De l'efficience des ombres

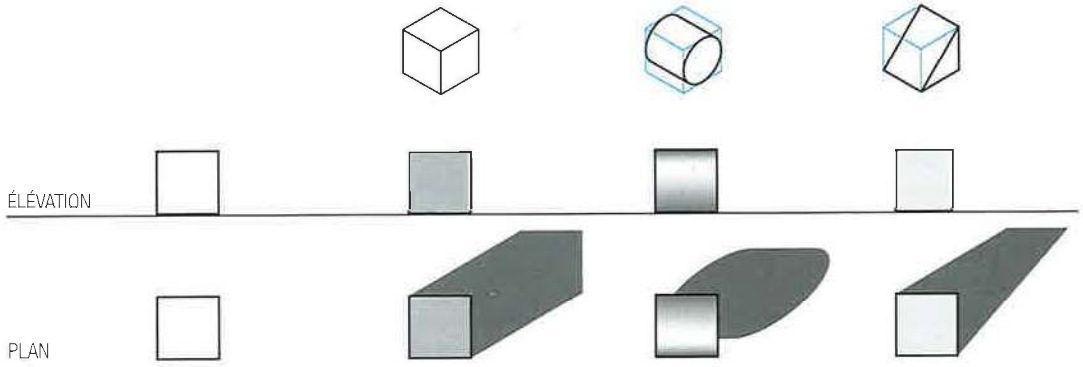
L'ombre comme moyen de communication

Dans les disciplines de l'architecture et des arts appliqués, l'utilisation de l'ombre fait partie des moyens intervenant dans le « rendu » des professionnels. L'indication des ombres sur une représentation plane, à côté de son aspect pictural, enrichit souvent de manière décisive la compréhension d'un volume en suggérant sa troisième dimension.

Le plan de masse de l'architecte, qui consiste en une vue aérienne d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments (comme un quartier), fournit un bon exemple de l'efficience des ombres : leur indication, avec leurs étendues proportionnées, permet de suggérer les hauteurs respectives des différentes volumétries.

L'ombre dans l'enseignement de la géométrie descriptive

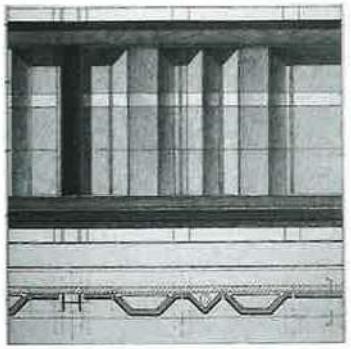
Au-delà de sa finalité première (ombrer un objet), le tracé des ombres est un sujet classique de l'enseignement de la géométrie descriptive. En effet, la mise en ombre fournit une excellente mise en pratique de méthodes de tracés, comme celles de recherche de traces de droites ou d'intersections de plans.



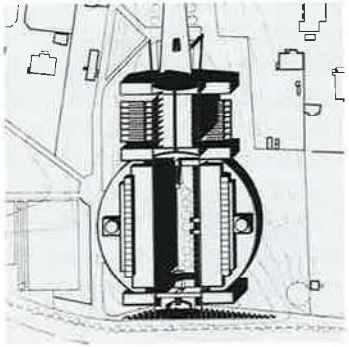
Une information déterminante
Avec l'indication des ombres, deux carrés en plan et élévation peuvent représenter tour à tour un cube, un cylindre ou un coin. Les épures de ces objets nécessitent, pour les définir complètement, une vue de profil



Un supplément de lisibilité
Eglise de l'abbaye royale de Saint-Louis, Metz (fragment), J.-F. Blondel architecte



Dessin de la façade de *La Rinascente*, Rome, F. Albini et F. Helg

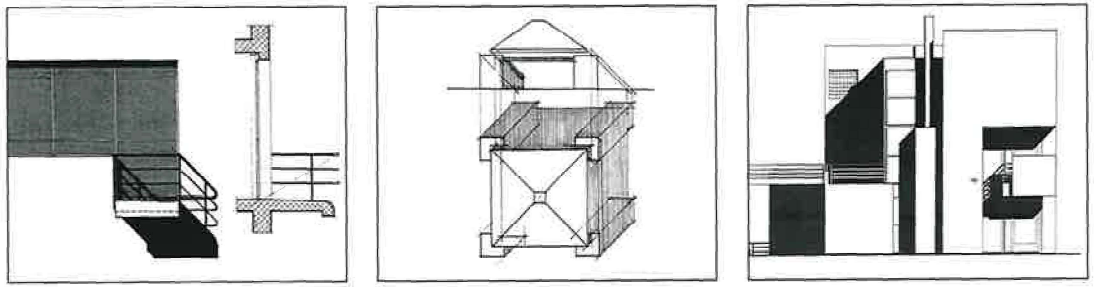


Gymnase et Ecole supérieure de Commerce, Nyon, V. Mangeat architecte

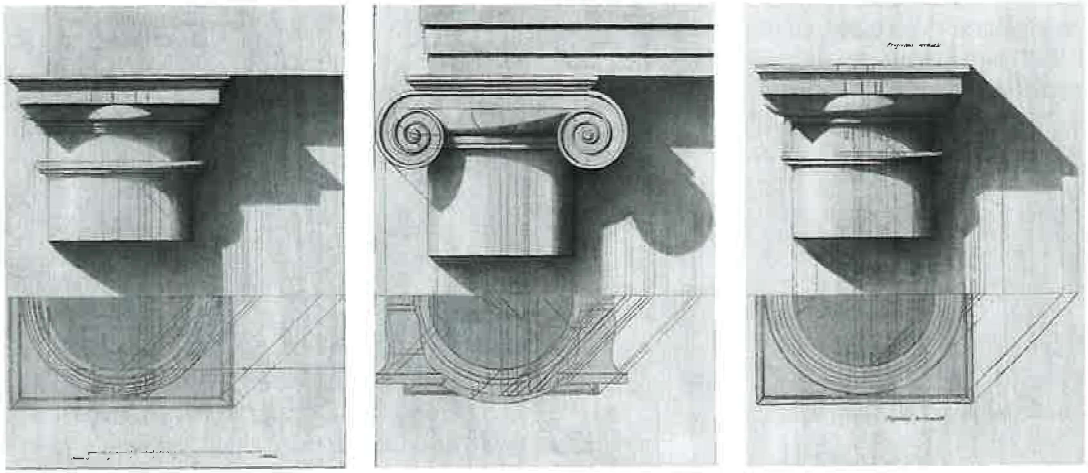
La tradition du « rendu » ombré

L'ombre et la tradition du « rendu » ombré

« Si les traités d'architecture du XVII^e et surtout du XVIII^e siècle ont bien recours au tracé des ombres, avec un éternel soleil à 45°, ils ne comportent pas de chapitre réservé aux méthodes de construction de ce tracé.
Au XVII^e siècle, l'ouvrage le plus complet sur ce sujet reste le *Traité des pratiques géométrales et perspectives* d'Abraham Bosse, de 1655. » (*Epures d'architecture*, J. Sakarovitch)
Un siècle plus tard, Chastillon écrit en introduction d'un petit traité : « La partie de fixation proportionnelle des ombres n'ayant pas été traitée jusqu'à présent relativement au dessin géométral dont les Ingénieurs font usage, nous avons cherché des pratiques puisées dans la géométrie, commodes et expéditives pour le déterminer en n'employant sur les dessins que le moins de lignes possible ». (J. Sakarovitch, *ibid.*)
Au XIX^e siècle, les rendus au lavis des Ecoles des beaux-arts sont ombrés, et l'exactitude de leur tracé est pris en considération par le jury. « Ainsi la technique du dessin géométral, réalisé à l'aquarelle ou au lavis et modelé par des ombres projetées à 45°, « rend » le projet dans sa globalité : « Le dessin n'est complet que si, à la mise en place, c'est-à-dire au trait, il superpose le modelé, c'est-à-dire l'expression de la forme. Toute manière de modeler est bonne, si le modelé est juste. Pour nous, toutefois, le lavis est le procédé le plus ordinaire pour modeler le dessin d'architecture » écrivait Guadet en 1901. » (*Dessins d'architecture*, J. Neuenschwander)
Aujourd'hui les logiciels graphiques perpétuent, et avec infiniment plus d'aisance pour leurs utilisateurs, ces rendus ombrés, avec une finalité qui reste d'actualité, celle d'une meilleure lisibilité volumétrique de la représentation plane.



Epures ombrées, travaux d'étudiants, Ecole supérieure d'arts appliqués, Genève, 1993. On reconnaît au passage des fragments de bâtiments appartenant au patrimoine architectural moderne (W. Gropius, L. Kahn, R. Meier)



Ordres architecturaux antiques dessinés à la manière académique du XIX^e siècle (fragments), vinylique sur bois, A. Cantàfora, s.d.

De la réalité à la géométrie

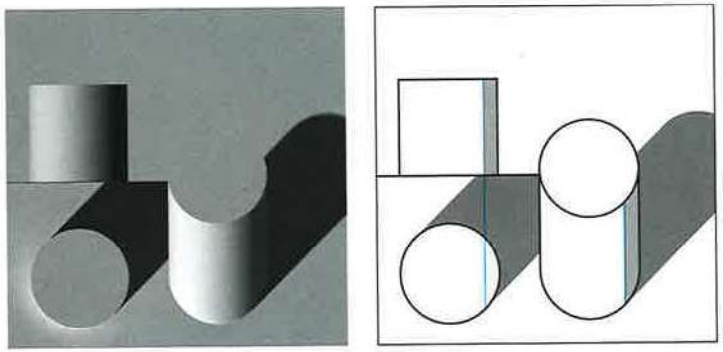
Le tracé géométrique traditionnel des ombres ne retient que deux situations franches : la surface éclairée, uniformément claire, et celle ombrée uniformément foncée. Toutes deux avec des « bords » strictement délimités. Tant l'ombre sur l'objet que celle se déployant sur les surfaces environnantes se soumettent à cette convention simplificatrice.

