

Pression atmosphérique et «basses» pressions

Table-support pour cloche à vide

MF 2650 12727



Mode d'emploi

et conseils généraux



Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement de la Communauté française

AVANT-PROPOS

La «table-support pour cloche à vide», réf. MF 2650 12727 du catalogue du Centre technique et pédagogique (ou de son supplément), est destinée à supporter la cloche en verre, classique (avec ou sans ajutage supérieur), qui fait partie du matériel habituel des écoles. Elle constitue un élément essentiel de la *Collection pour l'étude des basses pressions** du Centre technique et pédagogique.

Nettement plus perfectionnée que le plateau traditionnel des pompes à vide scolaires ou même que celui des «machines pneumatiques» du XIX^e siècle (qui comportaient, elles, un manomètre), elle permet, outre l'amélioration de plusieurs expériences classiques, la réalisation d'expériences nouvelles.

Sans difficulté, elle se raccorde, soit aux pompes habituellement présentes dans les écoles, soit à la mini-pompe du Centre technique et pédagogique (réf. MF 1302 15543) dont elle constitue le complément naturel.

Sans difficulté non plus, elle permet la mise en œuvre, qui nous paraît essentielle, d'un manomètre (réf. MF 2600 58624), soit en l'intercalant entre la pompe et la cloche, soit en le raccordant au volume intérieur de celle-ci. Le professeur et les élèves évitent ainsi de devoir expérimenter à l'aveuglette, sans savoir jamais, même approximativement, quelle est la pression qui règne dans leur montage.

Les manipulations classiques et les autres, sont, grâce à cette nouvelle table-support, rendues beaucoup plus faciles à réaliser, plus visibles pour les élèves et probablement plus convaincantes.

La liste des appareils qui lui sont associés, appareils qui font partie de la *Collection pour l'étude des basses pressions*, pourra se trouver dans le catalogue du Centre technique et pédagogique, ou dans son supplément.

A. FRÈRE
Octobre 2002

* En préparation (octobre 2002).

SOMMAIRE

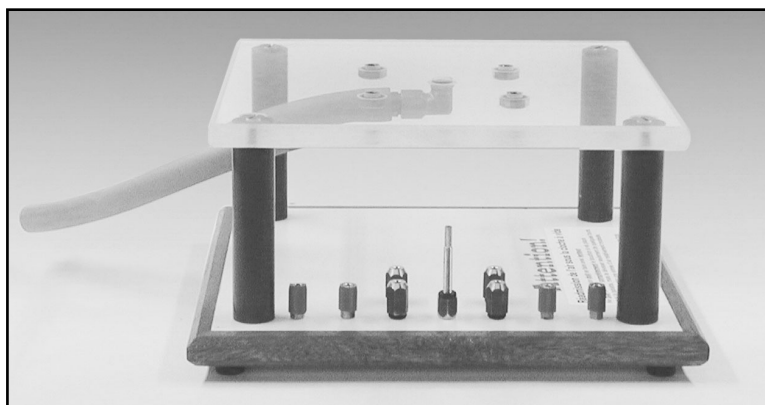
1. La table-support	3
2. Les accessoires	4
2.1. Les accessoires à visser	4
• Les bouchons	4
• L'élément de traversée de la tablette	4
• Les éléments de raccordement électrique	5
2.2. Le joint carré d'étanchéité pour la table-support	6
2.3. La cloche à vide en verre (non fournie avec la table)	7
3. Complément: considérations et conseils relatifs au matériel de démonstration	
«basses pressions»	7
3.1. Les raccords entre tuyaux	8
3.2. Les pompes	8
4. Mise en garde: emploi inapproprié de la table. Danger!	9

