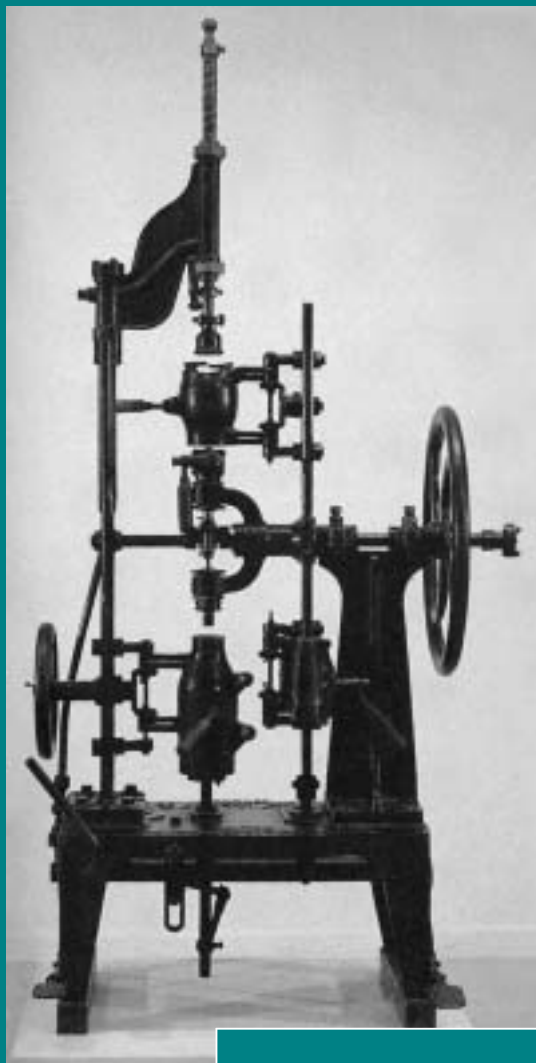


musée des arts et métiers

L E S

C A R N E T S

LA MACHINE SEMI-AUTOMATIQUE
DE CLAUDE BOUCHER



« Le progrès sanitaire est en même temps un progrès industriel. »

C. de Freycinet. Rapport sur l'assainissement industriel et municipal en France, 1866.

Machine de Boucher, inv. 13608

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

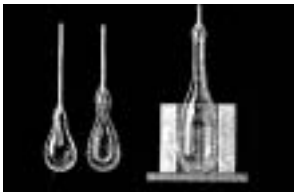
L E S O B J E T S

La machine semi-automatique de Claude Boucher

■ Les débuts du verre

Le verre fut probablement découvert par hasard en Mésopotamie et en Égypte au XVI^e siècle av. J.-C. Une fabrique de vases a été retrouvée à Tell el Amarna : le verre était étalé autour d'un manchon, maintenu sur un mandrin de cuivre pour obtenir des flacons d'environ 20cm qui servaient à l'emballage d'onguents. Le commerce phénicien les diffusa dans tout le monde antique.

Le verre est soufflé à la bouche dans un moule



C'est à l'époque de L'Empire romain, entre le 1^{er} et le IV^e siècle, que se développe, avec l'invention du soufflage, l'industrie verrière. On note la combinaison du soufflage et du moulage dans les centres importants d'Alexandrie, de Syrie, puis d'Italie. Les mêmes types de verre et de décors se retrouvent dans tout l'Empire. Le verre entre dans la vie quotidienne.

Après la chute de Rome, la production se poursuit à Byzance, où les verriers, dispensés d'impôts, fabriquent des bouteilles à long col. À la même époque, l'Orient commercialise des objets en verre : des bouteilles au Caire, des lampes de mosquée à Damas. Les grandes invasions freinent certainement l'industrie verrière en Gaule. Pourtant les vitraux des églises témoignent

d'une activité verrière (verre plat) et on suppose une activité similaire pour le verre creux (bols, gobelets). Venise s'empare des techniques verrières orientales et installe des verriers à Murano. Les *phiolarii* – d'où le nom de fioles – produisent et exportent des gobelets, des vases et flacons. La verrerie vénitienne s'affirme au XV^e siècle et domine jusqu'au XVIII^e siècle. Au temps de *l'Encyclopédie* de Diderot (1751–1780), les techniques ont encore peu évolué, mais les unités de production ont dépassé le stade artisanal : à la fin du XVIII^e siècle, certaines usines produisent un million de bouteilles par an.

