



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Le géométral du projet  
d'architecture  
Projet 1

*Entre 4 murs*  
*Occuper un espace*

P1





**Table des matières**

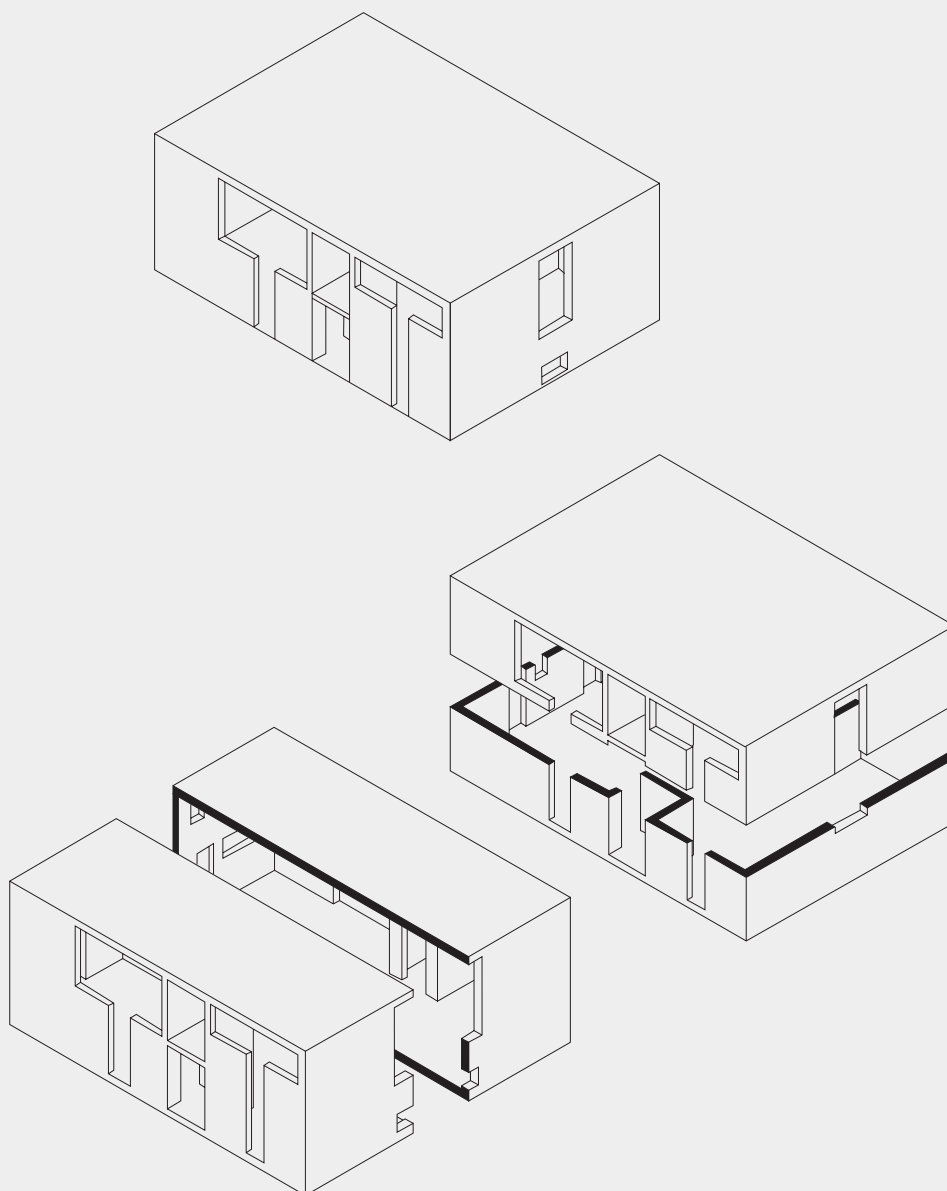
Préambule	6
Définitions	6
Principes graphiques	6
P.1 Détermination de l'échelle de représentation	6
P.2 Hiérarchie des informations graphiques	7
P.3 Détermination de la position des plans de section	7
Conventions graphiques	9
C.1 Emploi des styles de trait	9
C.2 Emploi des légendes	9
Moyens graphiques	9
M.1 Le dessin préparatoire au dessin de rendu	9
M.2 Le rendu	10
M.3 Le dessin à l'encre	10
Géométral d'objets	12
O.1 L'escalier	12
O.2 Les ouvertures dans un mur	15
O.21 La fenêtre type du modèle P1 à l'échelle 1/50	15
O.22 Les portes type du modèle P1 à l'échelle 1/50	15
O.3 Le Modulor / représentation de l'échelle humaine	16
Bibliographie	17

*Le dessin d'architecture est le dessin géométral. Le géométral est le dessin exact, on peut dire le dessin par excellence.*

Julien GUADET<sup>1</sup>

1. Julien GUADET  
Architecte (1834 - 1908, Paris) et  
enseignant établi à Paris. Auteur d'un  
traité *Éléments et théorie de l'archi-  
tecture*, quatre éditions entre 1901  
et 1915.

