

# VERRE FILÉ ET SOUFFLÉ AU CHALUMEAU

## Aperçu historique

Dès l'Antiquité sont fabriqués des appareils compliqués dont certaines parties étaient en verre soufflé : des alambics, par exemple, avec adjonction de métal et d'argile.

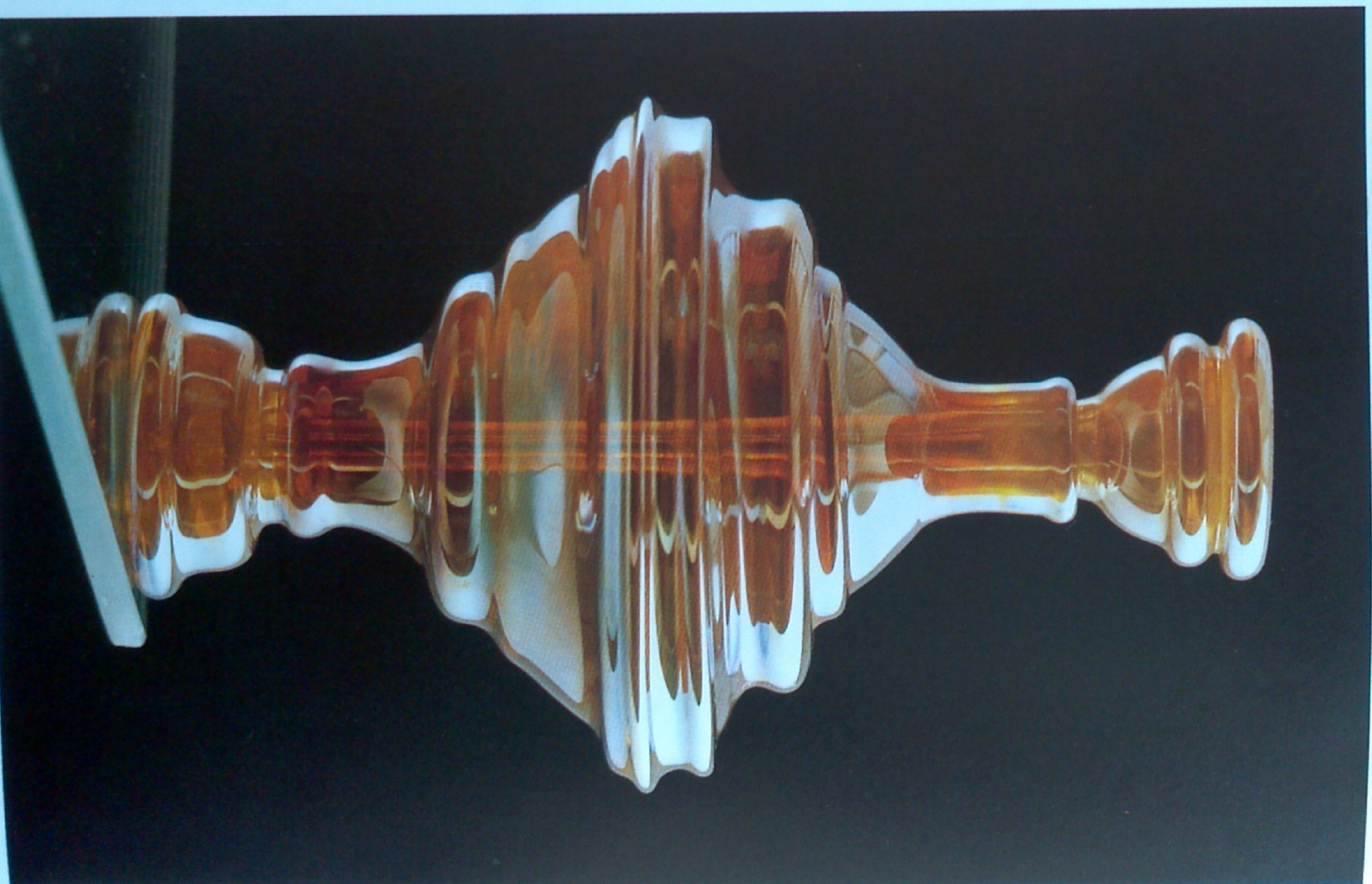
Zozime le Méropolitain (fin du III<sup>e</sup> siècle) en fait la description dans son livre sur les fourneaux et instruments de chimie.

Bien plus tard, les alchimistes de l'époque médiévale seront friands de cornues ou de ballons pour leurs expérimentations, ainsi que le médecin, désarmé par son seul urinal en verre...

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les appareils destinés aux laboratoires, soufflés au chalumeau avec une boîte à vent actionnée par un double pédalier, deviennent des outils de travail courants, dont le principe perdure.

Les chimistes réalisaient un réel tour de force : les parois étaient si minces qu'elles oscillaient sous la pression du liquide. Quelle aventure que de les plonger dans l'eau froide !

Vers 1860 fut inventé le chalumeau à double arrivée de gaz et d'air, puis très vite, au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'air pulsé est remplacé





par l'oxygène, le mélange d'un comburant (l'oxygène) et d'un combustible (gaz) produisant une flamme homogène et de haute température.

