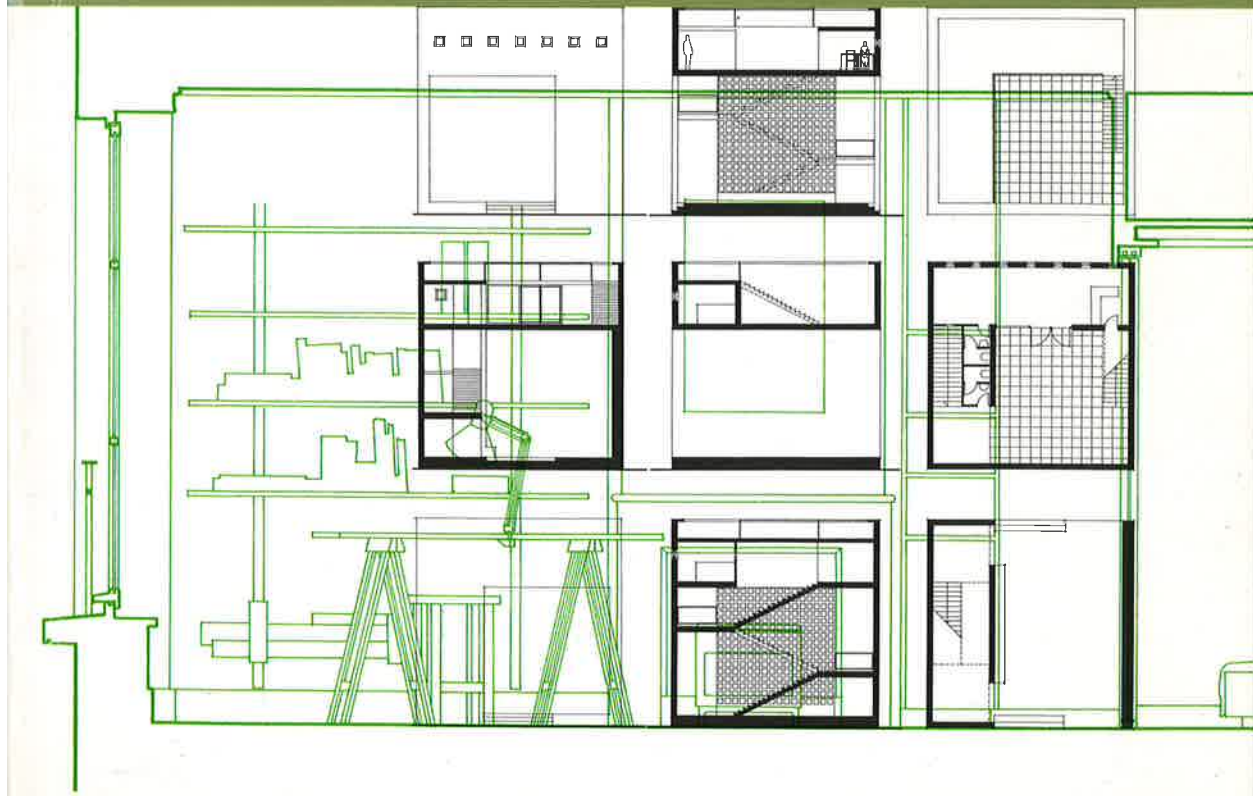


Jean-Pierre Durand

L a  
r e p r é s e n t a t i o n  
d u p r o j e t  
Approche pratique et critique

collection école d'architecture de granoble  
Editions de la Villette



## Perspectives cavalières ou axonométries

Leur particularité est de réunir certaines caractéristiques de deux modes de représentation apparemment inconciliables :

- les projections orthogonales, qui permettent de définir les mesures d'une forme, même complexe, et qui pour cela produisent une addition de vues morcelées souvent très éloignées de la perception habituelle ;
- la perspective conique ou à point de fuite, qui, au contraire, engendre une représentation plus globale, on peut dire « comme l'œil perçoit » mais qui ne permet aucune mesure directe puisqu'elle implique la réduction progressive d'une même mesure proportionnellement à l'éloignement de l'observateur.

Alors que, sur une seule vue, les projections orthogonales ne précisent que deux dimensions à la fois, les perspectives parallèles ou axonométries intègrent avec la même précision et la même échelle une troisième dimension. Ce procédé permet une vision plus globale tout en restant aussi simple et direct que les projections orthogonales.

Deux procédés ont des performances similaires mais des méthodes différentes : les perspectives cavalières et l'isométrie.

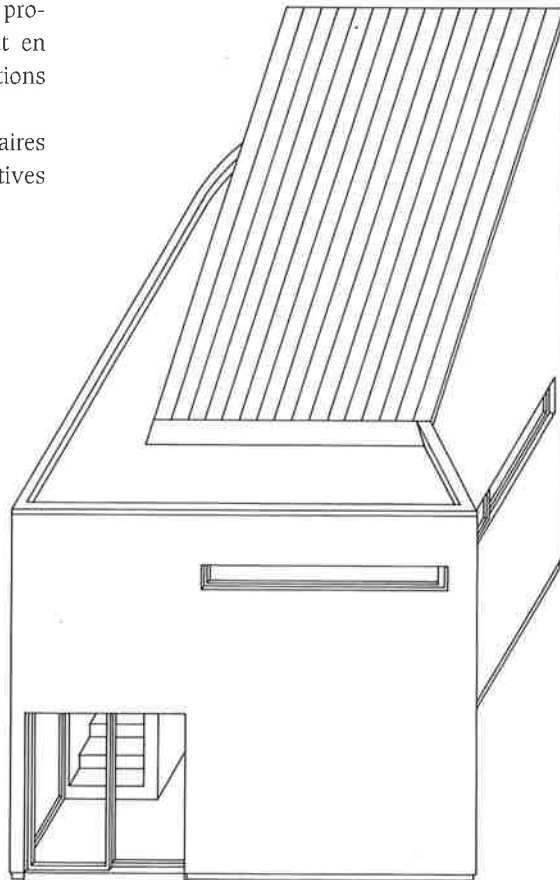
### Les perspectives cavalières

Associer à une projection géométrale la représentation de la profondeur selon une même direction.