Pression atmosphérique et «basses» pressions

TABLE-SUPPORT POUR CLOCHE À VIDE

1. La table-support

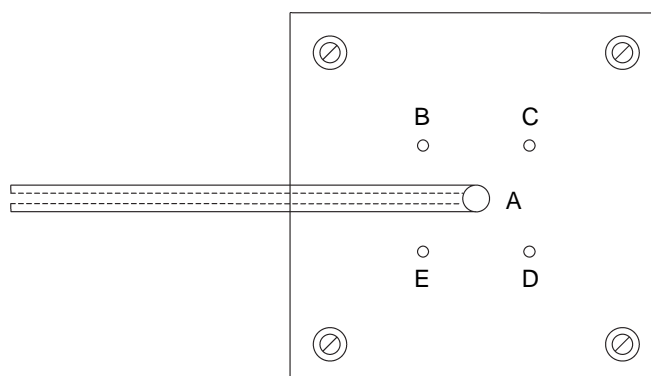
C'est une plaque carrée, en plexiglas, de 28 cm de côté, portée par quatre pieds en matière plastique.



Ces pieds sont, à leur partie inférieure, fixés à une plaque de base en bois, elle-même posée sur quatre supports en caoutchouc.

La tablette de la table-support est percée:

- d'un trou central A qui communique avec un tube métallique coudé à angle droit, placé sous la tablette. Ce tube est prolongé par un tronçon de tuyau à vide en caoutchouc, de 8 mm de diamètre intérieur. Ce tuyau, perpendiculaire à l'un des côtés de la table, le dépasse d'environ 25 cm. Il permet de raccorder une pompe à l'orifice central A de la tablette, avec ou sans interposition d'un manomètre (réf. MF 2600 58624);
- quatre orifices B, C, D, E, taraudés, bouchés par quatre pièces en laiton chromé, elles-mêmes percées d'un trou également taraudé. Leur destination sera indiquée plus loin.



Vue en plan de la tablette de la table-support

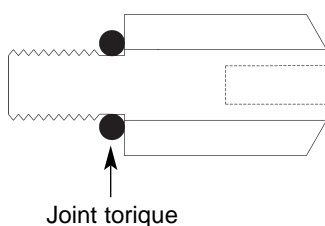
2. Les accessoires

2.1. Les accessoires à visser

Ces accessoires peuvent se visser, sous la tablette de la table ou au-dessus, dans les orifices axiaux des pièces en laiton chromé B, C, D, E. Pour éviter leur dispersion, ils peuvent être enfoncés dans des trous prévus, en nombre suffisant, dans la plaque de base en bois.

• Les bouchons

Quatre bouchons en laiton, taillés dans une barre hexagonale, portent:

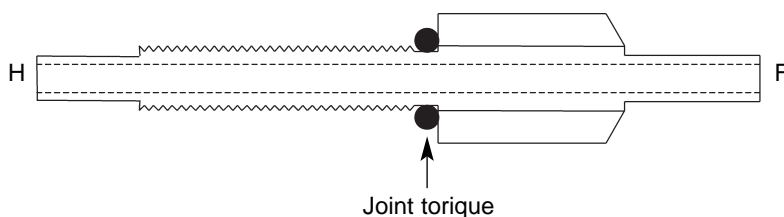


- d'un côté, une tige filetée de 6 mm de diamètre et de 10 mm de longueur, qui peut se visser sous la tablette dans les orifices axiaux des pièces B, C, D, E. Un joint torique de 5,5 x 3 (mm) assure l'étanchéité;
- de l'autre côté, un trou borgne de 4 mm de diamètre qui peut recevoir une fiche banane.

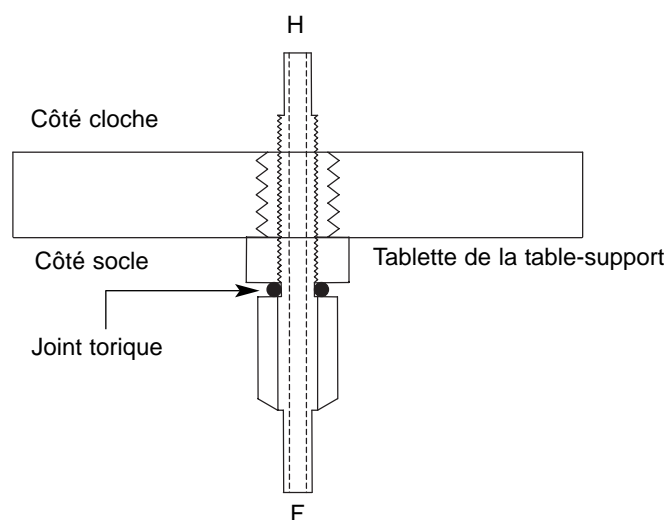
Ces bouchons, outre qu'ils peuvent assurer l'étanchéité du montage cloche-table-support, permettent, grâce à un dévissage prudent, d'assurer une rentrée progressive et non brutale de l'air à l'intérieur de la cloche vidée (consulter la note importante portée par la plaque de base en bois). À propos de cette opération, délicate, de réadmission de l'air sous la cloche, une précaution supplémentaire peut être prise en utilisant l'un des «éléments de raccordement électrique» (voir plus loin).

