

CHAPITRE 1

DE L'EXISTENCE DES OMBRES

1. LES OBJETS ONT-ILS TOUJOURS UNE OMBRE ?

- **LES OMBRES LE JOUR**

Observons les ombres par temps couvert au jardin. L'herbe est verte, les troncs des arbres sont d'un brun variable, les feuilles de différents verts, un fauteuil d'un blanc cassé est quelque part abandonné. De quelque côté que l'on regarde, aucune ombre n'est visible.

Rentrons dans la maison. Il fait jour, il fait clair bien que le temps soit couvert. La situation est alors un peu différente. On perçoit, sur le parquet, l'ombre des pieds des chaises, des tables, et d'objets divers. Ces ombres sont peu marquées et a priori, leurs directions sont aléatoires. À y regarder de plus près pourtant, on s'aperçoit qu'en fait la direction de l'ombre de chaque objet dépend de la position de l'objet par rapport aux fenêtres. Il faut en fait considérer la fenêtre la plus proche de l'objet, c'est de cette fenêtre que provient la clarté du jour qui éclaire l'objet, et l'ombre de cet objet est dans la « direction » opposée.

Nous voici maintenant en ville. Le ciel est gris, menaçant. Les voitures sont grises, les piétons sont sombres. Ils se hâtent. Aucune ombre, nulle part.

Il a plu. Le sol est mouillé, les piétons sont désormais accompagnés, sur le sol brillant, d'une zone sombre gris foncé qui prolonge chaque personnage. Il en est de même pour les voitures. Que s'est-il passé ? Le sol mouillé, brillant, se comporte comme un miroir.

Retournons au jardin où il fait maintenant grand soleil. Les arbres ont un tout autre aspect. Leurs troncs ont des teintes allant du beige pâle au noir.

La partie tournée vers le Soleil est très claire, celle tournée de l'autre côté est sombre. Sur l'herbe, les troncs projettent leur ombre « portée », et le vert de l'herbe est plus sombre à cet endroit.

Rassemblons ces quelques observations.

Par temps gris, quand les objets sont éclairés de façon diffuse, c'est-à-dire quand l'éclairage des objets provient de toutes les directions du ciel de façon isotrope, il n'existe pas de zone qui serait moins éclairée. Les objets recevant le même éclairage de tous côtés, il n'existe pas non plus de zone qui serait plus sombre parce qu'étant moins éclairée. De ce fait, les objets n'ont pas d'ombre.

Par temps gris, mais à l'intérieur d'un bâtiment, l'éclairage semble encore isotrope mais il n'en est rien. La clarté du jour entre par les fenêtres, et c'est là que l'éclairage est le plus intense. Les objets sont mieux éclairés de leur côté tourné vers la fenêtre la plus proche, et moins éclairés du côté opposé puisque l'objet en question s'intercale et fait obstacle à l'éclairage plus avant dans la pièce. Derrière l'objet, là précisément où il fait obstacle, il existe une zone moins éclairée donc une ombre. Ces ombres sont peu prononcées, puisqu'il subsiste la clarté ambiante provenant des autres fenêtres. C'est la différence entre les éclairages qui est responsable des zones d'ombre. Si cette différence est minime, comme quand, par exemple, il y a un grand nombre de fenêtres d'orientations différentes, alors les ombres sont d'autant moins prononcées.

Par temps ensoleillé à l'extérieur, le phénomène d'ombre est plus visible. En effet le Soleil est une source de lumière très intense et les objets tournés dans sa direction sont vivement éclairés et paraissent d'autant plus clairs. Dans la direction opposée à celle du Soleil, l'objet observé ne reçoit que l'éclairage indirect dû à la clarté du jour, et paraît alors sombre. Et il paraît d'autant plus sombre que le Soleil est plus éclatant car le contraste entre les zones éclairées par le Soleil et les autres est alors d'autant plus grand.

- **LES OMBRES LA NUIT**

- Une pièce dans l'ombre**

- Nous sommes dans le salon, éclairé par la lumière venant du lustre. La porte est entrouverte, et la pièce à côté est plongée dans une semi-obscurité : elle est dans l'ombre, faute d'une source de lumière.

Pas d'ombre

Difficile sous nos contrées d'obtenir une obscurité totale à l'extérieur, même en pleine nature. Même par une nuit sans lune, l'éclairage nocturne des villes crée, à peu près partout, un halo lumineux.