Soit à partir d'une élévation : perspective cavalière de la face.

Soit à partir du plan : perspective cavalière du plan ou perspective militaire.

Ces procédés rapides, puisqu'une projection orthogonale sert directement de base à la représentation, sont apparus très tôt, tant cela a semblé naturel de compléter simplement deux dimensions par la troisième.



Perspective cavalière depuis la façade

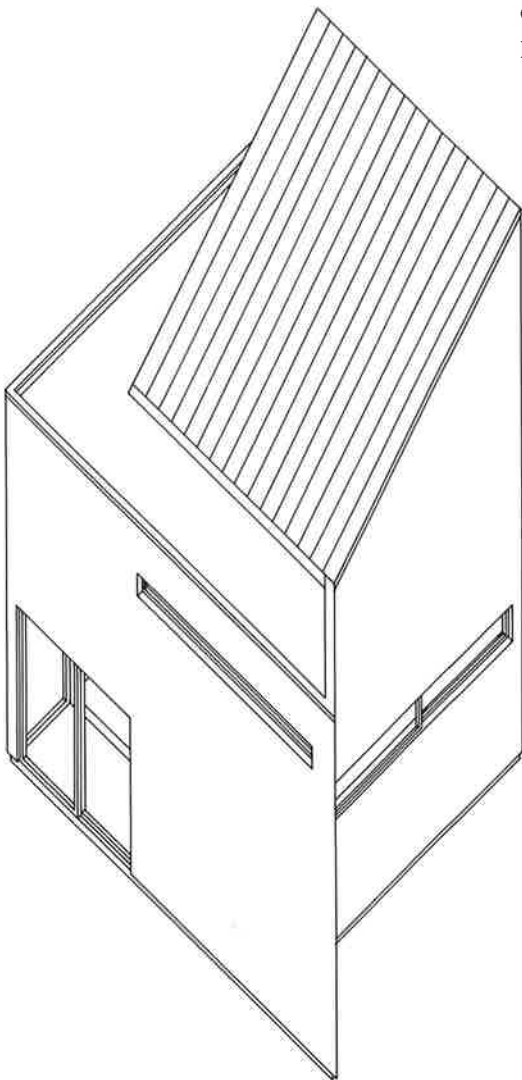
Mais cela reste un procédé qui produit une gêne : il y a contradiction entre la vision frontale d'une face et la possibilité de percevoir celle qui lui est perpendiculaire ; cette dernière paraît toujours plus profonde qu'elle n'est en réalité si l'on respecte la même échelle.

Pourtant, cette contradiction ne produit pas tout à fait les mêmes effets dans la cavalière de la face et dans celle du plan.

Dans la première, il est très gênant que les parois verticales d'un même édifice soient représentées si différemment, alors qu'elles ont

une position identique ; c'est une représentation extrêmement fruste.

À l'inverse, dans la seconde, ce handicap ouvre des possibilités : d'abord les parois verticales sont représentées de façon similaire et la possibilité d'orienter le plan permet de valoriser à sa convenance l'une ou l'autre façade. Ensuite c'est le plan, une projection majeure, qui sert de base ; sa non-déformation lui assure une lisibilité optimale et permet par exemple de visualiser l'espace interne en enlevant la toiture (cavalière par dessus) ou le sol (cavalière par dessous) : le plan reste géométriquement juste et réduit l'effet de masque des parois verticales.



Perspective cavalière depuis le plan

Schéma cavalière par dessus.

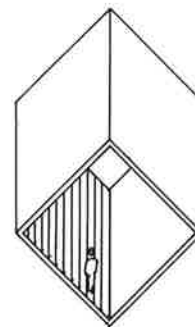
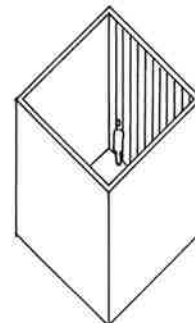


Schéma cavalière par dessous.

### L'isométrie

Projeter hauteur, largeur, profondeur selon trois axes formant un angle de  $120^\circ$ .

