

## CHAPITRE II.

### APPAREILS D'OPTIQUE.

#### Chambre noire.

**296.** On a utilisé les images d'optique dans deux instruments fort utiles pour la Perspective : la *Chambre noire* et la *Chambre claire*.

Quand un point matériel est vu par réflexion ou par réfraction, sa position paraît modifiée ; on peut supposer que ce n'est pas le point lui-même que l'on voit, mais son image, point fictif d'où divergent les directions des rayons qui arrivent à l'œil. L'image est *réelle* quand les rayons en viennent véritablement ; elle est dite virtuelle quand ce sont leurs prolongements qui y concourent, comme cela a lieu dans le cas des miroirs (art. 178).

Une image réelle peut être reçue sur un tableau, puis vue de différents endroits, car elle a alors une existence propre ; mais, à moins que l'objet ne soit lumineux par lui-même, l'image est peu apparente, et on ne la voit d'une manière nette que dans une enceinte obscure. C'est sur ce principe des images réelles, bien connu par l'application qui en est faite dans la lanterne magique, qu'est fondée la Chambre noire de Porta.

**297.** Cet appareil, dans sa construction la plus simple, consiste en

un seul verre convergent  $ll'$  (fig. 228) placé dans l'ouverture du volet d'une chambre complètement fermée. Tous les points compris dans le cône  $abc$  qui forme le champ de l'instrument, ont des images réelles à des distances plus ou moins grandes dans l'intérieur de la chambre, mais pour des objets éloignés les différences sont petites, et on obtient une image générale sensiblement plate, qui peut être reçue sur une planchette  $a'c'$ .

Cette image est renversée, c'est-à-dire symétrique d'une perspective véritable des objets. Pour la redresser, et lui donner une position où l'on puisse la calquer commodément, on place ordinairement un miroir en dehors, et en avant de la lentille (fig. 229). En faisant tourner le miroir, et en l'inclinant plus ou moins, on peut amener sur la planchette les images des divers objets extérieurs. On parvient au même résultat en remplaçant la lentille et le miroir par un prisme ménisque dont la base fait l'office de réflecteur, tandis que les faces courbes réfractent les rayons comme une lentille convergente. On fixe le prisme ou la lentille à un tube mobile dans une douille, de manière qu'on puisse amener le foyer sur la planchette, et donner à l'image toute la netteté possible.

Il faut quelque habitude pour calquer une vue dans une Chambre noire disposée comme nous venons de le dire, parce que le crayon arrête les rayons. Pour remédier à cet inconvénient, on a fait des appareils dans lesquels l'image se dépose sur la face inférieure d'une plaque de verre dépoli. On en aura une idée en supposant qu'on retourne sens dessus dessous la Chambre noire de la figure 229. On calque facilement l'image sur la face supérieure de la plaque : mais, comme on la voit à travers une feuille de papier et un verre, elle est souvent peu apparente.

Quelle que soit la disposition adoptée, il faut intercepter par des tubes ou des diaphragmes les rayons extérieurs qui nuiraient à la netteté de l'image.



Dans ces dernières années, on a apporté quelques modifications aux Chambres noires, pour les rendre d'un usage commode en photographie; nous n'avons pas à nous occuper de ce sujet.

**298.** Dans une Chambre noire le champ de la vision est de 30 à 35 degrés, mais les parties du dessin éloignées du point principal de la perspective sont un peu altérées. Généralement on réduit le champ à un seizième de l'horizon; la distance est alors égale à deux fois et demie la largeur du dessin, proportion qui est très-convenable, comme nous l'avons vu.

La distance principale est la perpendiculaire abaissée du centre optique de la lentille sur la planchette; elle diffère peu de la distance focale, et par conséquent elle reste à peu près constante pour une même lentille, mais, comme on peut donner plus ou moins de largeur au dessin, la distance relative varie entre certaines limites.

#### Chambre claire.

**299.** La Chambre claire a été inventée par Wollaston, en 1804.

Quand on regarde sous de certaines incidences dans une glace à faces parallèles, on voit en même temps, par réfraction, les objets situés au delà, et par réflexion certains objets situés en decà. Plaçant derrière la glace une feuille de papier sur une planchette, on peut y calquer l'image des objets par réflexion.

