

La verrerie de laboratoire



Préambule

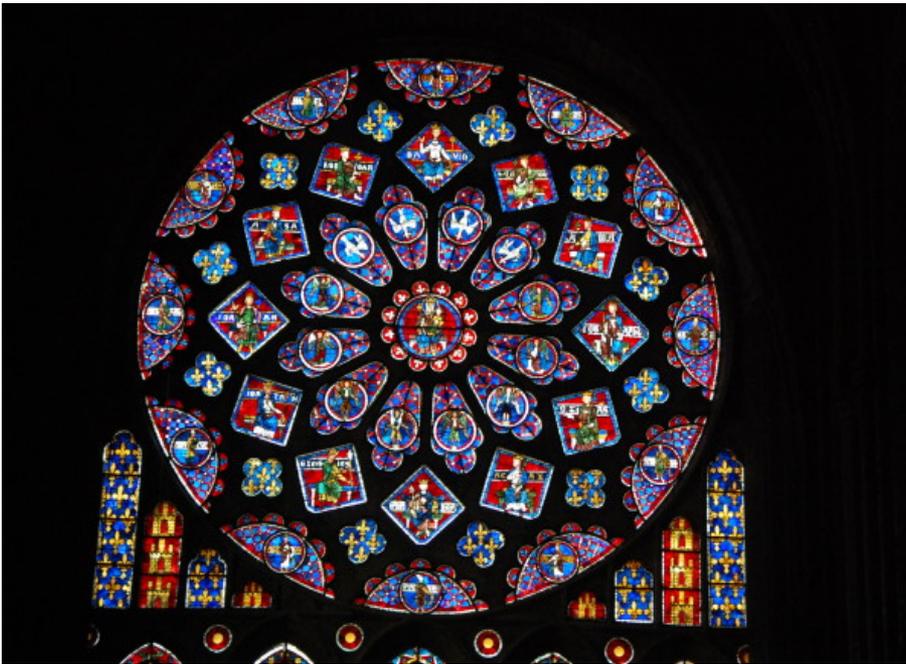
- Simple présentation de vulgarisation :
 - résultant de l'expérience acquise par des biochimistes (Danièle Belin et André Le Treut)
 - applicable à de nombreux autres domaines disciplinaires (chimie, autres laboratoires de biologie : hématologie, microbiologie, pharmacologie, toxicologie, ...)
 - facilitée grâce à la consultation de diverses sources que nous remercions :
 - les contributeurs bénévoles de Wikipedia
 - les bases de données d'images accessibles par les divers moteurs de recherche sur internet.
- L'exposé ne peut être exhaustif

L' Histoire du verre

- Elle remonte à la préhistoire :
 - le verre est considéré depuis l'antiquité comme une matière précieuse
 - l'obsidienne (verre d'origine volcanique) était taillée par l'homme pour former des pointes de flèches, des perles et autres bijoux
 - étaient également connues les fulgurites : petits tubes issus de la fusion du sable atteint par un éclair
- Les premiers verres fabriqués par l'Homme sont apparus au Moyen-Orient (Mésopotamie, Syrie et Palestine), puis en Asie du sud-est
 - les premiers objets en verre à vocation utilitaire (petites bouteilles, gobelets) sont apparus en Égypte
- Au Moyen Âge puis à la Renaissance :
 - le verre soufflé (V^e - X^e siècles), le verre plat (vitrages plans)
 - nombreuses déclinaisons : verre à vitre, verre cristal, verre coloré, ...

Illustrations du degré de perfection atteint par l'industrie du verre

- à Chartres :
 - la rosace du transept sud de la cathédrale Notre-Dame (début du XIII^e siècle)
 - monument classé au Patrimoine mondial de l'Unesco en 1979



- à Venise :
 - fabrication de splendides lustres par les verriers installés sur l'île de Murano (fin du XIII^e siècle)



Nature du verre

- **Caractéristiques**

- corps dur, homogène, inaltérable, élastique, fragile, non cristallin
- opaque, translucide ou transparent, malléable à chaud et susceptible d'un poli parfait

- **Composition**

- un **vitrifiant** : silice (SiO_2) trouvée dans le sable fin
- un **fondant** : soude (carbonate Na ou sulfate Na)
- un **stabilisant** : chaux (calcaire : carbonate de calcium, calcite, CaCO_3)
- des additifs : oxydes minéraux (alumine, magnésie...) pour améliorer les propriétés, pour donner une coloration...
- on peut aussi ajouter du verre recyclé



- **Mode opératoire**

- le mélange est chauffé vers 1550°C (four à fusion), donnant un liquide visqueux
- le verre liquide se refroidit et durcit progressivement dans le four puis à l'air libre

Les propriétés du verre

- c' est un élément important dans le choix du matériel de laboratoire
- il doit s'adapter aux exigences de celui-ci :
 - en terme de résistance à la chaleur et aux chocs
 - il doit être
 - inerte chimiquement
 - perméable à la lumière ou coloré
 - lavable
 - stérilisable

Les différentes qualités de verre

Le verre est disponible en plusieurs qualités

- **Le Verre standard**

- environ 74 % de silice, 16 % de soude, 9 % de chaux et de magnésie
- coefficient de dilatation élevé
- d' où une faible résistance aux chocs thermiques : il ne sera donc pas utilisé pour des récipients destinés à être chauffés
- il est particulièrement bien adapté à des usages volumétriques, notamment pour les pipettes

Les différentes qualités de verre

- Le Verre borosilicaté standard

- composant principal : la silice SiO_2 (80 %), oxyde de bore B_2O_3 (13 %) , soude (4 %).
- coefficient de dilatation modéré
- bonne résistance aux hautes températures (400°C) et aux chocs thermiques. Stérilisable
- résistance chimique : bonne aux acides (sauf HF , H_3PO_4), mais faible aux bases
- adapté à la plupart des usages de laboratoire.