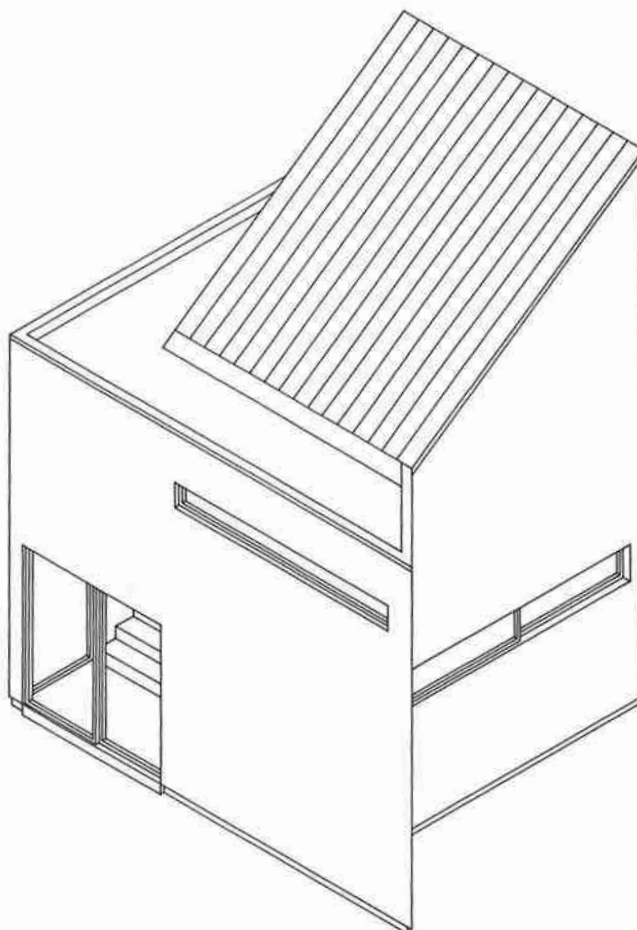
À l'inverse des cavalières, aucune des faces de l'édifice n'est représentée frontalement, mais elles le sont toutes selon la même oblique, avec une échelle identique pour toutes les mesures parallèles à chacun des trois axes.

Cette mise en oblique permet d'assimiler visuellement l'isométrie à une perspective à point de fuite et lui confère une sorte d'évidence, alors que son exécution est aussi rapide

que la cavalière. Par contre la déformation du plan ne lui permet pas d'être aussi performante que la cavalière par le plan dans les vues internes éclatées : la perte des repères orthogonaux et surtout l'effet de masque des parois verticales, amplifié par l'écrasement du plan, sont facteurs de confusion.

À partir de l'isométrie s'est développée une variation infinie de représentations où est conservé le principe de projection selon trois axes mais où l'angle de ces axes varie.

Cette ouverture de choix entre les cavalières, l'isométrie et leurs variantes permet une



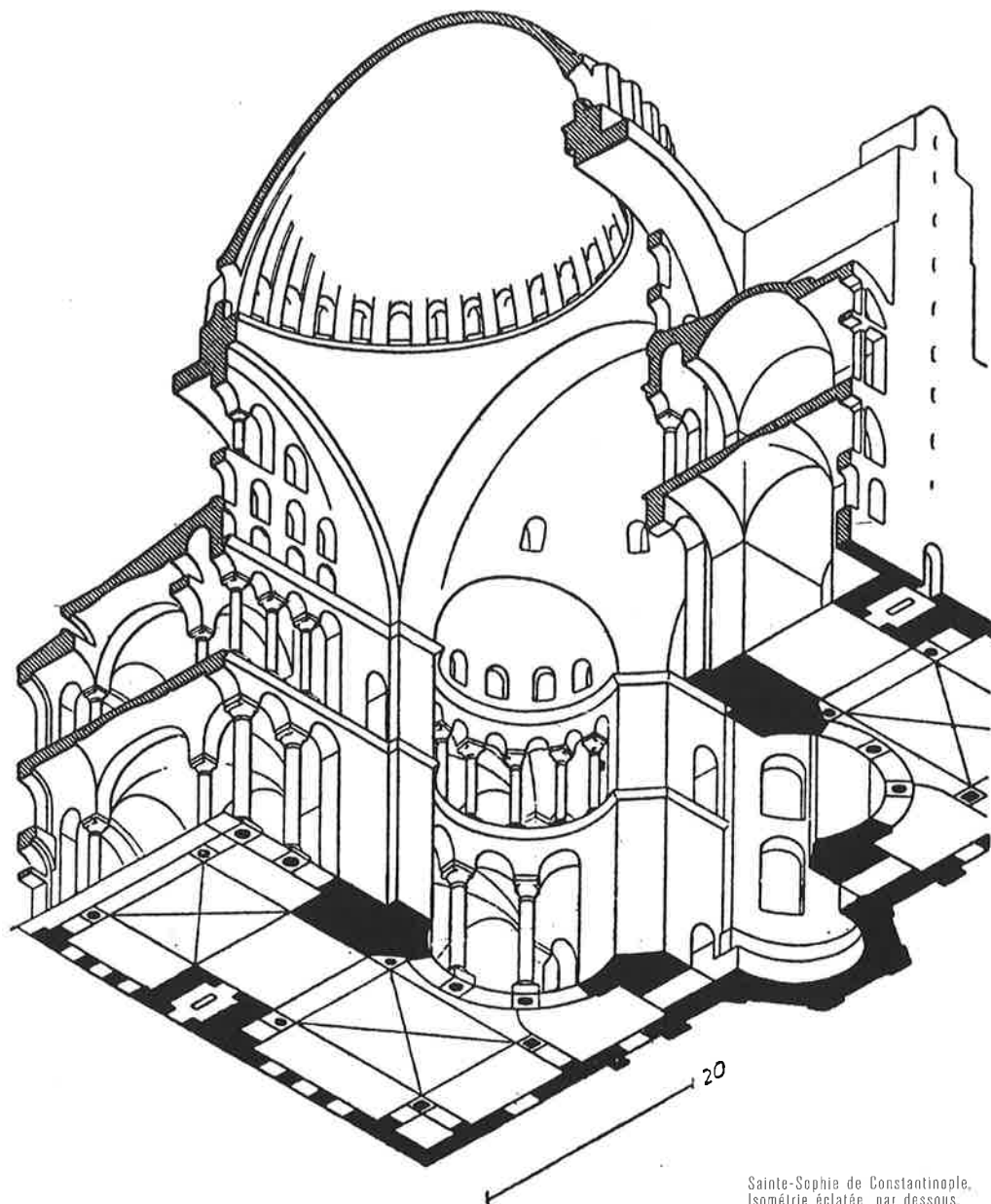
Atelier-maison Robert Gwathmey à Amagansett, État de New York, Charles Gwathmey et Robert Siegel arch., 1965. Axonométries comparées redessinées.