• L'élément de traversée de la tablette

Cet élément tubulaire permet d'établir une communication entre le volume situé sous la cloche et le monde extérieur.



Il peut se visser, à partir de la face inférieure de la tablette, dans l'un quelconque des quatre orifices B, C, D, E, les trois autres restant bouchés.



Un joint torique de 5,5 x 3 (mm) assure l'étanchéité. Les extrémités F et H de la pièce, lisses, ont 4 mm de diamètre extérieur et peuvent donc accepter les tuyaux «cristal» de 4 mm de diamètre intérieur qui équipent entre autres:

- les mini-pompes MF 1302 15543;
- les appareils MF 1205 12542 (*Contre le mythe de la pompe aspirante*).

On peut ainsi, grâce à cet élément de traversée de la tablette et en utilisant deux pompes, abaisser la pression de l'air dans un montage isolé placé sous la cloche, tout en extrayant par ailleurs l'air de celle-ci. On peut par exemple ainsi, en utilisant le montage MF 1205 12542 cité plus haut, réaliser l'expérience du «vide dans le vide». Celle-ci, pièce maîtresse de l'argumentation de Pascal dans ses controverses au sujet du vide est, à notre sens, d'une importance capitale. Elle est pourtant souvent bien oubliée, ignorée ou négligée vu la difficulté de sa réalisation.

Remarque

L'élément de traversée de la tablette décrit ci-dessus permet de réaliser l'expérience du «vide dans le vide», même si l'on ne dispose que d'une cloche sans ajutage supérieur (consulter le mode d'emploi de l'appareil MF 1205 12542, cité ci-dessus).

• Les éléments de raccordement électrique (et, accessoirement, de rentrée lente de l'air sous la cloche)

Les quatre bouchons cités plus haut, qui se placent sous la tablette de la table-support, portent, rappelons-le, une cavité qui permet l'introduction d'une fiche banane. Ils se vissent à la partie inférieure des quatre pièces en laiton chromé B, C, D, E qui traversent la tablette de la table-support. Quatre pièces en laiton, à peu près semblables, se vissent, elles, dans les mêmes pièces B, C, D, E, mais à la partie supérieure de la tablette. Elles portent, elles aussi, une cavité destinée à une fiche banane.

On dispose ainsi d'un moyen simple et commode d'introduire, à l'intérieur d'une cloche à vide posée sur la table-support, quatre connexions électriques. Ce montage permet, par exemple:

- d'alimenter une sonnerie électrique (ou un autre dispositif sonore) placée sous la cloche;
- d'utiliser, sous la cloche, la sonde du thermomètre électronique (réf. SM 7300 31422) du Centre technique et pédagogique, le thermomètre lui-même se trouvant à l'extérieur de la cloche (montage pour l'étude de l'ébullition sous pression réduite).

Les quatre pièces en question ici sont, par ailleurs:

- électriquement isolées, ce qui évite tout court-circuit dû à un contact fortuit avec la pièce en U qui fait partie de beaucoup de montages. La présence de l'isolant (caoutchouc rouge) permet aussi de les distinguer aisément des quatre bouchons cités plus haut;
- percées d'un trou axial minuscule qui permet une rentrée lente (et non brutale) de l'air sous la cloche.

Nous ne saurions trop recommander l'emploi de cette technique particulièrement sûre, pour assurer la rentrée de l'air, même si l'on ne réalise pas de connexion électrique.