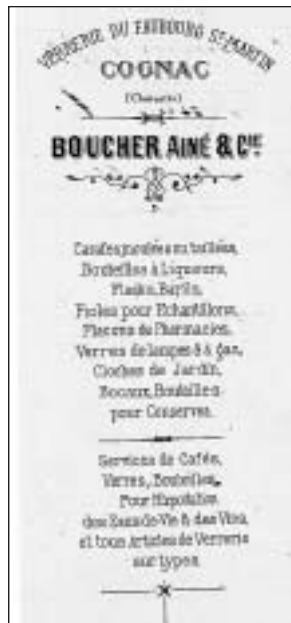
■ Innovations techniques : l'évolution des procédés de fabrication

Les premières innovations techniques concernent les fours ; dès 1851, Siemens équipe les fours de gazogènes et de récupérateurs de chaleur. Les fours à bassins remplacent les fours à creusets (pots).

Claude Boucher brevète en 1885 un four à fusion continue, mais il s'emploie surtout à mécaniser les procédés de fabrication. Le moule où se forme la bouteille, d'abord ouvert, en bois ou en céramique, devient fermé et métallique. Entre 1881 et 1893, Boucher fait fonctionner à la verrerie de Saint-Martin le moule rotatif qu'il a fait breveter : entraîné sur un axe vertical, le moule effectue automatiquement un mouvement de rotation qui soulage le souffleur. Il cherche aussi à régulariser la fabrication, en effet les bouteilles soufflées avaient une contenance qui pouvait varier d'environ deux centimètres cubes (l'équivalent de la contenance de deux dés à coudre).

Les verreries qui produisent des bouteilles en France au XIX^e siècle

Au XIX^e siècle, les verreries sont installées sur les lieux de production du vin, des eaux de vie, et surtout des eaux minérales). Les verreries de Cognac appartiennent à ce type et connaissent un essor sans précédent à une époque où l'emballage verrier remplace les fûts en bois de chêne.



papier à en-tête de la verrerie de Cognac

La machine semi-automatique de Claude Boucher

■ L'équipe de travail

Elle se compose du grand garçon qui cueille le verre dans le four, du souffleur et du gamin qui porte l'objet vers l'arche de re-cuisson. Le souffleur doit combiner un mouvement rotatif avec le soufflage afin de bien répartir le verre dans le moule. Le soufflage est une opération pénible qui impose un effort pulmonaire et musculaire intense. Claude Boucher fabrique en 1898 une machine qui reproduit la succession des opérations manuelles effectuées par le souffleur en utilisant l'air comprimé pour remplacer le soufflage à la bouche, avec deux pressions différentes. Cette machine dispose de plusieurs moules :
Le moule mesureur reçoit la quantité de verre requise, forme le goulot. La pression est de 700 à 800 g/cm² ;

- Un ou plusieurs moules intermédiaires permettent d'obtenir le volume souhaité ;
- Le moule finisseur.

Versage de la paraison dans le moule mesureur

■ Les procédés de fabrication

Ils comprennent cinq étapes.

Le versage : à l'aide d'une canne plongée dans le four à 700 °C, le cueilleur prend la quantité de verre nécessaire et la verse dans le moule mesureur. Le moule est à l'envers.

La compression : le mouleur applique le compresseur sur le moule et envoie de l'air pour mouler la bague. Il utilise alors le volant pour retourner le moule et laisse le verre s'étirer à l'air pour former la paraison (première ébauche de la bouteille).

Le soufflage : après renversement, la paraison est introduite dans le ou les moules intermédiaires.

L'ouvrier prend un godet pour soutenir et uniformiser le fond. L'air insufflé par le goulot est envoyé avec une pression variant de 250 à 300 g/cm².

La finition : le moule finisseur est fermé par le fond. Par de l'air comprimé envoyé à travers le moule de bague, l'ouvrier donne à la bouteille sa forme définitive.

Le démoulage : une ou deux secondes plus tard, le moule est ouvert et l'apprenti porte la bouteille dans le four de re-cuisson.