Isométrie.

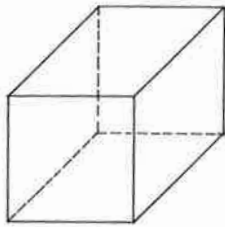
Réunir plan, coupe et élévation pour une représentation analytique de l'espace. Un procédé rapide et efficace pour faciliter la compréhension globale d'un édifice.

adaptation fine aux caractéristiques géométriques de l'objet représenté et au point de vue recherché, mais dans le même temps produit une fragilité : il peut y avoir de telles différences de représentation qu'il faut pour chacune d'elles prendre conscience des trans-

formations particulières pour pouvoir les décoder. On peut alors préférer s'en tenir à la cavalière par le plan, dans les directions conventionnelles de l'équerre à  $45^\circ$  ou  $30/60^\circ$ , ou à l'isométrie, dont la lecture peut devenir familière.

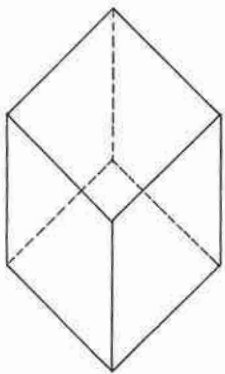


Sainte-Sophie de Constantinople,  
Isométrie éclatée, par dessous,  
Auguste Choisy, 1900

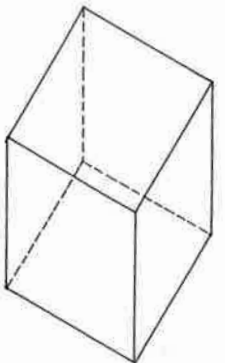


Schémas axonométriques.

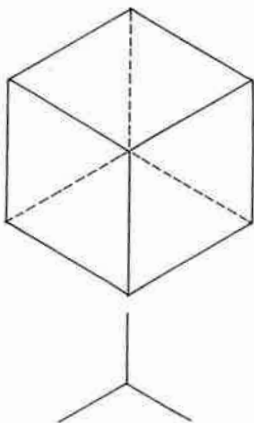
- cavalière depuis la façade ;



- cavalière depuis le plan  
à 45° ;



- cavalière depuis le plan  
à 30/60° ;



- isométrie.

## Des ambiguïtés dans les appellations

C'est probablement cette possibilité infinie de représentations qui est à l'origine de l'hétérogénéité des appellations, qui varient selon les cultures techniques ou artistiques, méditerranéennes ou anglo-saxonnes.

Seul le terme générique « perspective parallèle » est commun et sans ambiguïté, ainsi qu'« isométrie ». Par contre les termes de cavalières et militaires recouvrent des réalités très diverses.

On peut néanmoins s'accorder sur les appellations suivantes qui ne prêtent pas à confusion : cavalière à partir du plan et à partir de l'élévation, et l'isométrie (3 axes à 120°).

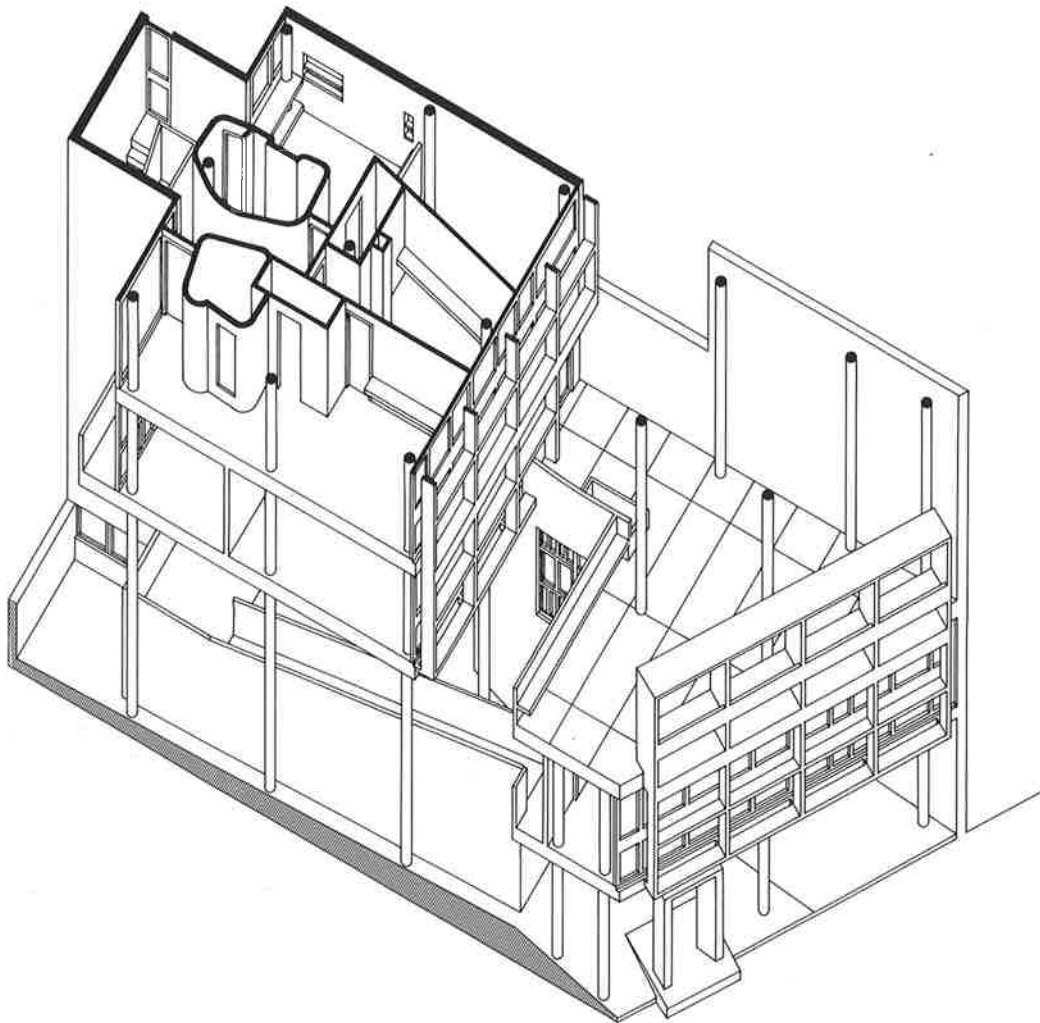
Toutes les autres peuvent être considérées comme des variations des premières sans qu'il soit nécessaire de les nommer tant elles sont nombreuses, surtout si l'on opère un taux de réduction dans certaines directions pour tenter de réduire les effets de déformation...