Considérons, dans la campagne endormie la nuit, les formes sombres qu'on discerne à peine. La lumière ambiante est trop faible pour qu'il existe sur les objets des variations décelables d'éclairement.

Plus la nuit est sombre, moins les corps sont éclairés, moins il risque d'y avoir des ombres.

Un objet, une ombre

Plaçons-nous dans une pièce obscure, la nuit. Allumons une ampoule. La situation est alors très voisine de celle rencontrée au jardin ensoleillé. La source de lumière, c'est-à-dire l'ampoule, crée à la fois un éclairage ponctuel intense et un éclairage diffus dans toute la pièce. Le côté des objets tourné vers la source lumineuse reçoit donc plus d'éclairement que l'autre côté. Le côté tourné vers la source lumineuse est plus clair, l'autre côté est plus sombre, dans l'ombre.

Sur les murs, ou sur le sol, on peut discerner les ombres portées des objets, ceux-ci s'intercalant entre la lampe qui les éclaire, et le sol ou le mur.

Un objet, des ombres multiples

Imaginons un passant, qui se promène la nuit, dans une rue éclairée par des réverbères, de loin en loin. Les réverbères sont espacés, la rue n'est pas très éclairée. Le passant avance, et observe son ombre au sol. Il s'intercale à tout moment entre le réverbère et le sol, et sur le sol la zone moins éclairée du fait de cette interposition constitue son ombre portée. Au fur et à mesure qu'il se déplace, il peut observer cette ombre portée changer de dimension et de direction.

Son ombre portée ? Plutôt ses ombres, car chaque réverbère crée une ombre portée.

À sources multiples correspondent ombres multiples d'un même objet.

2. LES DIFFÉRENTES OMBRES

Il est d'usage de nommer différemment les ombres rencontrées.

- **OMBRE PROPRE**

On appelle *ombre propre* la zone d'un objet moins éclairée, ce défaut d'éclairage, on l'a vu, provenant essentiellement de ce que l'autre partie de ce même objet s'intercale sur le chemin de la lumière. Ainsi, l'ombre propre d'un objet est une partie de ce même objet.

- **OMBRE PORTÉE**

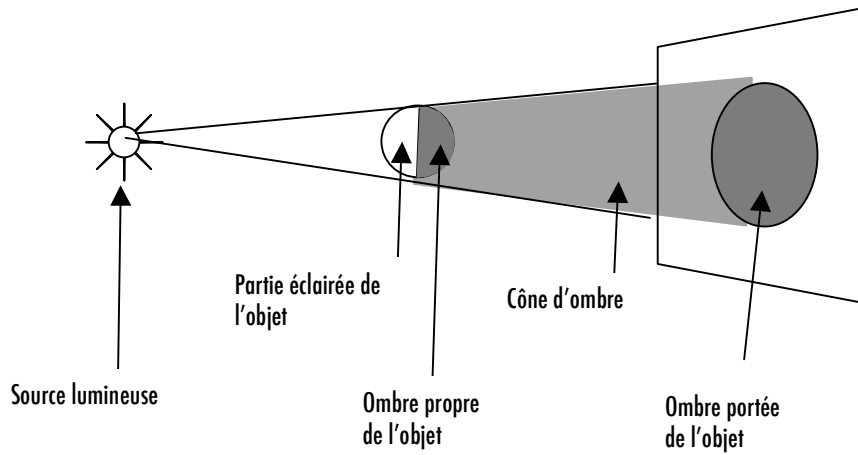
Si le défaut d'éclairage sur un objet provient de ce qu'un autre objet s'intercale sur le chemin de la lumière, on parle alors d'*ombre portée*. L'ombre portée d'un objet ne lui appartient pas, l'objet se situe entre la source de lumière et son ombre portée.

Pour qu'il y ait une ombre portée (sous-entendu d'un premier objet sur un deuxième objet), la présence de ces deux objets est nécessaire, et la forme et les autres caractéristiques de l'ombre portée du premier objet sur le deuxième dépendent, nous le verrons, non seulement du premier mais aussi du deuxième objet.