## LE MODELE P1



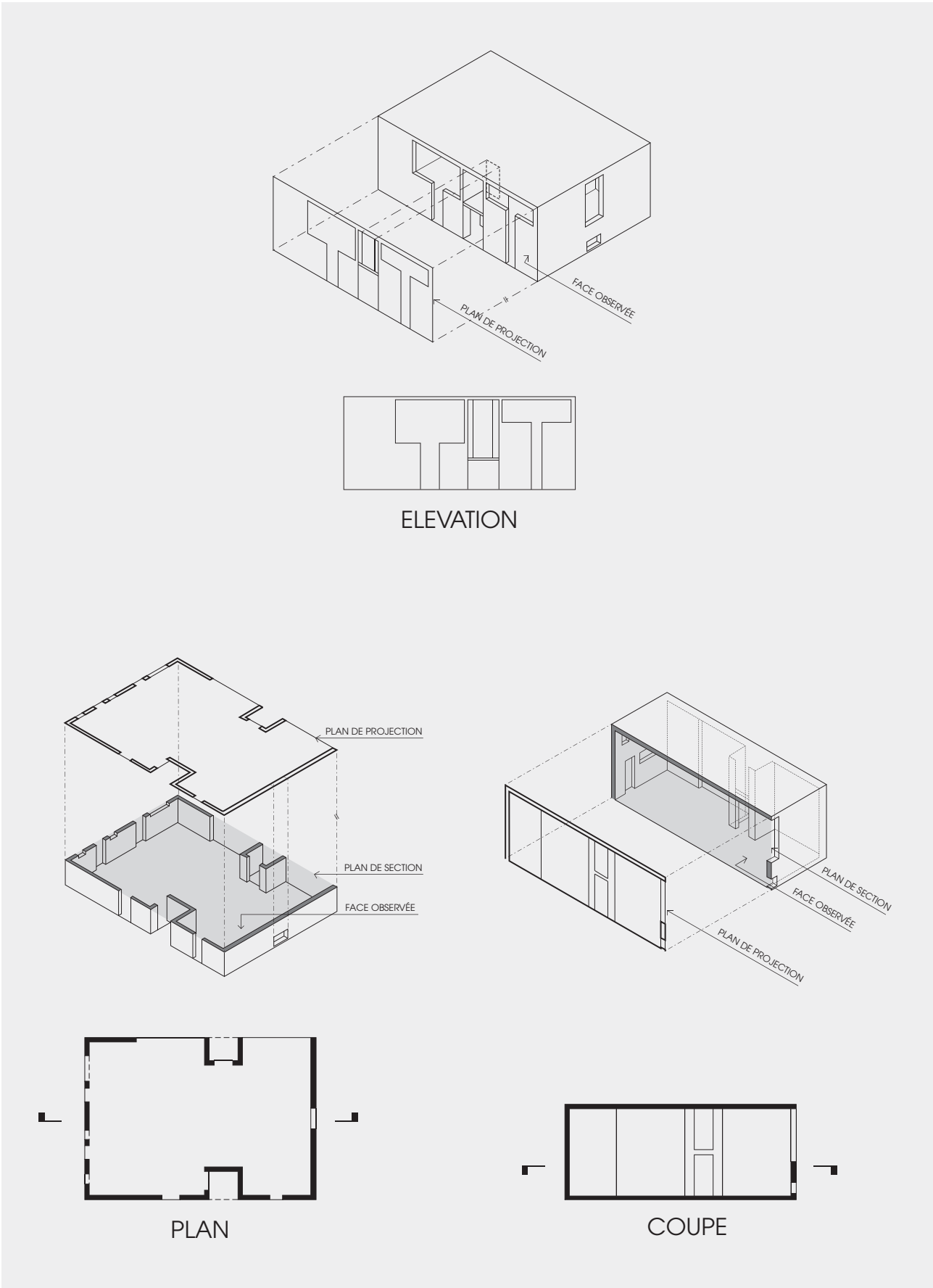


fig.2

## Préambule

Les notices sur la représentation *le géométral* appliquées aux projets doivent être mises en relation avec le document d'introduction à la représentation *THP 1.2 Représentation*.

1. Façade : chacune des faces verticales en *élévation* d'un bâtiment.

2. 1/5000<sup>ème</sup>, soit 0.01m (1cm) sur le dessin représente 50m dans l'espace réel.

## Définitions

Le géométral<sup>(1)</sup> permet l'appréhension aisée et précise de l'objet dessiné. Il est l'un des principaux systèmes projectifs mesurables fondé sur deux dispositifs essentiels de maîtrise des dimensions : 1. la projection parallèle (géométral, axonométries c.f. P5), qui est un système de projection géométrique sur un plan permettant de contrôler facilement les rapports de réduction qui peuvent exister entre les dimensions d'un objet dans l'espace et celle de sa représentation bi-dimensionnelle ; 2. l'échelle de représentation, qui définit le rapport proportionnel numérique entre le dessin et l'objet représenté.

En architecture la représentation d'un édifice en géométral est constitué d'un ensemble de projections orthogonales distinctes (*élévations*) qui possèdent la particularité d'être établies sur des plans de projections (chaque fois que cela est possible) parallèlement à chaque face observée. Les plans et les coupes de géométral font intervenir un plan spécial supplémentaire qui découpe l'objet parallèlement au plan de projection et que l'on nomme pour cette raison le *plan de section* (fig.2). **NOTA BENE** : on ne pourra comprendre un plan qu'en s'aidant de la coupe, qui indique ce que l'on recherche dans ce plan. De même, il est nécessaire de mettre en rapport *plan* et *façade*<sup>1</sup>, *façade* et *coupe* (fig.2).

Les projections distinctes constitutives du géométral pour l'architecture – plans, coupes, élévations – sont mises en page sur un support graphique nommé *rendu*. Les modalités du rendu suivent certains principes graphiques et sont fixées par des conventions graphiques.

## Principes graphiques

### P.1 Détermination de l'échelle de représentation

Le rapport proportionnel numérique entre le dessin et l'objet représenté est fixé en fonction du type d'informations à communiquer :

- informations sur l'objet et son contexte environnemental :  
échelle du 1/5000<sup>ème</sup> ou 1/2500<sup>ème</sup> ou 1/1000<sup>ème</sup> ou 1/500<sup>ème</sup>;
- informations sur l'objet dans sa globalité, sur ses dimensions essentielles et son organisation :  
échelle du 1/200<sup>ème</sup> ou 1/100<sup>ème</sup> ;
- informations sur l'objet détaillé, sa construction :  
échelle du 1/50<sup>ème</sup> ou 1/20<sup>ème</sup>.

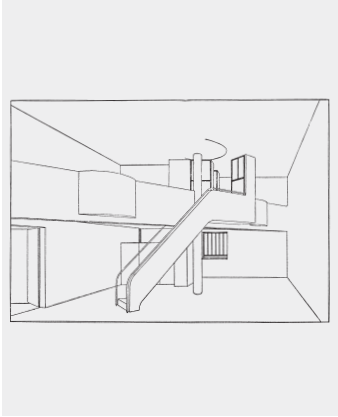


fig.3

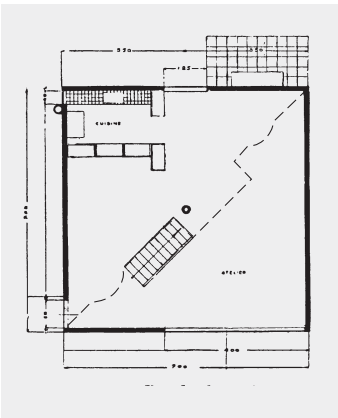


fig.4

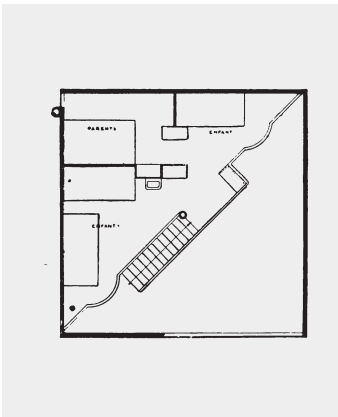


fig.5

fig.3-5  
Maisons en série pour artisans, 1924,  
Le Corbusier, respectivement : pers-  
pective, plan niveau rez-de-chaus-  
sée, plan niveau mezzanine.

## P.2 Hiérarchie des informations graphiques

Plus l'objet est proche du plan de section, plus sa représentation est détaillée. Par exemple, dans le cas d'un espace à double hauteur occupé partiellement par une mezzanine, on représente le mobilier situé sur le plan de section le plus proche de lui (fig.4 et 5).

## P.3 Détermination de la position des plans de section

On choisit la position des plans de section afin d'illustrer les caractéristiques fondamentales du projet : on représente *la règle avant l'exception*. Certaines parties de l'ensemble situées en-dessus, en-dessous, en avant, en arrière du plan de section peuvent être représentées. On ne dispose pas un plan de section vertical sur une poutre dans le sens de sa portée ni sur un poteau (fig.6).

- L'altitude du plan de section horizontal est conventionnellement fixé au-dessus des appuis des baies (+1m), sinon on indique l'altitude du plan de section.
- Une coupe est dite en baïonnette lorsque sur un seul plan sont projetées plusieurs sections juxtaposées (fig.7 p.8).

