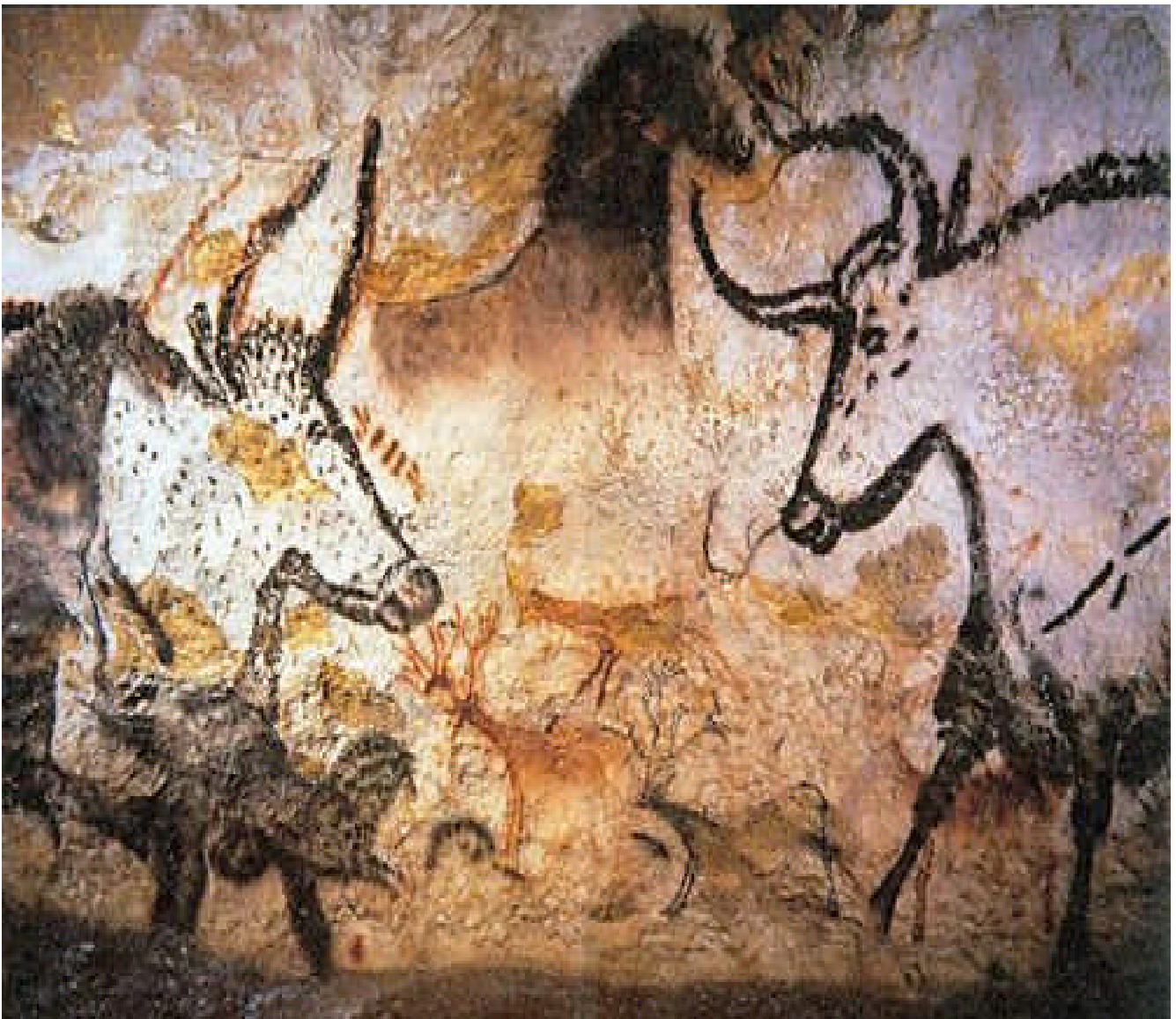


**S.BENSAADA  
M.T.BOUZIANE  
N.BENDRIHEM**

**CAPACITE DE PERCEPTION ET  
REPRESENTATION SPATIALE DANS LE  
DESSIN TECHNIQUE**



# Sommaire

	PAGE
<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I</b>	
<b>I. Etude préliminaire sur la situation de l'enseignement du module de dessin technique.....</b>	<b>3</b>
I.1. Introduction.....	3
I.2. Analyse et problématique de l'enseignement.....	4
I.3. Enquête et test.....	4
I.3.1. Contenu du test.....	8
I.3.2. Explication et analyse du test.....	10
I.4. Les difficultés des enseignants du module de dessin technique.....	13
I.5. Conclusion.....	15
<b>CHAPITRE II</b>	
<b>II. Introduction théorique de la perception et de la représentation spatiale.....</b>	<b>16</b>
II.1. Introduction.....	16
II.2. La perception spatiale de l'homme.....	17
II.2.1. Le système visuel.....	19
II.2.1.1. L'Oeil.....	19
II.2.2. Les caractéristiques de la perception.....	23
II.2.3. La perception de la troisième dimension.....	25
II.2.3.1. Les indices de profondeur.....	27
II.3. La représentation spatiale des objets.....	31
II.3.a. Méthode de la perspective axonométrique.....	34
II.3.b. Méthode de projections cotées.....	35
II.3.c. Méthode de la perspective linéaire.....	36
II.4. Conclusion.....	42
<b>CHAPITRE III</b>	
<b>III. Les Problèmes essentiels dans le contenu scientifique du module de dessin technique pour l'amélioration de la perception spatiale.....</b>	<b>43</b>
III.1. Introduction.....	43
III.2. Le problème direct, la représentation d'un objet réel....	44
III.2.1. Analyse morphologique de l'objet donné.....	44
III.2.1.a. Les formes géométriques unitaires simples.....	44
III.2.1.b. La représentation des éléments géométriques particuliers.....	48

III.2.1.c. Méthodes pédagogiques d'enseignement des éléments géométriques particuliers lors de la décomposition d'un objet.....	50
III.2.2. La combinaison des formes unitaires géométriques simples.....	54
III.2.2.a. Le raccordement des F.G.U.S.....	54
III.2.2.b. Classification des raccordements.....	54
III.2.2.c. Les objets creux.....	57
III.2.2.d. Cas où la partie enveloppée est située à la limite de la partie enveloppante.....	58
III.2.3. La cotation du dessin de représentation.....	59
III.2.4. Problème de l'intersection.....	61
III.3. Le problème indirect.....	65
III.3.1. La suffisance de représentation.....	66
III.3.2. Les conventions principales de la représentation.....	67
III.4. Conclusion.....	76
 <b>CHAPITRE IV</b>	
IV. Le retournement mental des objets comme mesure de développement de la capacité de perception et représentation spatiale.....	77
IV.1. Introduction.....	77
IV.2. Le retournement mental des objets.....	78
IV.3. Application des méthodes de transformation dans le processus de retournement mental.....	80
IV.3.a. Le déplacement libre.....	82
IV.3.b. Changement de projection.....	85
IV.4. Conclusion.....	89
 <b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	 90

# Introduction

Le dessin technique est une discipline de base pour l'enseignement technique actuel, il est enseigné comme module dans toutes les universités techniques et tronc commun de technologie, car de nos jours, pour réaliser toute idée technologique, le recours au dessin technique est inévitable. Son rôle est non seulement d'enseigner aux étudiants les méthodes de représentation, mais aussi les règles de normalisation afin de faciliter son expression rigoureuse. C'est aussi un moyen de communication universelle pour tous les techniciens.

Si le dessin technique a mérité un tel traitement dans ce travail c'est aussi pour son rôle encore plus important, qui est d'inculquer aux étudiants la capacité de perception et de création spatiale, ceux sont des qualités très importantes que la société actuelle exige des futurs ingénieurs, car ces derniers doivent être capables de s'adapter à un monde où évoluent très rapidement les sciences et techniques.