On sait la réalité physique infiniment plus complexe, avec un jeu étendu de nuances, que les logiciels de dessin d'aujourd'hui restituent avec beaucoup de vraisemblance. Pour revenir aux conventions traditionnelles de tracé, il faut mentionner deux points :

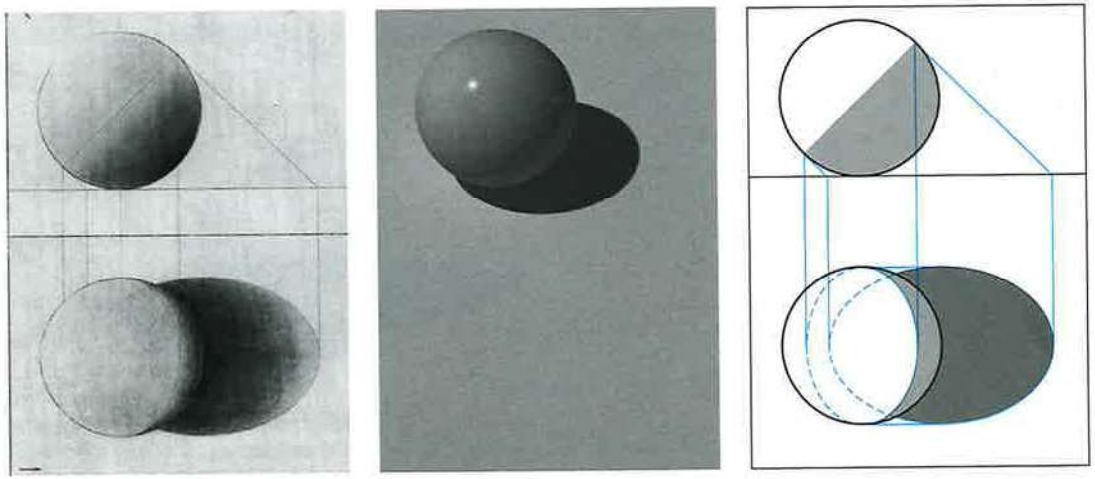
- Il est d'usage d'adopter un ton plus soutenu pour les ombres portées que pour les ombres propres.
- Il faut éviter de cerner les ombres de leur délimitation géométrique et cela par souci de vraisemblance : une ombre naturelle n'est pas bordée.

Notons encore que le présent chapitre privilégie des éclairages solaires, plus fréquents dans la pratique professionnelle que des éclairages ponctuels, provenant de sources artificielles.

En géométrie descriptive traditionnelle, la construction des ombres peut être guidée par des méthodes générales (de tracé graphique). On trouve également des théorèmes généraux qui gouvernent ces constructions (voir *Ombres et lumières* de J.-P. Jungmann).



Représentation de cylindres ombrés faite avec le logiciel *Cinéma 4D* et épure géométrique correspondante



Sphère au soleil dans trois contextes différents : représentation dessinée (A. Cantàfora), photographie et épure

Deux éclairages : solaire ou ponctuel

Il faut distinguer deux types d'éclairages : l'éclairage solaire et l'éclairage ponctuel.

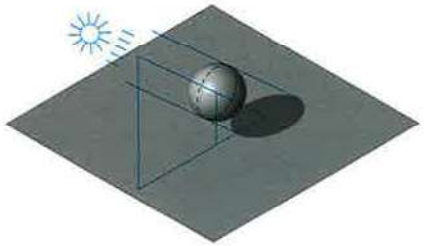
Eclairage solaire

(*éclairage naturel* ou *éclairage parallèle*)
La source lumineuse étant à l'infini, les rayons lumineux sont parallèles et engendrent un système de projection dit parallèle ou cylindrique. Les ombres résultantes sont appelées *ombres au soleil* ou encore *ombres solaires*.

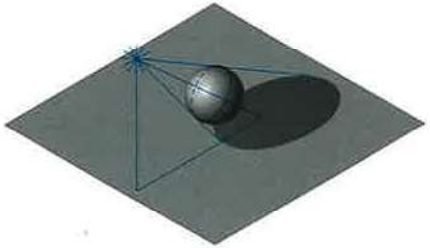
Eclairage ponctuel

(*éclairage artificiel* ou *éclairage central*)
La source lumineuse est ponctuelle et occupe une position déterminée dans l'espace. Elle engendre un système de projection dit central ou conique. Les ombres résultantes sont appelées *ombres au flambeau*. Le terme obsolète de flambeau fait, bien sûr, référence aux anciens traités de perspective. On conserve ici cette appellation consacrée. Ajoutons que ce type d'éclairage engendre des ombres généralement beaucoup plus expressives que celles résultant d'un éclairage solaire.

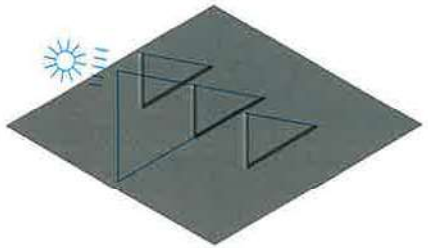
Dans la pratique professionnelle, le cas d'un éclairage solaire est beaucoup plus répandu que celui d'un éclairage ponctuel, et l'enseignement traditionnel de la géométrie des ombres a toujours privilégié le premier cas de figure.



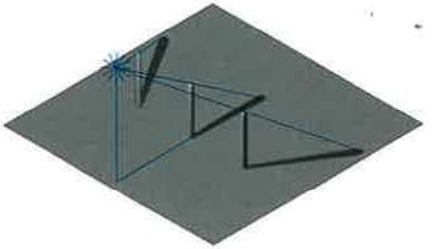
L'éclairage solaire
a1. L'ombre portée correspond à une projection cylindrique de l'objet considéré sur un plan donné



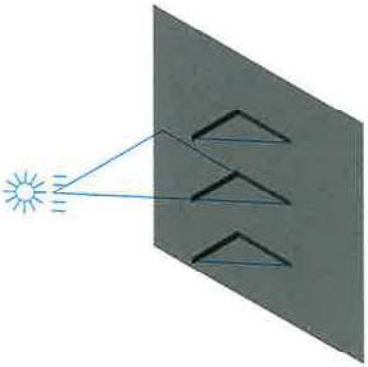
L'éclairage ponctuel
b1. L'ombre portée correspond à une projection conique de l'objet considéré sur un plan donné



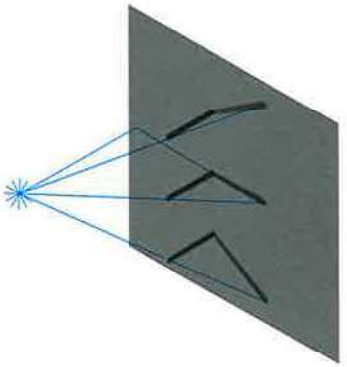
a2. Installation de mâts fixés dans le sol et éclairés par une source solaire. Ombres portées parallèles



b2. Même installation que **a2**, éclairée par une source ponctuelle. Ombres divergentes et allant s'épaississant



a3. Installation de potences fichées dans un mur et éclairées par une source solaire. Ombres portées parallèles



b3. Même installation que **a3**, éclairée par une source ponctuelle. Ombres divergentes et allant s'épaississant

Deux ombres : propre et portée

Une source lumineuse engendre deux sortes d'ombre : une ombre propre et une ombre portée.

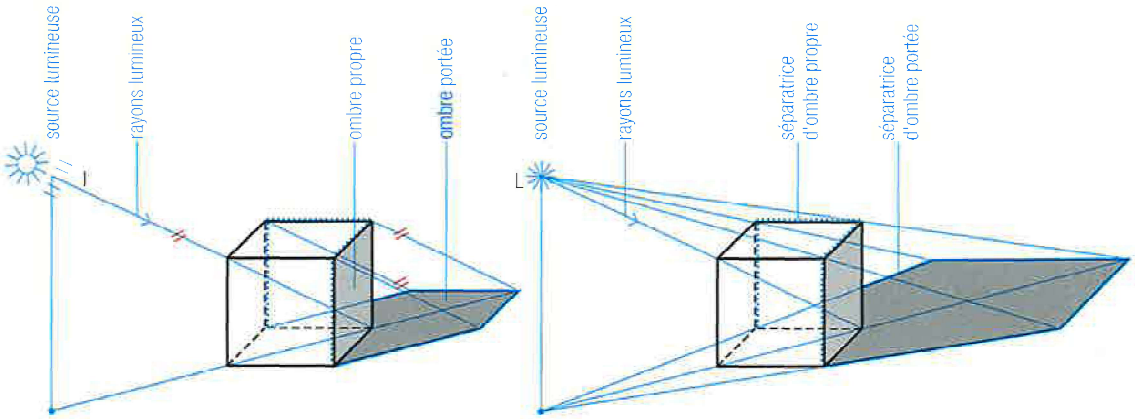
Ombre propre

L'ombre propre correspond à la zone non éclairée de l'objet. La ligne qui délimite cette ombre est appelée la *séparatrice d'ombre propre* (ou encore la *ligne d'ombre propre*).

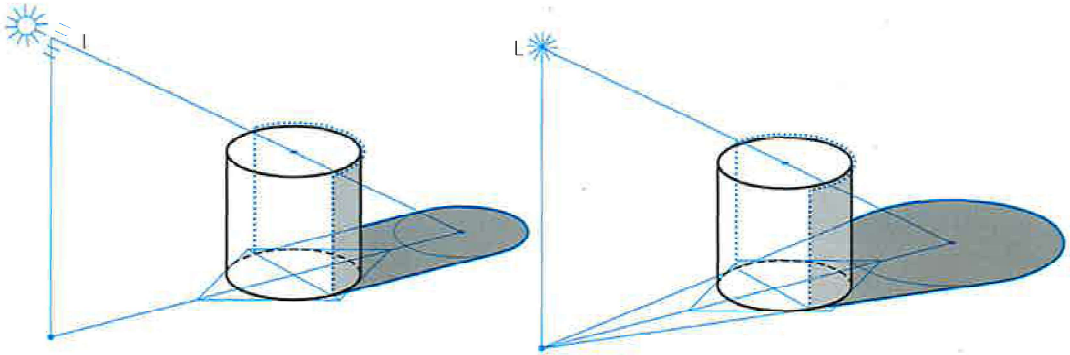
Ombre portée

L'ombre portée est celle que l'objet projette sur le sol, sur des surfaces voisines ou sur l'objet lui-même – l'ombre est alors appelée autoportée dans ce dernier cas de figure. La ligne qui délimite cette ombre est appelée la *séparatrice d'ombre portée* (ou encore la *ligne d'ombre portée*).

Bien évidemment, l'ombre propre et l'ombre portée d'un objet sont, dans l'espace, du même côté soit du côté qui est opposé à la source lumineuse. Dans la recherche et le tracé des ombres, il faut se remémorer que seules les parties éclairées peuvent engendrer une ombre portée. Avec pour corollaire, qu'une partie éclairée porte toujours ombre quelque part.