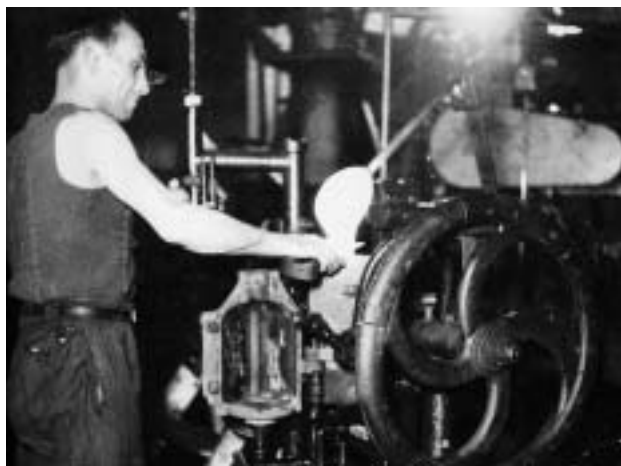
■ Le progrès industriel : mécanisation, productivité, normalisation

Le succès du système Boucher s'explique par l'extrême simplicité de son emploi et l'amélioration des conditions d'hygiène.

La machine Boucher permet à une équipe de trois ouvriers (un cueilleur et deux mouleurs) de produire 1300 bouteilles d'excellente qualité en 8 heures, quand la technique du soufflage à la canne n'en produit que 500. Le coût de fabrication baisse de 3,60F à 1,20F pour 100 pièces produites. La machine est bien adaptée aux besoins du marché français : elle permet la fabrication de petites séries de formes diverses et évite la surproduction.

Elle répond aux exigences de normalisation, alors que le soufflage à la bouche ne pouvait garantir la régularité de la forme et de la contenance.

La simplicité de sa conception et les pièces interchangeables facilitent les réparations.



La machine semi-automatique de Claude Boucher

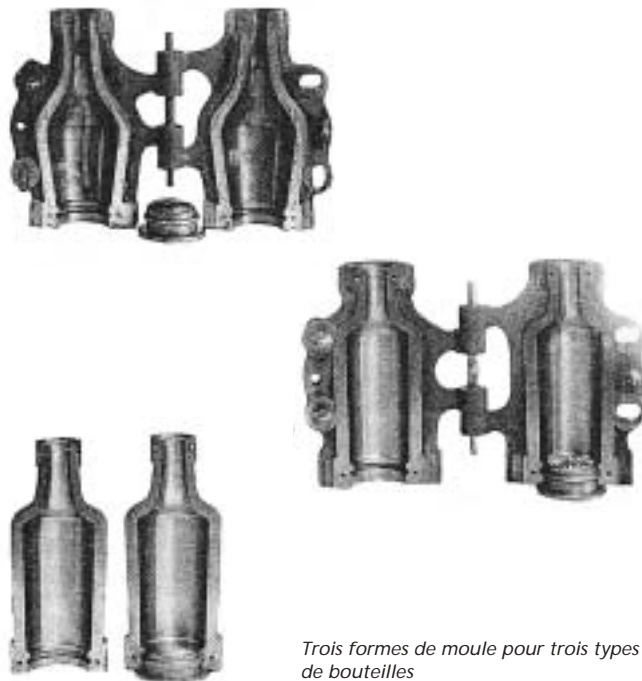
■ Les limites de la machine

Semi-automatique, elle nécessite que le verre soit cueilli manuellement dans le four.

Elle ne peut être utilisée pour la fabrication des bouteilles contenant des vins mousseux (Saumur, Champagne), qui exigent une plus grande solidité.

Mais elle sera opérationnelle jusqu'aux années soixante pour la fabrication des dame-jeanne.

Le succès de l'entreprise intéresse Saint-Gobain, qui devient actionnaire des verreries de Cognac en 1918 et détient 51 % des parts de la nouvelle société anonyme. Les deux fils de Claude Boucher y participent jusqu'en 1926, date à laquelle ils quittent l'entreprise lorsque la société fait le choix de la machine Lynch, entièrement automatique.



Trois formes de moule pour trois types de bouteilles



Fabrication mécanique d'une bouteille avec une machine Boucher à la verrerie Lecocq à Arleux dans les années 1930

Une préoccupation constante : le progrès sanitaire

Les procédés de fabrication traditionnels associant soufflage à la bouche et moulage provoquaient de nombreuses maladies, et l'absentéisme des ouvriers était fréquent. En 1900, au 10^e Congrès international d'hygiène et de démographie, l'inspecteur du travail dans la Charente liste les causes de la faible espérance de vie des verriers (45 ans) :

- L'ouvrier cueille le verre en fusion dans le four à 1 600 °C et en subit le rayonnement, d'où de graves problèmes de vue ;
- Dans l'atelier, la température atteint 45 °C, ce qui entraîne une transpiration constante et des risques de refroidissement ;
- La canne pèse et l'effort physique est intense ;
- Le souffleur subit des brûlures de la gorge et des joues ; il a soif en permanence et ingurgite des quantités d'eau excessives ;
- L'échange des cannes entre verriers est à l'origine de la transmission de la tuberculose et de la syphilis.