L'invention du verre borosilicaté (Pyrex) en 1922 aux États-Unis, très résistant aux chocs thermiques, fit considérablement évoluer les possibilités du matériel de laboratoire.

Il est tout à fait indiqué pour la création personnelle.

## L'ATELIER



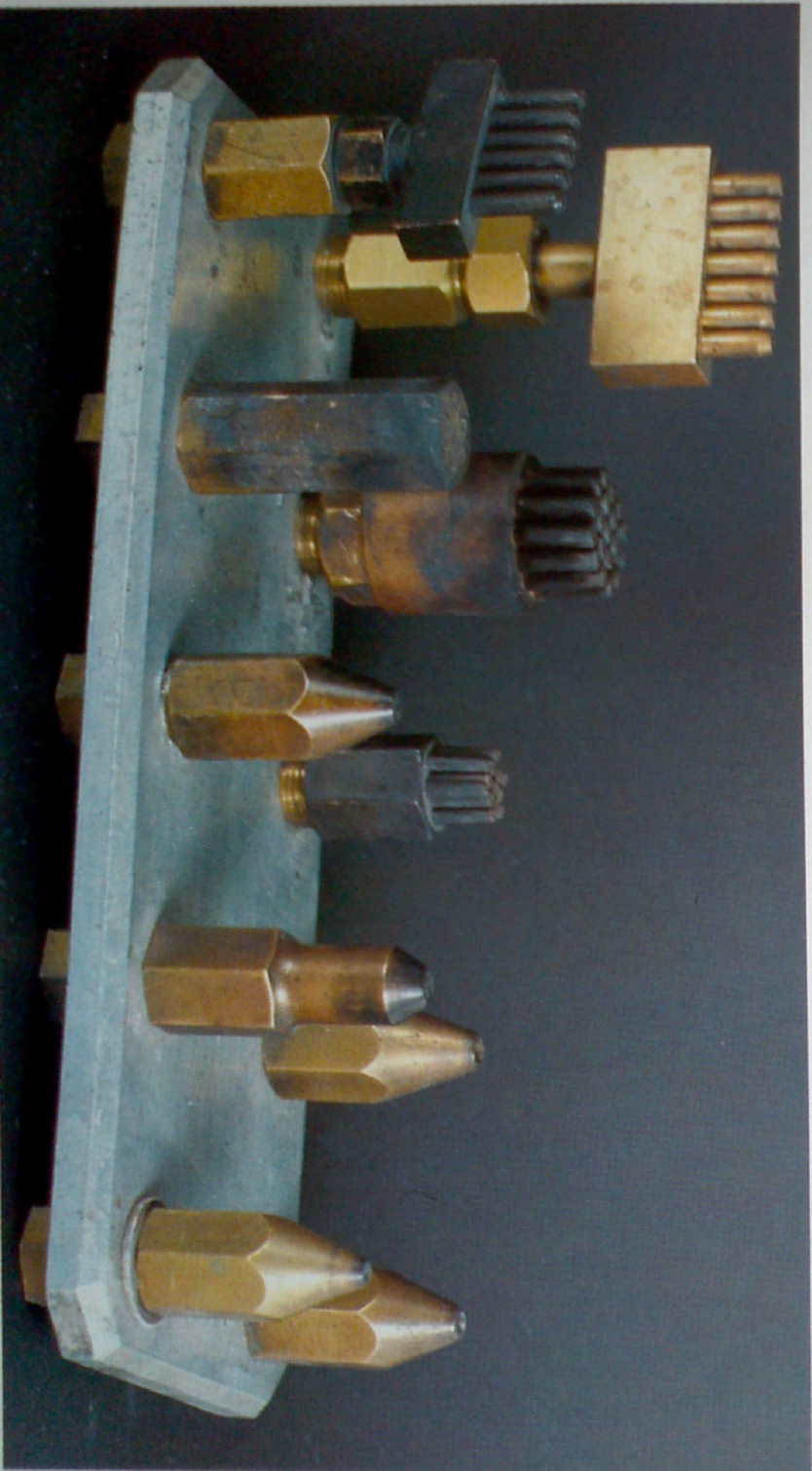
Le travail au chalumeau demande une installation simple et peu de place : une table pour fixer le chalumeau, une chaise et une poubelle métallique pour le rebuit.

Prévoir une aération (fenêtre) pour l'évacuation des gaz brûlés.

Tout le petit matériel est disposé sur la table proche de l'utilisateur. On peut prévoir un support à tubes pour le rangement.

*Chalumeau à tête tournante*

*Différents types de buses*





## CHOIX DU CHALUMEAU

Le type d'appareil le plus courant est un chalumeau de table à mélange interne (oxygène + gaz) qui produit une température élevée permettant de travailler tous les verres, et notamment le Pyrex.

C'est un chalumeau silencieux à tête tournante, qui comprend un corps mélangeur réglable, monté sur rotule et glissière, et une tête rotative avec plusieurs becs (3, 4 ou 5) destinés à accueillir des buses de différentes formes, selon le travail à accomplir.