Les différentes qualités de verre

- Le Verre de marque Pyrex[®] ou Duran[®]
 - verre borosilicaté renforcé à parois plus épaisses
 - plus coûteux à l'achat
 - dispose d'une solidité et d'une résistance aux chocs mécaniques et thermiques exceptionnelles :
 - prévu pour un usage intensif
 - c'est un « verre à feu »

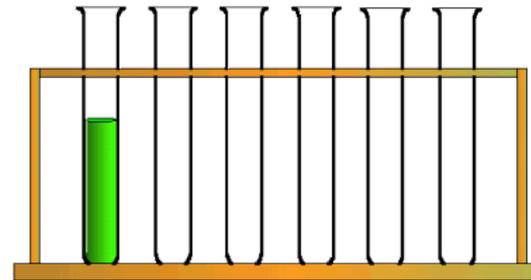
Les utilisations de la verrerie de laboratoire

- Plusieurs classes de verrerie selon l'usage auquel celle-ci est destinée
 - La verrerie dite usuelle ou verrerie de base
ne servant à mesurer que des volumes approximatifs
 - tubes à essai, cristallisoirs, béchers, ballons, erlenmeyers, éprouvettes, flacons, capsules, verres de montre, tubes à centrifuger, entonnoirs ...
 - La verrerie de précision ou volumétrique
pour mesurer des volumes précis
 - fiole jaugée (graduée), pipette graduée, burette graduée ...
 - La verrerie spécialisée
 - verrerie pour la microbiologie : lames de verre, tubes à culture, flacons spéciaux pour cultures, boîtes de Pétri.
 - tubes réfrigérants, colonnes de distillation, ampoules à décanter, appareils et entonnoirs de filtration, fioles à vide, dessiccateurs, réacteurs
 - flacons laveurs, fioles à filtration, trompes à eau
 - verrerie rodée (flacons à cols rodés, ballons, réfrigérants, colonnes à distiller, robinets, tubes connecteurs et adaptateurs ...)

La verrerie usuelle (de non précision)

- Tube à essais

- pour les réactions faisant intervenir de petites quantités de réactifs.
- peut recevoir un bouchon et être chauffé à condition d' être en Pyrex



portoir et pince en bois

Variantes

- tube sous vide pour prélèvements sanguins (Vacutainer[®], Terumo[®], ...)



La verrerie usuelle (de non précision)

- Les béchers

- large gamme de contenance (10-1000 ml) de forme haute ou basse
- pour le stockage de solution, faire quelques réactions chimiques, faire certains dosages (pH-métriques)
- ne peut pas servir pour mesurer précisément un volume de liquide
- peut être chauffé à condition d'être en Pyrex.



La verrerie usuelle (de non précision)

- Les entonnoirs

- permettent de verser un liquide dans un flacon à col étroit en évitant les pertes
- différentes tailles
- à tige courte ou longue



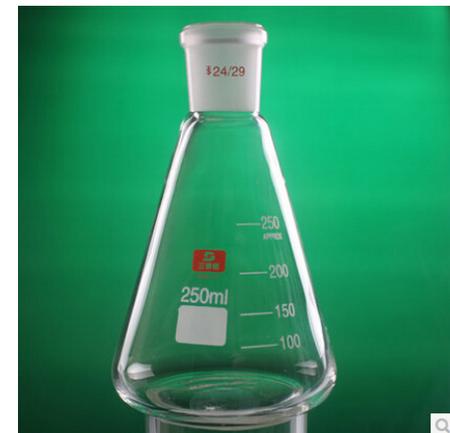
- variantes :

- l'entonnoir à solide qui permet d'introduire une poudre dans une fiole jaugée, par exemple lors d'une dissolution
- l'entonnoir Büchner
 - entonnoir à plaque filtrante et prise de vide
 - parfois en porcelaine
 - utilisé dans les montages de filtration



La verrerie usuelle (de non précision)

- L' erlenmeyer (« erlen »)
 - du nom du chimiste allemand qui l' inventa en 1861 (Emil Erlenmeyer)
 - base conique et col cylindrique
 - à col étroit, large, simple ou rodé
 - généralement gradué pour indiquer approximativement le volume de liquide qu'il contient
 - ses fonctions sont similaires à celles du bécher, mais sa forme évite les projections
 - il peut recevoir un bouchon (liège ou rodé) et être chauffé à condition d' être en Pyrex.