Aujourd'hui parler d'enseignement c'est surtout parler de méthodes et du contenu du programme et ces deux problèmes sont la préoccupation de tout enseignant et de tout pédagogue.

Ce travail que nous proposons s'agit d'un transfert de savoir scientifique, lequel est toujours lié à la méthode de ce transfert, donc il a un caractère beaucoup plus didactique et son but est de suggérer des mesures adéquates, relatives aux méthodes d'enseignement de cette discipline et plus particulièrement dans le domaine de la perception et représentation spatiale, afin de contribuer à une amélioration de la qualité d'enseignement de cette discipline.

Le travail que nous proposons comporte quatre chapitre.

- Le premier chapitre présente l'état actuel de l'enseignement de ce module, les difficultés auxquelles sont confrontés les enseignants. Le constat établi sur le niveau des étudiants confirme la nécessité d'une recherche systématique d'amélioration de la qualité d'enseignement de ce module.

- Le deuxième chapitre est consacré à l'introduction théorique de la perception et représentation spatiale où on a estimé utile de présenter les méthodes de représentation actuelle.

- Le troisième chapitre constitue la partie principale où les deux problèmes fondamentaux du dessin technique ont été abordés, à savoir le problème direct et le problème indirect avec lesquels on a pu mettre en liaison la perception et la représentation spatiale, où des suggestions, des remarques et les erreurs usuelles à éviter sont insérées dans chaque partie.

- Dans le quatrième chapitre on a abordé le retournement mental des objets qui représente une mesure d'aiguiser la capacité spatiale de l'étudiant à un niveau plus élevé.

La dernière partie de ce travail présente la conclusion qui met en évidence la contribution de notre travail dans le domaine théorique et pratique d'enseignement de ce module.

Nous espérons que ce travail constitue non seulement une recherche dans le domaine théorique de la perception et représentation spatiale, mais surtout une contribution didactique à l'amélioration de la qualité d'enseignement de ce module.

## **Les auteurs**

# Chapitre I

# CHAPITRE I

## I. ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA SITUATION DE L'ENSEIGNEMENT DU MODULE DE DESSIN TECHNIQUE.

### I.1 - INTRODUCTION :

Avant d'aborder le problème principal de la recherche sur le choix judicieux du contenu scientifique, afin d'améliorer la perception et la représentation spatiale, il est utile d'examiner le contexte actuel de l'enseignement supérieur technique et les difficultés auxquelles sont confrontés les enseignants.

C'est seulement sur ce constat que l'on est conscient de la nécessité d'une amélioration du contenu et de la méthodologie d'enseignement des modules enseignés au tronc commun de technologie, parmi lesquels le dessin technique a été choisi comme sujet de débat dans notre travail, cela s'explique par l'importance accrue de cette discipline dans l'enseignement du tronc commun de technologie et de la place importante et parfois majeure dans les processus de conception en industrie.

La difficulté principale est la diversité des niveaux des étudiants avant leur entrée à l'université; à cet effet on estime nécessaire de réaliser des enquêtes et des tests afin de faire un constat sur la capacité de perception et représentation spatiale des étudiants de première année du tronc commun de technologie.

## I.2 - ANALYSE ET PROBLEMATIQUE DE L'ENSEIGNEMENT.

Souvent l'enseignant est confronté à des environnements éducatifs complexes et ne peut plus se contenter d'être un applicateur des normes définies par d'autres [2].

Ce dernier est en face à des populations d'étudiants de plus en plus hétérogènes provenant d'horizons les plus divers.

Leur formation préalable (avant entrée à l'université) peut-être scientifique, technique ou autre (série de Baccalauréat).

L'enseignant doit mener un constat sur le "bagage" et l'état d'esprit de l'étudiant lorsqu'il vient de s'inscrire à l'université, s'assurer que le transfert des connaissances scientifiques sera possible et que l'étudiant est doté de structure et d'esprit nécessaire [1].

La diversité des bagages avant l'entrée à l'université est l'une des difficultés la plus en vue.

Certains enseignants pensent que telle ou telle formation préalable favorise la progression de l'étudiant lors de ces études du tronc commun de technologie, mais cette position dépend beaucoup de la conception que se font les enseignants, de ce que doit-être la formation des étudiants du tronc commun certes pour le module de dessin technique certaines formations préalables du jeune bachelier, leurs sont favorables, car les bacheliers de la dite formation disposent des connaissances minimales de dessin technique pour affronter les différents problèmes de perception et de représentation spatiale, mais cela ne suffit pas, car même si l'étudiant a des notions de dessin technique, il faut l'aider à reconstituer un savoir organisé de façon générale, l'émanciper de nouveau et le plutôt possible, c'est bien là une ambition de l'enseignement supérieur.

Après cette analyse, nous avons estimé utile de réaliser des enquêtes et tests auprès des étudiants de première année du tronc commun de technologie, afin d'évaluer leur capacité de perception et représentation spatiale.

## I.3 - ENQUETE ET TEST:

L'enquête comprend un questionnaire proposé à un échantillon de 300 étudiants de la première année du tronc commun de technologie.



Ce questionnaire nous permet d'avoir un constat sur la situation générale de l'étudiant, tels que le niveau des mathématiques où l'étudiant fera son auto-évaluation.

Nous estimons que le niveau des mathématiques est un facteur principal qui influe sur la capacité de perception et de représentation spatiale, car la géométrie descriptive est une branche des mathématiques appliquées à caractère graphique sur laquelle se base le dessin technique.

Ce questionnaire comprend des renseignements sur le niveau intellectuel des parents et leurs profession, le sexe, l'importance du lieu de résidence, la situation sociale et enfin le type du baccalauréat . On a supposé que tous ces facteurs peuvent avoir une influence sur la perception et la représentation spatiale.

Ci-dessous on a représenté une fiche exemplaire du questionnaire proposée aux étudiants (tableau 1.1).

NOM ET PRENOMS	BENOMAR MOHAMED
SEXE	MASCULIN
TYPE DU BACCALAUREAT (Maths, technique, science, autres).	SCIENCES
LIEU DE RESIDENCE (ville, village, campagne)	TOLGA
AUTO-EVALUATION DU NIVEAU DES MATHS (mauvais, moyen, bon)	MOYEN
SITUATION SOCIALE (mauvaise, moyenne, bonne)	MOYENNE
NIVEAU INTELLECTUELLE DES PARENTS ET PROFESSION (Universitaire, secondaire, moyen).	MERE : Primaire , Profession : Sans PERE : Secondaire , Profession:Caissier

(Tableau 1.1)

a) Répartition des étudiants selon le type du Baccalauréat  
( Tableau 1.2 )

TYPE DU BACCALAUREAT	MATHEMATIQUE	TECHNIQUE	SCIENCE	AUTRES
Nombre d'étudiants	72	67	108	53
%	24	22,33	36	17,67

(Tableau 1.2)

b) Répartition des étudiants selon le sexe (tableau 1.3)

SEXE	MASCULIN	FEMININ
Nombre d'étudiants	184	116
%	61,33	38,67

(Tableau 1.3)

c) Répartition des étudiants selon l'auto-évaluation en mathématique (tableau 1.4)

NIVEAU D'AUTO-EVALUATION	BON	MOYEN	MAUVAIS
nombre d'etudiants	65	98	137
%	21,66	32,66	45,68

(Tableau 1.4)

d) Répartition selon le niveau intellectuel des parents et leurs professions (tableau 1.5)

NIVEAU INTELLECTUEL	UNIVERSITAIRE	SECONDAIRE	PRIMAIRE	NEANT
Nombre d'étudiants	28	74	123	75
%	9,33	24,66	41	25,01

(Tableau 1.5)

e) Répartition selon le niveau social (tableau 1.6)

SITUATION SOCIALE	BONNE	MOYENNE	MAUVAISE
Nombre d'étudiants	38	102	160
%	12,66	34	53,34

(Tableau 1.6)

f) - Répartition selon l'importance du lieu de résidence (tableau 1.7)

LIEU DE RESIDENCE	VILLE	VILLAGE	COMPAGNE
Nombre d'étudiants	103	154	43
%	34,33	51,33	14,34

(Tableau 1.7)

Par le biais de cette enquête, nous voudrions mettre en relation les facteurs de répartition des groupes d'étudiants avec le niveau des mathématiques, car la capacité spatiale est intimement liée au niveau des mathématiques où ces dernières jouent un rôle important dans le développement du potentiel de se représenter mentalement (surtout la géométrie élémentaire).