Ombre propre et ombre portée d'un cube
Le solide est éclairé successivement par une source solaire puis par une source ponctuelle. La séparatrice d'ombre propre (en pointillé bleu) correspond à des arêtes du solide



Ombre propre et ombre portée d'un cylindre
Même cas de figure que ci-dessus. Deux génératrices du cylindre participent à la délimitation de l'ombre propre. Le long de ces droites, les rayons lumineux sont tangents au solide. Ce cas offre l'exemple d'une séparatrice (d'ombre propre) qui ne s'appuie pas exclusivement sur des arêtes du solide

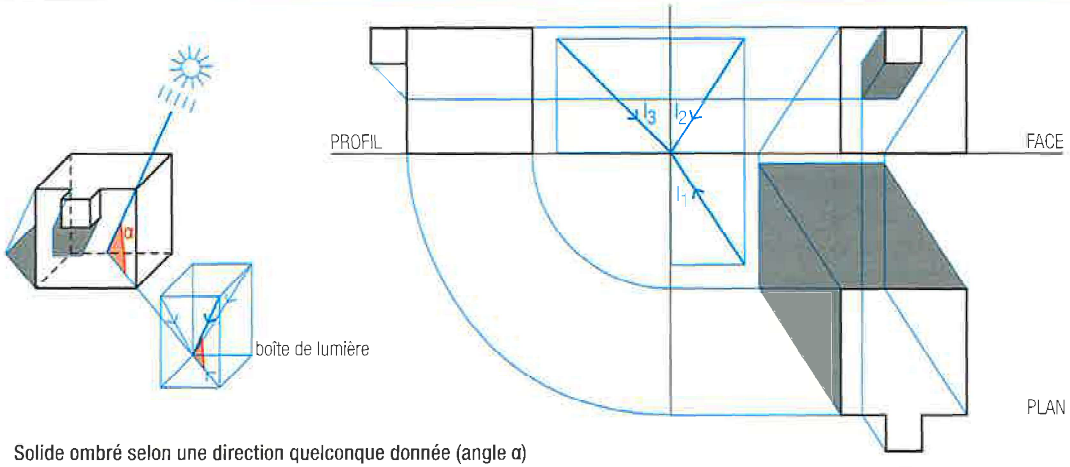
Le choix d'une direction solaire

Valorisation et tradition

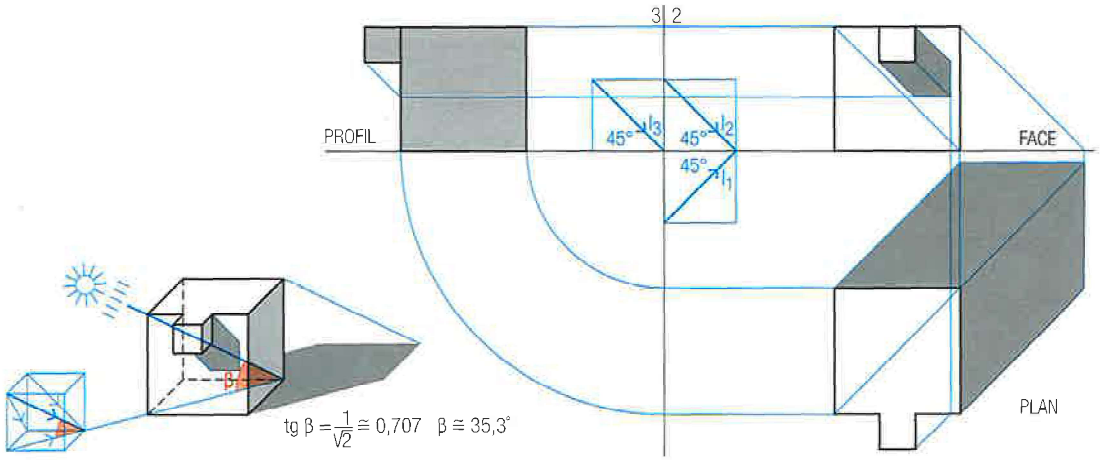
La direction lumineuse devrait être choisie de manière à engendrer des ombres suggestives, valorisant l'objet représenté. En règle générale, le choix retient une direction oblique surplombant l'objet et venant de la gauche du spectateur virtuel. C'est celle issue de la tradition académique et adoptée assez spontanément par les designers et architectes. Mais une direction différente, venant de la droite par exemple, reste bien entendu possible, a fortiori lorsqu'elle valorise l'objet.

Dans l'épure, la direction lumineuse est définie par ses projections horizontale et verticale – et accessoirement par sa projection en profil. Ces trois projections matérialisent une *boîte de lumière* (ou aussi une *boîte d'ombre*) propre à chaque tracé d'ombre. A préciser encore que dans le cas d'un tracé dessiné aux instruments, les projections de la direction lumineuse (l_1 et l_2) correspondent souvent aux pentes des équerres (30°, 45° et 60°), et cela par commodité graphique.

En situation intérieure, les sources lumineuses artificielles et les percements de façades peuvent constituer autant de sources ponctuelles, et par conséquent de cas spécifiques, pour engendrer des ombres.



Solide ombré selon une direction quelconque donnée (angle α)
Axonométrie et épure correspondante. Les dessins indiquent la direction lumineuse dans les trois plans de projection (plan, face et profil). Les projections de la direction forment spatialement un parallélépipède appelé *boîte de lumière*



Cas d'une direction lumineuse correspondant à la diagonale d'un cube (angle β)
C'est un choix fréquent par défaut, appelé *ombres à 45°*. Il faut cependant noter que si les projections de la direction lumineuse font des angles de 45° avec les plans de projection, la direction forme dans l'espace un angle d'environ 35,3° avec le sol. (La tangente de l'angle β correspond au rapport de la hauteur du cube à sa diagonale en plan)

Le choix d'une direction solaire

Les ombres de l'architecte : un contexte réaliste avec l'héliodon

L'architecte adopte assez spontanément une lumière (solaire) latérale gauche. Mais s'il veut cerner plus scientifiquement les conditions réelles d'ensoleillement, il peut choisir une direction – ou une suite de directions – réaliste correspondant à un lieu et un moment déterminés. Ces simulations peuvent se révéler efficaces pour visualiser des ombres portées de divers lieux comme celles d'un patio, d'un solarium ou encore d'une place urbaine. Aujourd'hui, elles se mettent facilement en place avec les logiciels infographiques équipés d'un programme ad hoc, comme l'*héliodon* d'Archicad.

L'heure solaire

On considère ici la seule heure civile HC : son calcul prend pour modèle une planète Terre tournant autour du soleil à vitesse constante et sur une orbite parfaitement circulaire. Pour uniformiser l'heure région par région, on a introduit le système mondial de 24 fuseaux horaires, chaque fuseau correspondant à 15° de longitude. Les montres sont réglées selon l'heure solaire locale du milieu du fuseau horaire correspondant – avec, cycliquement et selon les pays, un écart de 60 minutes dû à l'heure d'été. La subdivision se calcule à partir de Greenwich (méridien 0).

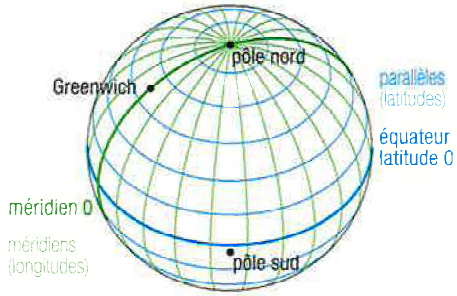
La position du soleil

Elle dépend de deux paramètres :

- *L'élévation solaire* : c'est l'angle d'élévation du soleil au-dessus de l'horizon. Cette hauteur varie en fonction de la latitude, de la date (saisons) et de l'heure.
- *L'azimut solaire* : c'est l'angle latéral du soleil mesuré par rapport au Sud (avec un signe positif vers l'Ouest et un signe négatif vers l'Est)

Rappel

- *Longitude :* distance angulaire au méridien d'origine (Greenwich)
- *Latitude :* distance angulaire à l'équateur
- Soleil au zénith : à son apogée
- Dates des équinoxes de printemps et d'automne : 21 mars et 23 septembre
- Dates des solstices d'été et d'hiver : 22 juin et 22 décembre



Le globe terrestre

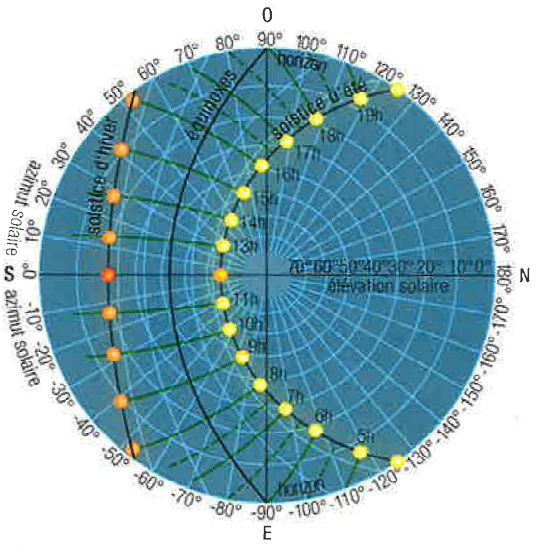
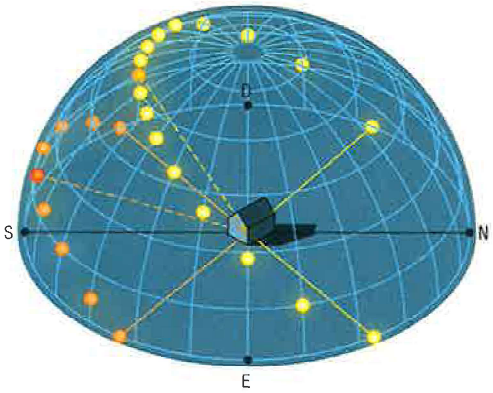


Diagramme du parcours solaire
Position du soleil en fonction du temps solaire vrai TSV à Genève (46° 12' N)
a. Projection stéréographique



b. Diagramme axonométrique

Le dépôt de l'ombre portée

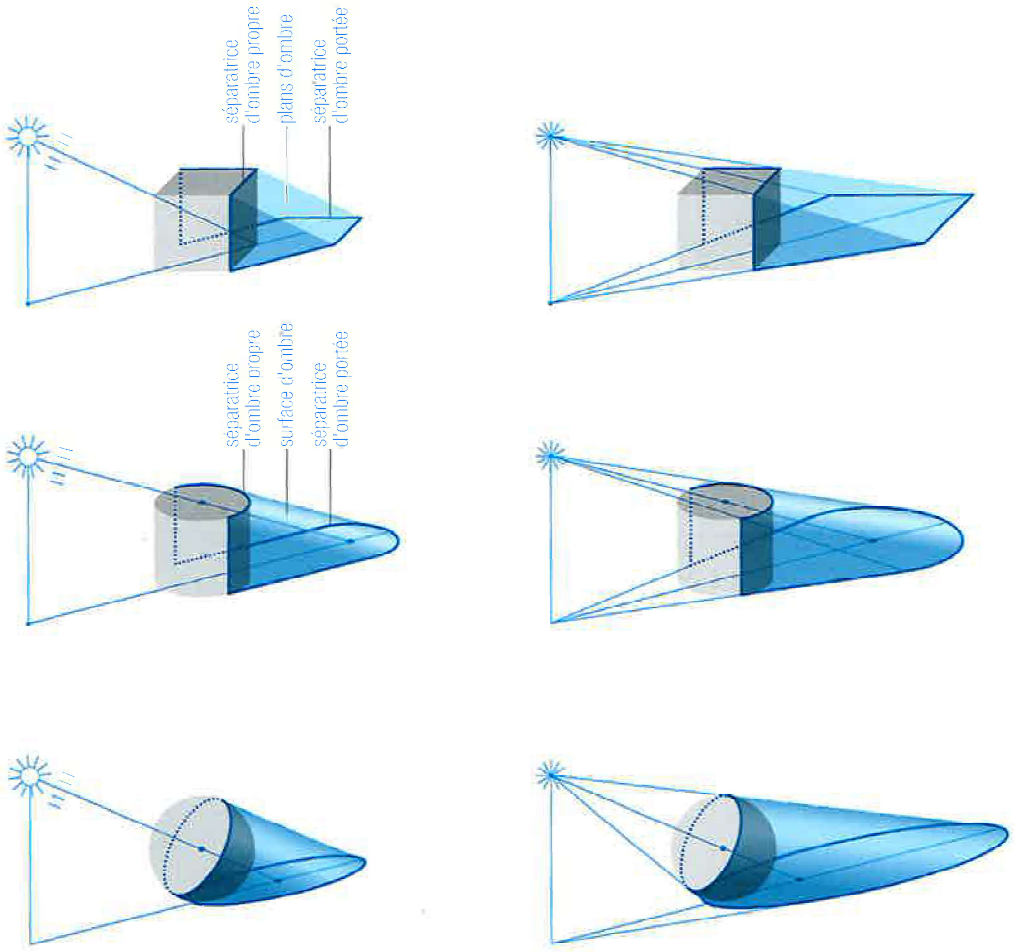
Le principe géométrique

Une ombre portée se dépose :

- sur le sol ;
- sur toute autre surface qu'elle rencontre.