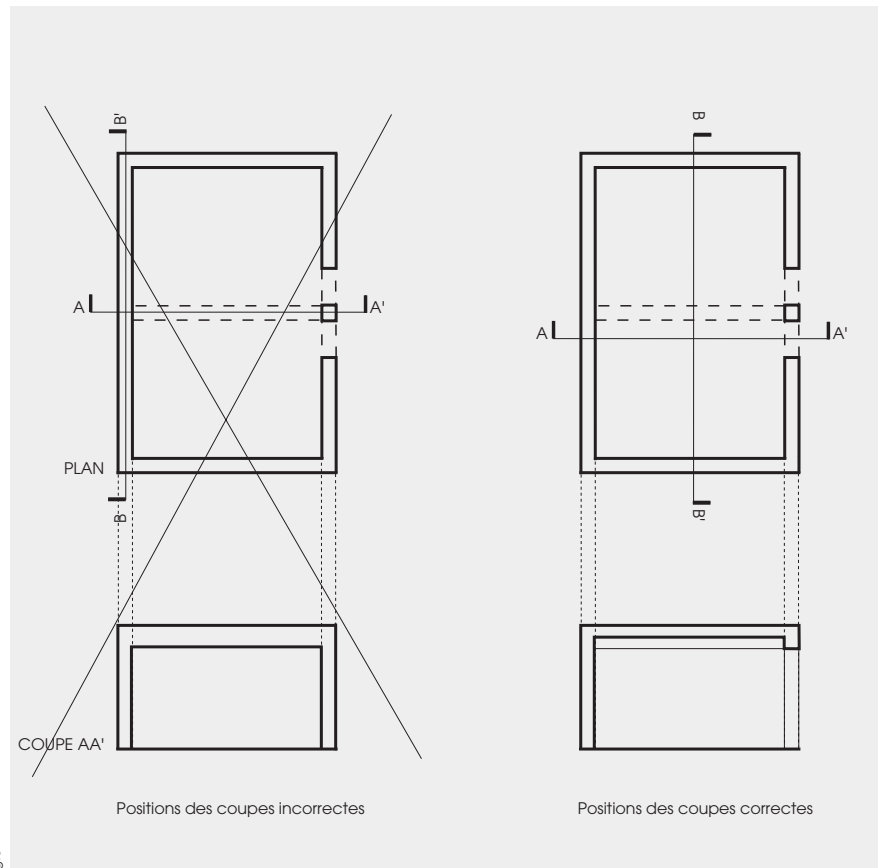


fig.6

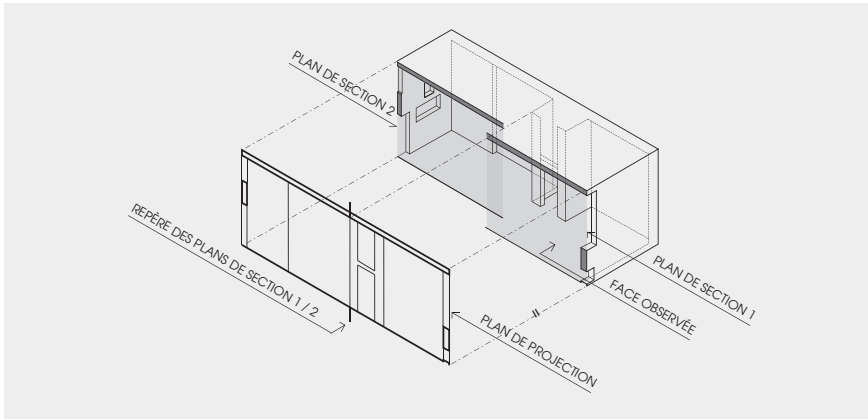


fig.7

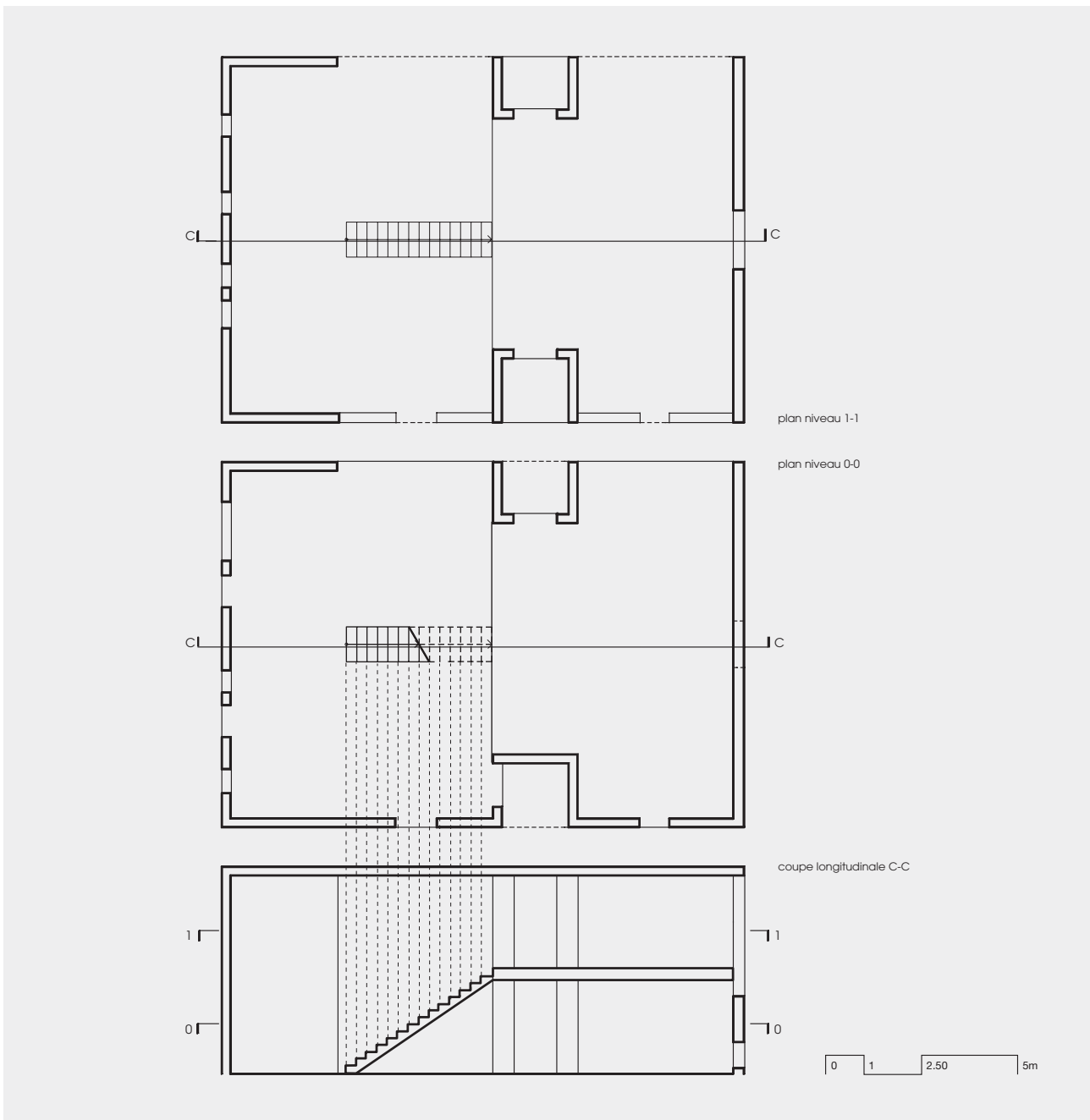
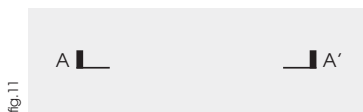
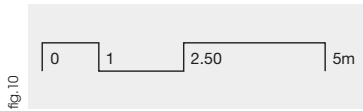


fig.8





### Conventions graphiques

Pour la représentation en géométral d'un objet physique, celui-ci est conventionnellement réduit à l'ensemble des arêtes qui le délimitent. Une arête est elle-même définie comme l'intersection de deux surfaces de l'objet.

