

RETROPROJECTION :

L'OPERATION INVERSE DE LA VISION

animé par : Rémi BELLOEIL

L'oeil reçoit les rayons lumineux tandis que le rétroprojecteur en envoie. Ces rayons forment un cône de sommet O.

Mais où se trouve ce point O ? Derrière le miroir du rétroprojecteur bien sûr, mais à quelle distance ?

Sur ou tout près du miroir ?

A une distance égale à celle du miroir à la vitre ?

Ou du miroir à la lampe ?

Cette première question est résolue avec les participants -voir (1)- puis la photographie d'un immeuble (2) est projetée. Cet immeuble est présenté de biais, autrement dit la face visible n'est ni perpendiculaire ni parallèle à l'axe de la prise de vue. Nous y voyons certaines lignes représentant manifestement une direction horizontale. Lorsque nous prolongeons les droites sur le transparent, nous constatons qu'elles convergent. La question centrale de l'atelier est de savoir à quoi correspond le point de concours appelé aussi le point de fuite de cette direction.

Lorsque la photographie a été prise, chaque point visible a été projeté sur le négatif, comme si on avait dessiné sur une vitre ce que l'on voyait de ce point de vue. Imaginons que nous disposions

d'une maquette plaquée contre l'écran de sorte que la lumière projetée restitue chaque point original sur cette maquette et que son ombre coïncide avec l'image qui apparaît sur l'écran. L'immeuble représenté par la photographie et la maquette (virtuelle) se déduisent l'un de l'autre par une homothétie de centre O. Nous allons retrouver la direction sur la maquette des lignes correspondant à des droites horizontales. Pour cela, nous utilisons une équerre dont nous plaçons un côté verticalement et le sommet de l'angle droit sur un point d'une de ces lignes (3). Ensuite nous tournons l'équerre, en laissant son côté vertical fixe, jusqu'à ce que l'ombre du bord horizontal se superpose à la ligne visible à l'écran. Le bord horizontal nous donne alors la direction "sur la maquette" de la ligne de l'écran. En effet, le bord de l'équerre et le segment correspondant "sur la maquette" se déduisent l'un de l'autre par une homothétie de centre O et, donc, ont la même direction. Nous observons que la droite portée par le bord horizontal de l'équerre ne passe pas par O.

Nous pouvons faire apparaître le plan qui contient la ligne de



Référence : (1),
(2) et (3) voir
fin du texte.

l'écran, celle "de la maquette" et l'origine des rayons lumineux. Pour cela, nous utilisons une feuille de papier calque où nous avons découpé la ligne concernée et que nous posons sur le transparent. Si la pièce est obscurcie et un peu poussiéreuse ou enfumée -ce qui n'était pas le cas à Lille- le plan va apparaître comme une plage de lumière dans l'espace.

Mais alors à quoi correspond le point de fuite ?

Un participant fait remarquer que deux plans (non parallèles) se coupent selon une droite et que le point de fuite est l'intersection de cette droite avec l'écran. Très bien.

Mais pourquoi tous les couples de plans ont-ils la même intersection ?

