

## SUR LES PORTE - LUMIERES

*appliqués à la Lampe.*

P A R M. L A M B E R T.



**D**ans le Mémoire que je lus l'année passée sur quelques instrumens acoustiques, j'ai fait voir que la théorie des porte-voix, telle que je l'ai donnée, étoit également applicable à la lumière, parce qu'elle se fonde simplement sur la loi générale de la réflexion. Je n'enonçai cela alors qu'en termes généraux, & je me bornai à en indiquer quelques usages. Cela pouvoit suffire aux connoisseurs; mais je prévis néanmoins que je ferois bien d'entrer ensuite là-dessus dans quelque détail. J'en écrivis à M. Brander, célèbre Mécanicien d'Augsbourg, qui ne tarda pas à appliquer les porte-lumieres, c'est-à-dire, des miroirs coniques concaves tronqués, aux microscopes, pour éclairer les objets. Il me marqua encore que ces sortes de cones pouvoient être faits de fer blanc bien poli. J'en fis d'abord l'essai, en faisant faire un cone tronqué, dont la longueur étoit de 10 pouces, le diamètre de la grande ouverture de 2 $\frac{5}{8}$  pouces & celui de la petite ouverture de 4 $\frac{1}{4}$  lignes. Je fus charmé de voir qu'en tournant la grande ouverture vers le soleil, les rayons se condensaient & se réunissoient si bien vers la petite ouverture qu'un peu de mèche que j'appliquai à la petite ouverture, commença à s'allumer en deux minutes de tems. Et en appliquant la petite ouverture à la chandelle, ce cone porta la lumière assez loin pour que je pusse lire à la distance de 40 à 45 pieds.

Voyant donc que le fer blanc bien battu & bien poli pouvoit être employé pour ces sortes de cones, je me proposai d'en tirer avantage pour

Pl. I Fig. 1. renforcer la lumière de la lampe. Soit  $FH$  le plan de la table,  $FL$  l'élevation qu'on donne à la lumière de la lampe,  $ADCB$  le cone. Ce cone jettera les rayons de la lampe sur l'espace  $GH$ , déterminé par les côtés  $AD$ ,  $BC$  prolongés. Or il est bon de placer le cone en sorte qu'il soit  $FA = FG$ , afin de rendre l'angle d'émanation  $FAG$  égal à l'angle d'incidence  $FGA$ . Ensuite la hauteur  $AF$  n'étant que de 8, 10, ou tout au plus 12 pouces, on voit bien que le cone doit être plus court. Ainsi je fais l'axe  $EN$  de 5 pouces. Le diametre  $AB$  doit être égal à la hauteur de la flamme  $L$  & par conséquent de  $1\frac{1}{2}$  pouce. Ces deux déterminations suffisent pour trouver la figure du cone. Car soit  $M$  la pointe du cone, il doit être  $ME = NC = ND$ . Or comme il est

$$ME : EB = MN : NC$$

il est clair qu'en faisant

$$ME = NC = x$$

$$EN = 5$$

$$EB = \frac{3}{4}$$

on aura

$$x : \frac{3}{4} = (x + 5) : x$$

& ainsi

$$x = \frac{3 + \sqrt{249}}{8}$$

ce qui donne à très peu près

$$x = 2\frac{1}{3}$$

De là on obtient

$$CD = 4\frac{7}{8} \text{ pouces.}$$

$$MN = 7\frac{1}{3}$$

$$MC = 7\frac{2}{3}$$

$$MA = 2\frac{1}{2}$$

Voilà donc les dimensions du cone telles qu'elles seroient si le cone étoit appliqué perpendiculairement à la flamme de la lampe. Mais comme l'angle  $FAG$  doit être de 45 degrés, il vaudra mieux tronquer le cone sui-

vant la section verticale  $AK$ , afin d'intercepter d'autant plus de rayons de la lumière.