Après analyse des résultats on a pu constater que les étudiants ayant plus ou moins un bon niveau des mathématiques appartiennent aux catégories d'étudiants dont:

- La série du baccalauréat est mathématique ou plus ou moins science.
- La situation sociale est bonne ou moyenne.
- L'auto-évaluation vis-à-vis du niveau des mathématiques est bonne ou moyenne.
- Le niveau des garçons est plus élevé que celui des filles.

**Remarque (1):** L'importance du lieu de résidence (ville, village, campagne) n'avait pratiquement aucune influence.

**Remarque (2):** Cette enquête nous a permis aussi de faire un constat sur l'existence d'hétérogénéité dans les groupes d'étudiants, dont elle représente la première difficulté pour l'enseignant.

Le test proprement dit est réalisé auprès du même échantillon d'étudiants et a pour but d'évaluer la capacité de perception et de représentation spatiale et de la mettre en relation avec les facteurs pouvant l'influencer.

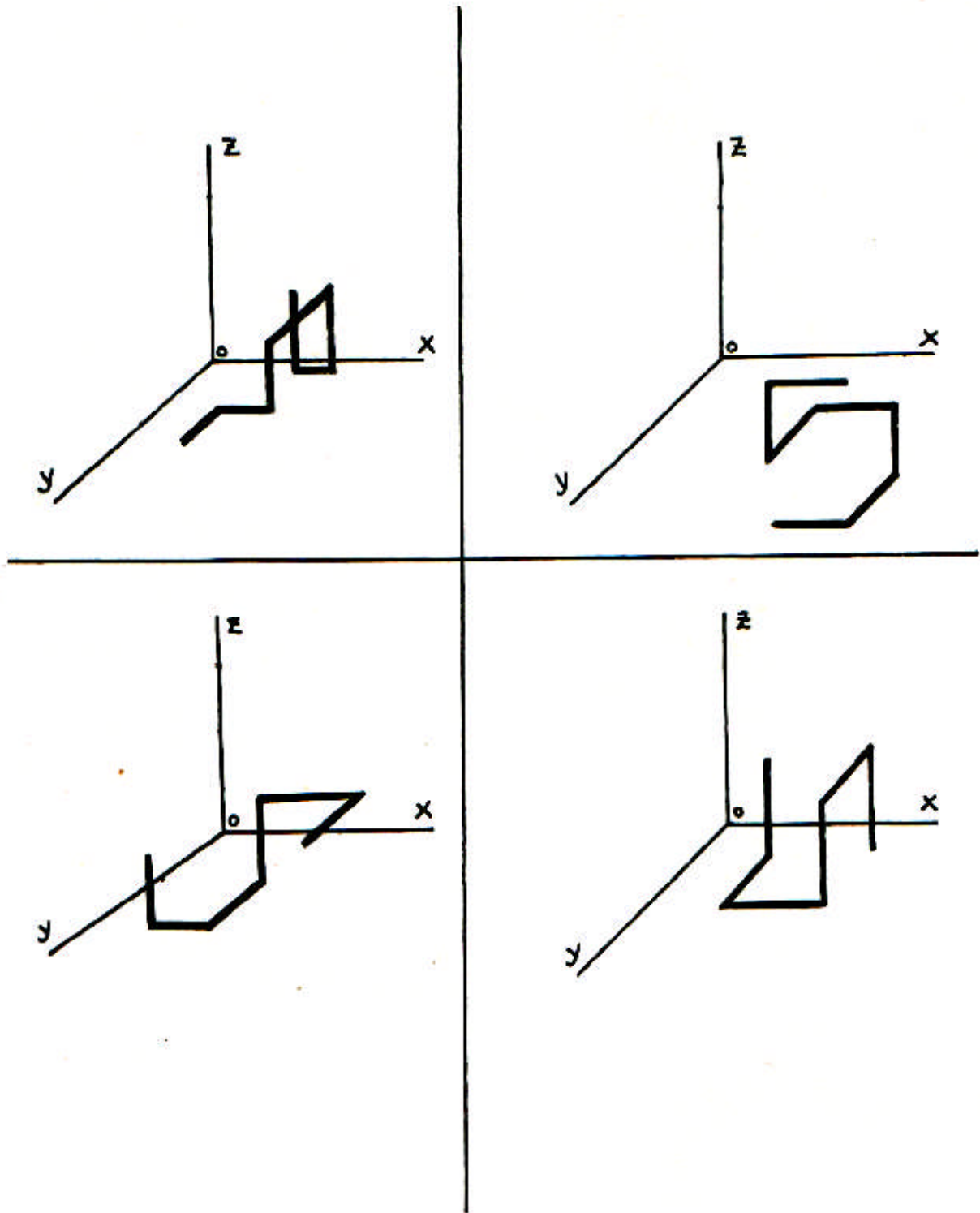
### **1.3.1 - Contenu du test :**

On a présenté aux étudiants des dessins des modèles tridimensionnels (figure 1.1). Ces modèles représentent un objet coudé suivant les directions des trois axes principaux  $x$ ,  $y$  et  $z$ .

La tâche de chaque étudiant dans ce test est de reproduire ces modèles avec du fil de fer souple.

La différence dans ces modèles réside dans le nombre de parties coudées et leur orientation par rapport aux axes  $x$ ,  $y$  et  $z$ .

Ce test est réalisé auprès du même échantillon des étudiants ayant déjà participé à l'enquête précédente.



(figure 1.1)

### I.3.2 - Explication et analyse du test:

Pour la reproduction de ces modèles l'étudiant doit percevoir l'objet dans l'esprit et se représenter les positions relatives des différentes parties dans l'espace.

Le temps accordé aux étudiants pour la réalisation de ce test est de 15 minute, que nous avons estimé suffisant pour un étudiant nouveau inscrit en première année du tronc commun de technologie.

Le barème d'évaluation établi pour ce test est représenté dans le tableau 1.8

NOMBRE DE POINTS (Note)	5	4	3	2
NOMBRE D'ERREURS	0	1	2	3

(Tableau 1.8)

La première constatation qu'on pouvait faire dans ce test, c'est que les étudiants à perception tridimensionnelle, ont pu reproduire un modèle à trois dimensions, mais les étudiants dont la perception à trois dimensions posait un handicap, ont reproduit un modèle plat (bidimensionnel) .

Une deuxième constatation importante dans ce test c'est la grande majorité (85,33 %) des étudiants n'ont pas pu reproduire l'objet sans commettre au moins une erreur et cela s'explique par la faible capacité de se représenter un objet dans l'espace tridimensionnel.

Le tableau 1.9 nous donne les résultats avec le nombre d'étudiants, leurs pourcentages pour chaque catégorie d'évaluation.