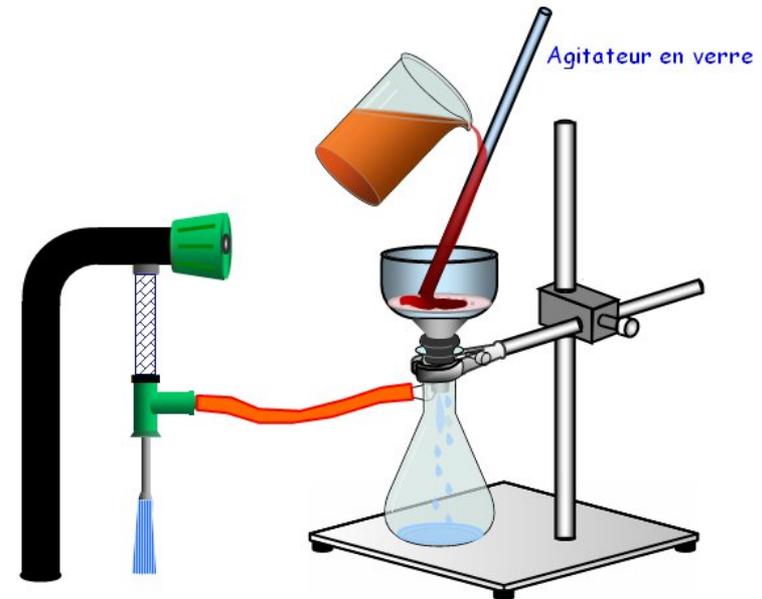
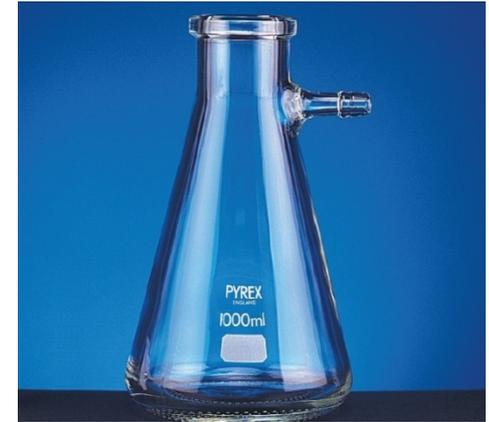
La verrerie usuelle (de non précision)

- une variante de l' erlenmeyer :

- la fiole à filtrer sous vide qui possède une ouverture latérale
- elle est destinée à être reliée par un tuyau épais à une trompe à eau chargée d'y créer un vide partiel

- exemple d' utilisation :

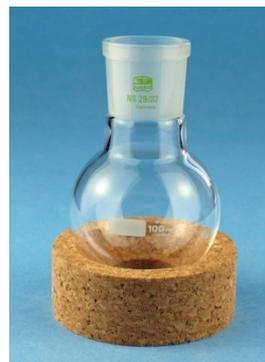
- la filtration sous vide sur Büchner



La verrerie usuelle (de non précision)

- Les ballons

- à fond rond (support « valet »), à fond plat, à col rodé, piriforme, bi-col, tri-col pour montages complexes
- Le ballon est utilisé lorsqu' il est nécessaire de faire chauffer un milieu réactionnel (le ballon est alors placé dans un chauffe ballon électrique)
- le col peut être rodé ou non



La verrerie usuelle (de non précision)

- Ampoule à décanter

- utilisée dans les extractions par solvant pour séparer deux liquides non miscibles par décantation

- les liquides se séparent selon leur densité :
le moins dense constitue la phase supérieure
le plus dense forme la phase inférieure

- il y a deux phases :

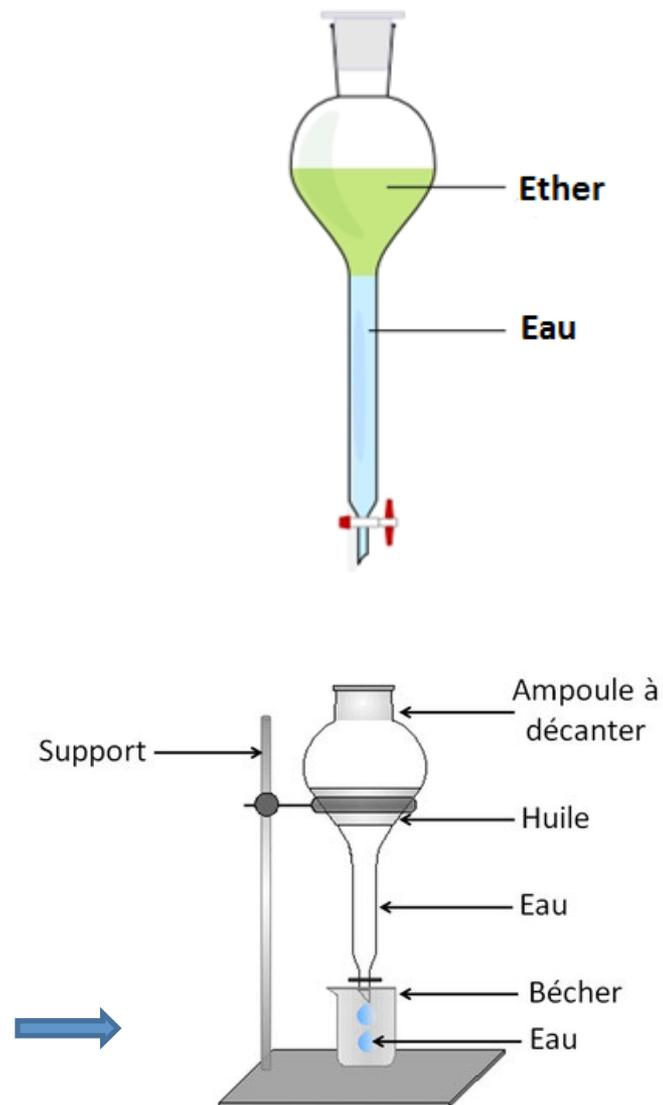
- l'une est en général aqueuse ($d = 1,00$)