Il s'agit maintenant de voir comment le fer blanc doit être coupé afin qu'on en puisse former le cône tel que je viens de le décrire. Pour cet effet il faut se rappeler que la surface d'un cône étendue en plan est un secteur circulaire. Le rayon de ce secteur est  $\equiv MC$  de  $7\frac{2}{3}$  pouces, & le rayon du cône  $NC \equiv x$  est de  $2\frac{1}{3}$  pouces. Faisant donc

$$7\frac{2}{3} : 2\frac{1}{3} = 360^\circ : 109^\circ\frac{1}{2}$$

on aura l'angle du secteur circulaire  $\equiv 109\frac{1}{2}$  degrés. Ceci n'a point de difficulté. Mais la coupe du fer blanc pour la section verticale du cône  $AK$  demande une construction particulière. Je vais la donner dans sa grandeur naturelle.

Soit donc l'angle  $AMB$  de  $109\frac{1}{2}$  degrés, &  $MA$  de  $2\frac{1}{3}$  pouces  $\equiv MB$ ; on décrira l'arc de cercle  $ACB$ , & on le divisera en 360 parties comme en degrés. Il suffira de le diviser en 12 parties, dont chacune désigne 30 degrés. On fera ensuite  $MD \equiv MA$  &  $AD \equiv 1\frac{1}{2}$  pouce,  $AE \equiv \frac{1}{3}$  pouce, & la circonférence du cercle décrit sur  $AD$  sera égale à l'arc  $ACB$ . Qu'on fasse l'angle  $MDK \equiv 45^\circ$ , & la droite  $DK$  marquera la section qu'il faut donner au cône. Or l'arc  $ACB$  étant divisé en 12 parties, dont chacune représente 30 degrés, on considérera  $AD$  comme un diamètre & on portera de  $E$  vers  $A$  & vers  $D$  les sinus de 30 & de 60 degrés. Soit  $X$  le point qui répond au sinus de 30 degrés du côté  $D$ ; on tirera  $XM$ . Cette droite coupe la droite  $DK$  en  $Q$ . Tirant donc la droite  $SQR$  parallèle à  $DA$ , on portera  $SR$  de  $Q$  en  $T$ , & en faisant  $QV$  perpendiculaire à  $QM$ , on fera  $QV \equiv RT$ , &  $MV$  sera la longueur du cône qui répond au point  $Q$ . Or  $DX$  étant le *sinus versus* de  $60^\circ$  & par conséquent de deux parties de l'arc  $ACB$ , le point  $X$  répond au point  $Y$  de même qu'au point  $y$ . On fera donc  $MW \equiv Mw \equiv MV$ , & les points  $W, w$  se trouveront dans la courbe  $AWKwB$ , suivant laquelle le fer blanc doit être coupé, afin qu'étant plié en cône il aquire la section verticale  $DK$  de la seconde Figure, ou  $AK$  de la première Figure.

La raison de cette façon de construire se trouve assez facilement, lorsqu'on considère le triangle  $DM A$  comme la projection orthographique du cône. Le point  $Q$  représente un point du cône, dont l'élevation au dessus du plan de l'axe est  $= QV = TR$ , c'est à dire, égale au cosinus d'un angle, dont le sinus est  $QR$ , le rayon étant  $QT = SR$ .

S'il s'agissoit de déterminer chaque point  $W$  par le calcul, ce calcul méneroit assez loin. Il faudroit commencer par trouver l'angle  $DM A$  au moyen des côtés  $AD = 1\frac{1}{2}$  pouce, &  $DM = AM = 2\frac{1}{2}$  pouces. Ensuite, au moyen du côté  $DM$  & des angles  $DMK$  &  $MDK = 45^\circ$ , on chercheroit  $MK$ ,  $DK$ ; ou bien  $DP$ ,  $MP$  au moyen de  $DM$ ,  $DMP$ ,  $MDP$ . Ensuite, en prenant  $EX$  comme le sinus d'un angle quelconque, & en supposant le rayon  $= ED$ , il faudroit trouver l'angle  $XME$ , afin qu'au moyen de cet angle, de l'angle  $QPM$  & du côté  $PM$  on pût trouver  $MQ$ ,  $QR$ ,  $RS$ , & par-là enfin  $RT = QV$  &  $MV$ . Mais comme il s'agit ici d'un objet purement mécanique, on voit sans peine qu'on peut s'en tenir à la construction.