NOTE (Nombre de points)	5	4	3	2
Nombre d'étudiants	44	67	63	126
%	14,66	22,33	21	42,01

(tableau 1.9)

A partir de ces résultats on a pu faire l'analyse suivante regroupée en un tableau pour chaque cas de note d'évaluation.

**a) La note 5 (Tableau 1.10)**

NOMBRE D'ETUDIANTS	44
%	14,66
TYPE DU BACCALAUREAT (Série)	84 % des étudiants passent un baccalauréat maths. le reste technique, science et autres
SEXE	Sur les 44 étudiants on dénombre 80 % sont des garçons .
AUTO EVALUATION EN MATHS	bonne et moyenne
L'IMPORTANCE DU LIEU DE RESIDENCE	ville, village, campagne
NIVEAU INTELLECTUEL DES PARENTS	la majorité universitaire et secondaire
NIVEAU SOCIAL	bon et moyen

(tableau 1.10)

**b) La note 4 ( tableau 1.11)**

NOMBRE D'ETUDIANT	67
%	22,33
TYPE DU BACCALAUREAT (Série)	maths : 64 % technique et sciences : 22% autres : 14 %
SEXE	parmi les 67 étudiants 67% sont des garçons
AUTOEVALUATION EN MATHS	bonne et moyenne
L'IMPORTANCE DU LIEU DE RESIDENCE	ville, village, campagne
NIVEAU INTELLECTUEL DES PARENTS	universitaire + secondaire + moyen
NIVEAU SOCIAL	bon et moyen

(tableau 1.11)

c) La note 3 ( tableau 1.12)

NOMBRE D'ETUDIANT	63
%	21
TYPE DU BACCALAUREAT (Série)	maths : 20 % technique et sciences : 42% autres : 38 %
SEXE	parmi les 63 étudiants 60% sont des garçons
AUTOEVALUATION EN MATHS	moyenne et mal
L'IMPORTANCE DU LIEU DE RESIDENCE	ville, village, campagne
NIVEAU INTELLECTUEL DES PARENTS	secondaire + moyen + primaire
NIVEAU SOCIAL	moyen , mauvais

(tableau 1.12)

c) La note 2 ( tableau 1.13)

NOMBRE D'ETUDIANT	126
%	42,01
TYPE DU BACCALAUREAT (Série)	maths : 3 % technique et sciences : 20% autres : 77 %
SEXE	67 % sont des filles
AUTOEVALUATION EN MATHS	mal
L'IMPORTANCE DU LIEU DE RESIDENCE	ville, village, campagne
NIVEAU INTELLECTUEL DES PARENTS	moyen et primaire
NIVEAU SOCIAL	moyen , mauvais

(tableau 1.13)



A partir de cette analyse des résultats du test on peut en tirer une première conclusion.

a) - le niveau des mathématiques des étudiants avant leur entrée à l'université, peut jouer un rôle important dans la perception et représentation spatiale.

Dans le test, les étudiants ayant un bon niveau en mathématiques ont pu démontrer une bonne capacité de perception, ce qui explique que les mathématiques sont un outil nécessaire au développement de la perception.

b)- le milieu intellectuel familial, ainsi que le niveau social peuvent apporter un plus au développement de la perception des enfants .

c)- les garçons ont une perception de la troisième dimension plus importante que celle des filles.

d)- l'importance du lieu de résidence n'a apporté aucune influence sur ce sujet.

**Remarque** : Il existe néanmoins un certain nombre d'autres facteurs qui n'ont pas été mentionnés dans ce travail.

#### **I.4 - Les difficultés des enseignants du module de dessin technique.**

Dans cette partie nous voulons brièvement citer quelques difficultés auxquelles les enseignants sont confrontés.

- La formation non spécialisée des enseignants du dessin technique, car la plupart des enseignants de ce module, c'est grâce à leur expérience et à leur formation autodidacte, qu'ont pu mettre sur route une certaine méthodologie d'enseignement du dessin technique.

- Le manque de documentation, en particulier la documentation didactique qui représente un soutien pédagogique incontestable pour le bon déroulement des enseignements de ce module, déjà le peu de documentation existante, présente un contenu académique d'une façon ordinaire, n'indiquant pas les points principaux auxquels l'enseignant doit donner encore plus d'importance lors de la planification de son cours.

- A part le module de Dessin technique, tous les autres modules enseignés au tronc commun de technologie telles que maths, physique, chimie ont pu avoir un soutien de formations des enseignants concernés par le biais de formations pédagogiques, séminaires, rencontres nationales entre enseignants et autres.

Ces formations sont très utiles, afin de faire face à beaucoup de difficultés tels que la rapidité de l'évolution technologique dans le monde, car peut-on enseigner certains phénomènes de la physique, chimie ou autres de la même façon qu'il y a des décennies, quand on a plus d'expérience et l'on a à sa disposition des logiciels de simulation des mêmes phénomènes.

- Enfin un dernier point, parmi tant d'autres qui ne sont pas cités dans ce contexte, est celui des équipements des salles de dessin où les moyens matériels peuvent aussi contribuer à un enseignement de qualité.

### I.5 - CONCLUSION:

De l'analyse du test réalisé auprès des étudiants de première année du tronc commun de technologie et des difficultés auxquelles les enseignants de ce module se trouvent confrontés, nous nous trouvons en face à des problèmes à savoir:

- La faible capacité de perception et représentation spatiale chez les étudiants nouveaux inscrits en première année du tronc commun de technologie.

- L'hétérogénéité du niveau des étudiants.

- La formation adéquate des enseignants de ce module et le manque de moyens didactiques.

De là, on déduit la nécessité d'une recherche systématique sur le choix du contenu scientifique de ce module à transférer aux étudiants et sur les mesures adéquates pour améliorer l'enseignement de ce module vis-à-vis de la capacité de perception et représentation spatiale des étudiants.

# Chapitre II

## CHAPITRE II

### II- INTRODUCTION THEORIQUE DE LA PERCEPTION ET DE LA REPRESENTATION SPATIALE.

#### II.1 - INTRODUCTION

Afin d'étudier le côté didactique de l'enseignement du module de dessin technique, nous voudrions exposer deux problèmes, qui méritent d'être traités dans ce cadre, il s'agit de :

- a)- La perception spatiale de l'homme, c'est à dire la capacité de l'homme de percevoir les formes dans le monde physique.
- b)- et la représentation spatiale, qui signifie l'effort de l'homme dans la recherche de transmettre aux autres les perceptions qu'il reçoit.

Dans l'activité de l'homme, existent toujours ces deux phénomènes, c'est pourquoi nous voudrions les traiter comme deux problèmes fondamentaux dans l'enseignement du module de dessin technique .

Mais avant d'aborder les différentes questions relatives à ces deux problèmes et qui seront traitées dans le chapitre qui suit, nous passerons en revue de travaux qui ont déjà traités les deux problèmes.

## II.2 La perception spatiale de l'homme :

Dès son jeune âge, l'être humain reçoit [ 5 ] , une éducation visuelle ancestrale , sa vision du monde physique est modelée de telle sorte qu'il ne le perçoive pas tel qu'il se présente à son égard, mais tel qu'il le sait, conçu structuré, architecturé.

A cet égard l'homme possède déjà une perception depuis son jeune âge et cela est expliquée par certaines observations qui ont pu être réalisées [ 4 ] et qui sont susceptibles d'éclairer sur l'aptitude du nourrisson à détecter les formes.

Les quelques comportements du nourrisson vis-à-vis de la flamme d'une allumette, des dessins etc..., laissent nous néanmoins en droit de supposer que les perceptions du nourrisson comportent une organisation minimale assurant une ségrégation de la figure.

Quoi qu'il en soit les différentes recherches réalisées ont le mérite de permettre d'éclairer que très tôt le nourrisson réagit différemment aux formes, mais sans nous dire s'il y a alors reconnaissance.