- l'autre organique. Exemples :

- éthylène d = 0,71

- chloroforme d = 1,48

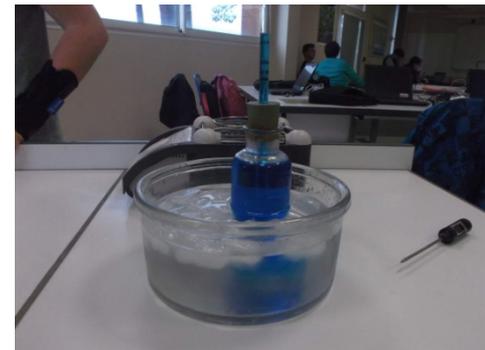
Exemple de montage



La verrerie usuelle (de non précision)

- Le cristallisoir

- récipient en verre épais pour stocker une importante quantité de liquide
- il ne doit pas être chauffé
- utilisé pour les expériences nécessitant une grande quantité d'eau, ou encore pour les bains de glace



La verrerie usuelle (de non précision)

- Les verres à pied
 - pas de fonction bien définie. Il peut être utilisé pour récupérer des liquides, ou comme poubelle
 - il peut être gradué, mais graduations très indicatives
 - il ne doit pas être chauffé.



La verrerie usuelle (de non précision)

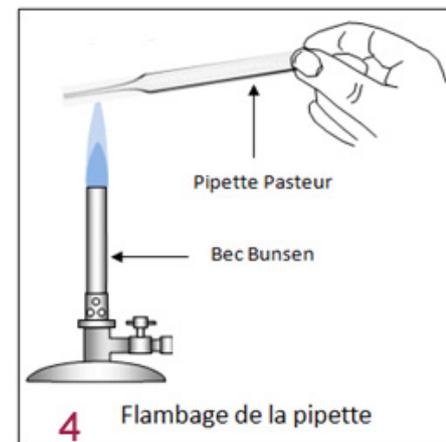
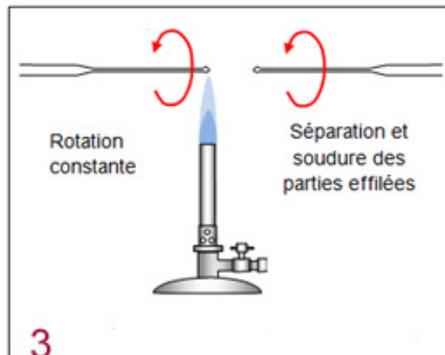
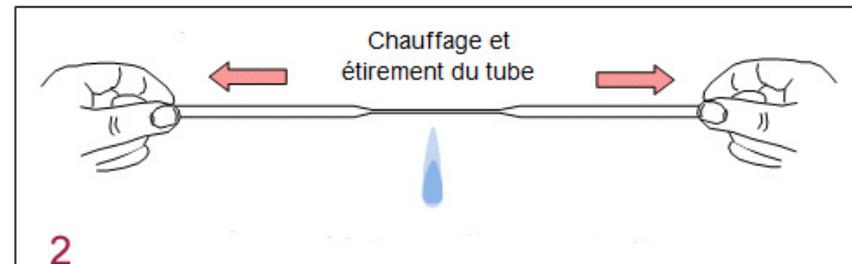
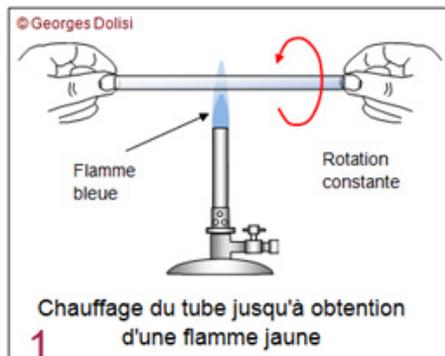
- La bonbonne à eau
 - forme tonnelet
 - avec robinet et couvercle en verre
 - capacité : en général 10 l
 - constitue une réserve en
 - eau déminéralisée
 - eau distillée