D'un point de vue géométrique, on peut définir l'ombre portée comme le résultat d'une projection parallèle (éclairage solaire) ou centrale (éclairage au flambeau). Dans les deux cas, le tracé de l'ombre portée revient à chercher l'intersection (ou *trace*) avec les surfaces considérées des rayons lumineux issus de la source et s'appuyant sur la séparatrice d'ombre propre. A chaque point de cette séparatrice correspond un point de la séparatrice d'ombre portée. L'ensemble des rayons lumineux forme un plan projetant (ou une surface projetante), appelé *plan d'ombre* (ou *surface d'ombre*).

Dans ce chapitre, les objets soumis à un éclairage sont placés dans le classique dièdre de projection et déposent une ombre sur le sol ou/et sur le mur. Par extension, les ombres portées sur ces deux plans peuvent être aussi celles récoltées sur tout autre plan horizontal ou vertical.



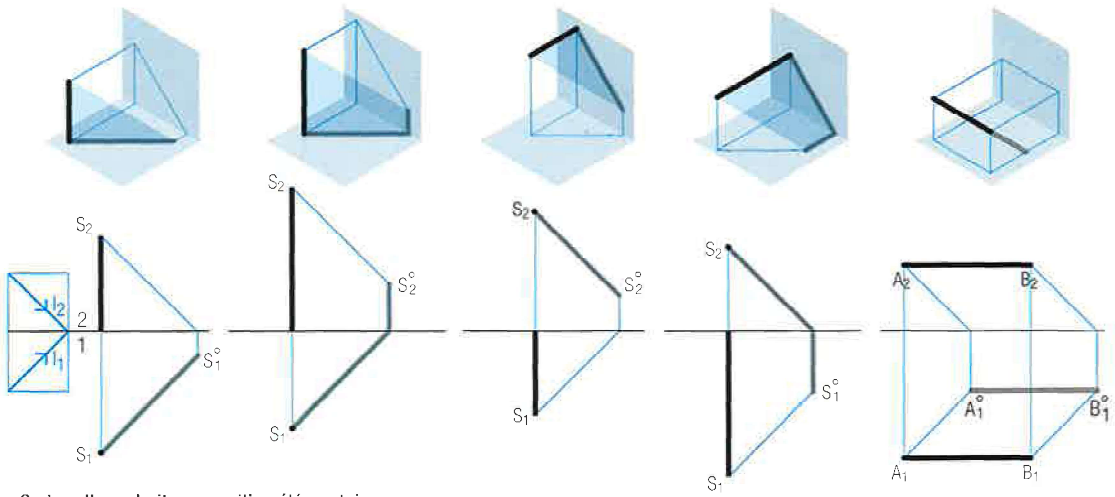
Cas d'un éclairage solaire
L'ombre portée résulte d'une projection parallèle de la séparatrice d'ombre propre

Cas d'un éclairage ponctuel
L'ombre portée résulte d'une projection centrale de la séparatrice d'ombre propre

Le dépôt de l'ombre portée

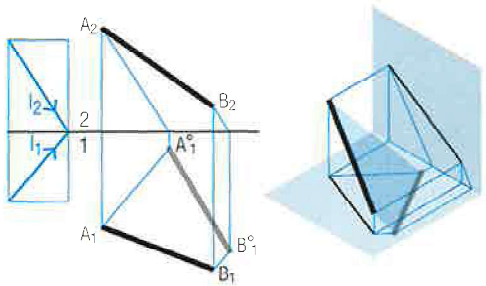
L'ombre de la droite, figure modèle

L'ombre portée d'une droite correspond à la trace du *plan d'ombre* (ou plan projetant) qui s'appuie sur cette droite avec le plan considéré. L'éclairage est de type solaire.

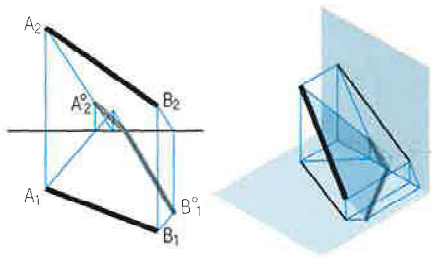


Ombre d'une droite en position élémentaire
La droite est tour à tour verticale, en bout et fronto-horizontale. Le plan d'ombre est indiqué en bleu clair

Au sujet de la notation des points d'ombre portée
Dans les épures qui suivent, un point S par exemple, porte ombre sur le sol en S_1° et sur le mur en S_2°. Cette notation n'est pourtant pas cohérente dans le système des projections de Monge. Elle présente cependant l'avantage d'être « légère » et immédiatement compréhensible, raison pour laquelle elle est adoptée. (Il faudrait noter, par exemple, S_1°/ S_2° et $S_1^\bullet$/ $S_2^\bullet$ les projections des paires de traces S° et $S^\bullet$ d'un même rayon lumineux.)



Ombre d'une droite quelconque
a. L'ombre se projette sur le sol. Plan d'ombre en bleu

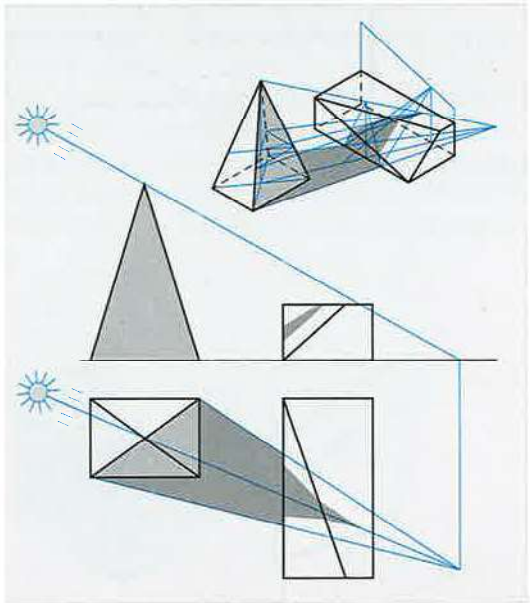


b. L'ombre portée se projette sur le sol et le mur, en formant une cassure. Plan d'ombre en bleu

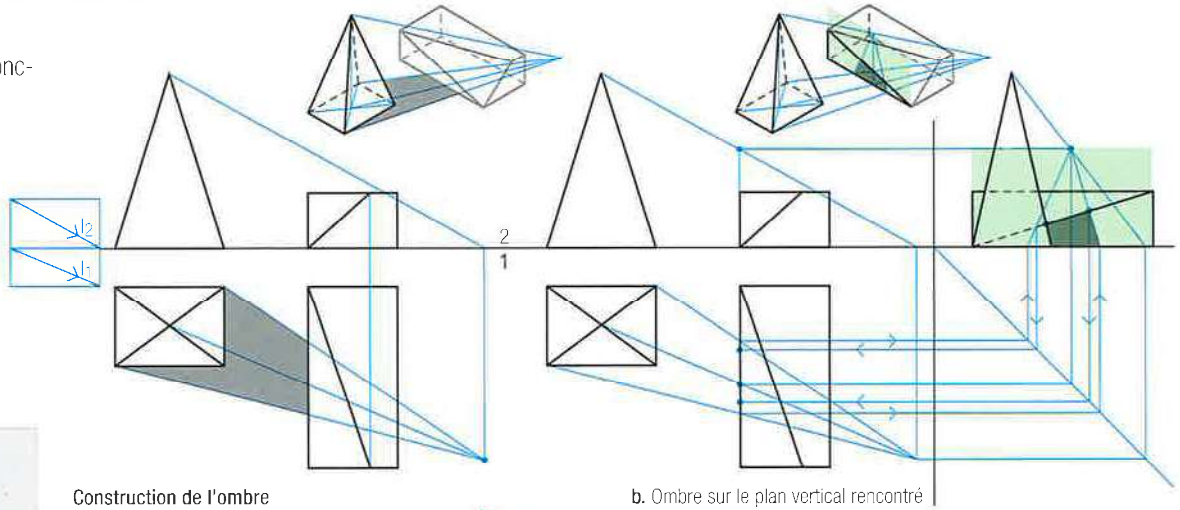
La construction de l'ombre portée

Le pas à pas du tracé

L'exemple retient une lumière solaire. Un éclairage ponctuel recourt à une démarche analogue.