Mais cette tentative pose une question plus vaste commune à toutes les représentations.

Les perspectives parallèles sont donc des outils très simples permettant malgré tout de représenter les trois dimensions avec rigueur : l'intérêt de conserver les vraies mesures réside moins dans la possibilité de les lire sur la représentation (les projections frontales restent beaucoup plus fiables) que dans leur extrême facilité de mise en œuvre.

Le recours aux perspectives parallèles pour faciliter la compréhension de dispositifs spatiaux complexes est évident ; elles sont le complément des projections orthogonales, forme de synthèse à la portée des non-initiés.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, l'historien Auguste Choisy aura beaucoup utilisé les perspectives parallèles, particulièrement dans les représentations de l'espace intérieur, associant avec rigueur plan, coupes et élévation ; il en aura largement permis la diffusion auprès des architectes.



Maison du Docteur Curutchet à La Plata, Argentine,  
Le Corbusier et Pierre Jeanneret arch., 1949.  
Axonométrie redessinée.

**Daniel Jaques**

avec la collaboration de Jean-François Calame

# **GÉOMÉTRIE**

---

# **SPATIALE**

le vade-mecum



Presses polytechniques et universitaires romandes



## La projection axonométrique

### Spécificité de l'axonométrie

Cette représentation permet une vision globale et simultanée des trois dimensions de l'espace : « Elle constitue le langage par excellence de la composition de l'espace, alliant la précision métrique du géométral et l'aspect d'image spatiale suggestive de la perspective » (*L'axonométrie*, J. Aubert).

Par sa nature « technique », l'axonométrie traduit bien une conception mentale de la volumétrie représentée. Comparée à la perspective traditionnelle, elle apparaît comme moins réaliste et théâtrale, et l'œil averti en décèle les imperfections. Avec les objets allongés tout particulièrement, les longues parallèles semblent diverger et cela d'autant plus que la figure est regardée de près.

### Axonométrie et affinité

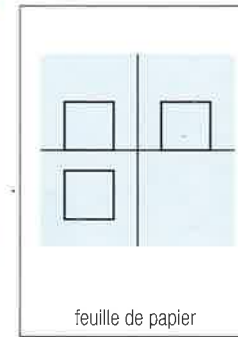
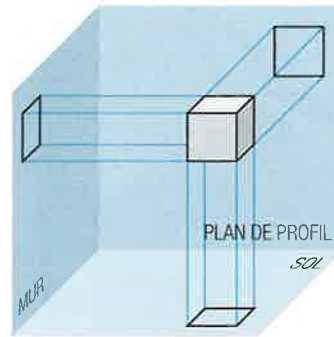
Les figures axonométriques présentent des propriétés affines. Le présent chapitre se limite à les examiner pour le seul cas du cube. Le sujet de l'affinité est développé dans le chapitre 12.

### Le théorème de Pohlke

Le principe de la projection axonométrique repose sur le théorème de Pohlke (1810-1876), qui peut s'énoncer de la manière suivante :

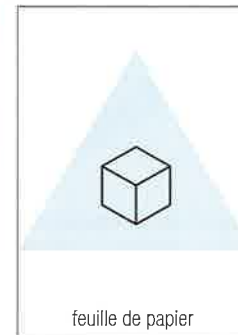
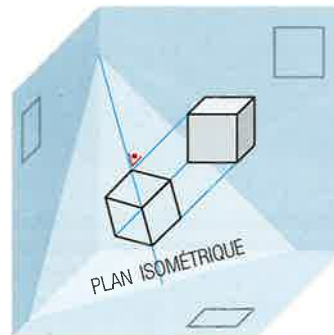
*Dans un plan, trois segments portés par trois droites concourantes à partir de leur point commun peuvent être considérés comme projections parallèles de trois segments égaux orthogonaux.*

En conséquence, le choix d'une image axonométrique n'est soumis à presque aucune restriction. Cette liberté est corroborée par la variété quasi illimitée des représentations possibles.