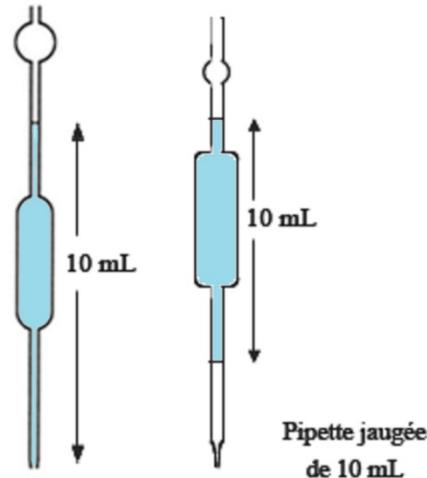
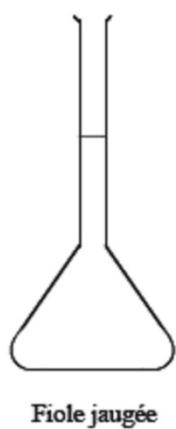
La verrerie usuelle (de non précision)

- La pipette Pasteur

- pour la microbiologie
- verre ordinaire, ouverte ou fermée (cotonnée, stérilisée)
- mode de fabrication



La verrerie de précision ou volumétrique



à 1 trait ou 2 traits



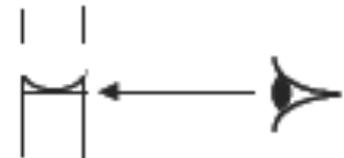
Éprouvette graduée

Précisions :

1- Tolérance sur le volume indiqué :
classe A < 0,2 % . classe B : < 0,5 %

2- La verrerie jaugée (et graduée) ne doit pas être chauffée.

3- Pour lire le volume sur une graduation ou un trait de jauge, l'œil doit être aligné sur le bas du ménisque du liquide



La verrerie de précision ou volumétrique

- **Éprouvette graduée**

- récipient pour mesurer le volume d' un liquide avec une précision moyenne (environ 0,5 ml)
- capacités variées (10 à 1000 ml)



- **Burette graduée (de Mohr)**

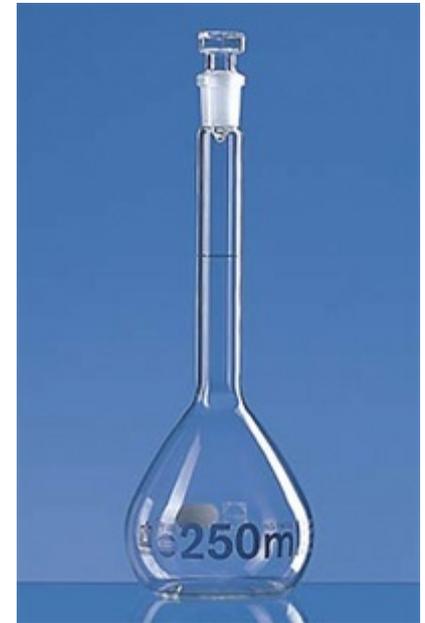
- permet de verser un volume précis de solution (capacité 5 à 50 ml, graduations au 1/10 ml)
- avec entonnoir intégré et robinet à clef démontable
- ou tube en caoutchouc et pinces de Mohr ou de Hoffmann
- utilisée dans les dosages volumétriques et pH-métriques (titrimétrie)



La verrerie de précision ou volumétrique

- La fiole jaugée

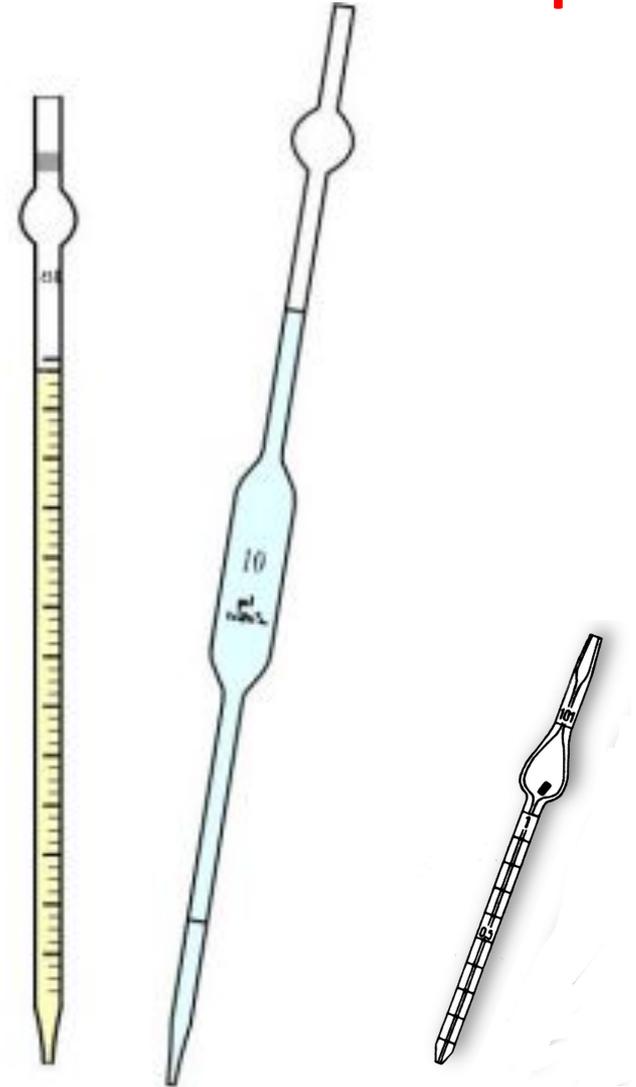
- récipient destiné à contenir un volume précis de liquide (10 à 1000 – 3000 ml)
- bouchon en verre rodé ou en caoutchouc
- la capacité est définie par le volume d'eau, à 20°C, exprimé en ml, contenu dans la fiole quand elle est remplie jusqu'au trait de jauge
- pour la préparation de solutions de concentrations données :
 - par dissolution,
 - par dilution