Le géométral consiste donc à représenter la projection de segments de droites et de courbes qui correspondent aux arêtes de l'objet. Des sous-ensembles d'arêtes forment les parties de l'objet représenté. Pour la compréhension tri-dimensionnelle de l'objet, on représente les parties visibles de la face observée mais aussi celles coupées et invisibles (fig.8). Afin de distinguer les parties entre elles on attribue à chacune un style de trait différent.

#### C.1 Emploi des styles de trait (fig.8 / fig.18 et 19 p.11)

- Les parties en vue sont représentées par des traits continus.
- Les parties invisibles sont représentées par des traits interrompus.
- Les parties coupées sont représentées avec une épaisseur de trait  $\geq 2$  l'épaisseur du trait des parties en vues.
- Les mouvements des parties mobiles sont représentées par des pointillés.

#### C.2 Emploi des légendes

Des légendes accompagnent le géométral. Elles sont des intitulés pour nommer les éléments graphiques (plan, coupe, élévation...) et / ou des symboles graphiques. Le géométral occupe prioritairement l'espace du support graphique (rendu); les légendes et symboles lui sont subordonnés.

- L'*orientation* du projet (fig.9) par rapport aux points cardinaux figure graphiquement sur les plans. Le géométral d'un même projet et à toutes les échelles conservent la même orientation sur le support graphique. Conventionnellement le nord est situé en haut et à droite.
- L'*échelle de représentation* du projet (fig.10) figure graphiquement et / ou numériquement (échelle 1/100, soit 0.01m en dessin représente 1m dans l'espace réel).
- Le *repère de section* (fig.11) est un repère graphique indiquant la position du plan de section. Il est formé de deux segments de droite alignés et positionnés hors champ du géométral. Sur chacun des segments on indique par un trait fort ou une flèche la face observée (soit l'orientation du regard).

### Moyens graphiques

Le géométral s'exécute à l'aide d'outils de traçage (fig.16 et 17, p.11): règle, tire-ligne / porte-mine, stylo à pointe tubulaire, té, équerre, compas, pistolet...

#### M.1 Le dessin préparatoire au dessin de rendu

Le dessin préparatoire comporte toutes les informations qui figureront sur le

dessin de rendu. Il s'exécute au trait fait au crayon sur un support en papier calque.

**M.2 Le rendu**

Le rendu est la mise au net du dessin préparatoire pour la communication du projet d'architecture. Il peut être augmenté d'effets (ombres, couleurs, paysage...). Il s'exécute au trait fait à l'encre sur un support en papier calque.

A des fins de reproduction, on photocopie le support calque.

**M.3 Le dessin à l'encre**

Le dessin linéaire à l'encre, réalisé manuellement, s'exécute à l'aide d'un stylo à pointe tubulaire sur un support en papier calque. Pour obtenir un trait d'intensité égale et d'une parfaite rectitude, le stylo est tenu perpendiculairement au support du tracé et appuyé sur le bord d'une règle (fig. 16).

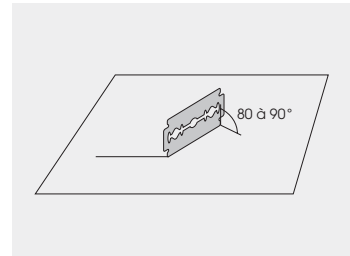


fig.14

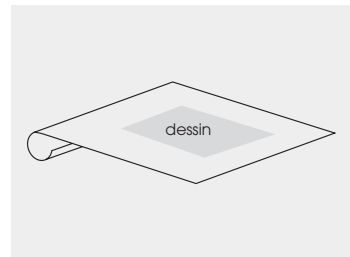


fig.15

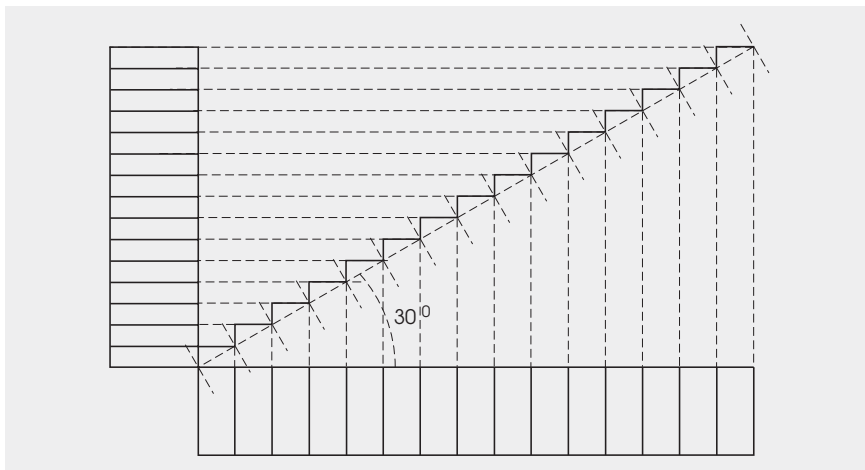


fig.12

fig.12  
Illustration de l'application du théorème de Thalès pour le géométral d'un escalier. *Théorème de Thalès*: un faisceau de droites ou de plans parallèles découpe sur deux droites transverses des segments correspondants proportionnels.

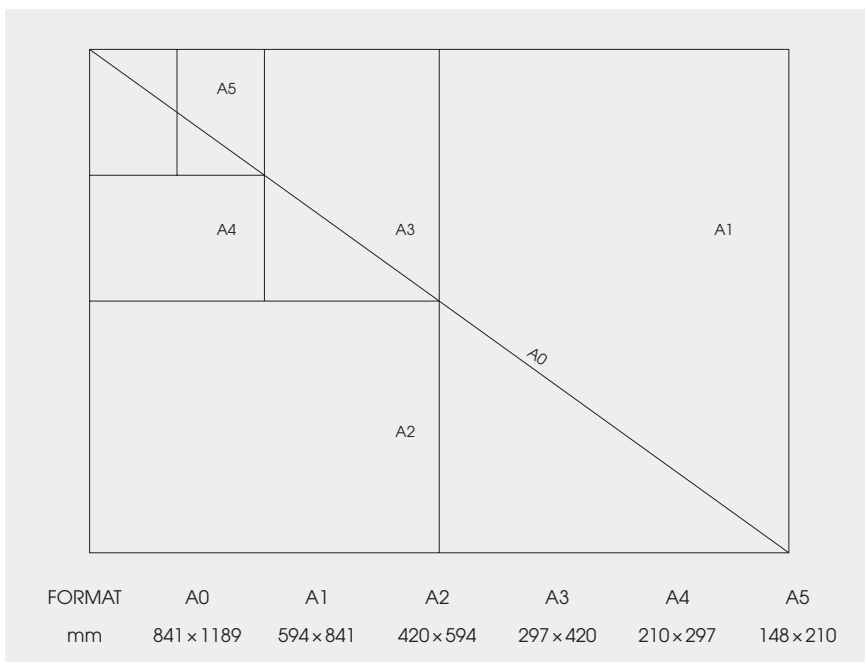


fig.13

fig.13  
Les formats normalisés DIN des supports graphiques, mis au point par des ingénieurs allemands entre les deux guerres.

fig.14  
Illustration de l'activité de *grattage*: pour effacer un tracé à l'encre sur un support de papier calque, on peut utiliser une lame de rasoir. Il faut tenir la lame de rasoir perpendiculairement au support et gratter avec l'extrémité.

fig.15  
La face sur laquelle figure le tracé est située à l'extérieur du rouleau.