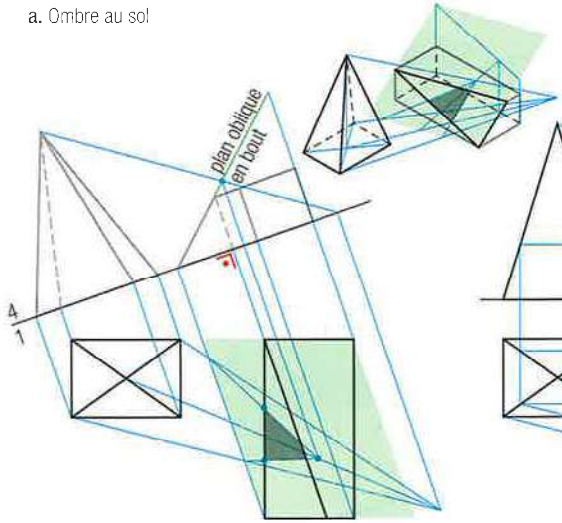


Objets donnés et tracé d'ombre (de la seule pyramide)

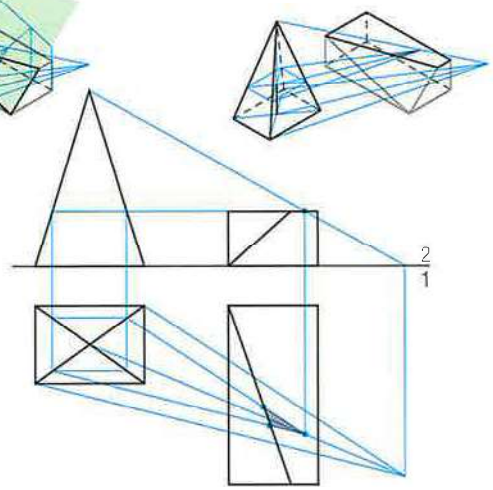


Construction de l'ombre
a. Ombre au sol

b. Ombre sur le plan vertical rencontré



c. Ombre sur le plan oblique rencontré
(recours à un nouveau mur de projection)



d. Ombre sur l'ultime plan horizontal rencontré

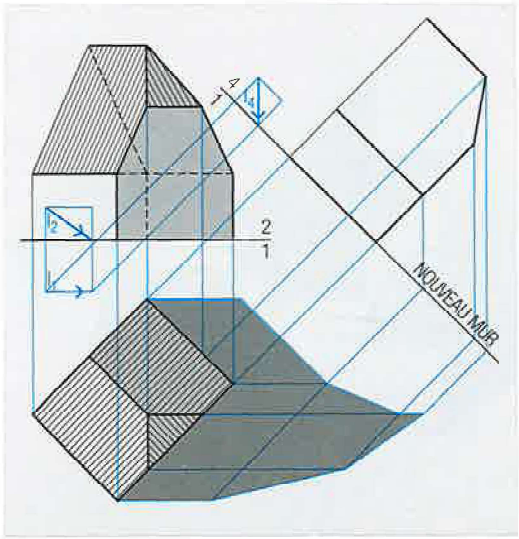
La détermination de l'ombre propre

Surface éclairée ou surface ombrée ?

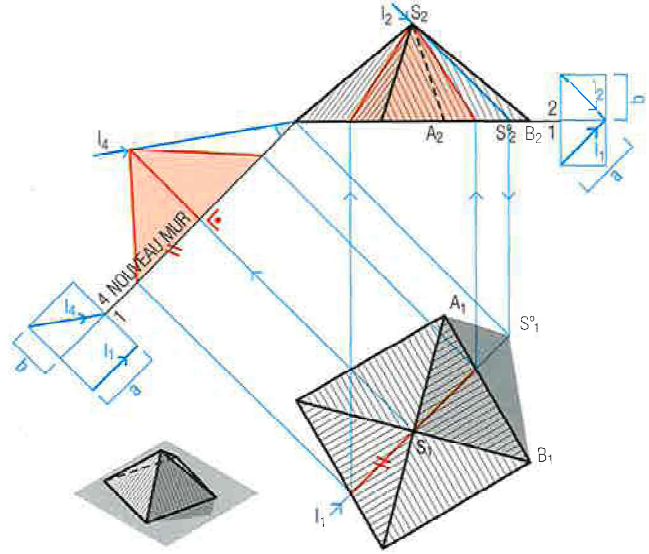
Selon la direction d'un éclairage solaire ou la position d'un éclairage ponctuel, une surface peut être éclairée ou non. La présente page illustre cette question avec l'exemple d'une pyramide et d'un éclairage solaire.

Considérations géométriques sur la question

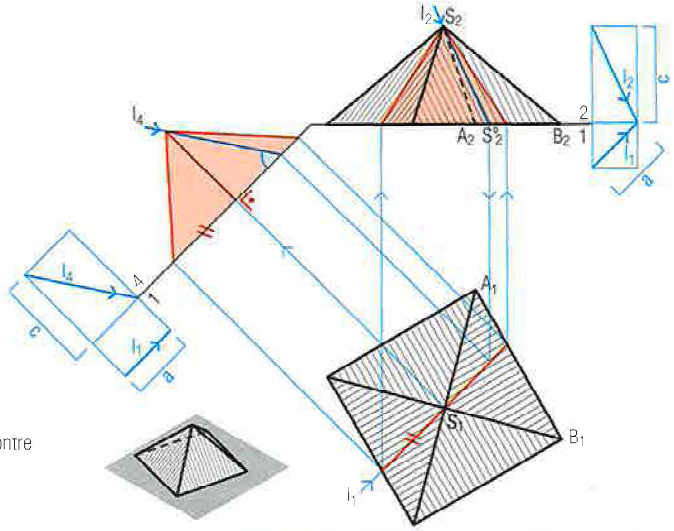
En projection horizontale, un plan est éclairé ou obscur suivant que le rayon lumineux qui aboutit à un point de ce plan est situé au-dessus ou au-dessous du plan. En projection verticale, un plan est éclairé ou obscur, suivant que le rayon lumineux qui aboutit à un point de ce plan est situé en avant ou en arrière du plan.



Cas d'une surface de toiture triangulaire – appelée croupe – appartenant à un fragment de bâtiment ancien. Le nouveau mur montre la croupe non éclairée



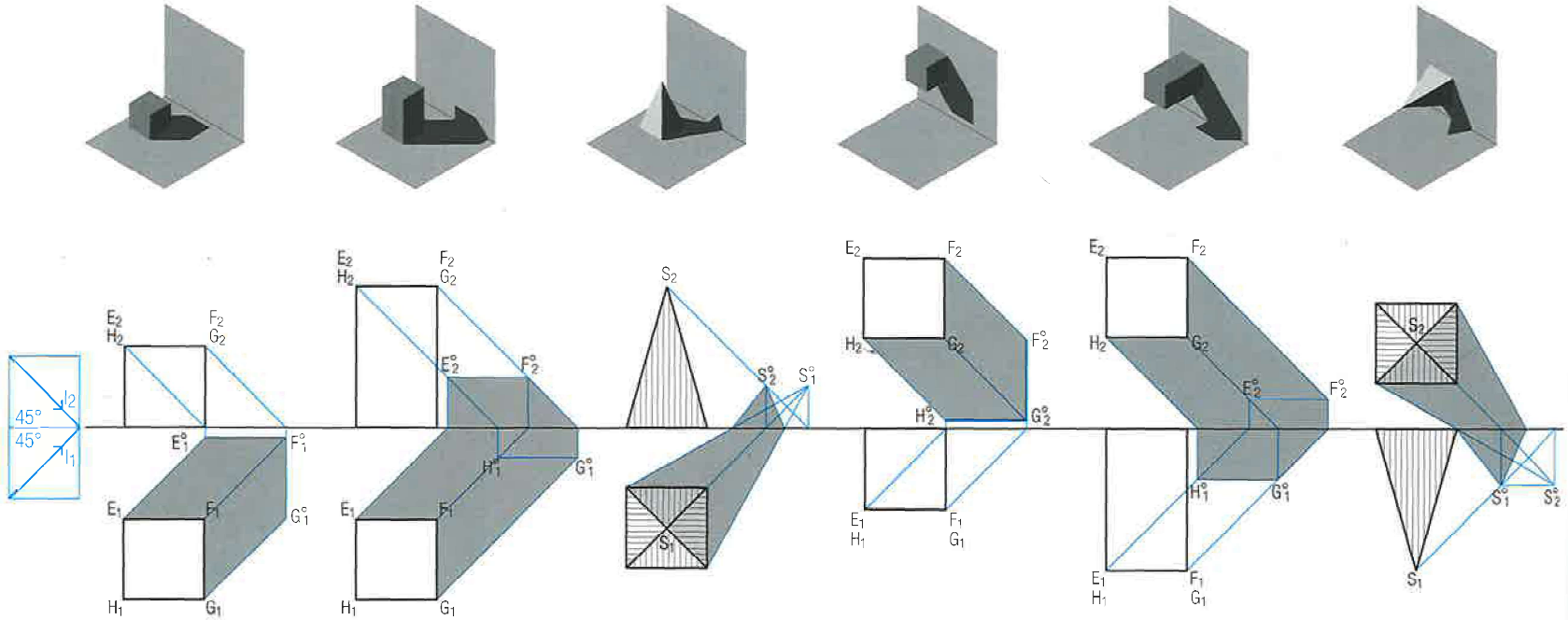
Cas d'une pyramide. La surface SAB est-elle éclairée ?
a. Présence d'une ombre propre. Le changement de mur qui place le rayon lumineux I_4 en position frontale, montre que la face SAB n'est pas frappée par ce rayon et reste par conséquent dans l'ombre. Cette (seule) face ombrée engendre au sol une ombre portée



b. Absence d'ombre propre. Le changement de mur montre que la face SAB est frappée par le rayon lumineux I_4 et passe à la lumière. Au final, l'absence d'ombre propre entraîne l'absence d'ombre portée

Ombres de solides prismatiques

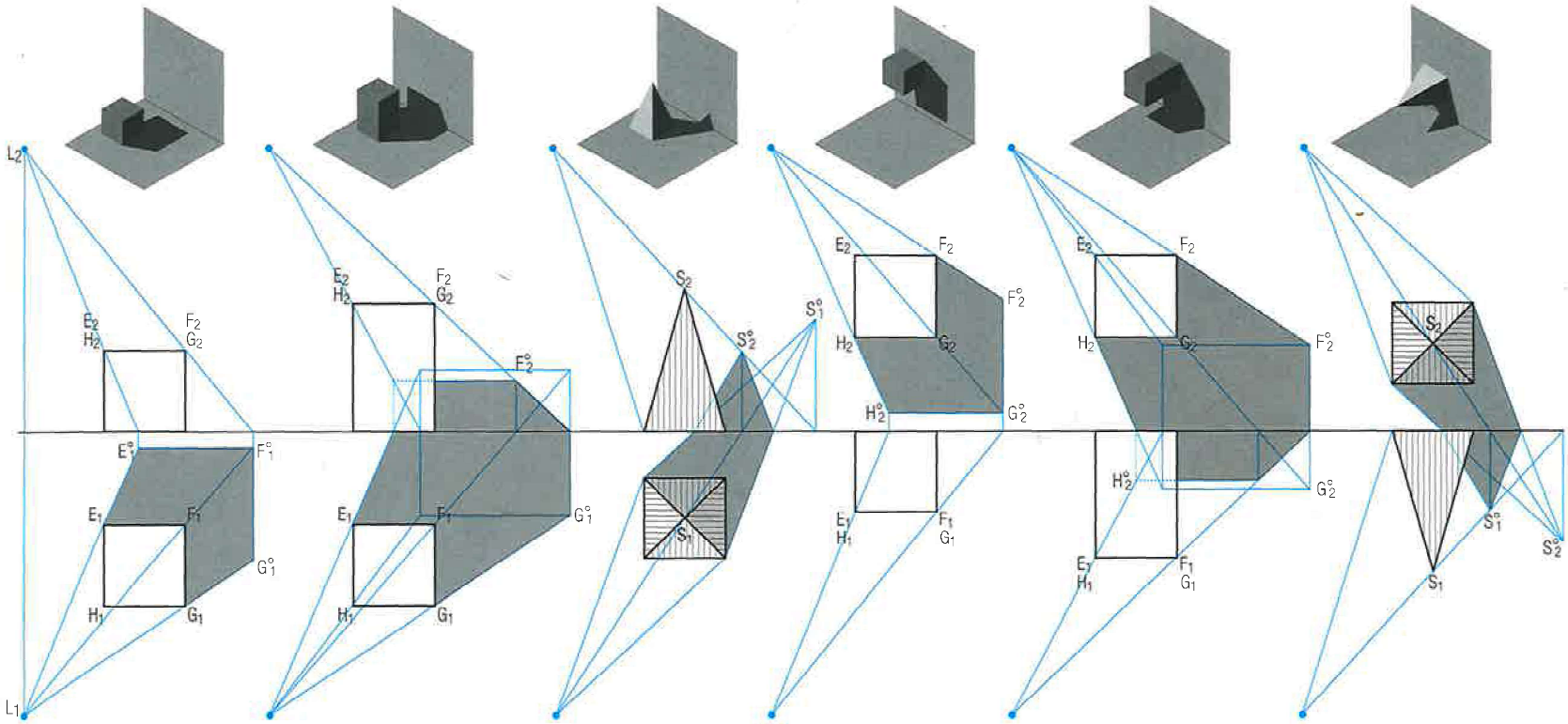
Les solides sont placés dans le dièdre de projection. L'éclairage est solaire. La direction lumineuse correspond à la diagonale d'un cube.