Si le spectateur met son œil en  $O$  (fig. 224), il verra un objet  $A_1C_1$  en  $AC$ , au delà de la planchette  $TT'$  par la réflexion de la glace  $mn$ . Le calque qu'il pourra faire sera un dessin symétrique de la perspective de l'objet, prise d'un point de vue  $O_1$ , sur un tableau qui serait placé en  $T_1T'_1$ . L'image étant virtuelle n'est contrariée ni par la planchette, ni par le crayon ou la main du dessinateur.

La figure 224 ne fait pas ressortir la symétrie, parce que l'objet repré-

senté est une simple ligne; mais la disposition des images par réflexion est tellement connue, que nous croyons inutile d'insister sur ce point.

**300.** Supposons maintenant que l'on emploie deux glaces  $mn$  et  $nr$  (fig. 225). Si l'on détermine un point  $O_1$  symétrique par rapport à  $mn$  du centre  $O$  du cristallin, et un point  $O_2$  symétrique de  $O_1$  par rapport à  $nr$ , l'effet des deux réflexions successives sera de réunir au point  $O$  les rayons qui convergeaient vers  $O_2$ . Le cône perspectif de l'image  $A_1C_1$ , vue de  $O_1$  est symétrique des cônes perspectifs de l'objet  $A_2C_2$  vu de  $O_2$ , et de l'image  $AC$  vue de  $O$  : ces deux derniers sont donc identiques.

Considérons un rayon brisé  $C_2eiO$  situé dans un plan perpendiculaire aux deux miroirs; nous aurons entre les angles des triangles  $nei$ ,  $qei$  les relations

$$nie + nei = 180^\circ - ine$$

$$qie + qei = 180^\circ - iqe.$$

D'après la loi de la réflexion, les angles contenus dans le premier membre de la seconde équation sont doubles de ceux du membre correspondant de la première; donc, si nous retranchons la seconde équation du double de la première, nous aurons

$$180^\circ - 2.ine. + iqe = 0.$$

L'angle  $iqe$ , qui mesure la déviation du rayon considéré, ne dépend donc de l'angle des miroirs; il est droit quand les miroirs sont inclinés l'un sur l'autre de  $135^\circ$  : tous les rayons situés dans le plan de la figure se trouvant alors déviés à angle droit, l'image calquée sur une planchette horizontale  $TT'$  sera exactement la perspective de l'objet, prise du point  $O_2$ , sur un plan vertical  $T_2T'_2$ .



Les circonstances ne sont pas les mêmes dans le cas de la figure 224 ; le rayon d'un seul point  $B_1$  est dévié à angle droit, et le tableau fictif  $T_1T'_1$  doit être supposé dans une position symétrique de la planchette par rapport à la glace.

**301.** Dans les dispositions que nous venons d'indiquer, l'image manque généralement de netteté, parce qu'il se produit une réflexion à chaque face des lames de verre, et qu'il y a des réfractions qui affaiblissent la lumière. Le moyen le meilleur et le plus employé de remédier à ces inconvénients, consiste à remplacer les glaces par un prisme ayant un angle de  $135^\circ$ , deux de  $67^\circ 30'$ , et le quatrième de  $90^\circ$  (fig. 225 bis). Le cône perspectif rencontre les faces inclinées sous des incidences qui déterminent des réflexions totales, mais on ne peut plus voir la planchette par réfraction : il faut placer l'œil au-dessus de l'arête  $u$ , de manière qu'il reçoive des demi-faisceaux, les uns réfléchis venant de l'objet, les autres directs venant de la planchette. Ces demi-faisceaux suffisent pour faire voir distinctement l'objet et le dessin ; mais il faut un peu d'habitude pour maintenir son œil exactement sur l'arête.

Les différents rayons qui forment le cône perspectif subissent deux réfractions : l'une, à la face d'incidence, l'autre, lorsqu'ils ont été déviés à angle droit, à la face d'émergence. Les choses se passent comme si le cône, sans éprouver de réflexion, traversait une glace dont les faces fussent parallèles, c'est-à-dire que les effets des deux réfractions se détruisent.

Le prisme est placé dans une monture qui forme diaphragme à la face supérieure, n'en laissant apparente qu'une très-petite partie voisine de l'arête. La position de l'œil dans le sens de la longueur du prisme, se trouve ainsi déterminée d'une manière précise.