La préférence pour un visage humain peut être aussi bien un préface pour un stimulus complexe selon KAGAN [12], vers la fin du deuxième mois les centrations de l'enfant seraient affectées par des schémas perceptifs. Il définit le schéma comme une obstruction d'un événement sensoriel qui préserve la structure spatiale et temporelle des éléments distinctifs de l'évènement.

Le schéma n'implique pas nécessairement une réponse motrice. Il n'est ni une copie détaillée de l'évènement, ni une étiquette verbale représentant l'évènement.

Si l'on conçoit la reconnaissance comme une comparaison entre un stimulus et le schéma, une forme (par exemple un visage déformé) qui comporte des différences importantes avec le schéma de l'enfant devrait entraîner une fixation plus longue qui n'en exigeant des formes identiques ou sans relation avec les schémas de l'enfant.

Le nourrisson de une ou deux semaines qui n'a pas encore développé de schéma perceptif passera autant de temps à regarder un dessin au trait en noir et blanc d'une figure humaine qu'il en passera à regarder une forme abstraite puisque les contrastes sont les seuls déterminants de l'attention à cet âge. Même à huit semaines, le temps passé à regarder un modèle tridimensionnel de tête humaine sera équivalent à celui passé à regarder une forme tridimensionnel sans signification.

A quatre mois cependant, le nourrisson qui a acquis un schéma de la figure humaine passera un temps plus considérable à regarder une photo ou un dessin de figure normale qu'à regarder un dessin ou une photo de visage humain dont les traits sont disposés de façon aléatoire.

En définitive, la reconnaissance du visage humain représente un apprentissage de l'identité de la forme relativement précoce, mais qui semble impliquer les mêmes processus que l'apprentissage des formes en général.

Certains auteurs présente le développement de la perception chez l'homme par un apprentissage, tandis que d'autres le désapprouvent, ce qui a laissé l'évolution historique des théories de la perception de poser toujours la question si la perception est innée ou acquise cette question est la plus ancienne et fût la plus débattue, elle demeure aussi la plus importante.

Pour les auteurs que l'on qualifie d'empiriste tels que Herman son Helmholtz, la perception est principalement le produit d'une construction fondée sur l'expérience et s'élabore tout au cours du développement.

Pour d'autres aussi l'intégration des informations successives, telles que la succession des images rétiniennes lors de l'exploration d'une forme visuelle, serait la conséquence d'un apprentissage. D'autres insistent aussi sur l'acquisition progressive des coordination intersensorielles.

De même la perception de la profondeur ou celle des constances sera conçue comme une acquisition réalisée progressivement depuis la naissance.

Cela signifie que le nouveau-né serait baigné dans un univers perceptif. Les perceptions seraient donc tributaires de l'expérience antérieure et construites à partir de celle-ci.

Pour les auteurs à tendance nativiste tels que J.J Gibson [11] la perception se passe tout autrement, la perception de la forme serait une donnée immédiate.

Il existerait même des liaisons intersensorielles innées. Les perceptions de profondeur et de constance seraient des structures innées explicables sans le recours à l'expérience passée.

Aujourd'hui peu d'auteurs se prétendent carrément empiristes ou nativistes tous sont obligés d'admettre qu'il existe dès la naissance certaines compétences perceptives naguère insoupçonnées.

Nul ne peut nier non plus le rôle que peut jouer l'expérience antérieure dans la perception, notamment lorsque le stimulus est flou et ambigu.

Cependant, certains révèlent leurs allégeances théoriques en niant l'importance du rôle de l'expérience passée ou en essayant de démontrer la précocité des compétences perceptives, tandis que d'autres laissent transparaître leurs allégeances en insistant sur le rôle de l'expérience dans la perception ou sur la complexité du processus perceptif.

Malgré les progrès des connaissances scientifiques, les chercheurs continuent toujours à défendre les thèses opposées, tout cela est à cause des arguments qu'on dispose.

La réponse à cette opposition de thèse se trouvait dans les perceptions du nouveau-né à propos desquelles on ne savait pas grand-chose certains progrès ont été réalisés dans la connaissance de ces perceptions, mais les faits accumulés sont encore incertains et souvent contestés. Le sujet est resté au niveau des hypothèses.

La question n'est plus aujourd'hui de savoir si la perception est innée ou acquise, mais plutôt de déterminer ce qu'il y a d'innée et d'acquis dans la perception, on encore à quel moment apparaît chez l'humain telle ou telle compétence perceptives et quelles sont les méthodes et moyens pour améliorer la capacité de perception chez l'humain.

Un intérêt doit être donné au dessin technique, en le situant comme moyen d'améliorer la capacité de perception chez l'humain, car on est convaincu que le dessinateur ou le géomètre ont une perception du monde physique plus développée qu'autrui. avant d'aborder les caractéristiques de la perception, nous voudrions apporter un intérêt au système visuel de l'humain qui a déjà fait l'objet de plusieurs études.

### II.2.1 - Le système visuel:

Des recherches ont débouchées sur de multiples découvertes, de celles situées à divers niveaux du système visuel et présentent les propriétés les plus diverses. Plusieurs considèrent les cellules comme des détecteurs spécialisés constituant les premiers relais du processus perceptifs.

En effet, l'image "vivante" [ 5 ], celle du monde extérieur qui, captée par l'oeil sous forme de lumière visible, impressionne journalièrement la rétine, ne s'inscrit nullement sur une surface quadrangulaire au contour bien défini, qui nous ferait face, mais dans une vaste région hémisphérique dont l'oeil serait le centre, le monde extérieur est composé d'éléments les plus divers qui pour être visuellement perçus, émettent des ondes électromagnétiques, que réceptionne l'oeil l'organe de la vision. Ces ondes constituent ce qu'on appelle la "lumière visible" .

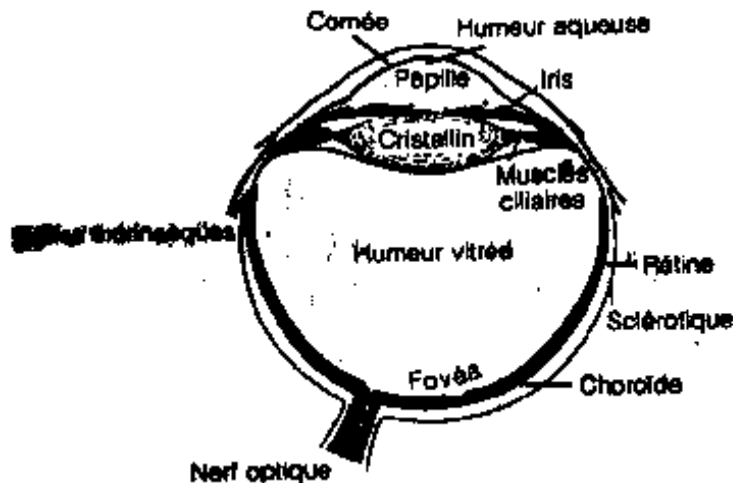
Elle est le stimulus spécifique des organes récepteurs de la rétine, la source des influx nerveux qui, par l'intermédiaire des voies optiques, et particulièrement du nerf optique, atteindra l'écorce cérébrale. Dans cette partie nous aborderons l'élément principal qui constitue le système visuel.

#### II.2.1.1. - L'OEIL

Afin de simplifier le problème, la perception est expliquée à partir du fonctionnement des récepteurs sensoriels [ 4 ] . On a souvent comparé l'oeil à un appareil photo.

Comme l'appareil photo, l'oeil comporte une ouverture par laquelle pénètre la lumière: La pupille .