La verrerie de précision ou volumétrique

- Les pipettes

- le pipetage consiste à prélever une quantité très précise d'un liquide d'un tube et à le transférer dans un autre tube.
- nombreux modèles en verre
 - Pipette standard avec ou sans réservoir
 - Pipette à traits de jauge
 - Pipette de Thoma : pour dilution du sang
- précautions à prendre
 - ne pas chauffer
(pipeter à température ambiante)
 - utiliser un portoir
 - assurer la maintenance

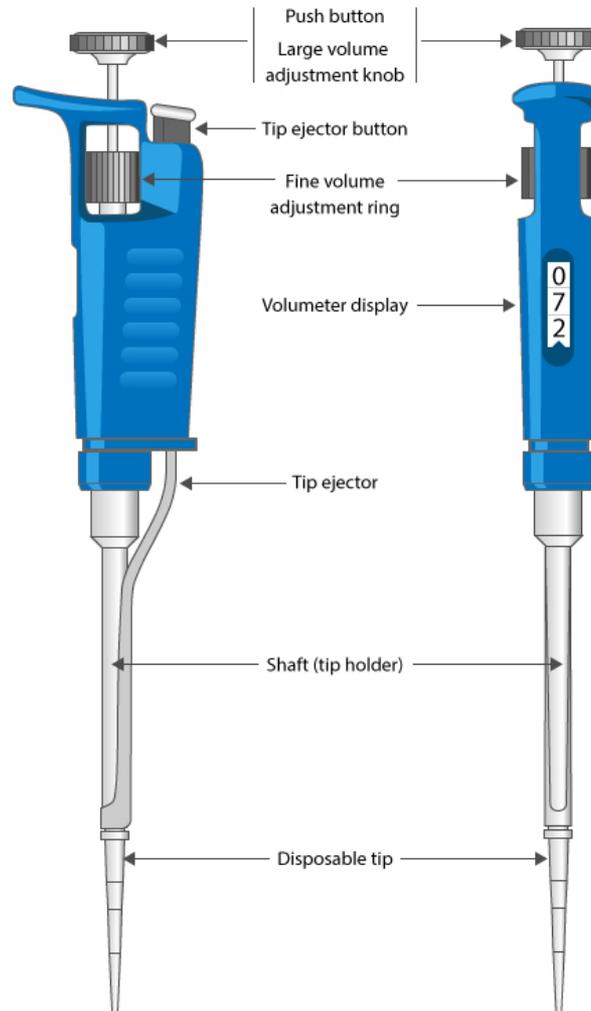


La verrerie de précision ou volumétrie

– Les pipettes : nombreux modèles mécaniques



à volume fixe.



à volume variable.

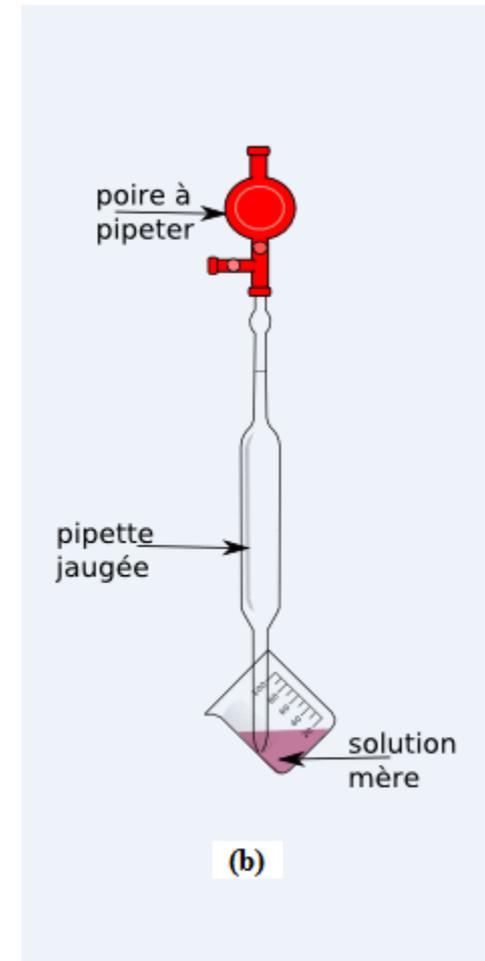
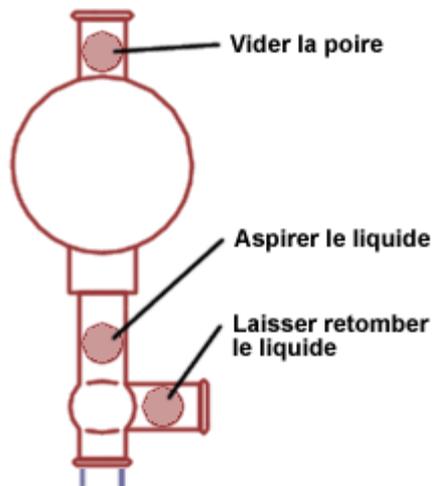


multicanaux.