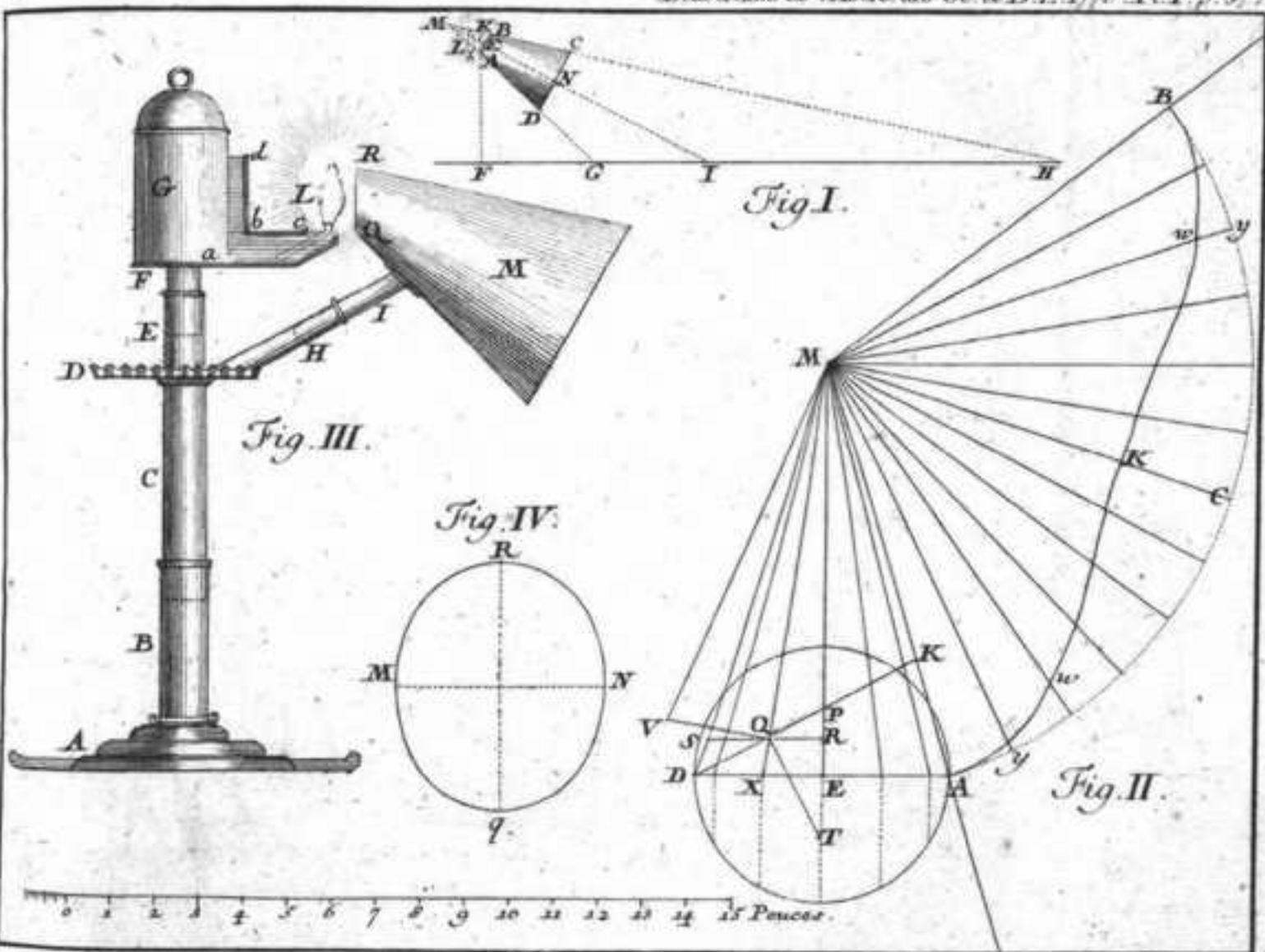
La Figure  $AMBKA$  est celle de la partie du fer blanc qui doit être coupée. Il faut donc supposer les côtés  $MA$ ,  $MB$  prolongés jusqu'à  $7\frac{2}{3}$  pouces, puisqu'avec ce rayon il faut du point  $M$  tirer un arc de cercle, qui sera tel qu'en pliant le fer blanc en cône il donne la grande ouverture indiquée par  $DC$  dans la première Figure. Voici maintenant la façon dont j'ai arrangé ma lampe.  $A$  est le pied, que le ferblantier m'a fait tout d'une pièce & qui est plombé en dedans.  $B$  est un tuyau cylindrique, dans lequel entre le tuyau  $C$ , pour qu'on puisse élever ou baisser la lampe suivant qu'on le juge à propos.  $D$  est une petite écuelle de fer blanc, destinée à recevoir l'huile si par hazard il en tombe quelque goutte, & pour y mettre des pincettes ou mouchettes.  $E$  est un autre tuyau qui reçoit le tuyau  $F$  & qu'on peut hausser ou baisser selon le besoin. Ce tuyau  $F$  porte le corps de la lampe  $G$ , qui est un cylindre, qu'on remplit d'huile. L'huile descend & sort par la petite ouverture  $a$  pour entretenir la flamme  $L$ , & à mesure qu'elle descend il entre par la même ouverture des bulles d'air pour remettre le tout en équilibre. L'é-