**302.** L'image virtuelle  $AC$  (fig. 225), et la planchette  $TT'$  sont à des distances très-différentes du prisme ; il en résulte que l'œil éprouve de la fatigue à les regarder fixement à la fois, et que le plus petit dépla-

ement du spectateur altère le dessin, car l'image est immobile dans l'espace, et, malgré le diaphragme, l'œil peut encore s'éloigner un peu sans cesser de voir l'objet et la planchette.

Pour remédier à ce double inconvénient, les chambres claires sont généralement pourvues d'une lentille bi-concave qui, placée devant la face d'incidence, rapproche l'image : quand elle se trouve précisément sur la planchette, le déplacement de l'œil n'altère plus le dessin.

Wollaston a proposé de remplacer la lentille par une simple calotte sphérique creusée sur la face supérieure du prisme. M. Laussédât a montré qu'il convenait de placer le centre de la calotte sur l'arête; il donne au rayon de la sphère une grandeur de 15 centimètres qui, d'après la puissance réfractive du verre, convient pour amener à la distance de 30 centimètres l'image d'un objet éloigné. Le prisme doit être élevé à cette hauteur au-dessus de la planchette; si son support peut être allongé, il faut, dans chaque cas, lui donner la longueur nécessaire pour que l'image des objets regardés soit exactement sur la feuille de dessin.

La figure 223, prise dans le mémoire de M. Laussédât, donne en vraie grandeur le plan et l'élévation du prisme *hémipériscopique* qu'il emploie. La figure 222 est une perspective cavalière un peu amplifiée. On voit sur la figure 221 la chambre claire établie au-dessus de la planchette.

**303.** Le champ horizontal d'une Chambre claire s'étend facilement à 60 degrés. Le champ vertical est indéfini, si le prisme est monté de manière à pouvoir tourner autour de l'arête  $u$  (fig. 225 *bis*); car la déviation du cône perspectif, qui ne dépend que de l'angle des faces réfléchissantes, reste la même pendant le mouvement de rotation du prisme, et l'image est fixe sur la planchette; seulement elle s'efface graduellement dans le bas, et se développe dans le haut, ou inversement.



En résumé, la Chambre claire a un champ total plus étendu qu'il n'est nécessaire dans la pratique.

Pour que le tracé ne fatigue pas la vue, il faut que l'image et le dessin aient à peu près le même éclat. On affaiblit en conséquence la lumière d'un côté ou de l'autre, en projetant de l'ombre sur la planchette, ou en plaçant des verres colorés devant le prisme.

**304.** La planchette et le prisme étant établis de niveau, on détermine le point principal par un fil à plomb, qui rase l'arête du prisme au milieu de la partie restée apparente dans la petite échancrure faite à la monture.

On a la distance principale en mesurant, avec une règle divisée, l'élévation de l'arête du prisme au-dessus de la planchette. On peut aussi opérer comme il est dit à l'article 292.

Le moyen le plus simple d'obtenir la ligne d'horizon consiste à prendre les perspectives de quelques droites verticales, et à leur mener une perpendiculaire du point principal : c'est ainsi qu'on opère pour le diagrafhe et pour la chambre noire ; mais comme le paysage ne présente pas toujours des droites verticales, et que l'emploi du fil à plomb peut être contrarié par l'agitation de l'air, nous indiquerons un moyen commode et exact décrit par M. Laussédât.

Supposons qu'on ait pris la perspective  $M$  d'un point  $m$  sur un tableau  $ab$  (fig. 226). Si ce point parcourait un cercle horizontal autour de la verticale du spectateur, sa perspective décrirait une courbe  $MmM_1$ , et, après s'être rapproché de la ligne d'horizon, reviendrait à sa hauteur primitive et à la même distance de la verticale  $pr$ , quand le point  $m$  serait parvenu à une position  $m_1$  symétrique de  $m$ .

On ne peut pas faire mouvoir le point que l'on vise, mais on obtient le même résultat graphique, en faisant tourner horizontalement la planchette ; elle entraîne avec elle la Chambre claire, et on voit le point visé décrire une courbe, et couper successivement en deux points  $M$  et  $M_1$  un arc de cercle qu'on a eu soin de tracer du point principal

comme centre, avec un rayon d'une grandeur suffisante. La droite **MM**, est parallèle à la ligne d'horizon.

On voit sur la planchette de la figure **221** la ligne d'horizon, les arcs de cercle qui ont servi à la déterminer, et les courbes décrites dans le mouvement de rotation par les images des points considérés.