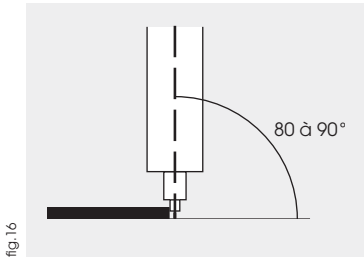


fig.16

fig.16  
Position d'un stylo à pointe tubulaire par rapport au support du tracé.

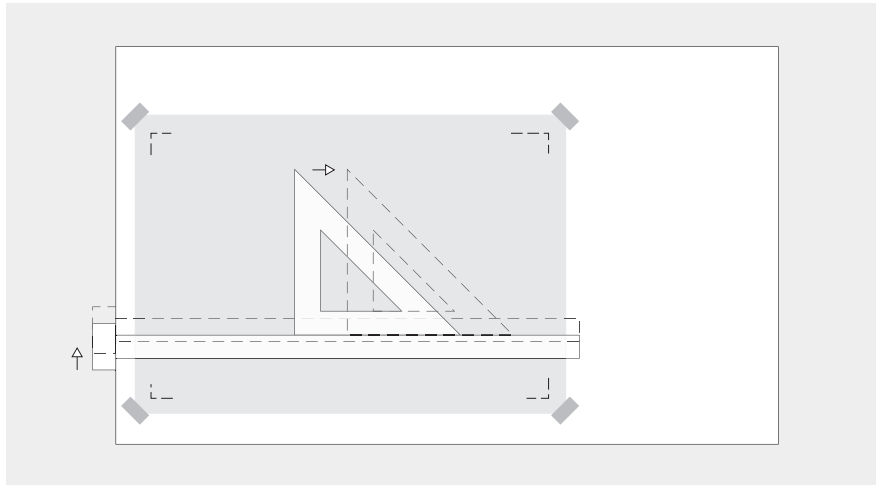


fig.17

fig.17  
Outils pour le tracé orthogonal.

épaisseur en mm	ligne
0.18	—
0.25	—
0.35	—
0.5	—
0.7	—
1	—
1.4	—
2	—

fig.18

fig.18  
Epaisseurs de traits correspondant aux numéros des stylos à pointe tubulaire. **NOTA BENE**: la plus petite épaisseur de trait admise pour le rendu projeté en vidéo est de 0.25mm.

longueur en mm	longueur en mm	ligne
blanc	tiret / blanc	
2 / 1	— — — — —	— — — — —
2 / 2	— — — — —	— — — — —
3 / 1	— — — — —	— — — — —
3 / 2	— — — — —	— — — — —
3 / 3	— — — — —	— — — — —
4 / 1	— — — — —	— — — — —
4 / 2	— — — — —	— — — — —
4 / 3	— — — — —	— — — — —
longueur en mm	blanc	— — — — —
	tiret	— — — — —
		1 3 2
		3 3 3
longueur en mm	blanc	— — — — —
	tiret	— — — — —
		1 1 1
		3 2.5 3.5

fig.19

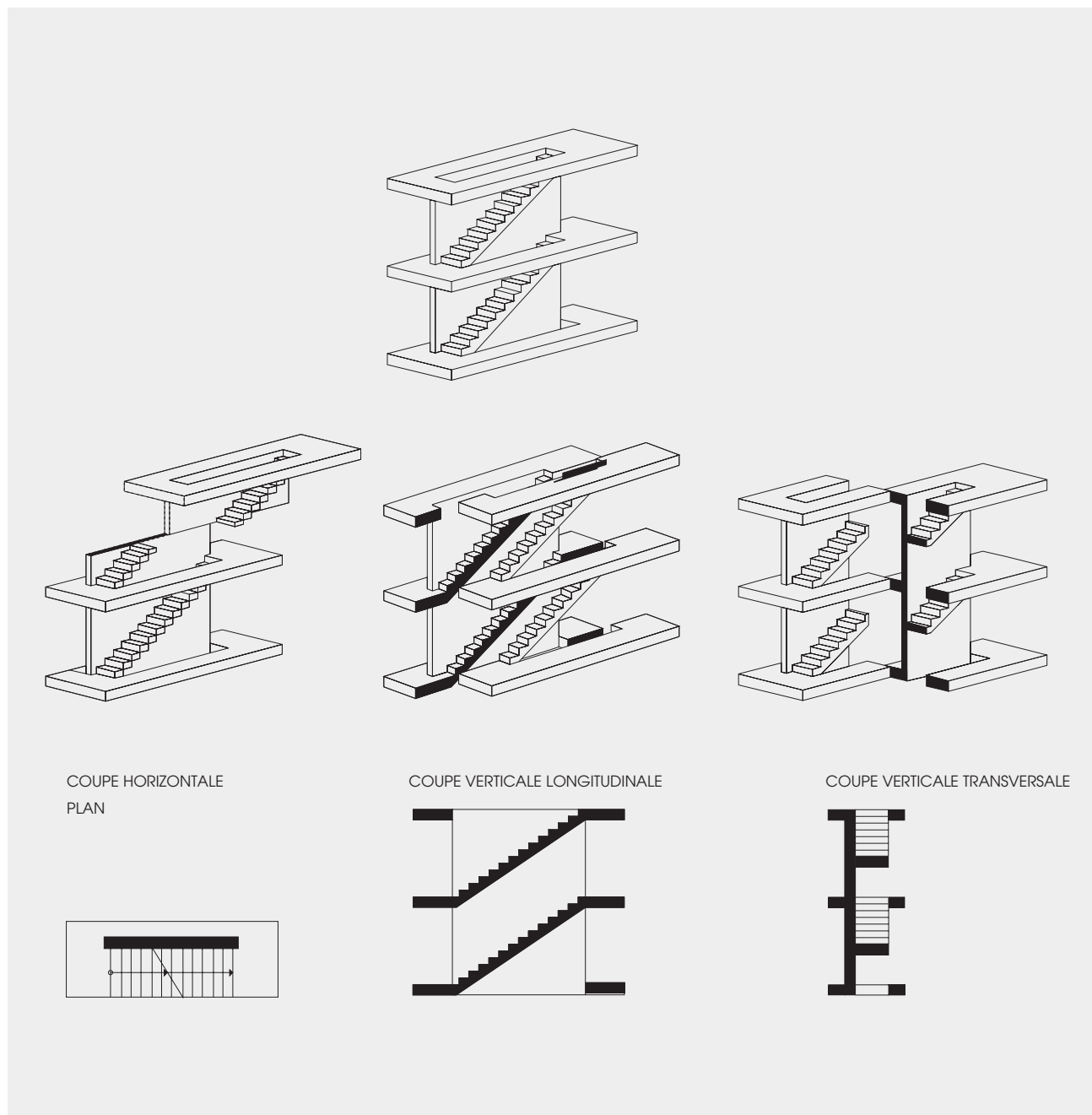
fig.19  
Traits *interrompus* ou *pointillés*. Ils sont formés de *tirets* et de *blancs*. La longueur d'un tiret est  $\geq$  la longueur d'un blanc.  
En bas: invariance des longueurs attribuée aux blancs. La régularité du trait interrompu ou pointillé est plus lisible par l'invariance des longueurs de ses blancs (les vides) que par celle de ses tirets (les pleins).

## Géométral d'objets

### O.1 L'escalier

Convention graphique : on indique en plan le sens de la montée de la volée (fig.21). Elle est symbolisée par une ligne située sur la ligne de foulée débutant par un cercle à l'intersection de la première hauteur de marche (*contremarche*) et se concluant par une flèche. La position du plan de section est indiquée par un trait formant un angle de 30° par rapport à la marche. On représente en traits interrompus les nez de marches situés au dessus du plan de section.

fig.20 et 21  
Escalier type pour le projet P1,  
échelle 1/50.