cuelle *D* porte encore le tuyau *H*, qui reçoit le tuyau *I*, lequel porte le cone *M*. On ajuste les tuyaux *F*, *E* de même que les tuyaux *H*, *I* en sorte que le cone en *QR* soit aussi près de la flamme qu'il se peut sans qu'il y entre de la fumée. Il faut encore que le tuyau *H* soit ajusté de façon que la coupe *QR* du cone soit verticale. Il y a en *dbc* un couvercle, qui a une charniere en *b* & une autre en *d*. Quand il s'agit de verser de l'huile dans la lampe, on la retire du tuyau *E*, on couche le cone *G* horizontalement en sorte que la partie *dbc* soit en haut, & en ouvrant le couvercle on verse l'huile dans la partie *db*, d'où en décollant elle entre dans le cone par l'ouverture *a*. La Figure est dessinée d'après l'échelle qui est au bas de la Planche. Il y a en *L* deux mèches éloignées l'une de l'autre en sorte que leur largeur de même que leur hauteur occupe autant qu'il est possible toute l'ouverture *QR*, qui fait une ellipse telle qu'on la voit dans la 4<sup>m</sup>e Figure en sa grandeur naturelle. Quant à l'usage de cette lampe, il exige certains petits soins qu'il est bon d'indiquer. D'abord donc il convient de remarquer qu'il en est du poli de la surface intérieure du cone *M* comme de celui des médailles. Il n'y faut point toucher. Aussi n'a-t-on pas besoin de le faire. S'il y tombe de la poussiere on peut l'ôter en y passant une plume. S'il y entre de la fumée, on peut encore l'ôter avec un linge, en employant si l'on veut de la craie pulvérisée. Mais, pour empêcher la fumée d'y entrer, il est bon que la lampe soit placée dans un endroit où l'air ne soit jamais fort agité. Si on veut la transporter on fera bien de retirer le cone du tuyau *H*, ou du moins de le tourner en sorte que la flamme n'y puisse point entrer.