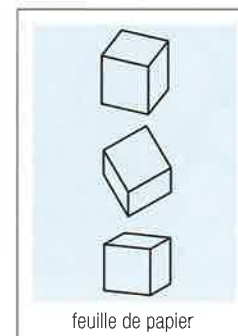
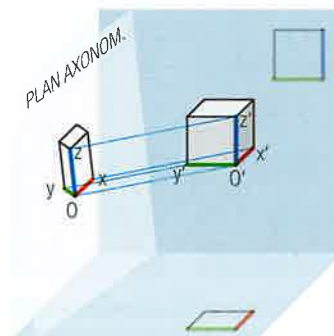
### La projection orthogonale (ou projection de Monge)

- Le trièdre de référence avec les projections orthogonales d'un cube
- L'épure résultante



### La projection axonométrique (exemple de l'isométrie)

- Le trièdre de référence avec la projection isométrique d'un cube
- L'image résultante



### Illustration du théorème de Pohlke

- Le trièdre de référence avec la projection axonométrique d'un cube.

Trois segments arbitrairement choisis  $x$ ,  $y$ ,  $z$  issus d'un même point  $O$  représentent les projections parallèles sur le plan axonométrique de trois segments égaux et réciproquement perpendiculaires  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$ , issus d'un point de l'espace  $O'$

- Ce théorème permet d'affirmer que les trois parallélépipèdes représentés ci-contre peuvent correspondre à l'axonométrie d'un cube

## 4.1 Généralités

### La diversité des axonométries

PERSPECTIVE FÜR ARCHITEKTEN G. Scharwächter Ed. Hatje, 1964	ZEICHENLEHRE FÜR ARCHITEKTEN, BAUZ. U. DESIGNER C. Coulin Ed. J. Hoffmann, 1966	BAUZEICHNUNGEN Landscheidt/Schlüter Ed. Bauverlag, 1966	DESSIN TECHNIQUE G. et J. Raynaud Ed. Amphora, 1968	CORSO DI DISEGNO 1 L. Benevolo Ed. Laterza, 1974	ARCHITECTURAL GRAPHICS F. Ching Ed. Architectural Press, 1975	PERSPECTIVE U. AXONOMETRIE R. Thomae Ed. Kohlhammer, 1976	FREIHÄNDIG ZEICHEN U. SKIZZIEREN C. Heuser Ed. Bauverlag, 1976	DICTIONNAIRE TECHNIQUE ET CRITIQUE DU DESSIN A. Béguin Ed. Oyez, 1978	ARCHITECTURAL DRAWING: THE ART AND THE PROCESS G. Allen, R. Oliver Ed. Withney, 1981
 perspective militaire 1/2	 isométrie, perspective parallèle ou cavalière	 isométrie	 projection cavalière	 parallèle oblique	 isométrie	 perspective militaire	 perspective cavalière	 perspective cavalière	 isométrie
 perspective cavalière	 perspective cavalière	 perspective cavalière	 projection isométrique	 axonométrie cavalière du plan	 isométrie	 isométrie	 isométrie du plan	 perspective trimétrique	 dimétrie
 isométrie	 isométriques	 dimétrie	 projection trimétrique	 axonométrie cavalière de la face	 plans obliques	 perspective cavalière	 isométrie	 projection dimétrique usuelle	 élévation oblique
 dimétrie 1:1:1/2 1:1:1/3 1:1:1/4	 perspective simulée	 projection dimétrique usuelle	 axonométrie isométrique	 élévation oblique	 dimétrie	 projection axonométrique	 projection dimétrique redressée	 plan oblique	
 trimétrie 1:2/3:5/6 1:1/2:9/10	 isométrie du plan, ou perspective militaire ou axonométrie	 projection dimétrique redressée	 projection dimétrique redressée				 perspective isométrique		

#### Dix versions d'axonométries ou de perspectives parallèles, selon dix auteurs

Tiré de *La perspective pas à pas*, 1989, J.-C. Ludi. L'auteur annote son tableau avec la légende suivante :

« Tableau comparatif d'axonométries présentées en colonnes par dix auteurs occidentaux ces vingt dernières années.

Il est l'illustration de l'hétérogénéité des dénominations et des règles en matière d'axonométries. »

## La militaire, définition

### Appellation

Le terme de *militaire* emprunté au domaine de l'ingénierie militaire souligne le milieu dont provient ce type de représentation. La *perspective militaire* est une appellation coutumière des architectes, ingénieurs et constructeurs.

### Définition

La *militaire* est une projection parallèle (ou cylindrique) oblique sur un plan horizontal. La projection des plans horizontaux de l'objet, parallèles au plan de projection, se fait en vraie grandeur, sans déformation.

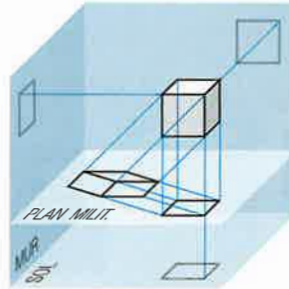
L'orientation de la projection étant arbitraire, il y a donc théoriquement une infinité de militaires possibles qui se différencient par l'orientation du plan de base de l'objet et du « raccourcissement » des fuyantes. D'où des codes de représentations qui varient d'un auteur à l'autre dans les ouvrages de géométrie spatiale. On privilégie ici une représentation courante, celle qui oriente le plan à 30°-60° (directions données par l'équerre du dessinateur) et qui maintient les arêtes verticales en vraie grandeur. Définie en termes simples, la militaire est une mise en profondeur faite à partir du plan.

### Caractéristique principale

Comme énoncé plus haut, la militaire conserve toujours les plans horizontaux en vraie grandeur.