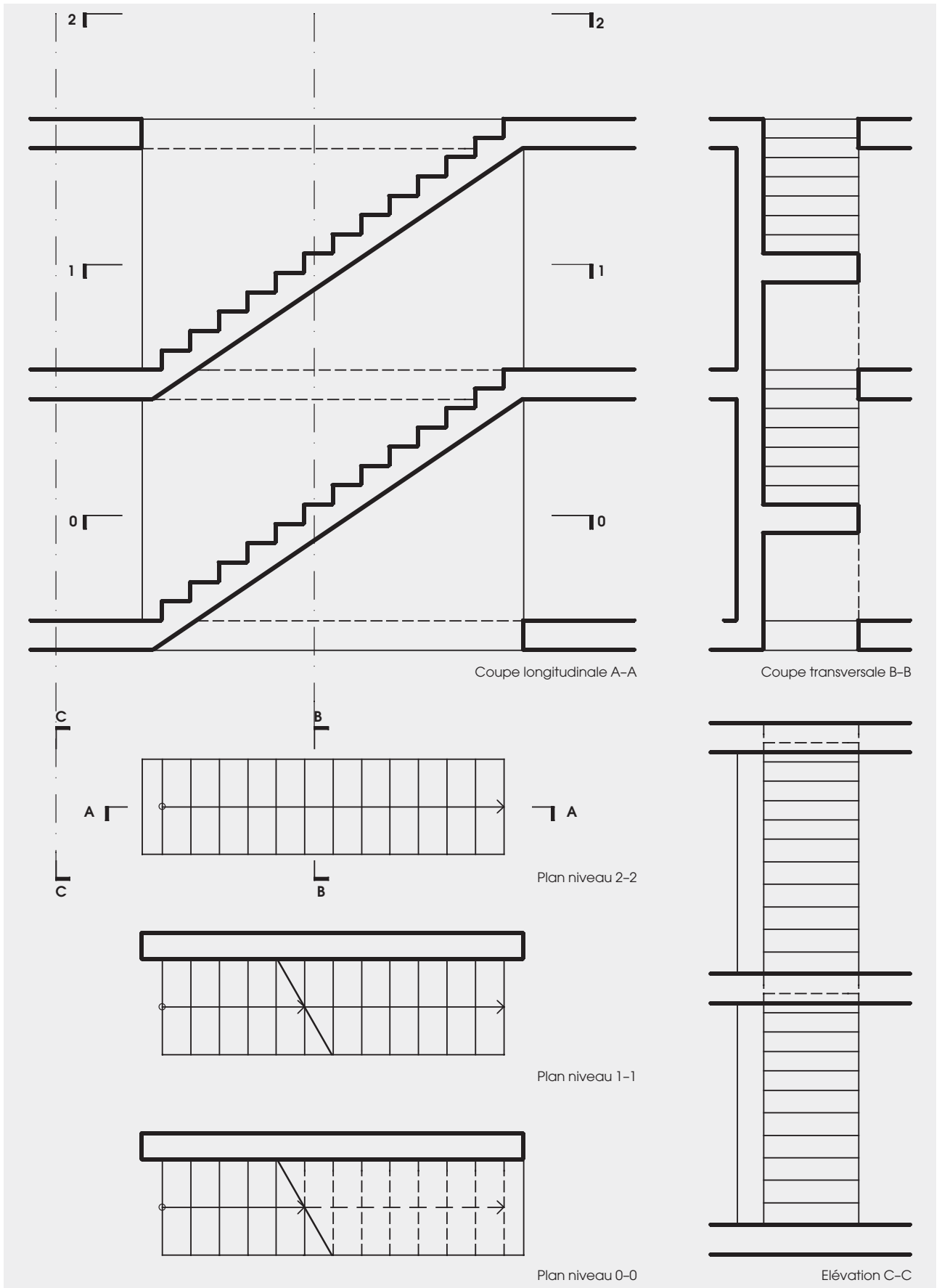


fig.21

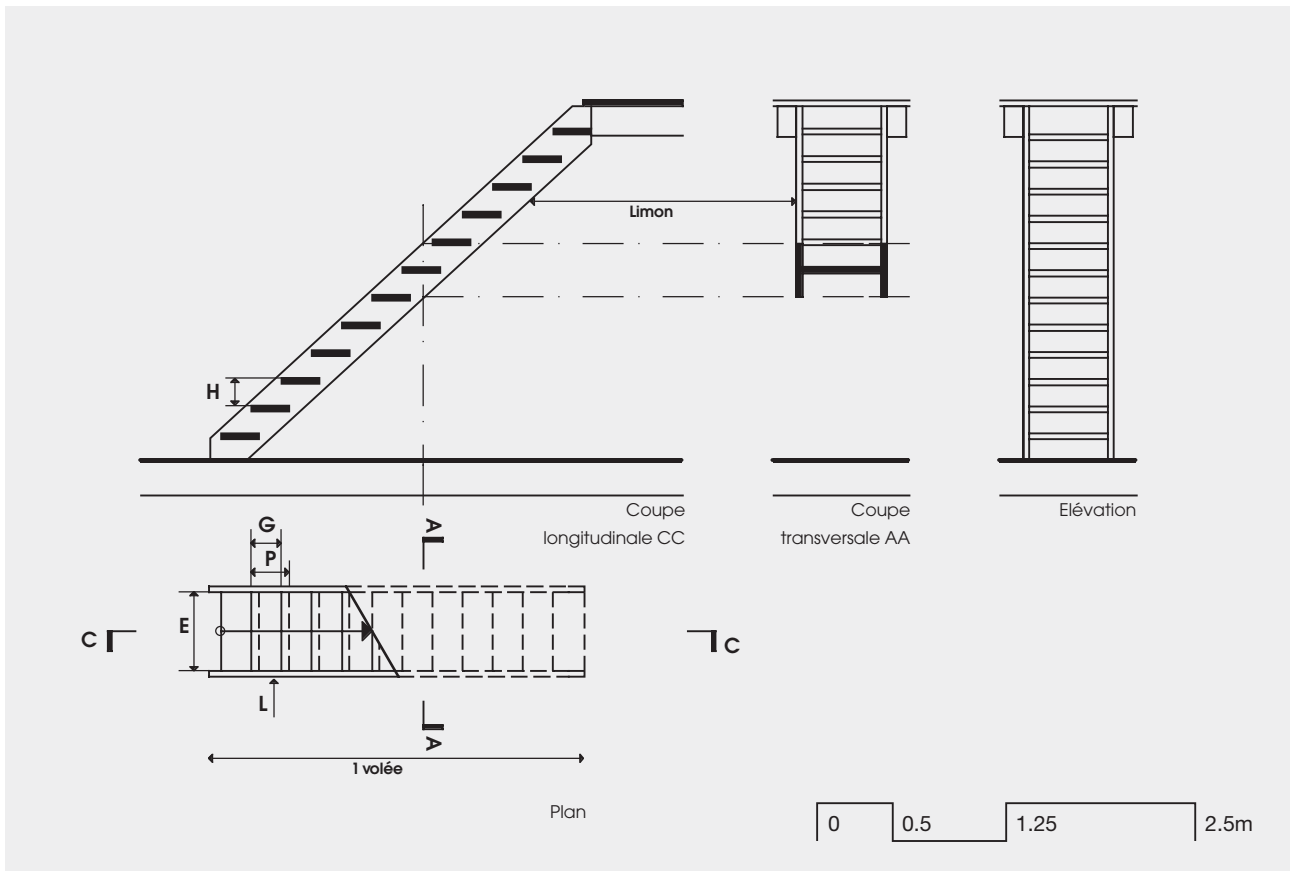


fig.22

Escalier<sup>(3)</sup> = élément de construction (circulation verticale) composé d'une série de marches ou de degrés de même hauteur permettant de monter ou de descendre d'un niveau de plancher à un autre. Chaque marche est définie par sa *hauteur*, son *giron*, et son *emmachement* (fig.23). Une suite de marches d'un palier à un autre est une *volée* (parfois appelée *rampe*).