Lors de l'achat du chalumeau, préciser au fabricant la nature du gaz employé (pression d'utilisation différente pour le gaz naturel, butane ou propane).

## DIFFÉRENTES BUSES

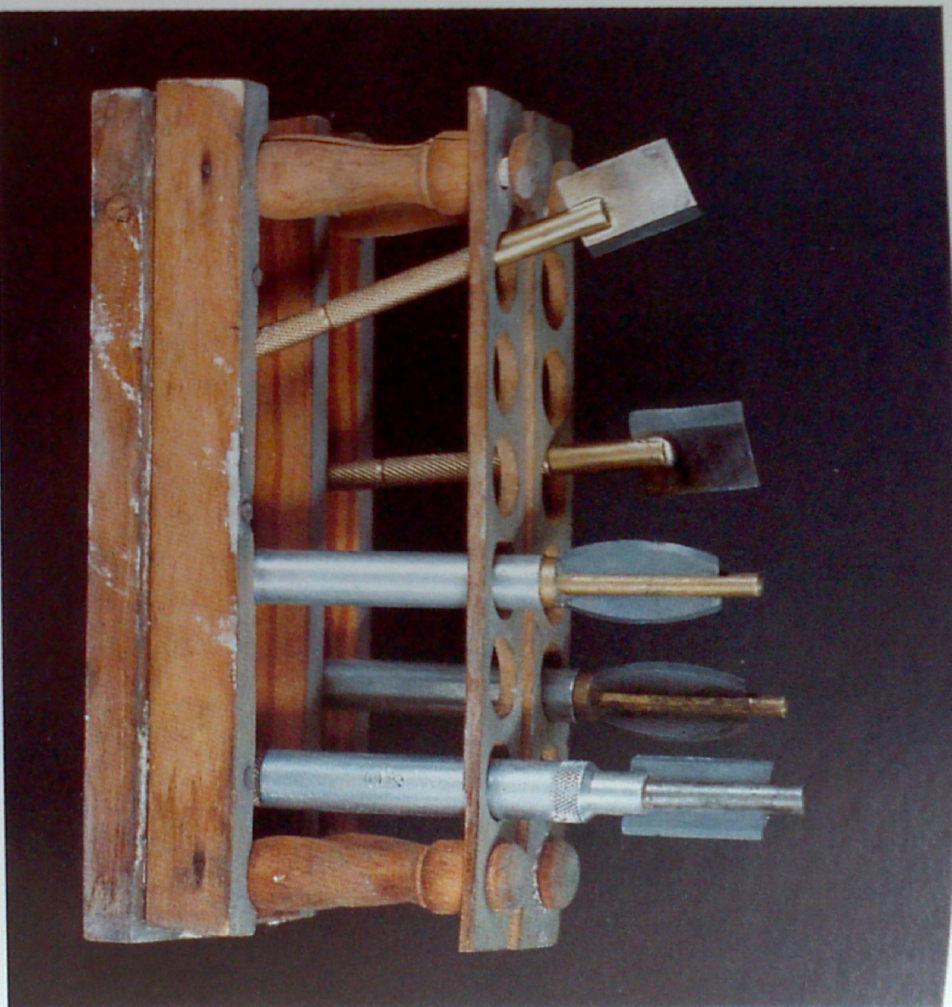
Becs en laiton avec orifices lisses ou filetés :

- monodard,
- multidards,
- têtes rondes,
- flammes râteaux (curvilignes à becs parallèles ou convergents).

## INSTALLATION

Prévoir une bouteille de butane (odorant et saillant) ou de propane, ou un branchement direct sur le gaz de ville, et une bouteille d'oxygène (de 4 à 10 m<sup>3</sup>).

Fixer un détendeur avec manomètre d'une capacité de pression de 6 kg sur l'arrivée du gaz, ainsi qu'un clapet anti-retour, sécurité contre un retour de flamme éventuel. La pression est réglée sur 1 kg.



*Couteaux à verre*

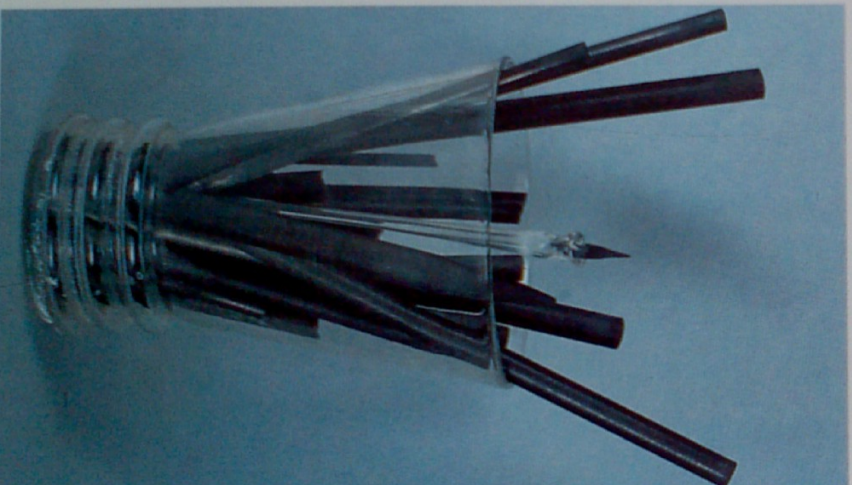
*Barres en graphite*

Sur la bouteille d'oxygène, fixer un manomètre à régler sur 2 kg pour l'utilisation.