Cube posé sur le sol | Parallélépipède posé sur le sol | Pyramide posée sur le sol | Cube fixé contre le mur | Parallélépipède fixé contre le mur | Pyramide fixée contre le mur

Ombres de solides prismatiques

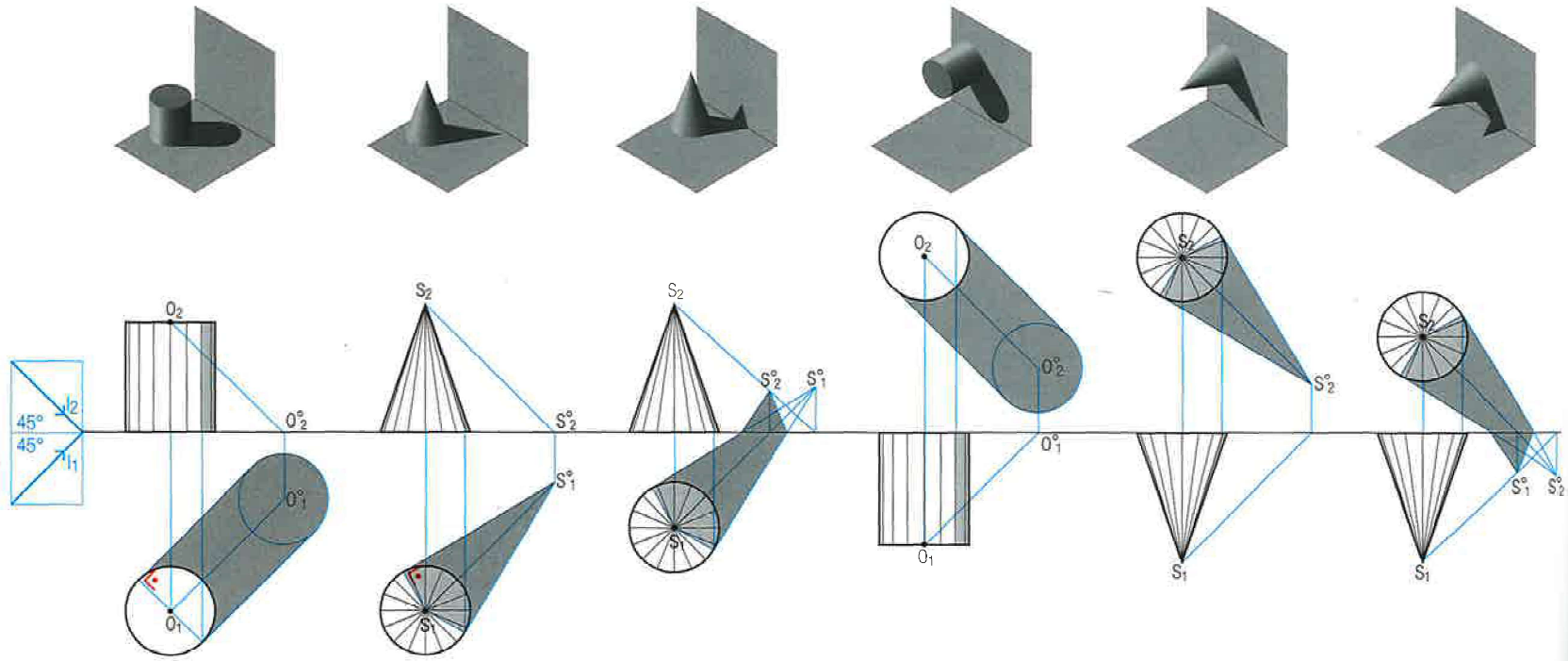
Les solides sont placés dans le dièdre de projection.
L'éclairage est ponctuel, arbitrairement positionné.



Cube posé sur le sol | Parallélépipède posé sur le sol | Pyramide posée sur le sol | Cube fixé contre le mur | Parallélépipède fixé contre le mur | Pyramide fixée contre le mur

Ombres de solides de révolution

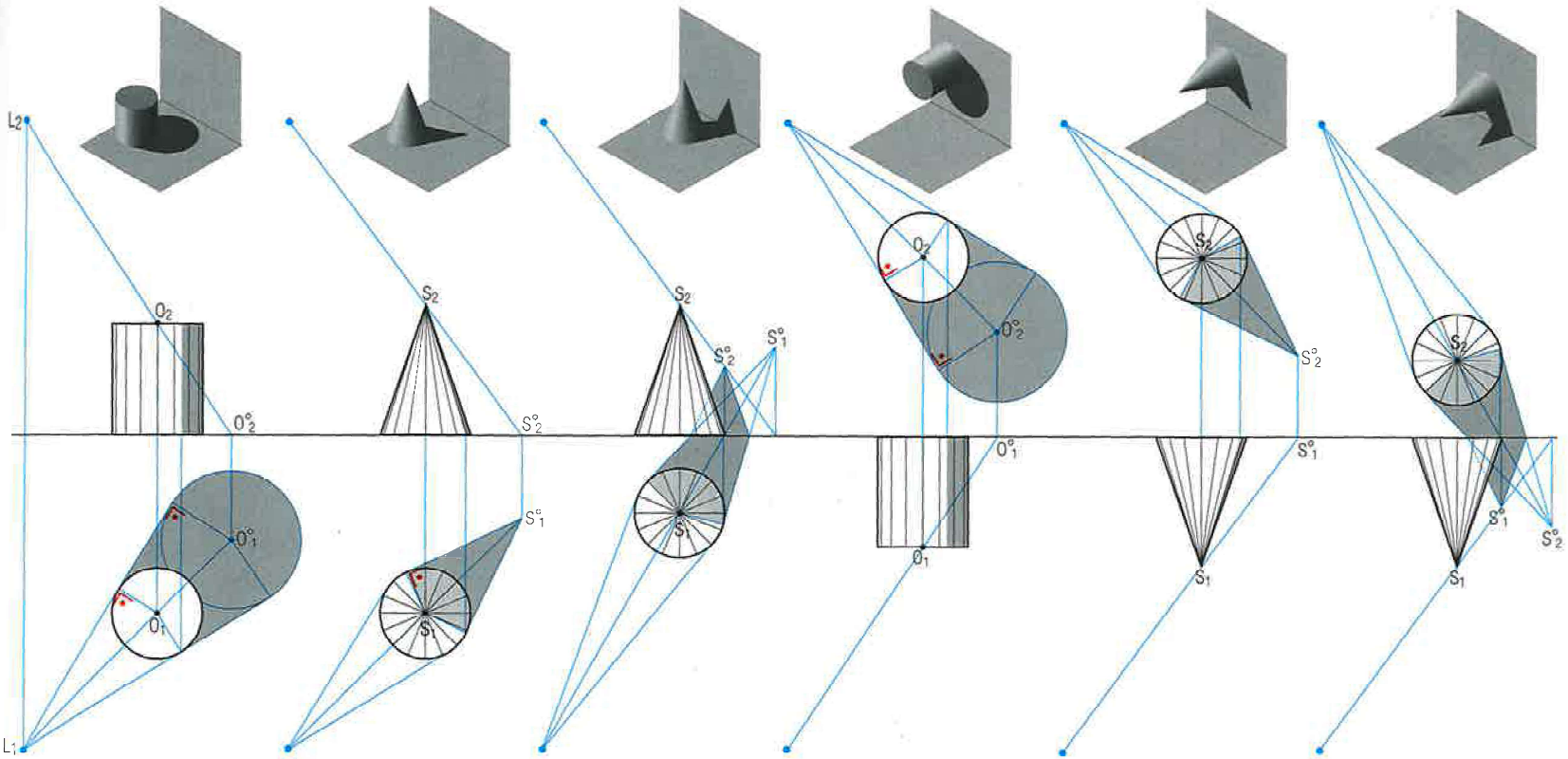
Les solides sont placés dans le dièdre de projection. L'éclairage est solaire. La direction lumineuse correspond à la diagonale d'un cube.



Cylindre posé sur le sol | Cône posé sur le sol | Cône posé sur le sol | Cylindre fixé contre le mur | Cône fixé contre le mur | Cône fixé contre le mur

Ombres de solides de révolution

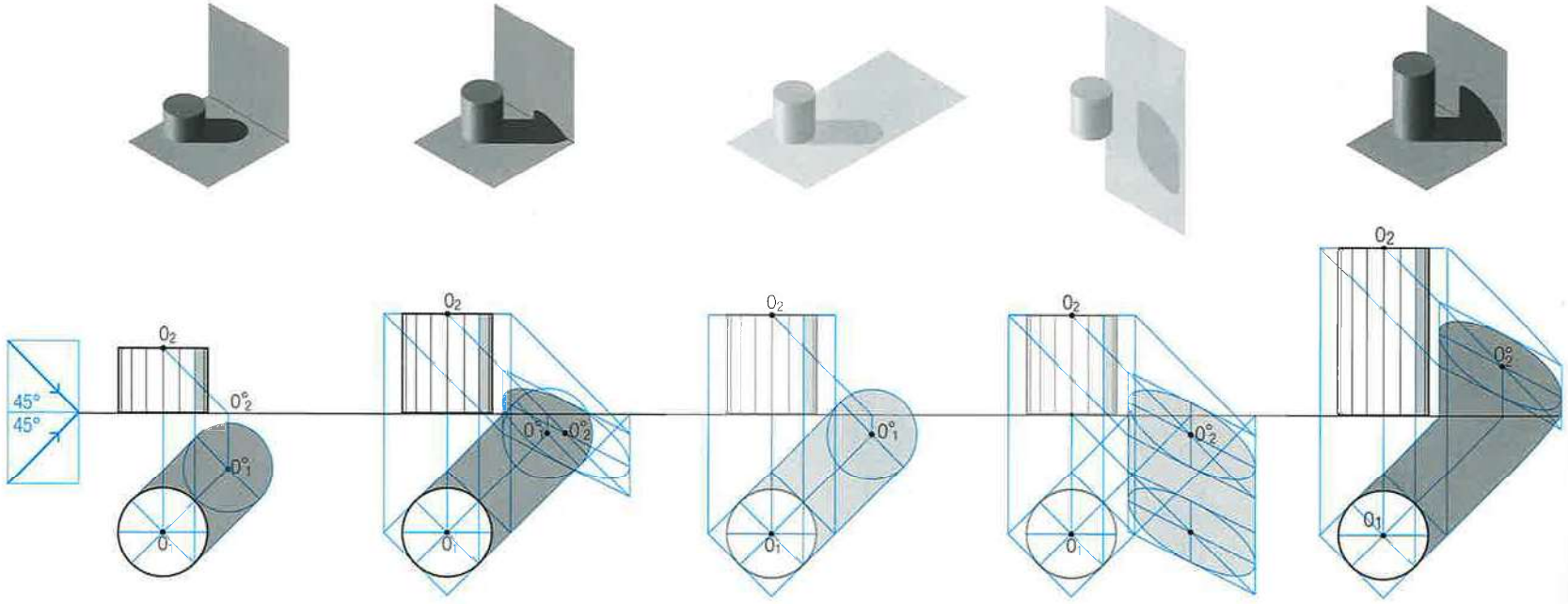
Les solides sont placés dans le dièdre de projection.
L'éclairage est ponctuel, arbitrairement positionné.