L'inclinaison des volées est en général de 20° à 30° pour un escalier extérieur, de 25° à 40° pour un escalier intérieur et de 60° à 70° pour l'échelle de meunier.

A propos de la hauteur de marche et du giron (fig.23) : l'expérience prouve qu'un escalier est agréable si les valeurs de hauteur de marche (H) et de giron (G) correspondent à cette formule (auteur Rondelet) :

$2H + G$  compris entre 0.60 et 0.66m,

valeur qui correspond à la foulée ou longueur d'un pas moyen d'un adulte. La *ligne de foulée* d'un escalier est l'axe fictif parallèle à la rampe ou au limon central; elle sert à figurer l'axe du passage normal des personnes; c'est au droit de cette ligne que sont mesurés les giron des marches, qui doivent être constants pour une même volée.

fig.22

Escalier en bois de type échelle de meunier, échelle 1/50.

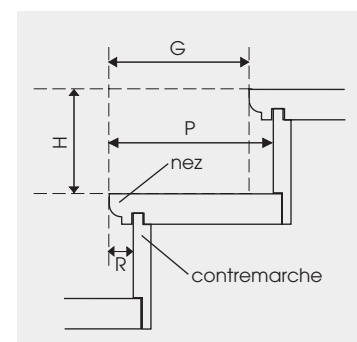


fig.23

fig.23

L = limon  
E = emmachement  
G = giron  
H = hauteur  
P = pas de la marche  
R = recouvrement (= P - G)

Giron = surface horizontale d'une marche. Profondeur d'une marche mesurée au niveau de la ligne de foulée et à l'aplomb des parements des contremarches inférieure et supérieure; ne pas confondre le giron

avec le pas, qui est la profondeur totale de la marche (du nez à la contremarche).

Contremarche = élément vertical entre deux marches consécutives d'un escalier.

Limon<sup>(1)</sup> = pièce d'appui rampante des extrémités des marches d'un escalier du côté du jour (côté opposé au mur), ou des deux côtés si l'escalier n'est pas adossé à un mur ou central.

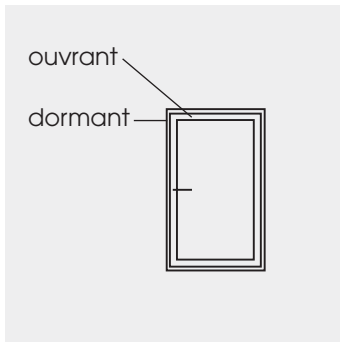


fig.24

fig.24  
Porte / Fenêtre<sup>(1)</sup> = dispositif d'éléments mobiles, composé d'un *vantail* (ou de plusieurs vantaux), ou panneau mobile dit *ouvrant* et / ou d'un panneau fixe dit *dormant*, articulé dans un bâti.

## O.2 Les ouvertures dans un mur

Convention graphique : une exception aux conventions graphiques fixées pour les rendus est appliquée aux remplissages des ouvertures dans un mur : les parties coupées sont représentées avec une épaisseur de trait de 0.25mm.

### O.21 La fenêtre type du modèle P1 à l'échelle 1/50

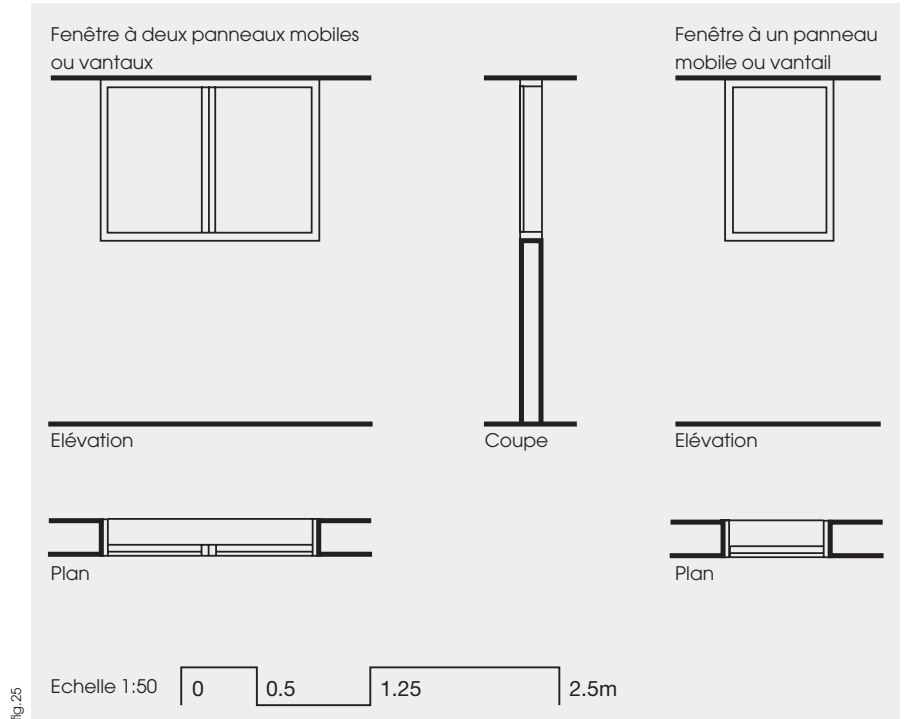


fig.25

### O.22 Les portes types du modèle P1 à l'échelle 1/50

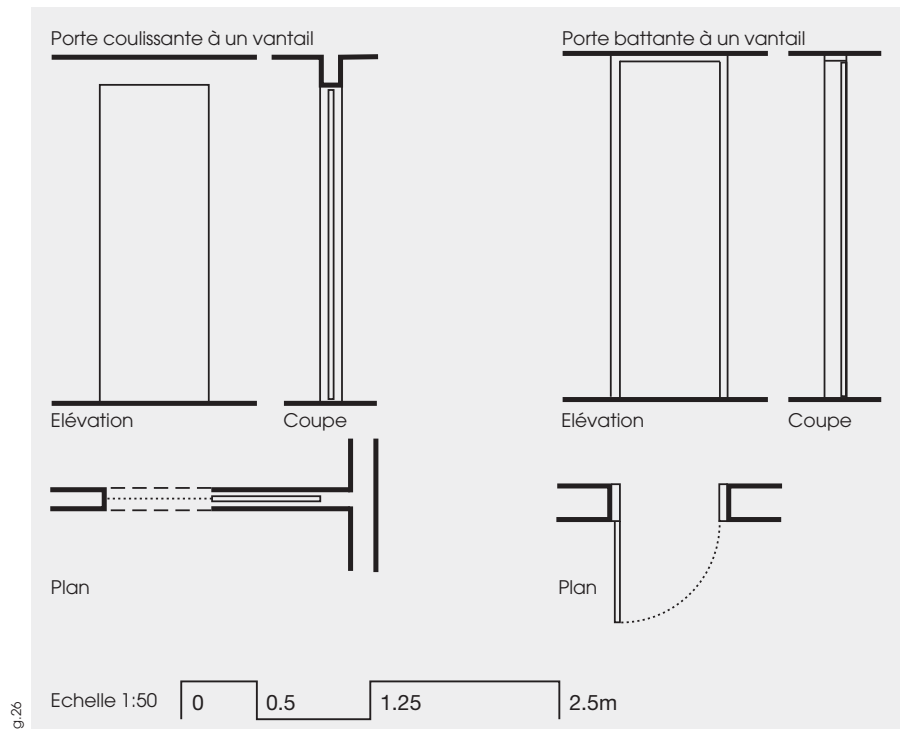


fig.26

### O.3 Le Modulor / représentation de l'échelle humaine

La référence visuelle à l'échelle humaine renvoie à des grandeurs connues de tous. On utilise la représentation élaborée par Le Corbusier pour le Modulor (cf. fiche de cours THP I.3 *Echelle*).