L'oeil possède aussi le dispositif permettant le réglage de l'ouverture contrôlant l'entrée de la lumière appelé l'iris qui fait office de diaphragme voir figure 2.1 (anatomie de l'oeil).



Anatomie de l'oeil.

(figure 2.1 [ 4])

L'oeil à aussi sa chambre noire la rétine dont le fond est tapissé d'une surface photosensible, comme la pellicule de l'appareil photo, reçoit une image inversée des objet (l'image inversée sera abordée dans la partie II.2.2. figure 2.4)

Le cristallin joue le rôle d'une lentille et assure une mise au point de l'image sur la rétine. Cependant, plutôt que d'être réalisée par un mouvement antéro-postérieur, comme dans l'appareil photo, la mise au point de l'image rétinienne se fait par une modification de la courbure du cristallin (l'accommodation). Cette modification de la courbure du cristallin est assurée par une série de petits muscles appelés muscles ciliaires.

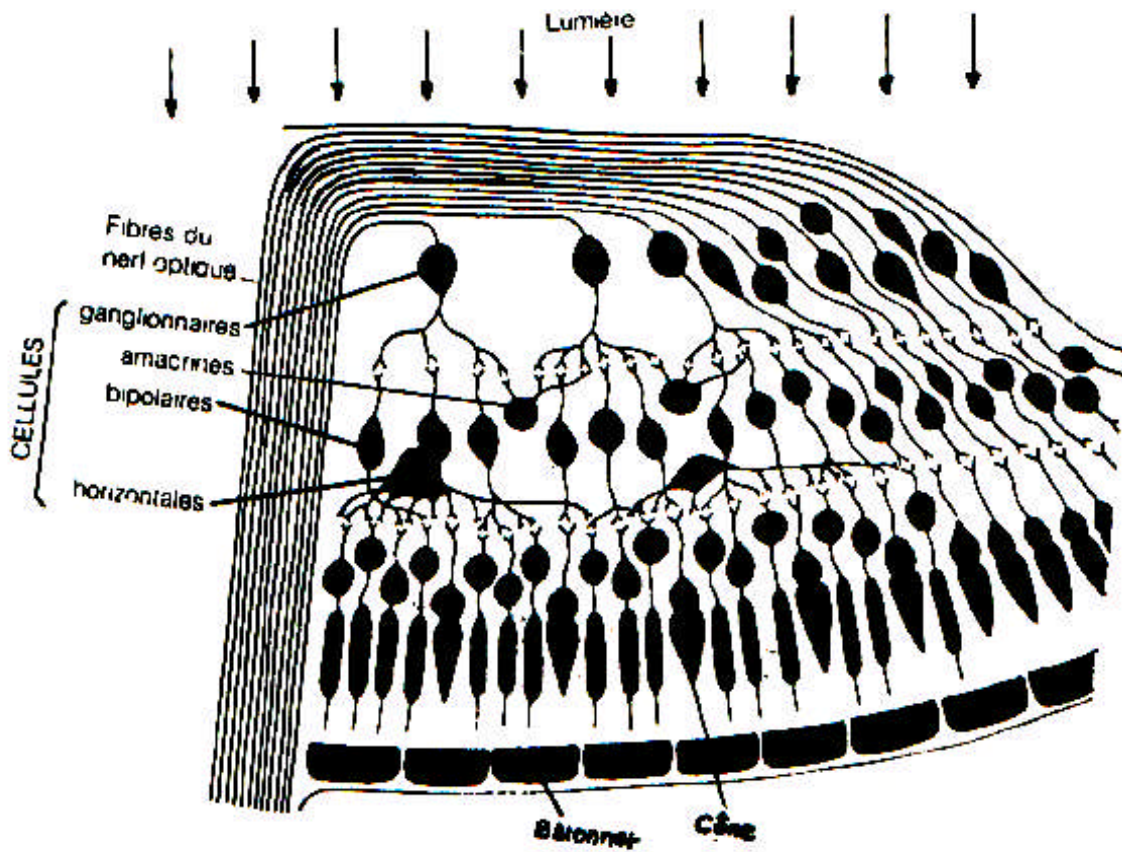
La sclérotique et son prolongement translucide la cornée, servent à protéger l'oeil, alors que la choroiée, un tissu très vasculaire, assure la nutrition des structures oculaire. Nous envisageons d'étudier les deux éléments essentiels nécessaires à la perception, la rétine et les voies usuelles.

#### A - La Rétine

La rétine contient [ 5] d'une part, les photos récepteurs qui transforment la lumière visible en signaux nerveux et d'autre part, les premiers relais nerveux qui codent les signaux avant leur transmission au cerveau par les voies optiques et le nerf optique.



Elle comporte tout d'abord des cellules réceptrices : les cônes et les bâtonnets (figure 2.2)



(figure 2.2 [ 4])

Les cônes servent à la vision diurne et à la discrémiation des couleurs [ 4], les bâtonnets qui ne réagissent qu'à l'intensité lumineuse servent à la vision nocturne, les cônes sont principalement concentrés dans une petite dépression appelée la fovéa. C'est la zone privilégiée de la rétine, on son pouvoir de discernement des détails est le plus important et la perception est la meilleure.

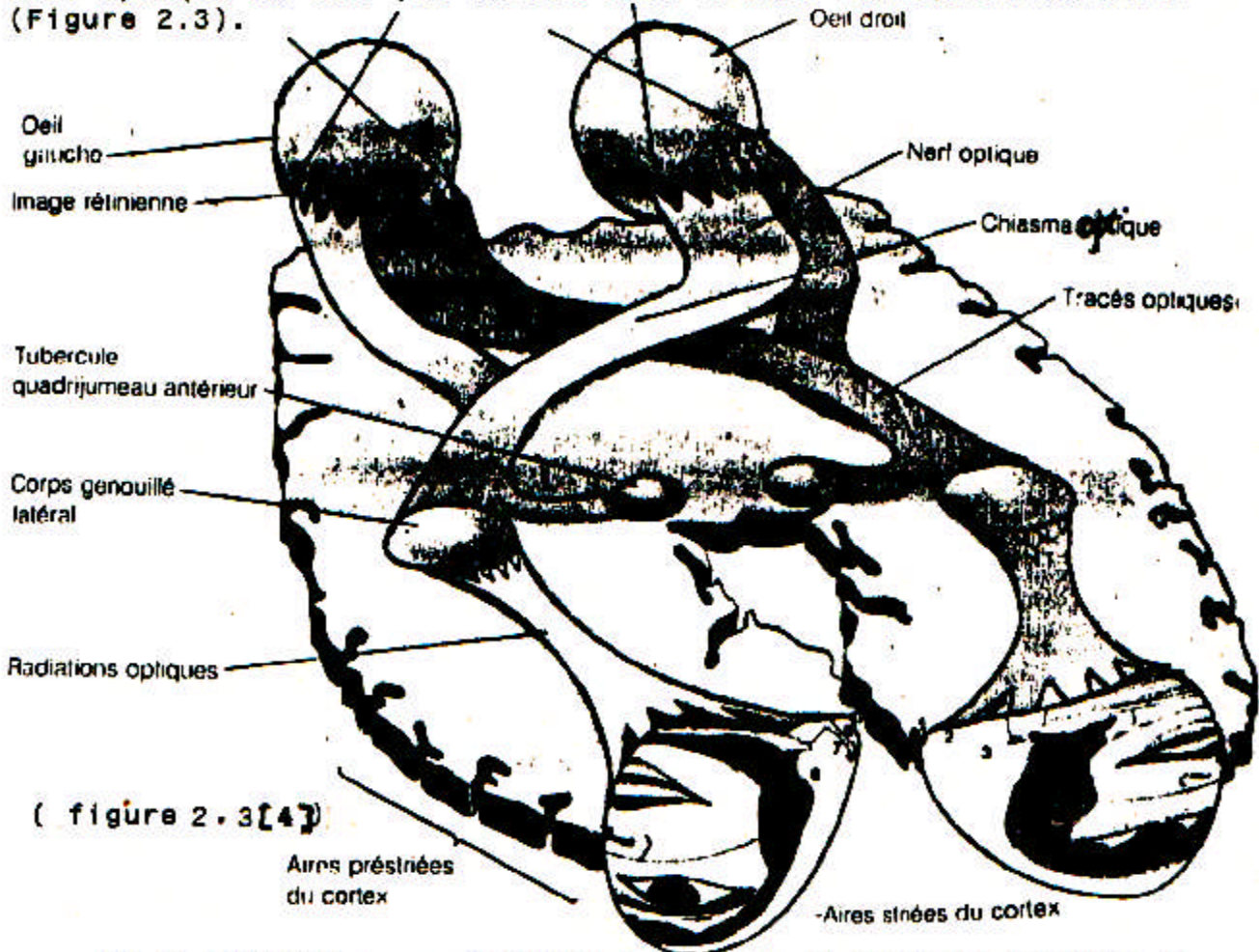
C'est donc le lieu où l'acuité visuelle est la plus développée et pour cause c'est la seule région de la rétine où l'on puisse trouver les cônes les plus fins regroupés en bouquets de 20.000 à 30.000 éléments environ, le centre est dépourvue de Bâtonnets.