## PRÉCAUTIONS À PRENDRE

On allume toujours le robinet du gaz à pression suffisante avant d'injecter l'oxygène et obtenir le mélange souhaité, jamais l'inverse.

À chaque rotation de la tête du chalumeau, ne pas oublier de fermer l'aiguille pointeau de l'oxygène afin d'éviter un retour possible dans le gaz.

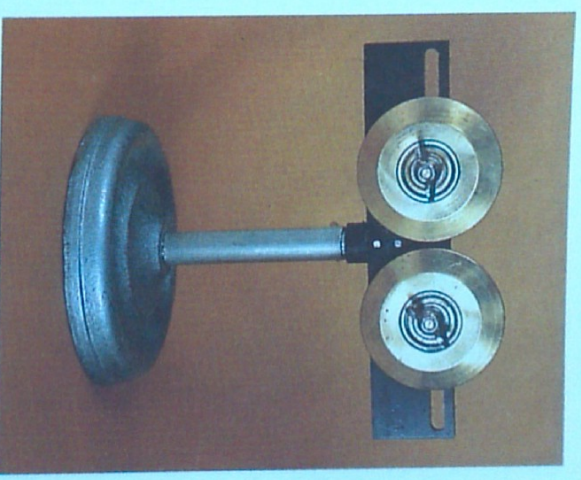






## LES ACCESSOIRES

- Couteau à verre avec deux tranchants en acier trempé, ou en carbure de tungstène : en pratiquant une incision, on casse nettement le verre.
- Palette en graphite : charbon plat pour aplatir le verre et faire des fonds plats, et qui ne laisse pas de trace.
- Poinçons à évaser, en métal ou en graphite.
- Pinces (pinces brucelles) ordinaires ou renforcées.
- Pinces à aplatir.
- Support à roulettes réglables pour supporter les tubes.
- Pierre à affûter au carborundum pour user l'embouchure des tubes.
- Pince à ballon pour tenir le verre soufflé.

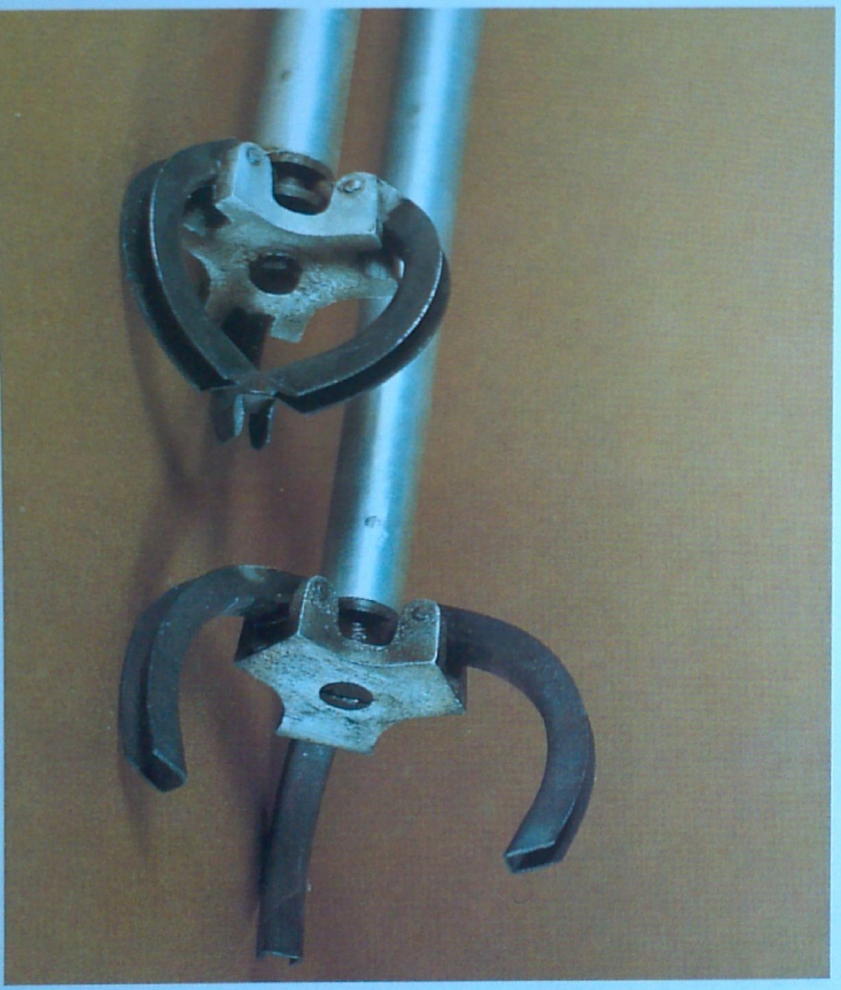


Support à roulettes

*Différents types de pinces*

*Pinces à ballon*

- Paire de lunettes spéciales.
- Verre d'eau où s'humecte un chiffon non synthétique.