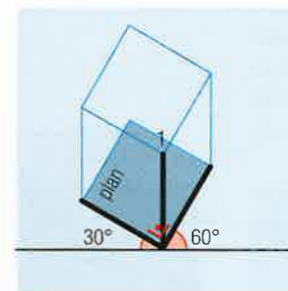
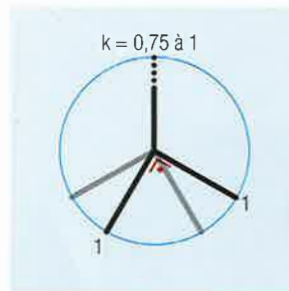
### Autres appellations

La militaire peut prendre d'autres appellations comme *axonométrie aérienne*, *perspective militaire*, *projection militaire*, *isocavalière*, *cavalière du plan* (par opposition à cavalière de la face) ou encore *isométrie du plan*.



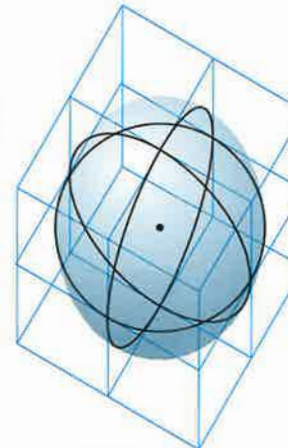
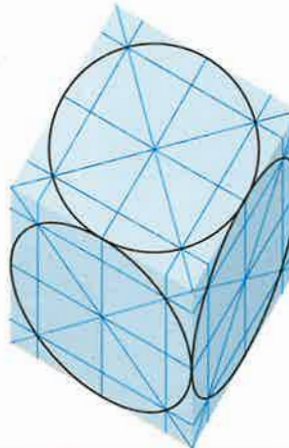
### Projection militaire

Passage du trièdre au plan unique de la militaire



### Directions et rapports de réduction k

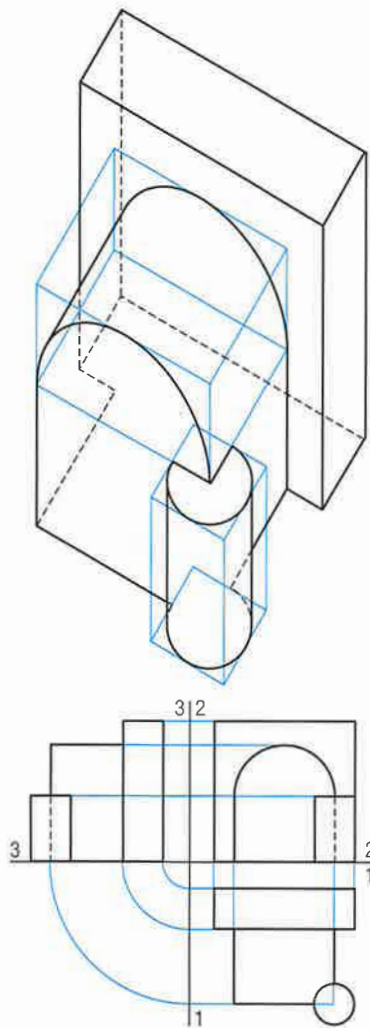
- a. Cas général, aux choix multiples
- b. Cas proposé dans ce chapitre



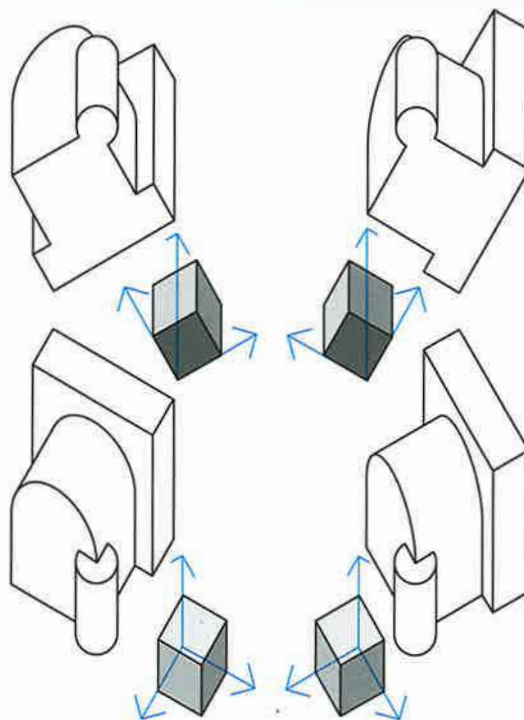
### Cercle et sphère

- a. Inscription du cercle dans les trois plans projetants orthogonaux. En projection horizontale, le cercle reste un cercle! Une relation affine lie le cercle à ses projections obliques (voir plus loin)
- b. Tracé de la sphère inscrite dans son cube enveloppant. La sphère subit une déformation!

## La militaire, représentation



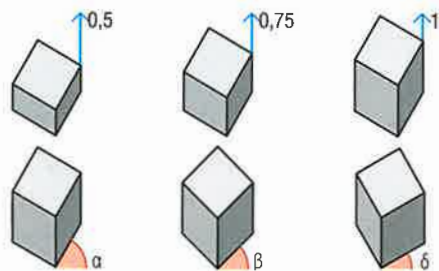
**Objet témoin**  
Epure et militaire aux dimensions doublées



Un slogan : la militaire, c'est le plan en vraie grandeur

**Les constantes : une même règle pour des points de vue différents**

Les schémas répertorient les positions fondamentales construites sur le même code de représentation : vues plongeantes et plafonnantes, vues « gauches » et vues « droites »



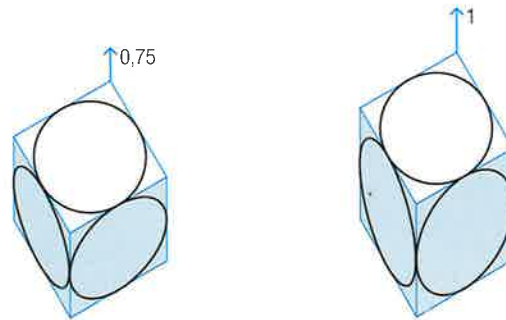
**Les variables : raccourci et orientation du plan avec l'exemple du cube**