Avant d'atteindre le nerf optique, des influx déclenchés au niveau des cellules réceptrices traversent un réseau complexe de cellules où déjà le message visuel subit des modifications. Ainsi au niveau des cellules horizontales et amacris, il se produit une interaction entre des messages émanant de divers récepteurs.

D'autre part le processus devient encore plus complexe lorsque le message atteint la couche des cellules ganglionnaires.

## B)- Les voies usuelles:

Qu'arrive-t-il aux messages visuels des yeux une fois qu'ils ont dépassé le nerf optique ? L'analyse des voies nerveuses visuelles débouchant sur l'aire visuelle du cerveau située dans la région occipitale est instructive à cet égard. Il faut noter, tout d'abord, que les fibres nerveuses de chaque nerf optique ne vont pas toutes dans la même hémisphère cérébrale (Figure 2.3).



( figure 2.3 [4] )

Il se produit un croisement au niveau du chiasma optique de telle sorte qu'une partie d'entre elles, celles qui émanent de la région nasale, se dirigent vers l'hémisphère centro-latéral.

Certains vont vers une structure appelée tubercule quadrijumeau antérieur, dont le rôle serait particulièrement important, notamment pour la perception impliquant des mouvements oculomoteurs alors que d'autres atteignent un relais appelé corps genouillé latéral avant d'aboutir à l'aire visuelle, (aire striée) du cortex où l'on trouve une distribution d'énergie topologiquement semblable à l'image provenant des deux hémichamps.

Le processus nerveux visuel ne se termine cependant pas là, puisque l'on trouve des connexions multiples avec des régions adjacentes appelées aire préstriées ainsi que d'autres à divers niveaux avec d'autres structures cérébrale, notamment avec les lobes temporaux. Après cet aperçu sur le système visuel, nous prétendons utile de voir les caractéristiques de la perception.

## II.2.2 - Les caractéristiques de la perception

Entre l'objet physique et le percept s'intercale toute une chaîne d'évènement qu'il importe de distinguer, notons tout d'abord que le point de départ du processus perceptif c'est-à-dire le point de contact entre l'organisme et l'environnement n'est pas dans l'objet physique, mais dans le stimulus, c'est à dire dans l'énergie qui émane de l'objet physique et excite les récepteurs sensoriels.

Le terme stimulus doit être compris dans son sens strict qui n'est pas de nature matérielle, mais énergétique, car ce terme est employé en psychologie dans le sens d'objet physique.

Donc ce n'est pas l'objet physique qui excite le système visuel, mais c'est l'énergie lumineuse qu'en émane cette différence entre le stimulus et l'objet ne constitue qu'une première source de disparité entre le percept et l'objet physique si l'on songe.

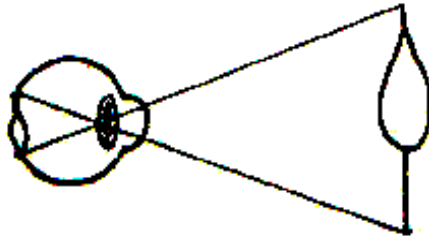
En outre, vu que l'énergie du stimulus est ensuite transformée en un influx nerveux de même nature physique quelle que soit celle (lumineuse, sonore, thermique, etc...) de l'excitant, il apparaît difficile de soutenir que le percept ne soit qu'une copie de l'objet.

On pourrait toutefois soutenir le contraire en prenant à titre d'exemple le cas de la vision, comme il a été déjà cité que l'oeil peut être comparé à un appareil photo, partant de ces considérations, il serait possible d'affirmer que l'image rétinienne, même si elle diffère physiquement de l'image de l'objet, n'en conserve pas moins certaines propriétés structurales.

Une analyse des caractéristiques de cette image rétinienne révèle rapidement l'écart considérable franchi par le système perceptif entre le donné sensoriel brut et le percept qui en résulte.

Rappelons tout d'abord que l'image rétinienne est inversée figure 2.4 mais si l'homme perçoit toujours l'objet tel qu'il est dans la réalité.

C'est grâce aux contacts continuels avec le monde physique et l'entraînement graduel depuis son jeune âge sous l'influence de son entourage et de la société.



(figure 2.4)

Une seconde caractéristique apparaît plus instructive la zone de netteté parfaite de l'image rétinienne est très réduite. Elle couvre à peu près  $2^\circ$  d'angle visuel ce qui correspond à peu près à la portion de champs visuel occupée par une pièce de cinquante centimes tenue au bout du bras.

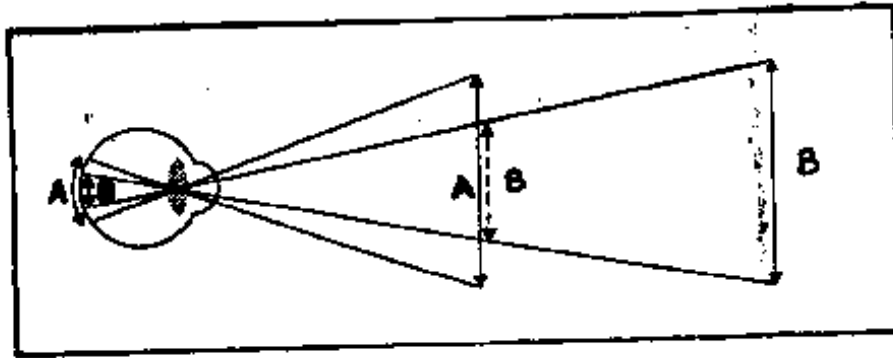
Il s'ensuit que lorsqu'un objet excède cette dimension, l'œil doit effectuer des mouvements pour obtenir une vue détaillée.

Tout objet perçu visuellement est spontanément localisé à une certaine distance dans l'espace tridimensionnel des images rétiniennes. Il existe donc un mécanisme grâce auquel cette information bidimensionnelle est traduite en percept tridimensionnel ce mécanisme n'est pas simple.

Le cerveau dispose d'une douzaine de sources d'information sur la profondeur parmi lesquelles il effectue une sélection constante. Pendant que l'information visuelle est transmise au cerveau, des informations d'origine tactile, olfactive ou autre y convergent et fournissent d'autres données sur l'objet perçu ainsi ce qui au départ semblait être une perception visuelle, s'avère être en définitive une perception polysensorielle.