La machine semi-automatique de Claude Boucher



Portrait de Claude Boucher

■ Une ascension fulgurante

Claude Boucher naît à Blanzky (Saône-et-Loire) en 1842 dans une famille modeste, son père est « chauffeur » (attaché au service du four) à la verrerie. Il y entre dès l'âge de 10 ans en tant que porteur et passera par tous les ateliers de l'usine, notamment la fabrication

des creusets en argile. Seul, il se documente et s'intéresse à la chimie. En 1865, à 23 ans, il devient contremaitre. Quatre ans plus tard, il dirige la verrerie de Faymoreau en Vendée. En 1878, il est appelé à la direction de la verrerie du faubourg Saint-Martin à Cognac, où il restera jusqu'à sa mort en 1913.

■ Un inventeur passionné

Cognac est alors en plein essor grâce à la commercialisation de l'eau-de-vie par les négociants (Martell) et la pratique de la mise en bouteilles commence à se répandre. Travailleur acharné, Claude Boucher perfectionne le dispositif de four à bassin pour la fusion continue et dépose plusieurs brevets de moules rotatifs. Sans relâche, il réfléchit à la conception d'une machine pour la fabrication mécanique des

bouteilles. Devançant les inventeurs anglais, allemands et américains, il dépose en 1892, un brevet pour « une machine semi-automatique munie de deux moules, l'un ébaucheur, l'autre finisseur et utilisant l'air comprimé à pression constante ». Dès 1898, des machines Boucher sont installées dans les verreries de Carmaux, Vals, Marseille, Saint-Galmier puis à l'étranger (Cuba et Chili).



La verrerie de Blanzky, fin XIX^e siècle

La machine semi-automatique de Claude Boucher

■ Un homme qui aura révolutionné tout un secteur de l'industrie en France

Plusieurs grèves générales éclatent dans les verreries à bouteilles, en 1894 et 1895; les souffleurs, inquiets des perturbations introduites par les fours à bassin mènent la contestation. Boucher, à la suite des grèves de 1894, est contraint de fermer la verrerie. Après cinq ans de tâtonnements et d'essais, il résout le problème de la fabrication mécanique des bouteilles dans des conditions industriellement pratiques. « J'avais fini par atteindre le but que je poursuivais; le four que j'ai fait breveter en 1884, après des essais très coûteux, mit les verriers à l'abri de la flamme et de la réverbération de cent mille kilos de verre en fusion... Le moule breveté en 1891, actionné par un moteur, rendit le travail moins pénible aux ouvriers; en leur permettant de faire une production, il augmentait leurs salaires ».



Le travail des enfants dans la Verrerie Claude Boucher à Cognac (1904)

■ Travail de nuit et travail des enfants

Le métier de souffleur s'acquiert au terme d'un long apprentissage – 7 à 8 ans – et les enfants sont indispensables pour porter les bouteilles et faire les premiers soufflages. L'arrivée du four à bassin qui impose le travail en continu, transforme les rythmes et les tâches. Alors que la République se préoccupe d'améliorer le sort des « protégés » (femmes et enfants), en interdisant le travail des plus jeunes et surtout le travail de nuit; les maîtres

de verreries n'auront de cesse de demander des dérogations, mais la mécanisation apparaît comme la seule alternative.

■ Changement social : du maître verrier au manoeuvre

Son expérience des métiers du verre explique le souci de Claude Boucher de réduire la pénibilité du travail des verriers. La machine semi-automatique va en bouleverser l'organisation. « En 3 ou 4 jours, les premiers ouvriers arrivent à fabriquer les bouteilles

et carafes les plus diverses ». Supprimant le soufflage, la machine met fin à « l'aristocratie des verriers ». Lorsqu'il rouvre en 1898, il n'embauche aucun verrier, mais 80 manoeuvres. Enfin, on citera le syndicat dans la Voix des Verriers (05-01-1914): « N'ayons pas peur de la machine, puisqu'en fin de compte l'humanité doit y gagner. Sachons nous unir pour débattre devant elle la valeur du concours qu'elle exigera de nous ».