Quatre trous, percés dans la plaque de base en bois, sont spécialement destinés à recevoir ces quatre derniers accessoires.

2.2. Le joint carré d'étanchéité pour la table-support

Fourni avec la table, il est destiné à assurer l'étanchéité entre la partie supérieure de celle-ci et la cloche en verre qu'elle doit recevoir. C'est une plaque carrée en caoutchouc, de couleur claire, de 27,5 cm de côté, percée de cinq trous qui correspondent aux orifices A, B, C, D, E de la tablette de la table-support.

Remarque très importante

Les disques de caoutchouc noir qui accompagnent les plateaux circulaires de la plupart des pompes qui se trouvent dans les écoles, en général durcis par les ans, contribuent souvent à créer des problèmes d'étanchéité très surnois. Les manipulations que l'on doit faire pour rétablir la situation ont souvent un impact pédagogique fortement négatif. Le joint de caoutchouc fourni avec la table est:

- constitué de caoutchouc para pur;
- de dureté shore 40°, ce qui correspond à un matériau plus mou que les joints habituels.

Le bord de la cloche à vide s'y enfonce facilement, comme une tête dans un oreiller mou, ce qui assure, sans aucune manipulation (sauf peut-être, très rarement, une légère pression), une étanchéité satisfaisante.

2.3. La cloche à vide, en verre (**non** fournie avec la table-support)

Nous avons considéré que cette cloche, complément habituel des pompes classiques à plateau, se trouvait dans le matériel des écoles et donc, à la disposition des professeurs. Tous les montages (à l'exception d'un seul) dont la description sera faite dans le cadre de la *Collection pour l'étude des basses pressions* ont été réalisés en utilisant une cloche de 25 cm de diamètre et de 25 cm de hauteur, **sans** ajustage supérieur.

Il va de soi que d'autres cloches peuvent être utilisées, tant que leur diamètre extérieur ne dépasse pas le côté (28 cm environ) de la table-support. Si la cloche possède un ajustage supérieur (obligatoire pour certaines manipulations), il faudra évidemment clore celui-ci au moyen d'un bouchon **en caoutchouc** approprié.

Remarque

Il est évident que la mini-pompe (réf. MF 1302 15543), **dont le débit est faible**, mettra, pour vider la cloche, plus de temps que les «grosses» pompes traditionnelles des écoles. Il ne faudra donc pas s'impatienter trop vite, si l'on ne voit pas se déplacer, rapidement, l'aiguille du manomètre (réf. MF 2600 58624) relié au volume borné par la cloche.

3. Complément: considérations et conseils relatifs au matériel de démonstration «basses» pressions

L'ensemble formé par la table-support, la cloche et la pompe à air («à vide») de l'école, la où les mini-pompes MF 1302 15543 et le manomètre MF 2600 58624 constitue le matériel de base pour l'étude de la pression atmosphérique et des «basses» pressions. En ajoutant à ce dispositif de base divers accessoires (*Collection pour l'étude des basses pressions* du Centre technique et pédagogique), il est possible de réaliser, devant des élèves, un grand nombre (plus d'une quinzaine) de démonstrations. Il va de soi que cet ensemble d'expériences magistrales constitue une réserve, dans laquelle le professeur pourra puiser à son gré, selon ses idées, ses goûts et le temps dont il dispose.

On nous permettra, au sujet des manipulations en question, quelques conseils.

L'emploi du matériel à vide demande quelques précautions, liées, bien sûr, à la réalisation d'une nécessaire étanchéité des ensembles.

L'obligation d'effectuer, sous les yeux des élèves, une suite rapide de montages différents, qui utilisent des éléments communs, implique souvent des démontages et des remontages rapides, délicats et publics.

On trouvera ci-dessous l'énoncé de quelques suggestions et précautions, vraiment élémentaires.

