stérilisation des eaux. (A suivre.)

Société Anonyme l'Energie de l'Ouest-Suisse. (EOS)

Le rapport sur l'exercice 1922 de l'EOS contient l'intéressant historique suivant de l'activité de cette Société qui a été fondée en mars 1919 « dans le but d'assurer, par voie de coopération entre les usines électriques existantes ou à créer et par le moyen d'un réseau d'artères à haute tension, l'utilisation rationnelle et intensive des forces hydrauliques de la Suisse occidentale et de favoriser le développement des entreprises de distribution d'énergie électrique ».

Les fondateurs et principaux actionnaires d'EOS sont la Ville de Genève (Services Industriels), la Commune de Lausanne (Services Industriels), la S. A. l'Electricité Neuchâtoise, à Neuchâtel, à laquelle participent les villes de Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds et Le Locle, le Service électrique de la Ville de Bâle, les Entreprises Electriques Fribourgeoises, à Fribourg, la Société Franco-Suisse pour l'Industrie électrique, à Genève, la Société Romande d'Electricité, à Territet, la Société de l'Usine électrique des Clées, à Yverdon, la Société des Forces électriques de la Goule, à Saint-Imier, soit la plupart des entreprises électriques publiques ou privées de