# TECHNIQUE DE TRAVAIL

## POSITION DES MAINS

Le verre borosilicaté (Pyrex) s'achète en tube ou en barre. Lorsqu'il est présenté devant la flamme, il doit subir un mouvement de rotation parfaitement régulier, avec coaxialité permanente. Cette rotation peut être continue (dans le même sens) ou alternée (aller-retour).

### La main gauche

Elle supporte le tube ou la barre, mais elle est aussi le moteur. La main doit être en position de « poignet cassé », le pouce et l'index donnent le mouvement de rotation.

### La main droite

Elle se réserve le travail de finesse et sert à la préhension des outils. Elle est placée sous le tube qu'elle supporte du bout des doigts, pouce et index en rotation : position indispensable pour le port en bouche et le soufflage.

### Exercice

S'entraîner avec un crayon dans chaque main, en suspension, et pratiquer un mouvement de rotation à vitesse égale, dans l'axe.



*Flacon en Pyrex soufflé et filé.  
Dominique Guittet*

*Chauffe et réduction*



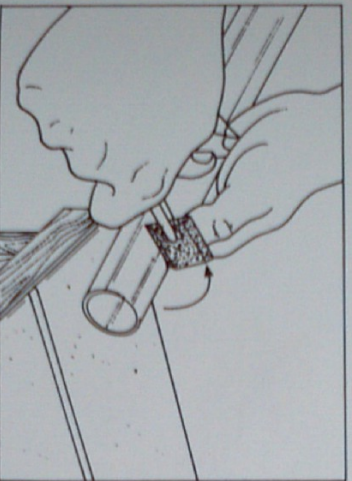
## COUPER LE VERRE

La longueur des tubes étant généralement de 1,50 m, on a souvent besoin de les couper. Il existe trois procédés pour cela :

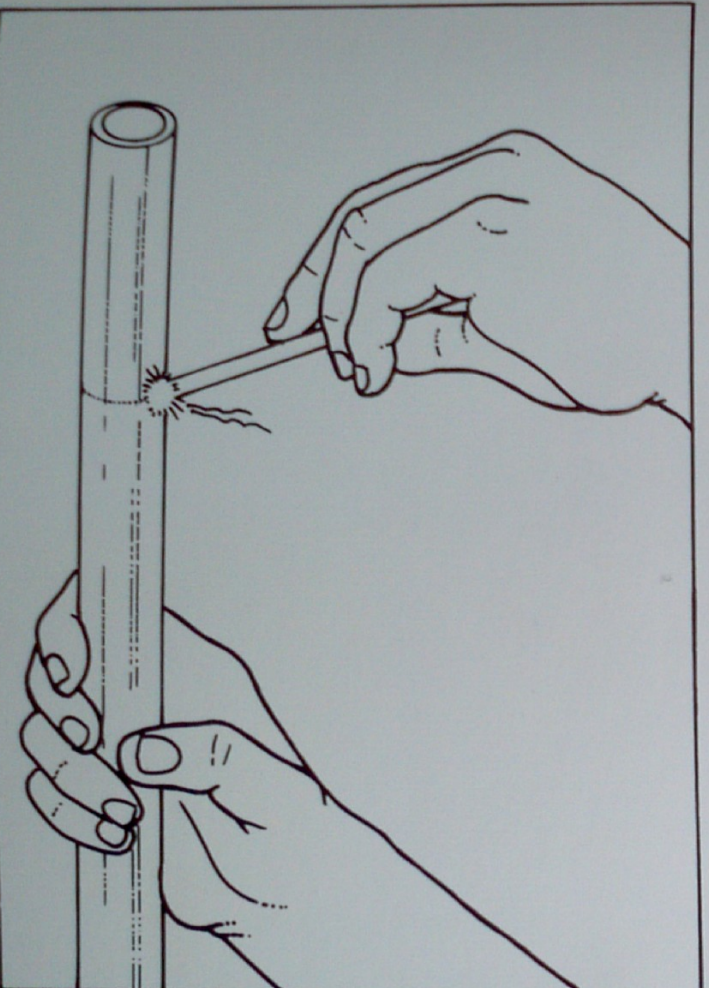
### a) Coupe par arrachement à froid

Rayer le tube à l'aide du coupeau à verre sur 10 mm de long, perpendiculairement à l'axe.

Positionner ses mains de part et d'autre de la rayure. Exercer en même temps une flexion et un étirement. Procédé valable pour les tubes de 20 mm de diamètre maximum.



*Soufflage et étirement*  
*Rayage du tube  
à l'aide du coupeau à verre*



### b) Coupe par choc thermique

Rayer le tube comme précédemment et apposer une goutte de verre en fusion à l'origine de la rayure.

### c) Étirement à chaud

À l'aide d'une buse râtelier, avec une flamme très incisive, chauffer le tube sur une très faible largeur, étirer dans la flamme, puis souffler afin de l'amincir au maximum. Le verre devenu très fin se séparera au contact de la flamme.