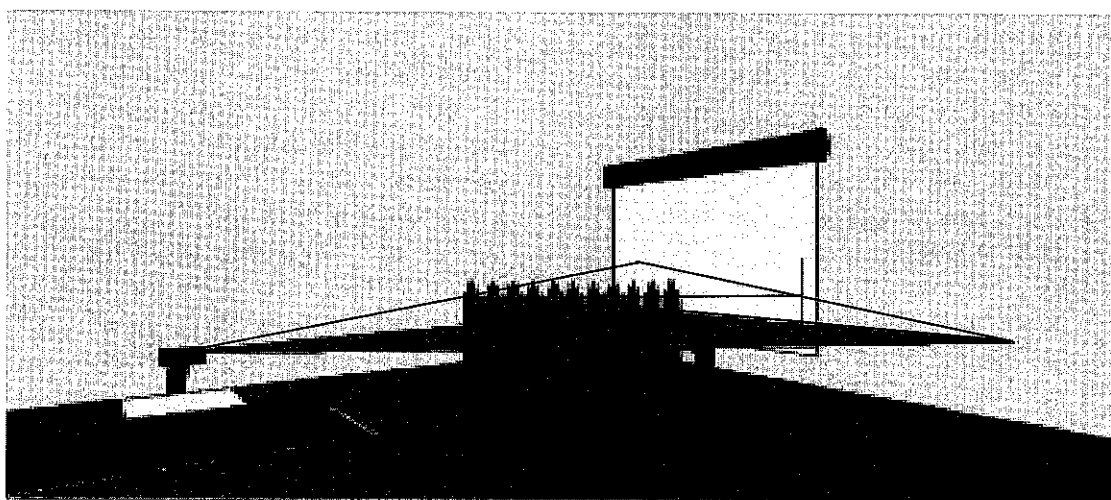
Quelle est cette droite particulière ?

Après quelques instants, la réponse est donnée, tous les plans passent par le sommet du cône lumineux et possèdent une droite horizontale de direction fixée, ils possèdent donc tous la droite qui passe par ce point et qui a cette direction. Finalement, le point de fuite d'une direction est

le point d'intersection entre l'écran et la droite qui a cette direction et qui passe par le sommet O du cône lumineux (ou l'oeil de l'observateur lors de la prise de vue). Ceci est illustré par la figure ci-après où nous voyons le rétro-projecteur, l'écran et une barrière en bois qui joue le rôle de la maquette.

Nous notons que lorsque l'on regarde au travers d'une vitre, les rayons lumineux issus d'un même point qui rejoignent chacun des deux yeux ne franchissent pas la vitre exactement au même point.

Ainsi les images vues par les deux yeux ne sont pas identiques. C'est en redistribuant chaque image à chaque oeil que l'on peut donner l'impression de relief. Les participants le constatent grâce à un dispositif (appareil photo et loupe double) que l'on peut acheter à la Cité des Sciences à Paris. N'oublions pas cependant que c'est le cerveau qui interprète les signaux lumineux et qui s'adapte à la vision de chacun (la déficience d'un oeil peut être compensée par un déplacement de l'oeil valide).



L'atelier se termine par la présentation de deux activités :

La première conduit les participants à réaliser *une image en perspective conique* à partir d'une vue de face et d'une vue du côté droit, accompagnée d'une vue en perspective cavalière pour faciliter la lecture et lever toute ambiguïté du dessin. Il me semble souhaitable que les élèves connaissent la *perspective cavalière* avant d'étudier la perspective conique. C'est le rôle de la **deuxième** activité, qui sera donc réalisée avec les élèves avant la première et est seulement distribuée aux participants.

DESSIN EN PERSPECTIVE CONIQUE

Un observateur regarde un bâtiment à travers une vitre plane. On imagine de peindre sur cette vitre un poster qui se superpose exactement avec ce que voit l'observateur.

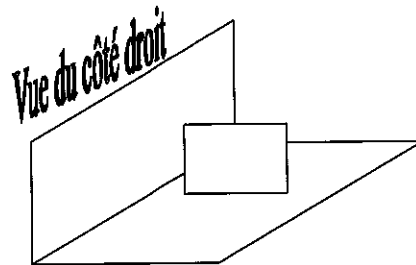
Vous allez reproduire ce poster en utilisant la vue de dessus et la vue du côté droit qui vous sont fournies : cf. page 18.

Il s'agit de construire les points $a_2, b_2, e_2, f_2, c_2, d_2, a_0, b_0, e_0, f_0, c_0, d_0$ qui sont les intersections du plan de projection avec les droites issues du point OE -qui correspond à l'œil de l'observateur- et passant respectivement par $A_2, B_2, E_2, F_2, C_2, D_2, A_0, B_0, E_0, F_0, C_0, D_0$.