Quand on veut se servir de cette lampe pour lire, pour écrire, pour dessiner ou pour quelque autre travail, il ne faut pas la placer droit devant soi, mais de côté, afin d'éviter le reflet de la lumiere, qui serviroit plutôt à éblouir qu'à voir clair, parce qu'au lieu de voir le papier ou l'objet, on ne verroit que la lumiere réfléchi. On peut se servir d'une seule mèche; mais il vaut mieux allumer les deux & les prendre moins grosses. On jouira d'une lumiere beaucoup plus égale. L'objet doit être placé entre *G I* pour être le mieux éclairé. J'entens qu'il soit horizontal, car autrement on peut le placer bien au delà de *I*. Si on veut avoir plus de clarté, mais dans

un moindre espace, on approchera & on abaissera la lampe en enfonçant davantage le tuyau *C* dans le tuyau *B*. Au cas contraire, on hausse la lampe & on l'éloigne d'avantage. Je trouve l'effet tel que je le souhaite en donnant à la flamme un pied ou 13 pouces de hauteur & en la plaçant à 2 pieds de distance du papier, au bout de la table. Alors la table, quoique longue de 5 pieds, est très-bien & très-également éclairée.

L'augmentation de la clarté produite par le cone *M* feroit comme le carré de *AB* au carré de *DC*, & ainsi comme 1 à  $9\frac{2}{3}$ , si toute la lumière étoit réfléchie par le cone. Or la partie absorbée n'est pas fort considérable, parce que les angles d'incidence sont presque tous très-petits. C'est aussi ce que l'expérience m'a fait voir. En employant la méthode dont je me suis servi dans ma photométrie pour comparer la clarté d'une chandelle à celle de la pleine lune, j'ai trouvé que les deux mèches étant allumées, la lampe au moyen du cone produisoit la même clarté que si en ôtant le cone j'allumois 18 mèches égales. Aussi les personnes qui aiment à lire au lit peuvent placer cette lampe sur un guéridon assez élevé à 5 jusqu'à 8 pieds de distance du lit & voir bien clair sans courir aucun danger. J'ai encore essayé d'éclairer la rue, en plaçant la lampe avec son porte-lumière à une fenêtre élevée de 15 pieds au dessus de la rue. L'effet en a été qu'à une distance de 60 pieds on voyoit chaque brin de paille, on se reconnoissoit mieux qu'au clair de la lune, & on pouvoit lire à une distance de 35 à 40 pieds, de sorte qu'il faudroit peu de ces porte-lumières placés des deux côtés d'une rue & dirigés en forme de diagonales, pour éclairer la rue beaucoup mieux que ne le fait la pleine lune. Mais pour produire cet effet il est bon de placer les porte-lumières tout au moins à une hauteur de 15 ou 18 pieds au dessus de la rue, afin d'éviter les petits angles d'incidence qui nuisent à la clarté. Il faudroit encore les enfermer dans des lanternes faites exprès. On peut sans difficulté appliquer trois ou même quatre cones à une même flamme. Et si dans ce dernier cas on veut renforcer la clarté, on pourra allumer quatre mèches placées en carré, en sorte qu'un même cone intercepte les rayons de deux de ces mèches.



Tout ce que je viens de dire regarde les cas où l'on veut éclairer les objets inférieurs. Il y en a d'autres où l'on a besoin de diriger les rayons de bas en haut. Il est clair qu'alors il faut tourner le cone en sorte que le point *R* soit en bas & le point *Q* en haut. Mais lorsqu'il s'agit de diriger les rayons horizontalement, il vaut mieux que le cone soit tronqué suivant *AB* perpendiculaire à l'axe. Enfin on n'est pas nécessairement astreint à l'angle *DMC*; on peut le faire plus ou moins grand suivant qu'on veut répandre ou resserrer les rayons que le cone intercepte. La règle est toujours la même, c'est que la longueur de la partie tronquée *MA* doit toujours être égale au demi-diamètre *DN* de la grande ouverture.

Fig. 3.

Fig. 1.