*Coupe par choc thermique*



## DIFFÉRENTS TYPES DE FLAMMES

Selon le verre à travailler, le chalumneau sera alimenté par des fluides différents : par exemple, pour le cristal : air + gaz ; pour le Pyrex : oxygène + gaz.

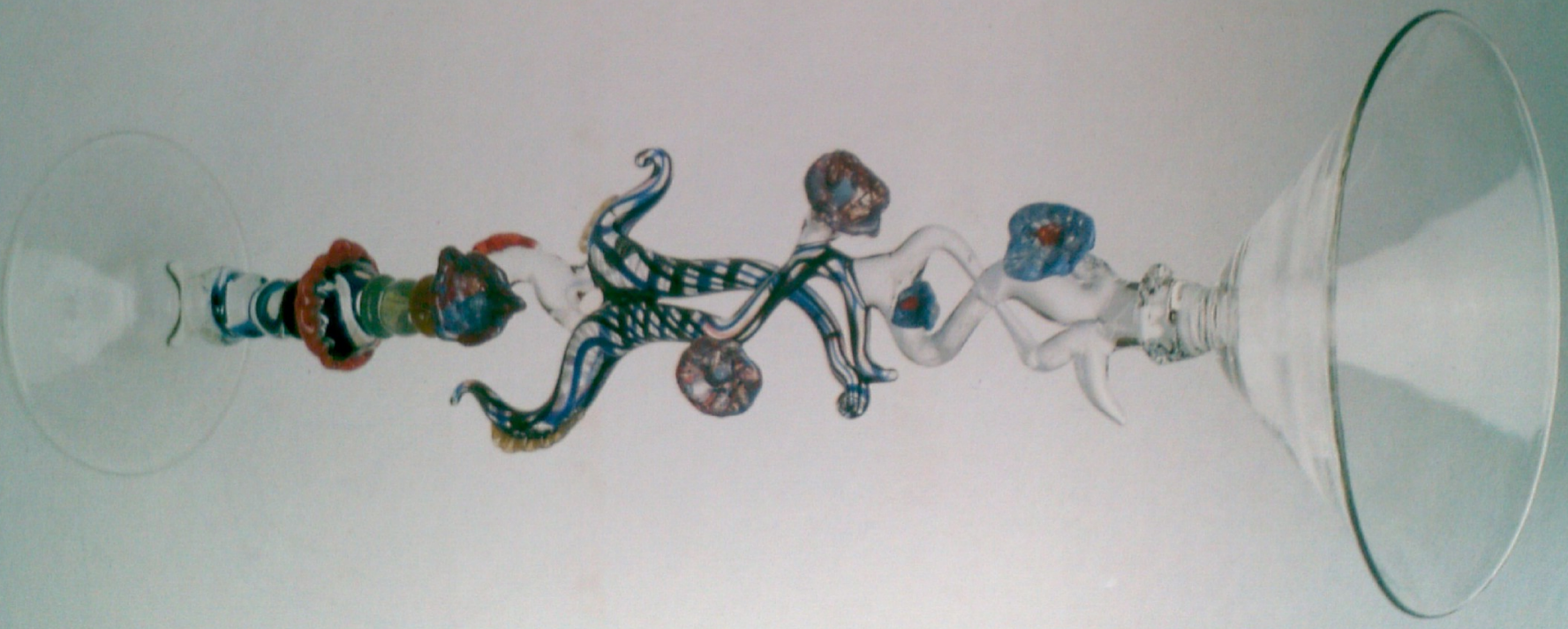
Dans certains cas, le travail du cristal sera facilité par un apport d'oxygène, tout en veillant à ne pas travailler dans une atmosphère réductrice mais oxydante : c'est-à-dire que le travail se fera avec beaucoup d'oxygène dans le mélange et en bout de flamme, sous peine de faire apparaître une couleur grisâtre, qui est celle du plomb contenu dans le cristal.

Pour obtenir *une flamme pointue* : peu de gaz et beaucoup d'oxygène.

Plus il y a d'oxygène, plus la flamme est aiguë et produit un sifflement. En diminuant la pression d'oxygène, le dard diminue.

On obtient *une grosse flamme* par une forte admission simultanée de gaz et d'oxygène.

La *flamme tuméuse* demande beaucoup de gaz et peu d'oxygène. Elle sert à réchauffer ou refroidir progressivement le verre.





# TRAVAIL DU VERRE EN TUBE : VERRE SOUFFLÉ

## ÉTIRAGE DES POINTES

Présenter l'extrémité d'un tube en rotation dans la flamme, amener avec une chute de verre de façon à effectuer un collage provisoire.

Fondre régulièrement à quelques centimètres de ce collage, puis, hors de la flamme, étirer une pointe centrée en maintenant le mouvement de rotation jusqu'à ce que le verre durcisse.

Le but recherché est d'obtenir une pointe de verre d'environ 25 cm de long, solide, épaisse et centrée.

*Différentes étapes de la réalisation d'un flacon*

*Étirage d'une pointe*

## RECENTRAGE DES POINTES

Si la pointe n'est pas directement centrée, régler la coaxialité

en refondant légèrement le début de la conicité de la pointe.