Cette construction sera réalisée sur un rectangle de 6 cm sur 12 cm représentant la vitre. Sur les deux vues figure la trace de la vitre représentée chaque fois par un

segment, et le point OE.

On peut placer la vue de dessus sur la table et la vue de côté verticalement à gauche, le rectangle est alors dans un plan perpendiculaire aux deux feuilles. Les deux vues apparaissent comme les ombres portées sur des murs par le bâtiment éclairé par deux projecteurs éloignés.



Vue du dessus



1) Construction du point a_2 , à partir des vues de droite et de dessus qui sont fournies.

Sur la *vue du dessus*, la projection de la droite issue du point OE qui passe par A_2 coupe le segment qui représente la vitre en a'_2 .

Mettre le grand bord du rectangle-poster le long de ce segment et reporter le point a'_2 sur ce bord.

Sur la *vue du côté droit*, la projection de la droite issue du point OE qui passe par A_2 coupe le segment qui représente la vitre en a''_2 .

Mettre le petit bord du rectangle-poster le long de ce segment et reporter le point a''_2 sur ce bord.

Sur le rectangle, les perpendiculaires aux bords qui passent par a'_2 et a''_2 se coupent en a_2 .

2) Poursuivre ainsi la construction des autres points visibles depuis la position OE, et relier les sommets de façon à faire apparaître le dessin en perspective du bâtiment.

3) Dans l'espace, certaines distances sont égales, les distances correspondantes sur le plan de projection le sont-elles ?