Cylindre posé sur le sol | Cône posé sur le sol | Cône posé sur le sol | Cylindre fixé contre le mur | Cône fixé contre le mur | Cône fixé contre le mur

Ombres du cylindre

Trois cylindres de hauteurs croissantes illustrent trois situations représentatives du dépôt de l'ombre portée sur le dièdre de projection. L'éclairage est solaire. La direction lumineuse correspond à la diagonale d'un cube.



Cas d'un cylindre de faible hauteur
L'ombre portée se projette sur le sol

Cas d'un cylindre plus élancé
a. L'ombre portée atteint le mur : La surface circulaire supérieure du cylindre se projette en partie sur le sol et en partie sur le mur

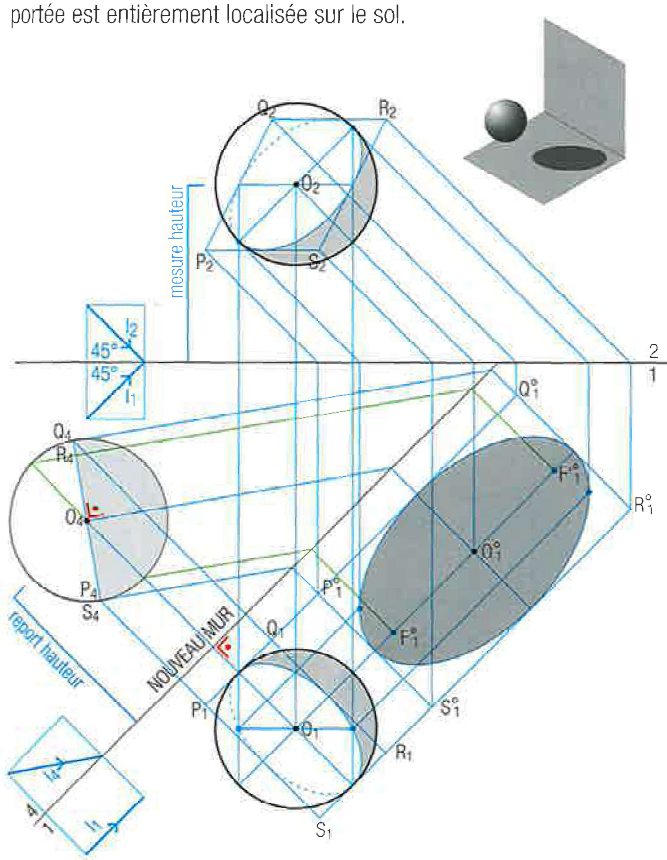
b. Situation identique à celle de **a** mais avec le seul sol. Cette disposition ne retient la construction de l'ombre que sur cet unique plan horizontal

c. Situation identique à celle de **a** mais avec le seul mur. Cette disposition ne retient la construction de l'ombre que sur cet unique plan vertical

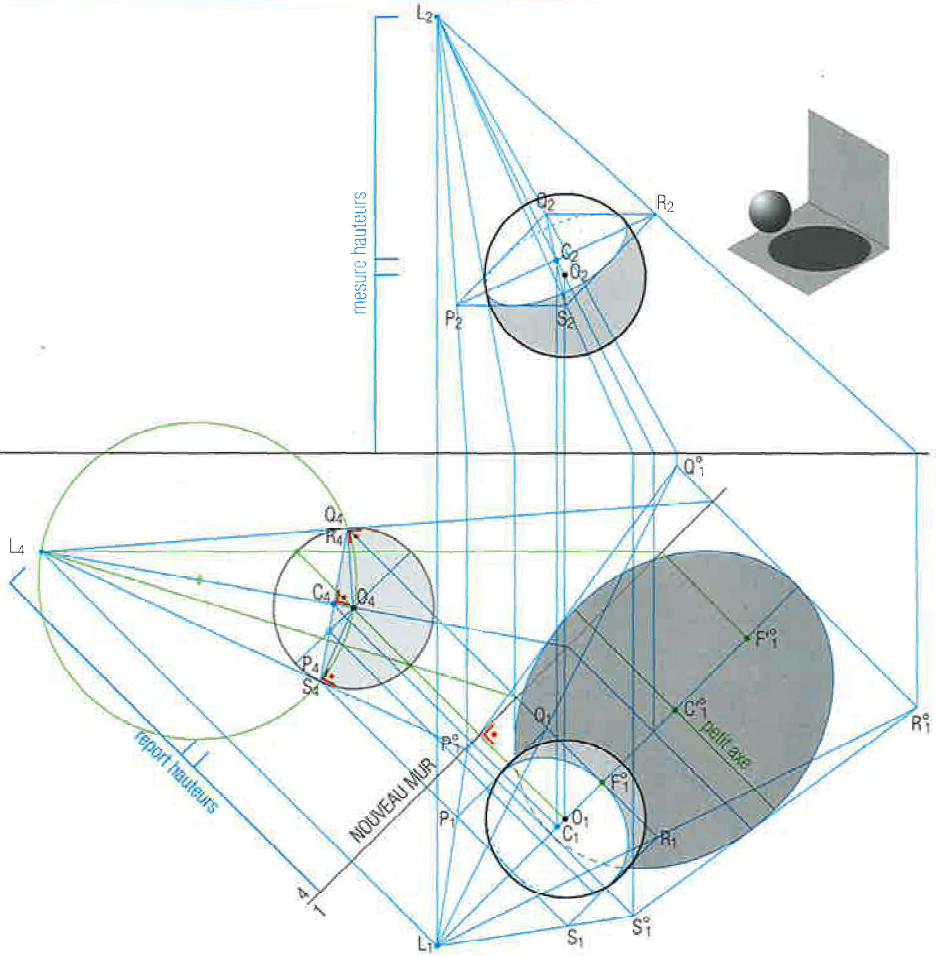
Cas d'un cylindre très élancé
La surface circulaire supérieure se projette totalement sur le mur

Ombres de la sphère

Deux mêmes sphères illustrent deux situations représentatives du dépôt des ombres. Dans les deux cas, l'ombre portée est entièrement localisée sur le sol.



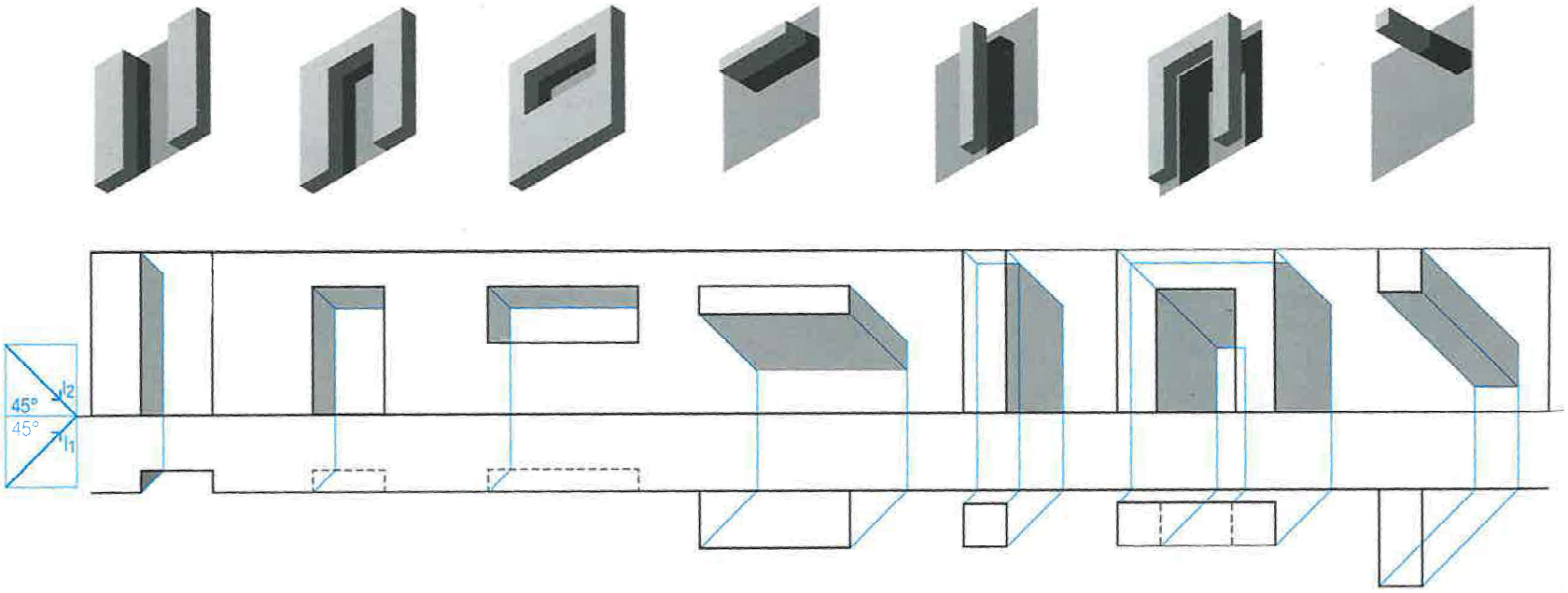
Eclairage solaire à 45°
La totalité de l'ombre portée elliptique s'étend sur le sol. Un changement de mur, configurant les rayons lumineux en position frontale, explicite clairement la construction de l'ombre propre et de l'ombre portée. La séparatrice d'ombre propre correspond à un diamètre de la sphère, perpendiculaire à la direction lumineuse. Elle est délimitée par un carré enveloppant PQRS. Les projections des points extrêmes hauts et bas de la sphère déterminent les foyers F_1 et F'_1 de l'ellipse



Eclairage ponctuel L
La totalité de l'ombre portée s'étend sur le sol. Un changement de mur rend la configuration frontale, et explicite la construction de l'ombre propre et de l'ombre portée. L'ombre portée dessine une ellipse. Ses foyers sont déterminés par les points extrêmes hauts et bas de la sphère

Ombres d'éléments architecturaux

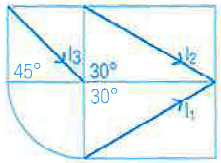
Répertoire de quelques éléments architecturaux.
L'éclairage est solaire et la direction lumineuse correspond à la diagonale d'un cube.