En effet, lorsqu'on étire un cylindre (partie droite de tube comprise



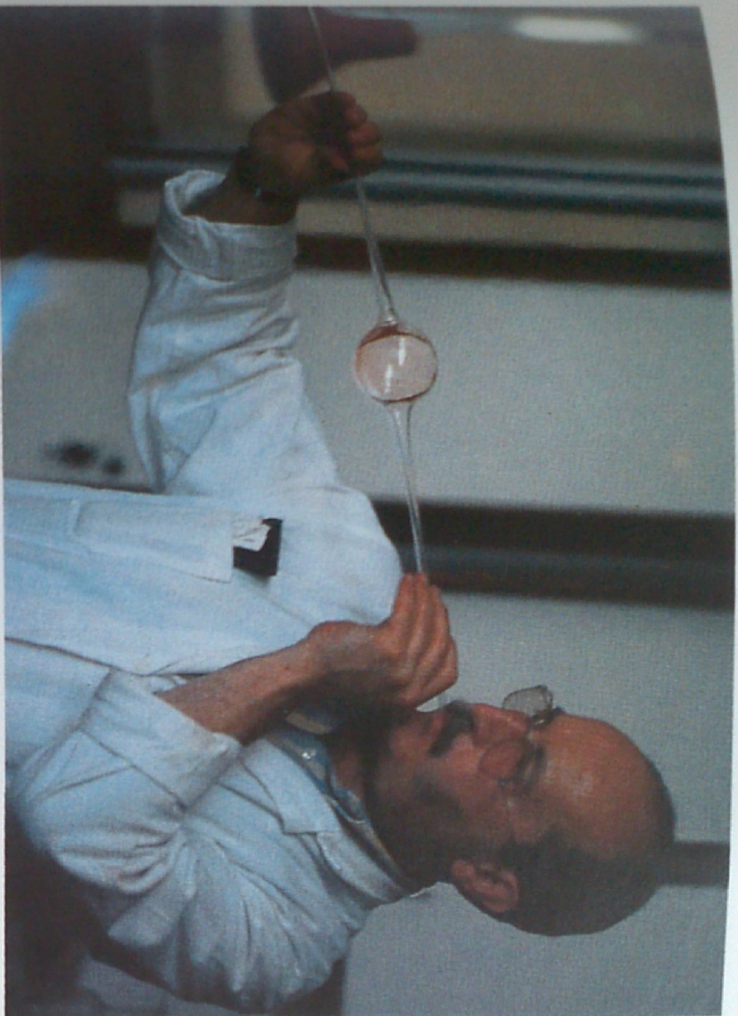
entre deux pointes), il faut obligatoirement centrer ou recentrer la première pointe sur le tube avant d'étirer la seconde, qui pourra être recentrée en prenant la première pointe comme référence.

## SOUFFLAGE

Le cylindre précédemment étiré peut être traité de différentes manières afin de réaliser l'objet désiré.

Nous proposons la réalisation d'un flacon simple à fond plat, qui





*Soufflage d'une boule*

## FOND PLAT

À l'aide d'une flamme râteau rectiligne, enlever la pointe du côté opposé au col. Réduire l'épaisseur du verre, souffler la goutte qui s'est formée de manière à la répartir et l'amincir. Terminer la planéité du fond à l'aide du charbon, puis aspirer doucement.

## LA COLLERETTE

Une fois l'objet en cours refroidi et maintenu à l'aide d'une pince à ballon, couper par étirement à chaud l'extrémité de la réduction.



demande la maîtrise de toutes les opérations de base.  
Tout d'abord, ouvrir l'extrémité d'une pointe à l'aide du couteau à verre.

## RÉDUCTION

Il s'agit de réduire le diamètre initial du tube pour obtenir le col du flacon. Fondre le verre, sans l'étirer, pour avoir une réduction épaisse au diamètre désiré.

## SOUFFLAGE DE LA BOULE

Fondre la partie restante du cylindre, dans un mouvement d'aller-retour, afin d'obtenir, en l'épaississant, une masse de verre homogène.

Porter en bouche en continuant une rotation régulière et souffler jusqu'au diamètre souhaité.



User le bord à l'aide d'une pierre au carborundum.

Refondre et réaliser la collerette à l'aide d'un poinçon ou d'un charbon rond de diamètre approprié.

*Ouverture du col du flacon*

*Aplatissement du col.*



# TRAVAIL DU VERRE EN BARRE : VERRE FILÉ

On utilise généralement des baguettes de 4 à 30 mm de diamètre.

Le travail consiste à modeler le verre par une succession d'étreintes, d'épaississements, de soudures.

Mécaniquement le verre ne supporte pas les angles vifs, aussi faudra-t-il que toutes les liaisons par soudure soient arrondies à leur base ; un point de fusion élevé est donc nécessaire.