$$a_2 b_2 = b_2 e_2 = e_2 f_2 ?$$

$$b_2 e_2 = c_2 d_2 ?$$

$$a_2 b_2 = a_0 b_0 ?$$

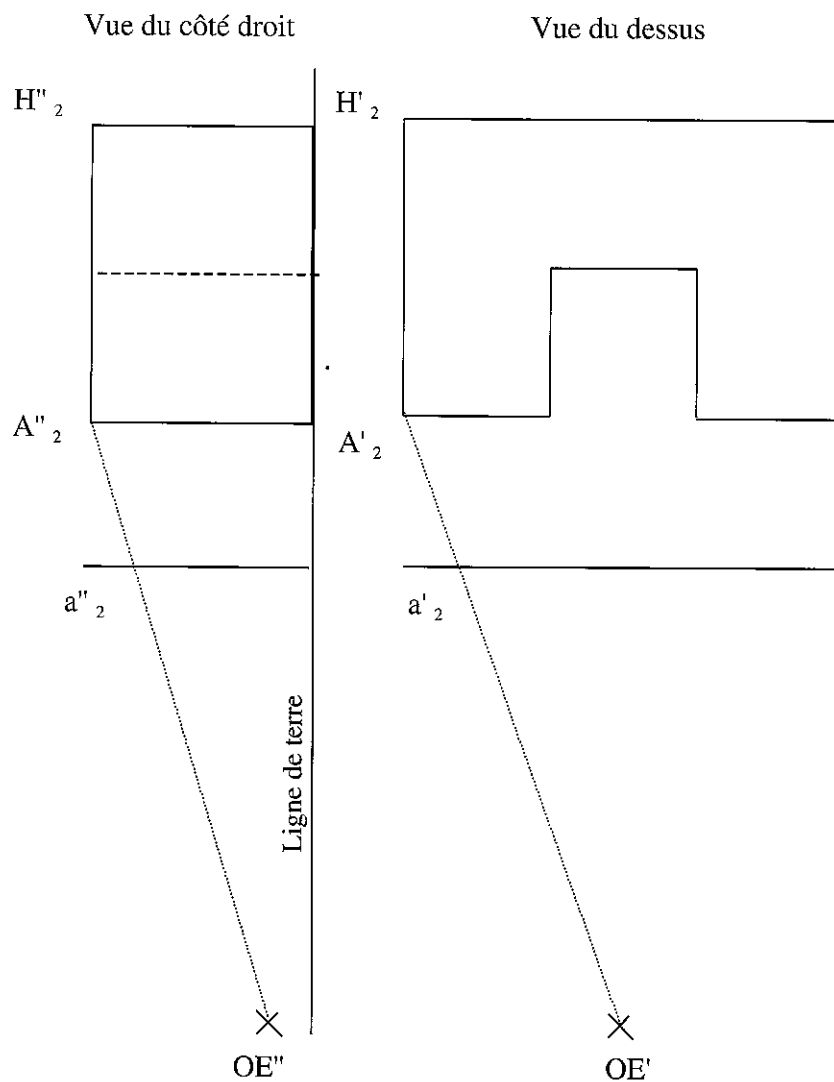
$$e_2 f_2 = e_0 f_0 ?$$

4) Dans l'espace, certaines droites sont parallèles, leurs représentations dans le plan de projection le sont-elles aussi ?

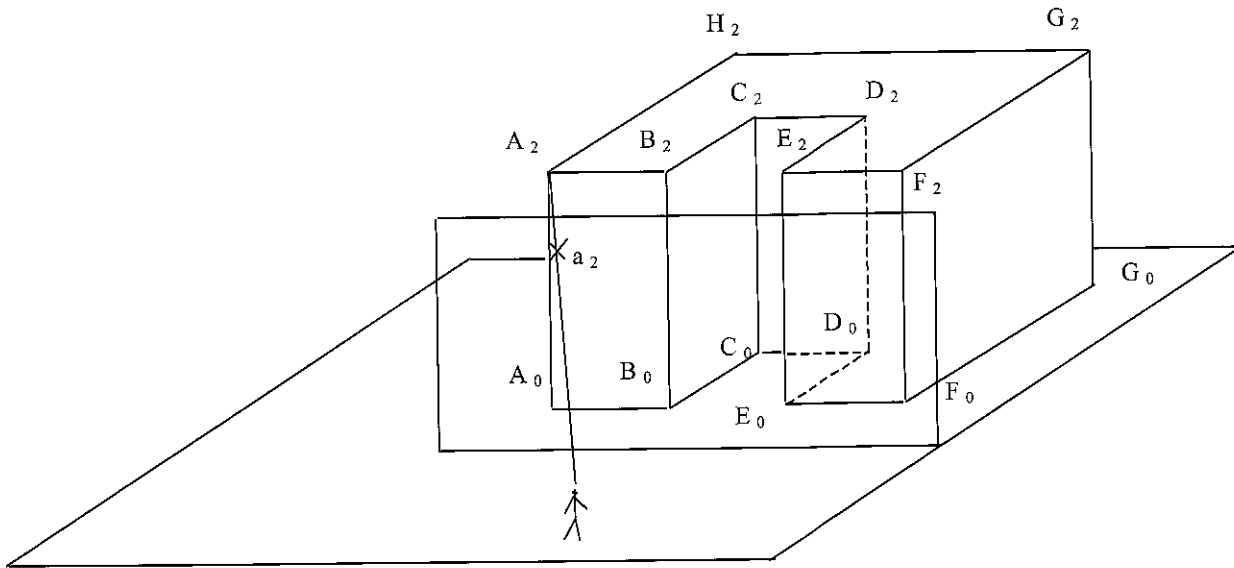
$$(a_2 b_2) \text{ et } (a_0 b_0) ?$$

$$(b_2 c_2) \text{ et } (e_2 d_2) ?$$

Les figures sont ici réduites.

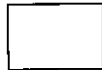


Vue en perspective cavalière.



REPRÉSENTATION D'UN BÂTIMENT CÉLÈBRE EN PERSPECTIVE CAVALIÈRE

Pour cette activité, utiliser une feuille à petits carreaux, que vous mettrez dans le sens de la largeur :



1) Placer le point origine dans le coin en bas à gauche, à 1 cm environ des bords.