- **CÔNE D'OMBRE**

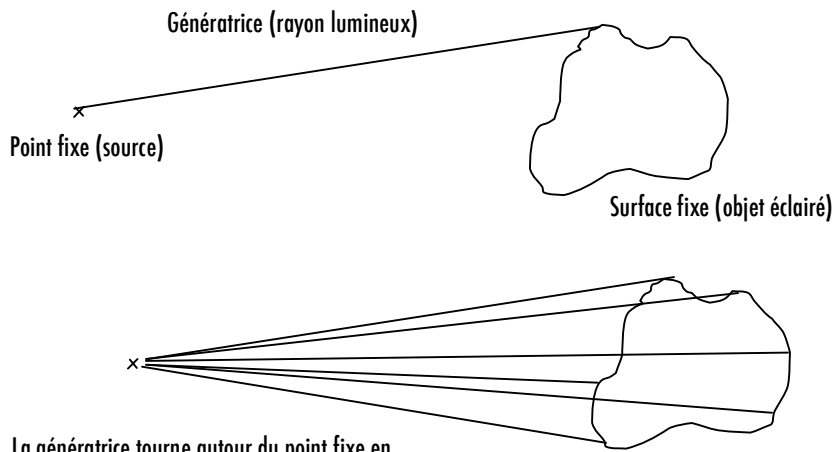
L'objet qui s'intercale sur le chemin de la lumière a donc une partie dans l'ombre (son ombre propre), mais aussi, du fait qu'il fait obstacle à la lumière, il crée « derrière » lui une zone sombre, zone qui atteindra éventuellement un autre objet (en créant l'ombre portée). Cette zone de l'espace moins ou pas éclairée porte le nom de « cône d'ombre » (sous-entendu cône d'ombre de l'objet éclairé).

Dans le cône d'ombre, il peut y avoir la présence d'objets ou non. S'il y a différents objets, la rencontre du cône d'ombre et de ces objets dessinera des ombres portées.



Ombres propre, portée, cône d'ombre

Le terme de « cône » fait directement référence au cas particulier où l'objet éclairé a une forme sphérique (par exemple la Terre éclairée par le Soleil), mais on peut l'étendre à tout type d'objets de différentes formes. En effet, en mathématiques, un cône est engendré par une *génératrice* qui tourne en passant par un point fixe, en décrivant une courbe donnée. En optique, le point fixe est la source de lumière, les rayons sont les génératrices, la courbe est l'objet éclairé, de forme quelconque.



Un cône

3. DE L'OMBRE ET DE LA PÉNOMBRE

- **LA PÉNOMBRE**

Qu'est ce que la pénombre, par rapport à l'ombre ?

On entend par *pénombre*, dit le dictionnaire, « *l'état d'une surface incomplètement éclairée par un corps lumineux dont un corps opaque intercepte en partie les rayons* ».

Dire que la surface est incomplètement éclairée signifie tout d'abord qu'elle est éclairée : la pénombre est différente de l'obscurité, et l'objet dans la pénombre reçoit de la lumière.

Mais l'objet ne reçoit pas toute la lumière que la source émet dans sa direction, du fait de cet obstacle qui s'interpose entre la source et l'objet.

- **LA PÉNOMBRE LE JOUR**

L'ombre étant définie comme « *la zone sombre due à l'absence de lumière ou à l'interception de lumière par un corps opaque* », on peut donc dire qu'en plein jour, L'OMBRE DES OBJETS EST DANS LA PÉNOMBRE puisqu'il y a toujours a priori une partie de la clarté du jour qui parvient soit à la partie de l'objet dans l'ombre, soit à l'ombre portée, soit au cône d'ombre.

Ainsi l'ombre des objets en plein jour sera-t-elle dans une pénombre plus ou moins prononcée, c'est-à-dire que cette ombre sera plus ou moins sombre, selon le pourcentage plus ou moins grand de lumière du jour qui lui parviendra.

- **LA PÉNOMBRE LA NUIT**

Qu'en est-il la nuit, ou dans une pièce plongée dans l'obscurité ?

On considère une source de lumière dans une campagne ou dans une pièce obscures.

Si la source de lumière éclaire dans toutes les directions, un objet plongé dans cet environnement recevra donc de la lumière de toutes les directions, y compris de la direction opposée à la source, et sa partie dans l'ombre sera un peu, voire très peu, éclairée, donc sera dans une certaine pénombre.

Imaginons maintenant que la source soit dans un boîtier et que la lumière ne puisse sortir que par un petit orifice (pensons par exemple à une lampe torche). On a en quelque sorte *diaphragmé* le faisceau de lumière issu de la source, de sorte qu'au lieu de rayonner dans toutes les directions, il se cantonne à un cône de lumière. Si on interpose alors sur le chemin de ce

cône de lumière, un objet suffisamment étendu pour couper toute la section du cône, il n'y aura plus aucune lumière derrière l'objet. Il n'y aura en effet aucun rayon de lumière issu de la source puisque l'objet intercepte tous ces rayons, et il n'y aura aucun éclairage ambiant issu de la source puisqu'elle a été diaphragmée. Ainsi l'ombre propre de l'objet sera-t-elle dans l'obscurité, de même que son cône d'ombre et que son ombre portée sur un écran derrière l'objet.