## PRINCIPE DE SOUDAGE

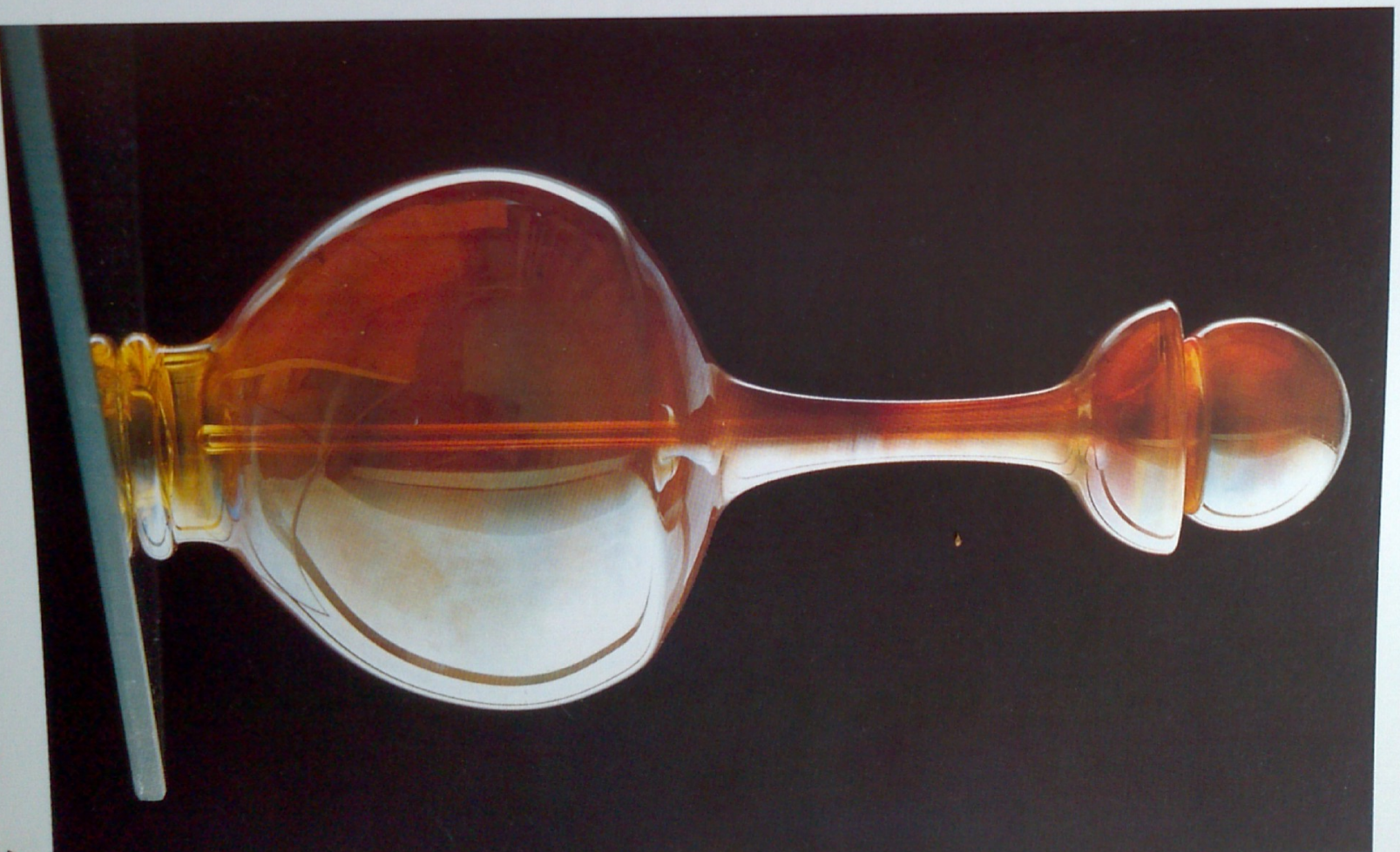
Réchauffement préliminaire des deux éléments de verre à souder. Portés à haute température, ils sont assemblés dans la flamme, puis légèrement étirés afin d'obtenir une embase arrondie.

Contrairement au verre soufflé, la taille de l'objet filé sera généralement modeste, en fonction de son coefficient de dilatation.

## COEFFICIENT DE DILATATION

- Cristal :  $92.10^{-7}$
- Verre ordinaire :  $90.10^{-7}$
- Verre borosilicaté :  $32.10^{-7}$
- Quartz :  $5.10^{-7}$

Flacon.  
Myriam Roland-Gosselin





Plus le verre contient de silice, plus son coefficient de dilatation est faible. En conséquence, la température de travail d'un verre est fonction de sa teneur en silice. Par exemple, la température de travail du Pyrex est de 1 100 à 1 200 °C ; celle du cristal : 800 à 900 °C.

## RECUISSON

Quelle que soit la nature du verre travaillé, et afin d'éviter toute rupture due aux contraintes engendrées dans sa masse au moment de l'élaboration à chaud, il faut obligatoirement pratiquer une recuison. Celle-ci est fonction du verre employé.

Avant d'exécuter une recuison au four, une recuison ponctuelle à la flamme est nécessaire.

### **Températures de recuison :**

- Cristal : 400 à 430 °C.
- Verre ordinaire (V.O) : 450 à 480 °C.
- Pyrex : 550 à 600 °C.
- Quartz : 1 100 °C