La verrerie de précision ou volumétrique

- **Le pipetage à la bouche**

- strictement interdit dans les laboratoires, quel que soit le liquide
- risque d'avaler un liquide infectieux, toxique ou corrosif
- utiliser un pipeteur (« propipette ») qui se place à l'extrémité de la pipette



La verrerie spécialisée

- Les dessiccateurs

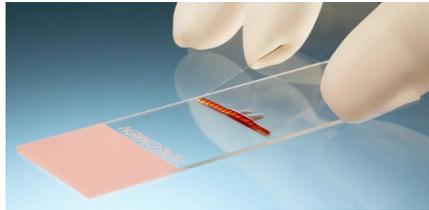
- cuve circulaire en verre épais surmontée d'un couvercle et munie d'un disque perforé en porcelaine
- liaison entre les deux parties par un rodage en verre
- peuvent être équipés d'une prise de vide avec robinet
- servent à éliminer l'humidité d'une substance ou à la protéger contre l'humidité
- la substance à protéger est placée directement ou non sur le disque perforé
- nature du dessiccant : gel de silice déshydraté, acide sulfurique H_2SO_4 , anhydride phosphorique P_2O_5



La verrerie spécialisée

- La verrerie pour la microbiologie

- lames de verre pour étalement et examen microscopique.



Portoir à lames



- tubes et flacons spéciaux pour cultures



- boîtes de Pétri



La verrerie spécialisée

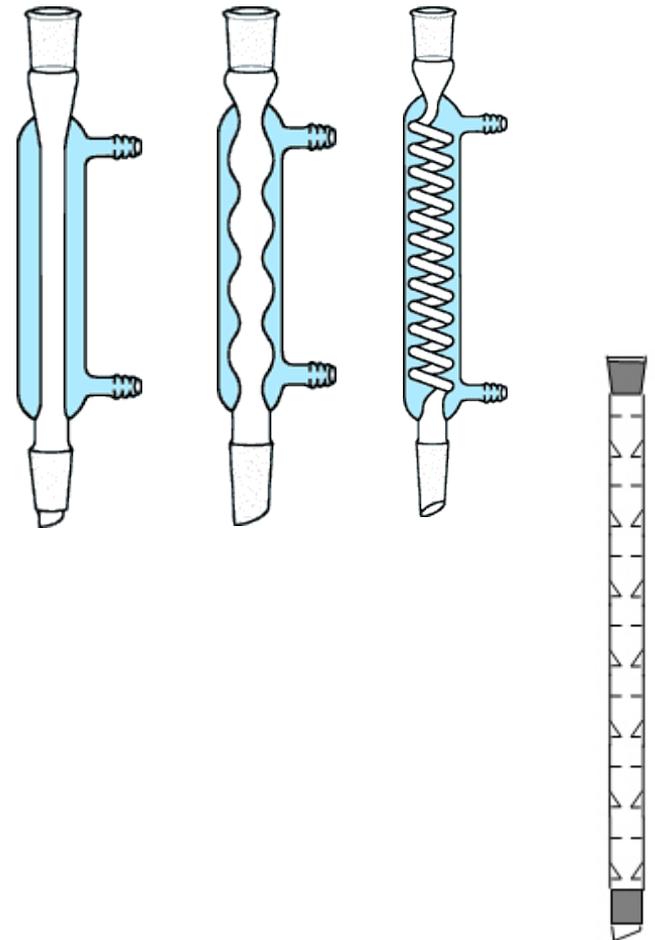
- Les réfrigérants

- Dispositif à double enveloppe qui coiffe un ballon dans lequel un mélange est porté à ébullition. Il comporte :

- une enveloppe externe dans laquelle circule un flux d' eau froide
 - une enveloppe interne où cheminent les vapeurs qui, au contact du froid, se condensent et retombent dans le ballon

- Plusieurs modèles :

- à parois droites (Liebig)
 - à boules (Allihn)
 - à serpentín (Graham)
 - à pointes, sans double enveloppe (Vigreux)