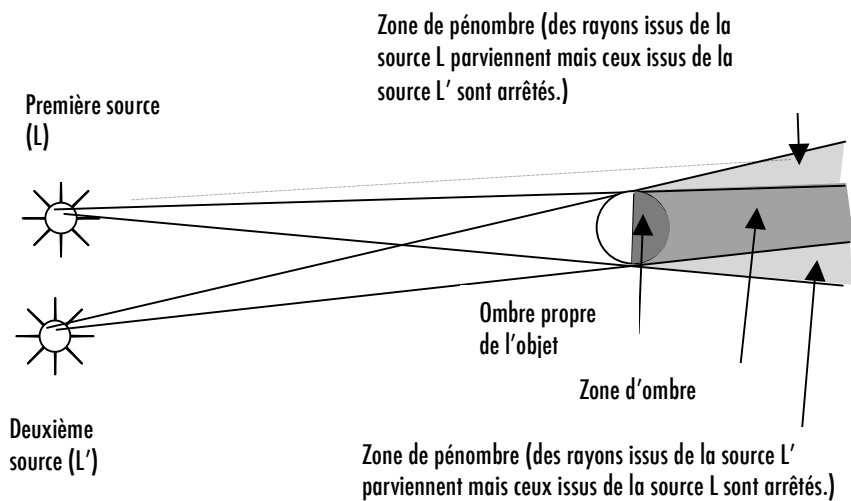
On s'aperçoit qu'il n'est pas si facile d'avoir une ombre tout à fait obscure...

- **LES SOURCES PONCTUELLES, MULTIPLES ET DIFFUSES**

Une lampe torche peut être considérée comme une source ponctuelle (une toute petite sphère lumineuse) diaphragmée pour émettre un faisceau de lumière conique.

Que se passe-t-il si on éclaire un objet avec deux lampes torches légèrement écartées l'une de l'autre ?

Chacune des deux lampes éclairera une partie de l'objet et laissera dans l'ombre une autre partie de l'objet. On pourra alors considérer plusieurs zones sur l'objet : une première zone éclairée par les deux sources, une autre zone éclairée par une seule des deux sources et une zone non éclairée. La première zone est dans la lumière, la deuxième dans la pénombre (plus ou moins prononcée), la troisième dans l'obscurité.



Zones d'ombre et de pénombre

Quant au cas des sources diffuses, telles que la clarté du jour, une quelconque ampoule ou un tube luminescent, on a vu qu'ils occasionnaient obligatoirement des zones de pénombre.

4. DE LA VISION DES OBJETS

- **CE QUE DISAIT GALILÉE**

Pourquoi, comment voyons-nous les objets ?

Il peut être intéressant de se référer au grand Galilée, le premier à avoir introduit la méthode scientifique : il observe, puis déduit de ses observations des propriétés scientifiques.

Dans son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Galilée étudie la façon dont les corps réfléchissent la lumière et dont ils sont vus.

Il fait une série d'observations.

Il note tout d'abord qu'une substance entièrement transparente est totalement invisible. Puis il étudie les surfaces opaques, qui réfléchissent la lumière. Il fait les constatations suivantes.

De deux réflexions, l'une plus lumineuse, l'autre moins lumineuse, nous arrivant de deux surfaces situées en face de nous, c'est celle qui réfléchit le plus vivement la lumière qui nous paraîtra la plus claire.

On observe successivement un mur éclairé par le Soleil et un miroir accroché à ce mur. Quand l'observateur est placé là où la réverbération du miroir ne l'atteint pas, c'est le mur qui paraît le plus clair, et c'est le miroir qui paraît le plus foncé. En outre, d'où qu'on observe le mur, il paraît également clair.

Si maintenant on se place dans la petite zone devant le miroir où parvient sa réverbération, on est ébloui presque comme si on regardait directement le Soleil en face.

Galilée en déduit qu'il existe deux sortes de réflexion différentes, la réflexion qui provient du mur et qui est dirigée dans toutes les directions face au mur, et celle qui provient du miroir, qui est dirigée dans une seule direction et dans une petite partie de l'espace seulement, partie de même taille que le miroir.