Raccourci : les mesures reportées sur les hauteurs peuvent être diminuées d'un coefficient réducteur arbitraire afin de suggérer la volumétrie la plus vraisemblable

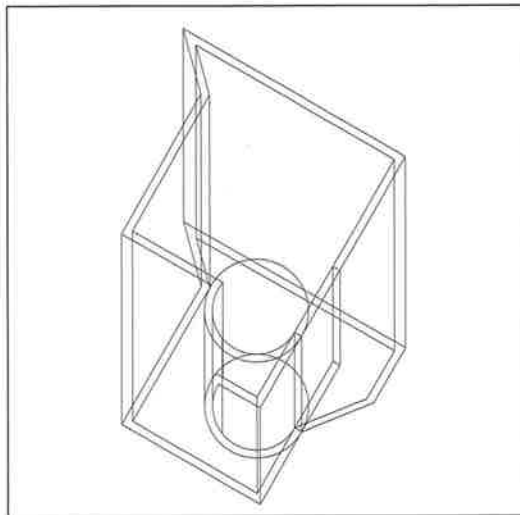
Orientation : l'orientation du plan dépend d'un choix graphique lié à la lisibilité de l'objet

## Militaire du cercle

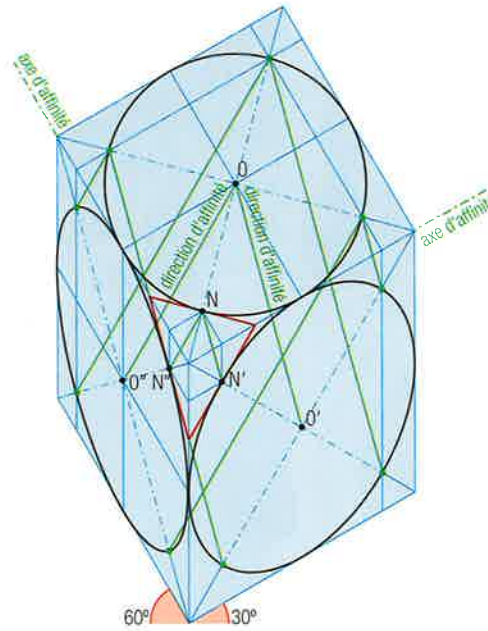
La transformée du cercle dans les deux plans fuyants de l'axonométrie militaire est une ellipse.  
Pour davantage d'informations sur l'ellipse, voir les sections 10.2 et 12.4.



Représentation du cercle dans les plans fuyants sous deux militaires différentes



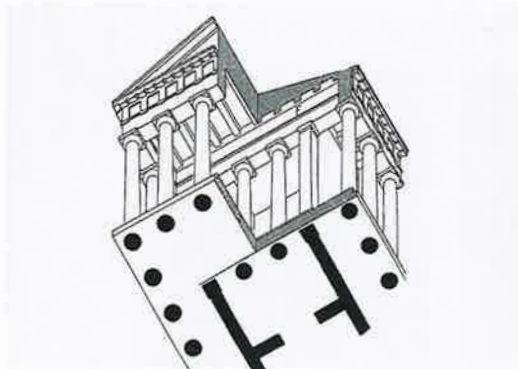
Bâtiment en cours de modélisation (Maison Gwathmey)



Cercle et correspondants elliptiques dans les plans fuyants  
Les ellipses sont des transformations affines de ce cercle

### Militaire de solides représentatifs

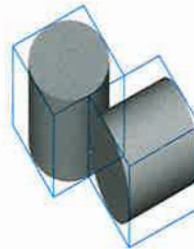
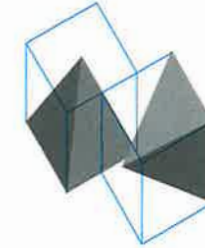
L'axonométrie militaire propose une représentation suggestive de l'espace, bien qu'un peu sommaire avec son plan conservé en vraie grandeur. Lorsque les arêtes verticales ne sont pas diminuées, l'objet représenté paraît un peu plus élancé qu'en réalité. Avec son point de vue aérien et en conformité avec ses origines, cette représentation est bien adaptée à des plans « volumétriques », comme les plans urbains et d'urbanisme où le réseau des voiries reste non déformé, alors que des édifices significatifs peuvent y être insérés avec leur volumétrie. La représentation est bien adaptée à l'architecte dans la mesure où le plan, qui est la projection majeure pour ce professionnel, sert de base à la représentation tout entière et lui assure une lisibilité optimale. Elle permet la possibilité de visualiser l'espace intérieur en enlevant la toiture (vue habituelle en plongée) ou le sol (vue en contre-plongée, plus exceptionnelle et plus difficile à « voir »). Nombreux sont les architectes du XX<sup>e</sup> siècle qui l'ont utilisée pour la représentation de leur projet et lui ont donné ses lettres de noblesse.



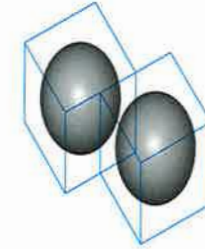
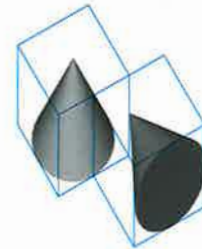
Militaire tirée de l'*Histoire de l'architecture*, A. Choisy, 1899



Solides prismatiques



Solides de révolution



Solides présentant des plans obliques à 45°