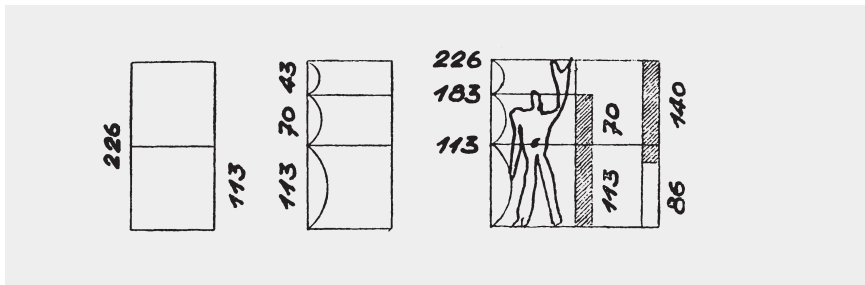


fig.27

fig.27

1. La grille fournit trois mesures 113, 70, 43 (en centimètres), qui sont en rapport  $\phi$  (section d'or):  $43 + 70 = 113$  ou  $113 - 70 = 43$ .  
Additionnées, elles donnent:  $113 + 70 = 183$ ,  $113 + 70 + 43 = 226$ .
2. Ces trois mesures (113 - 183 - 226) sont celles qui caractérisent l'occupation de l'espace par un homme de six pieds.
3. La mesure 113 fournit la section d'or 70, amorçant une première série dénommée SERIE ROUGE 4 - 6 - 10 - 16 - 27 - 43 - 70 - 113 - 183 - 296, etc.
4. La mesure 226 ( $2 \times 113$ ), fournit la section d'or 140 - 86 amorçant la seconde série dénommée SERIE BLEUE 13 - 20 - 33 - 53 - 86 - 140 - 226 - 366 - 592, etc.
5. Parmi ces valeurs ou mesures, on en peut désigner de caractéristiquement rattachées à la stature humaine.

Le Corbusier<sup>(1)</sup>

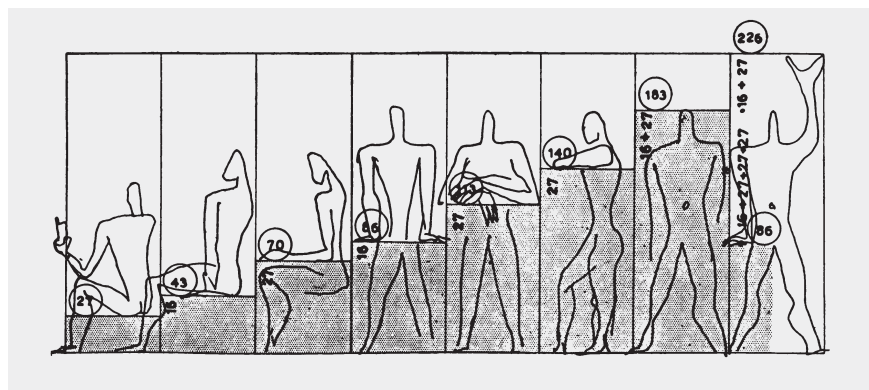


fig.28

fig.26

Les occupations caractéristiques de l'espace par le corps humain.

Le Corbusier<sup>(1)</sup>

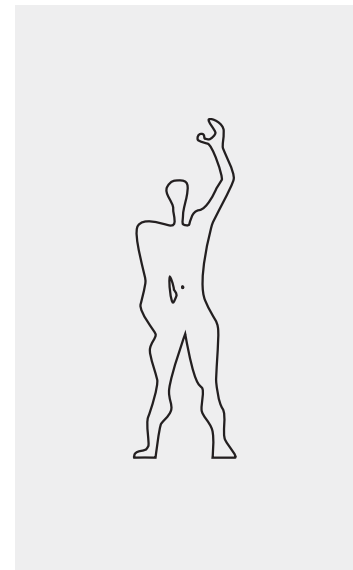


fig.29

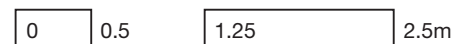


fig.29

Le Modulor: modèle à l'échelle 1/50.

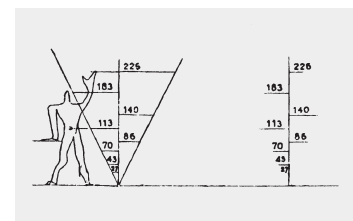


fig.30

fig.30

Ces chiffres engagent la stature humaine, les points décisifs d'encombrement de l'espace. Ils sont donc anthropocentriques.

Le Corbusier<sup>(2)</sup>



## Bibliographie

*THP I.2 Représentation*, Polycopié EPFL DA enseignement 1<sup>ère</sup> année, éd. octobre 2001.

- (1) Daniel ESTEVEZ, *Dessin d'architecture et infographie*, l'évolution contemporaine des pratiques graphiques, CNRS EDITIONS, 2001.
- (2) W. BOESIGER, *Le Corbusier, Oeuvres complètes*, Volume 1 et 5, les éditions d'Architecture, Zurich, 1985.
- (3) Jean de VIGAN, *Dicobat, dictionnaire général du bâtiment*, Editions Arcature, Ris-Orangis, 2<sup>ème</sup> édition 1996.

Jean-Marie PEROUSE de MONTCLOS, *Architecture vocabulaire, Principes d'analyse scientifique*, Imprimerie nationale, Paris, 1989.

Philippe BOUDON et Frédéric POUSIN, *Figures de la conception architecturale, Manuel de figuration graphique*, Dunod, Paris, 1988.

Jean-Claude LUDI, *La perspective pas à pas, Manuel de construction graphique de l'espace et tracé des ombres*, Dunod, Paris, 1999.

Maurice MERLEAU-PONTY, *L'oeil et l'esprit*, Collection Folio/Essais, 2001, Gallimard, Paris, 1964.

attention

La terminologie utilisée dans les notices sur la représentation se réfère à celle des logiciels informatiques Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, ArchiCAD.

Dans ce document, les notes de texte sont signalées par des chiffres en exposant<sup>x</sup> et les renvois bibliographiques par des chiffres en exposant entre crochets.<sup>(x)</sup>

Ce document a été réalisé sur Adobe InDesign 2.0 avec fichiers importés Adobe Illustrator 9.0, Adobe Photoshop 5.0 et ArchiCAD 6.5.





EPFL/ENAC/LATER - 1<sup>ère</sup> année

Ecole d'architecture

Professeur Vincent MANGEAT

<http://later.epfl.ch>

document réalisé par Paule SOUBEYRAND

éd. octobre 2005