La machine semi-automatique de Claude Boucher



POUR EN SAVOIR PLUS

Maurice Hamon, *Du soleil à la terre, une histoire de Saint-Gobain*, Paris, J.C.Lattès, 1988.

R. Chevrot, A-M. Doucet, J-L. Gelet, *La verrerie de Blanzly. Description générale et particulière d'une verrerie à bouteilles avant 1914*. Fanfare des anciennes verreries de Blanzly, 1989.

P. Bour, P. Reverchon, C. Moriceau, *Cent ans d'une révolution. Une histoire des industries verrières à Cognac*, Musée de la ville de Cognac, 1998

Vous pouvez également visiter le musée municipal, 48 boulevard Denfert, 16100 Cognac

Machine de Boucher pour la fabrication des petits flacons, inv. 14140

Les collections

Lampe de mosquée, 1881
inv. 10213

Canne à souffler
inv. 02788

Collection de bouteilles
inv. 09792

Bouteille à lait
inv. 36575-0001

Moules de Carrillon, 1855
inv. 6438

Moules Lespadin, 1885
inv. 10480

Outils de verrier
inv. 2788

Machines Boucher
inv. 14140 et 13608

Étapes de fabrication d'une
bouteille de Champagne
inv. 07045

Ébauche d'une bouteille de
Bénédictine
inv. 13608-0002-001

Paraison d'une bouteille de
Cognac
inv. 13608-0002-004

Collection de quatre
bouteilles, procédé Boucher
inv. 36575

Appareil pour boucher les
bouteilles
inv. 06264

Carafe avec bouchon,
verrerie Gallé
inv. 13686

Les collections du Musée
des arts et métiers sont aussi
consultables sur Internet.

Adresse électronique :

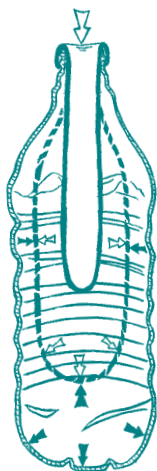
<http://www.cnam.fr/museum/>

La machine semi-automatique de Claude Boucher

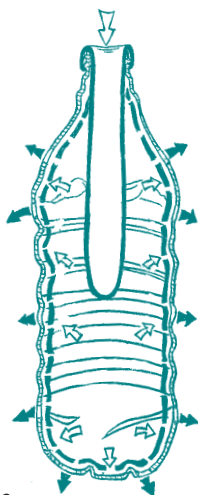
Testez vos capacités de souffleur

Vous avez besoin d'une bouteille en plastique vide, type eau minérale, d'un ballon de baudruche de forme cylindrique, d'une dimension inférieure à celle de la bouteille, d'un couteau pointu, et d'une pompe à vélo.

1. À l'air libre, soufflez dans le ballon de baudruche et observez la déformation.
2. Introduisez le ballon dégonflé dans la bouteille et tentez la même opération : la bouteille fait office de moule. Repérez les difficultés à faire adhérer le ballon sur les parois non lisses de la bouteille. Le soufflage est-il plus facile ? Le ballon remplit-il exactement la bouteille ? Pourquoi ?
3. Après avoir retiré le ballon de la bouteille, percez celle-ci en différents endroits (sur le fond et les parois) à l'aide de la pointe du couteau et recommencez alors l'opération du 2°. Notez vos observations. Que constatez-vous ? Quel rôle ont joué les événements (les petits trous) ?
4. Recommencez l'expérience en remplaçant le soufflage à la bouche par le gonflage à l'aide de la pompe à vélo. Calculez la pression exercée en vous faisant aider, au besoin, par votre professeur de physique.



1



2

• Rédaction : Agnès Assous
 • Schémas : Éric Cancouet
 • Coordination : Claudette Balpe
 • Conception graphique : Atelier Michel Bouvet
 • Photos : Musée des Arts et métiers – CNAM Photo Pascal Faligot / Seven Square; Musée des Arts et métiers – Michèle Favareille;
 droits réservés Musée de Cognac
 • Musée des arts et métiers, Service éducatif
 292, rue Saint-Martin – 75003 Paris
 ISBN : 2-908207-73-7