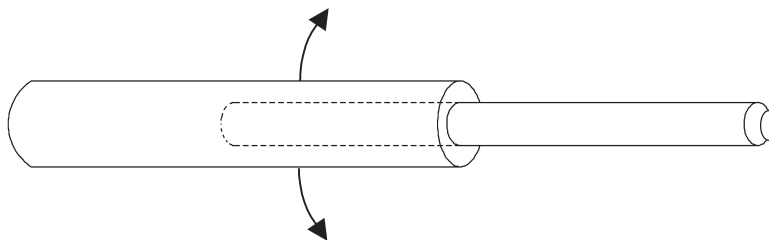
3.1. Les raccords entre tuyaux

- **Les raccords coniques métal-métal ou verre-métal**

Ils doivent être lubrifiés par un peu (très peu) d'une graisse spéciale, à faible tension de vapeur (graisse au caoutchouc de Ramsay, par exemple). Consulter le Centre technique et pédagogique.

- **Les raccords caoutchouc-métal ou plastique-métal**

Surtout pas de graisse ni de produit spécial facilitant le glissement. On engagera aisément les tuyaux en caoutchouc ou en matière plastique sur des tuyaux métalliques ou sur des raccords en matière plastique en les humectant d'un peu d'eau ou, beaucoup mieux, d'un peu de salive. Les démontages, souvent peu aisés, s'effectuent au mieux en pratiquant des mouvements latéraux du tuyau souple par rapport au tuyau rigide fixe.



- **Les raccords caoutchouc-caoutchouc, caoutchouc-plastique, plastique-plastique**

Nous ne saurions trop recommander l'usage des tronçons de tuyau en matière plastique, spécialement conçus pour cette utilisation. Ils figurent dans le catalogue du Centre technique et pédagogique (ou dans son supplément) sous les références:

CC 0432 25592 (8 mm - 8 mm) dit «gros - gros»;

CC 0432 36691 (8 mm - 4 mm) dit «gros - petit»;

CC 0432 25482 (4 mm - 4 mm) dit «petit - petit».

Ils sont simples, pratiques, solides et peu coûteux.

- **Les raccords verre-caoutchouc ou verre-plastique**

Faciles à réaliser, mais difficiles et dangereux à démonter, ils sont à éviter autant que possible. Les réserver aux montages fixes.

3.2. Les pompes

Les pompes de Gaede, généralement présentes dans les écoles, sont le plus souvent conçues pour fonctionner à des températures voisines de 60 °C, propices, entre autres, au dégazage de l'huile. Faire chauffer la pompe, en la faisant fonctionner, avant de l'utiliser pour les démonstrations n'est en général pas nécessaire si l'on se borne aux expériences élémentaires qui font l'objet de notre étude, élémentaire elle aussi, des «basses» pressions. En revanche, si la pompe a absorbé, en cours d'utilisation, des vapeurs susceptibles de polluer son huile (des vapeurs d'eau par exemple), il n'est pas inutile de la laisser tourner ensuite pendant quelques instants (environ 10 minutes), le lest d'air (s'il existe) étant ouvert.

Rappelons:

- qu'il convient de vidanger l'huile de la pompe et de la remplacer par de l'huile neuve tous les trois ou quatre ans environ;
- qu'il convient de vidanger et de nettoyer **d'urgence** la pompe si elle a été victime d'un incident [absorption d'eau liquide, absorption (ancienne!) de mercure, absorption d'objets divers (craie, crayons...)];
- qu'il convient de faire vérifier la pompe si elle «ne pompe plus» ou si elle «pompe mal». Le Centre technique et pédagogique peut se charger de ces divers travaux (mettre la pompe en «réparation», accompagnée d'un bon de commande). Le Centre technique et pédagogique peut également vous venir en aide si certains accessoires, essentiels ou non, sont manquants.

4. Mise en garde: emploi inapproprié de la table-support. Danger!

Le caractère isolant des pieds en matière plastique qui supportent la tablette de la table-support pourrait induire (sait-on jamais!) la tentation d'utiliser l'ensemble comme «tabouret électrique» et d'y jucher un être humain en vue de l'électriser (expérience un peu ancienne, mais cependant classique).

Inutile de dire, mais disons-le quand même, que la résistance mécanique de la table, dans son ensemble, la rend totalement inapte à un tel usage (et, **dans cette optique**, dangereuse).

À un autre point de vue, elle peut, cette fois en toute impunité, constituer un support pour une cage de Faraday de fabrication artisanale.