L'unité sera 1 cm vers la droite pour le vecteur $\vec{i}$, 1 cm vers le haut pour le vecteur $\vec{k}$ et, sur le dessin, le vecteur $\vec{j}$ sera représenté par un vecteur égal à $\frac{1}{2}(\vec{i} + \vec{k})$

2) Tracer au crayon à papier sans appuyer, le parallélépipède rectangle dont les sommets ont pour coordonnées :

$$(0; 0; 0) (3; 0; 0) (3; 4; 0) \\ (0; 4; 0)$$

$$A(0; 0; 13) \quad B(3; 0; 13) \\ C(3; 4; 13) \quad D(0; 4; 13).$$

3) Tracer le parallélépipède image de celui-ci par la translation de vecteur $18\vec{i}$

4) Relier les deux parallélépipèdes par le parallélépipède dont les sommets ont pour coordonnées :

$$B(3; 0; 13) \quad (3; 1; 13) \\ (18; 1; 13) \quad (18; 0; 13) \\ (3; 0; 10) \quad (3; 1; 10) \\ (18; 1; 10) \quad (18; 0; 10).$$

Tracer l'image de ce parallélépipède par la translation de vecteur $3\vec{j}$ en ne faisant apparaître que les traits visibles.

5) Placer le point T tel que

$$\overrightarrow{AT} = 1,5\vec{i} + 2\vec{j} + 4\vec{k}$$

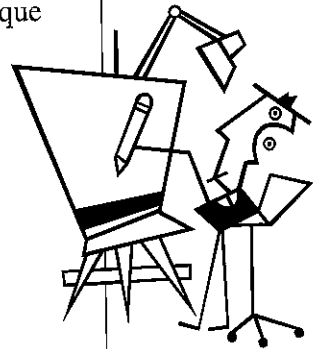
Tracer les segments

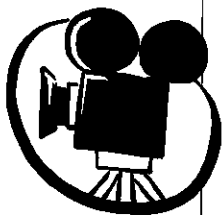
$$[AT], [BT], [CT] \text{ et } [DT].$$

6) Tracer le carré EFGH tel que

$$\overrightarrow{BE} = \vec{j}; \quad \overrightarrow{EF} = 2\vec{k};$$

$$\overrightarrow{FG} = 2\vec{j}; \quad \overrightarrow{CH} = -\vec{j}$$





7) Reconnaître une construction célèbre.

Compléter le dessin, effacer les traits cachés et, éventuellement, ajouter des détails et colorier.

Réponse :

Il s'agit de Tower Bridge.

RENOIS DE LA PAGE 15 :

(1) Sous la vitre du rétro projecteur se trouve une lentille de Fresnel qui fait converger les rayons lumineux vers la lentille située à proximité du miroir ; la taille de celui-ci montre que le cône est très réduit à cet endroit. Le centre du cône est donc très proche du miroir. On peut s'en assurer en déplaçant une feuille verticalement vers le miroir ; à la fin, le disque lumineux est extrêmement réduit.

(2) Il s'agissait d'une photo d'un immeuble de Rennes. Chacun peut réaliser sa propre photo, il suffit de demander au photographe un tirage sur transparent. Voici les précautions à prendre lors de la prise de vue et du choix de la photo :

- l'axe de la prise de vue doit être bien horizontal,
- la face visible du bâtiment ne doit pas être perpendiculaire à l'axe de la prise de vue, mais au contraire presque parallèle à cette direction, tout en occupant la plus grande partie de l'image,
- le bâtiment doit comporter des lignes horizontales claires ou blanches et aussi des lignes verticales, claires elles aussi si possible,

- les lignes horizontales devront être convergentes et les lignes verticales devront être parallèles sur la photographie.

(3) Le sommet de l'équerre ne doit pas être placé trop près du point de fuite, ni à l'autre extrémité de la ligne, pour que l'ombre de l'équerre ne soit pas trop petite et puisse se superposer avec une partie de la ligne. Autant que possible, il faut le placer à l'intersection de la ligne avec une verticale de l'image et mettre le deuxième côté de l'équerre le long de cette verticale.