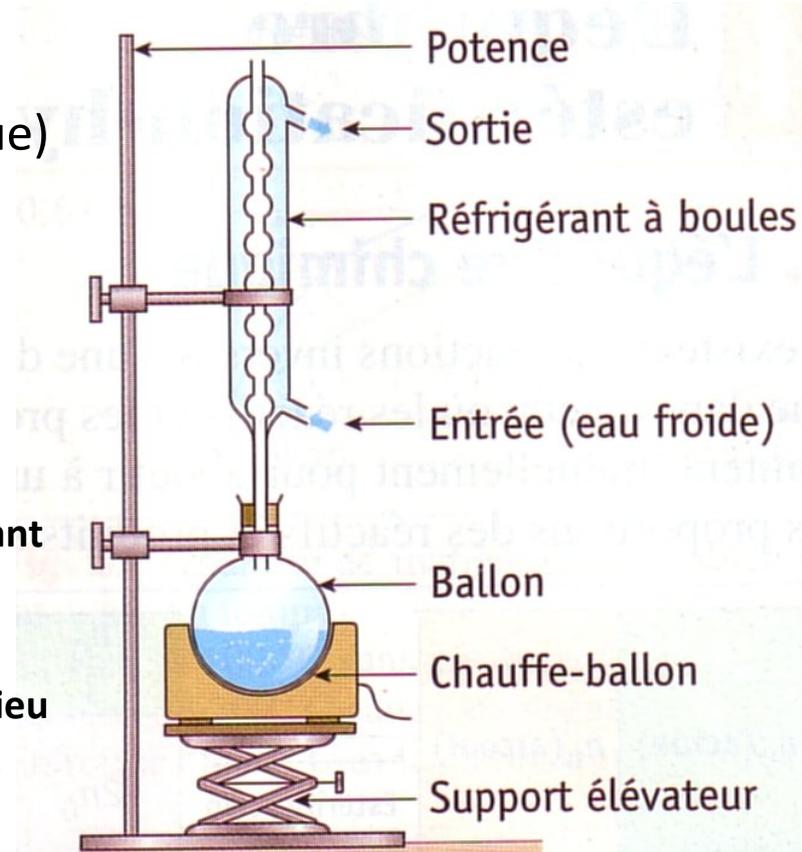


La verrerie spécialisée

- Applications des réfrigérants

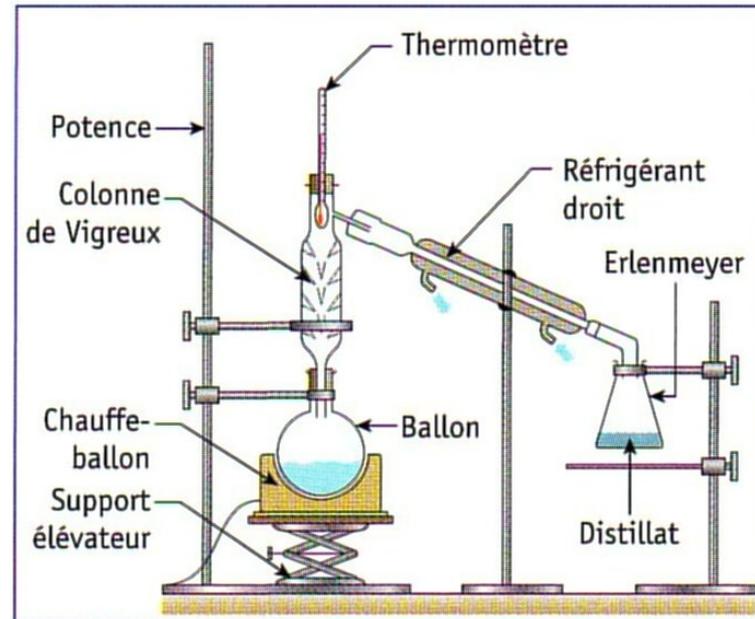
- La distillation à reflux (synthèse organique)

- permet de chauffer tout en évitant les pertes par évaporation, et de maintenir le milieu réactionnel à la température constante d'ébullition du solvant
- les vapeurs sont condensées dans le réfrigérant et retournent à l'état liquide dans le ballon
- les réactifs et les produits restent dans le milieu réactionnel, permettant à la réaction de finir.



La verrerie spécialisée

- Applications des réfrigérants
 - La distillation fractionnée
 - Le mélange à distiller est placé dans un ballon surmonté d'une colonne à distiller (Vigreux)
 - Le mélange est porté à ébullition. Les vapeurs des différentes espèces chimiques montent dans la colonne à distiller
 - Différents paliers de distillation s'établissent le long de la colonne
 - Les vapeurs sont condensées dans le réfrigérant droit. L'espèce chimique extraite en premier est l'espèce la plus volatile, celle dont la température d'ébullition est la plus faible



Histoire du verre

- Evolution des laboratoires depuis 1970 -1990
 - Avènement de l'usage unique
 - Les plastiques tendent de plus en plus à remplacer le verre ordinaire. Les plus couramment employés sont le polyéthylène ou le polypropylène.
 - Profonde évolution des technologies
 - Automatisation des postes de travail
 - Répercussion sur l'organisation et la logistique des laboratoires
 - Moins de vaisselle à faire, moins de personnel agents de service
 - Moins d'équipements : lave-vaisselle, lave-pipettes, étuves, armoires de stockage, réserves de verrerie
 - Mais il est un domaine où le verre reste cependant irremplaçable !



Liqueur



Cognac



Porto



Alsace



Bordeaux



Vin blanc



Bourgogne



Apéritif



Whisky



Pastis



Bière