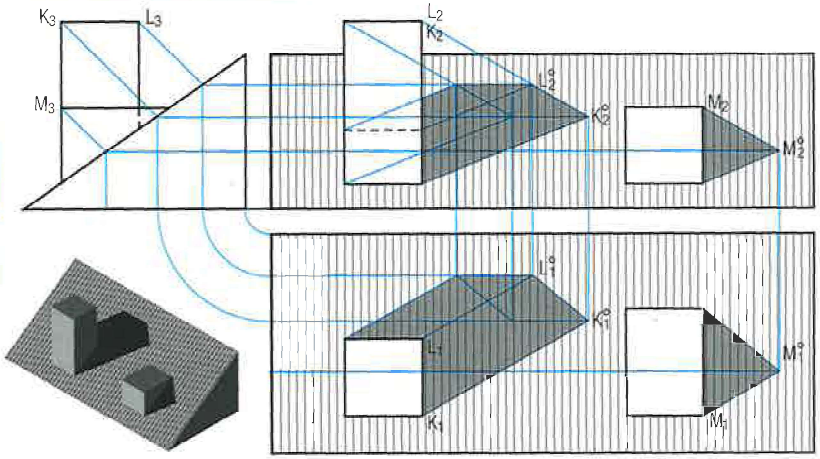


La fente | La porte | La fenêtre | L'auvent | Le pilier | Le portique | La console

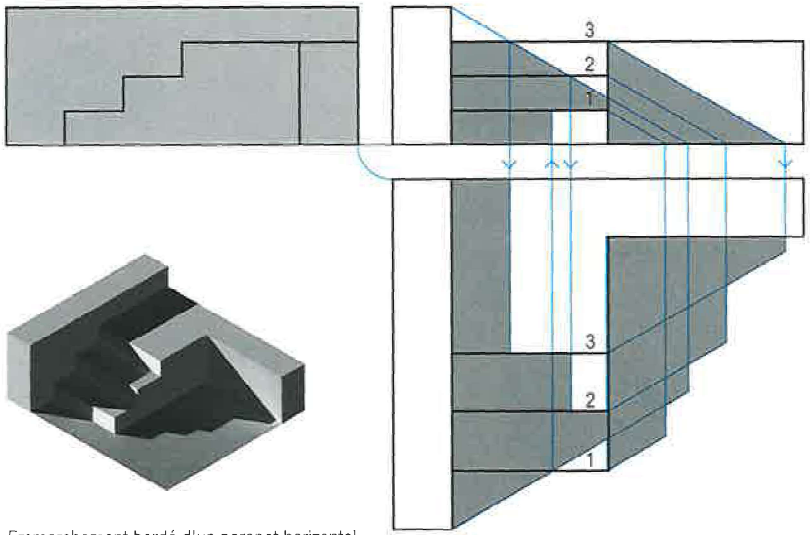
Ombres d'éléments architecturaux

Choix de quelques éléments architecturaux.
Ces éléments d'architecture sont fréquemment utilisés pour des exercices classiques de tracé d'ombre. L'éclairage est solaire.

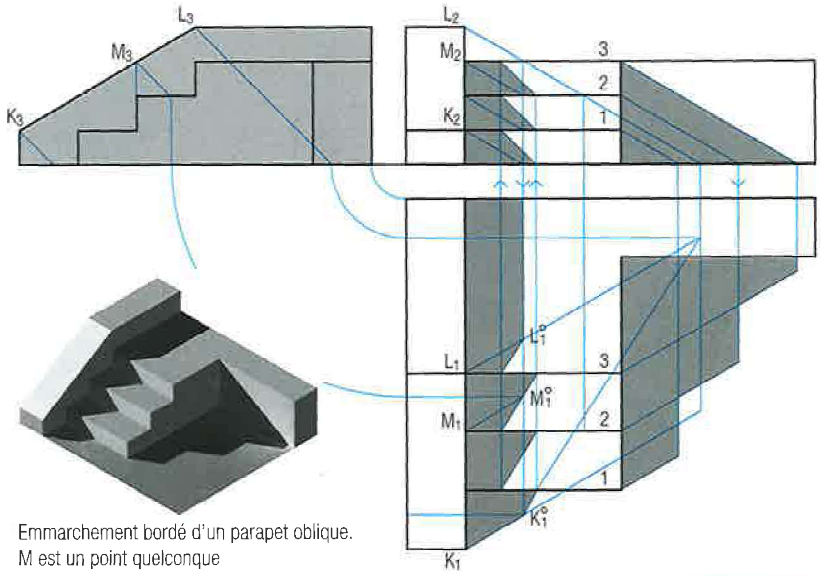




Toiture oblique recevant
une lucarne et une cheminée

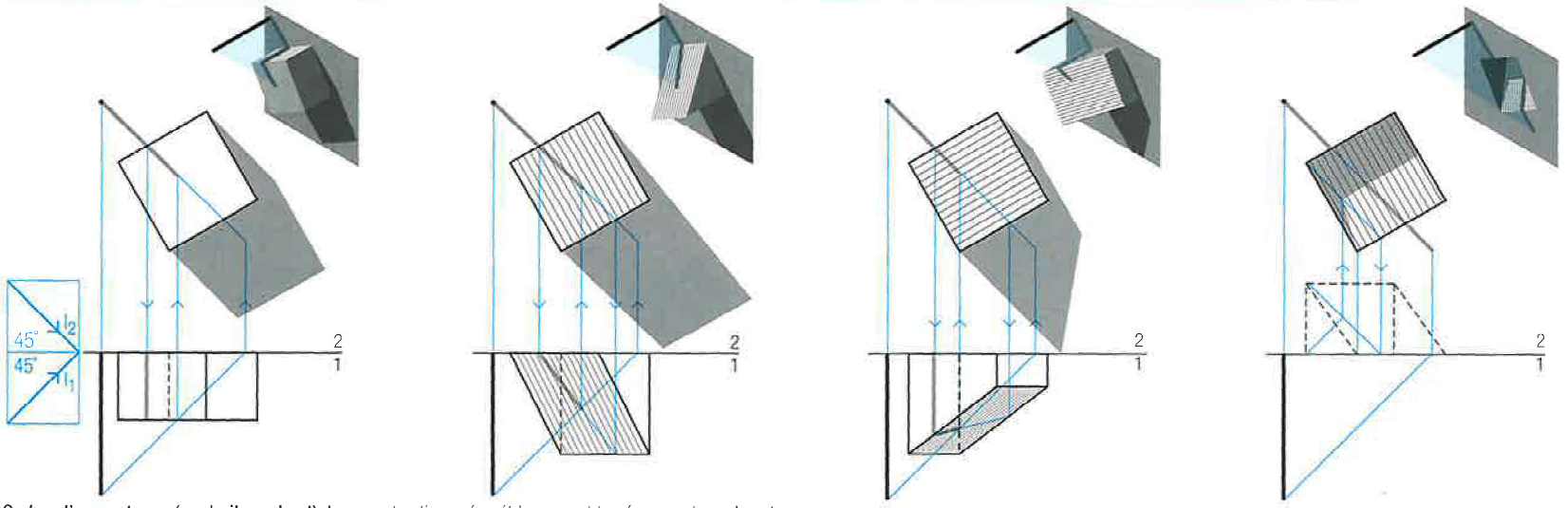


Emmarchement bordé d'un parapet horizontal

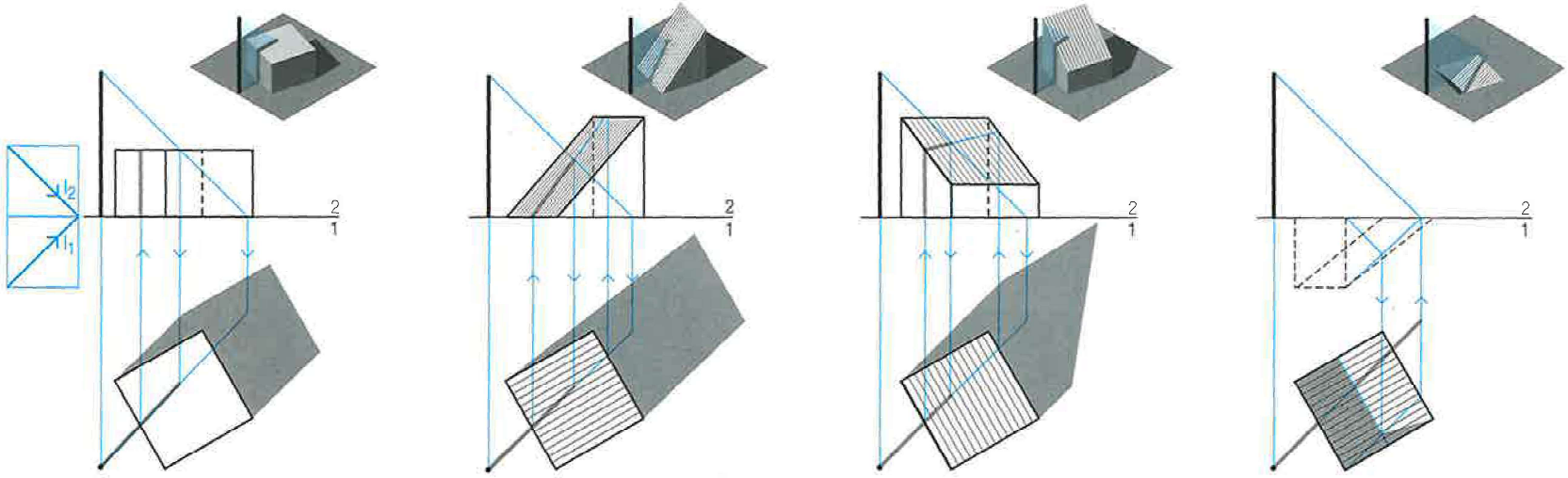


Emmarchement bordé d'un parapet oblique.
M est un point quelconque

Ombres de petits volumes



Ombre d'une potence (ou droite en bout). Les constructions géométriques sont tracées pour la seule potence



Ombre d'un mât (ou droite verticale). Les constructions géométriques sont tracées pour le seul mât

Ombres d'un objet



Cafetière Alessi, A. Rossi designer, 1980-1983