En plus d'être localisé dans l'espace, tout objet est perçu avec sa dimension, sa forme, sa couleur donc le système perceptif peut maintenir la taille constante de l'objet, en dépit des variations de la distance c'est ce qu'on appelle la «constance de la taille», toute fois avec l'éloignement, la grandeur rétinienne diminue même sur la grosseur physique demeure constante (figure 2.5).

Les objets A et B ont des tailles identiques mais B est deux fois plus éloigné de l'observateur et il projette une image rétinienne deux fois plus petite, suivant le principe de la constance de la taille, les deux seront néanmoins perçus de la même taille.



(figure 2.5)

A propos de la forme de l'image rétinienne, on suppose que le système perceptif peut assurer cette constance de la forme par la prise en compte de l'inclinaison.

Un objet circulaire ne projette une image circulaire que lorsqu'elle est placée perpendiculairement à l'axe du regard ce qui est rarement, la forme de l'image est elliptique.

A propos de la constance de la couleur, il faut bien constater que les objets ne paraissent guère varier en couleur et en luminosité lorsque l'éclairage change. La luminosité et la couleur dépendant en principe de la longueur d'onde et de l'intensité lumineuse, la neige sera vue blanche, que le ciel soit rougeoyant, gris ou bleu.

Après ce bref aperçu, sur les caractéristiques de la perception, il est utile d'aborder la perception de la troisième dimension, jouant un rôle important dans la représentation spatiale.

### II.2.3 - La perception de la troisième dimension:

Un objet peut être considéré comme ayant une identité perceptive lorsqu'il est perçu comme appartenant à une certaine catégorie d'objets et non pas à d'autres, ce qui le rend des lors mémorisable, lorsqu'il peut être associé à une action quelconque ou être nommé selon HEBB [6].

Cette identité doit être distinguée de la simple discriminabilité, par exemple, deux formes dépourvues d'identité pourraient néanmoins être discriminables. Ainsi on pourra très bien les percevoir comme différentes, lorsqu'elles sont présentées l'une à côté de l'autre, en outre, l'identité est génétiquement postérieure à la discriminabilité.

La grande difficulté à identifier qu'à discriminer apparaît d'emblée même chez les personnes jouissant d'une vision normale face à des stimulus complexes.

Il est relativement facile de distinguer, par exemple des différences entre les visages humains ressemblant, mais beaucoup plus difficile de nommer chacun vu séparément.

Selon HEBB seul l'être humain serait apte à identifier une figure ou à la reproduire et à fournir des réponses associatives

Quoi-qu'il en soit, il est évident que la quantité d'information nécessaire à l'identification des formes est nettement supérieure à celle dont on a besoin pour les discriminer.

La question de l'identification de la forme est complexe et loin d'être résolue, mais il existe diverses théories susceptibles de fournir des éléments de réponse.

Une interprétation constructive de la perception de la forme est proposée par le même auteur, dans laquelle le mouvement des yeux jouerait un rôle essentiel ou la pensée a été résumée par une analogie.

<<Si la ligne et l'angle sont les briques qui ont servi à construire la perception, l'unité de la figure pourra être considérée comme le mortier et le mouvement des yeux comme la main du constructeur >>.

La perception de la profondeur présente aussi un intérêt tout à fait particulier et englobe une variété de phénomènes de la perception spatiale.

L'approche innéiste s'est vue renforcée grâce à de nouvelles observations réalisées chez le nourrisson et permettant de supposer que la perception de la troisième dimension se manifeste plutôt qu'on ne l'avait cru précédemment.

La thèse empiriste n'est cependant pas morte pour autant, puisque l'on a observé des différences culturelles importantes dans la perception de la profondeur picturale, ce qui remet en évidence la possibilité d'un rôle non négligeable de l'expérience passée.

On se retrouve en définitive, dans la situation de définir ce qui est inné ou acquis dans la perception de la profondeur plutôt que de choisir entre deux thèses opposées.

En plus de concerner la perception de la distance des objets par rapport à un observateur ( distance absolue ) , elle touche la distance relative des objets .

On inclut aussi sous ce terme de distance relative la perception de la tridimensionnalité des formes , telle forme est-elle vue plate ou tridimensionnelle . Pour estimer la distance absolue et relative on disposera de sources d'informations sensorielles ou < indices > multiples , ces indices ont un effet cumulatif et un poids variable selon les situations .

On traitera dans cette partie les différents indices de profondeur.

### II.2.3.1. Les indices de profondeur

L'homme perçoit la profondeur en dépit du caractère bidimensionnel des surfaces réceptrices rétiniennes , cette question est restée le sujet de débat des chercheurs .

Certains chercheurs pensent que la perception de la forme se base sur l'expérience antérieure tandis que d'autres supposent que la perception de la troisième dimension se manifeste plutôt même chez le nourrisson .

Selon GIBSON [ 13 ] , si l'homme possède une perception adéquate de la profondeur c'est grâce aux diverses informations de profondeur que comporte notre champ visuel .

Ces sources d'information ou indices cités par GIBSON sont le fondement de notre perception spatiale on distingue deux types; les indices binoculaires de profondeur qui résultent de la vision conjointe des deux yeux alors que les indices monoculaires sont efficaces même en vision monoculaire.

Ces deux types d'indices se combinent pour former notre espace perceptif tridimensionnel ou il en va autrement du cinéma, de la photographie ou de la représentation graphique d'un objet tridimensionnel dans les quels la profondeur n'est fournie que par l'information binoculaire.

Dans ces situations l'information binoculaire nous permet de voir le caractère plat du tableau ou de l'écran et l'information monoculaire suggère la tridimensionnalité .

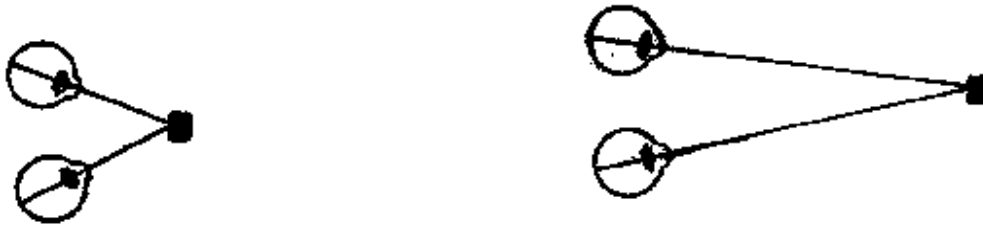
Il existe en tout une douzaine d'indices [4] dont la majorité implique le système rétinien et sont qualifiés de visuels.

Parmi les indices binoculaires de profondeur, on peut citer la convergence binoculaire dont sa fonction est de permettre non seulement une vision simple des objets, mais elle peut aussi servir comme indice de distance.

Si on conçoit aujourd'hui qu'il est possible de voir simple et pas double avec deux yeux, c'est parce que les yeux ont la possibilité de converger sur les objets et les deux images étant ramenées alors sur zone correspondante dans chaque oeil.

L'angle de convergence varie en fonction de la distance, si l'objet fixe était très éloigné, les yeux seraient parallèles.

Pour l'observateur qui explore visuellement un objet tridimensionnel, l'angle de convergence des yeux sera plus ouvert sur les parties proches que sur les parties éloignées (figure 2.6)



(figure 2.6 [ 4])

Le deuxième type d'indices sont les indices monoculaires de profondeur, en dépit du rôle relativement important de la vision binoculaire dans la perception de la tridimensionnalité, les possibilités de la vision monoculaire sont considérables.

Nous analyserons un type d'indice monoculaire susceptible d'affecter la perception monoculaire de la profondeur c'est la perspective. Elle est généralement considérée comme un procédé de dessin servant à représenter bidimensionnellement une scène tridimensionnelle.

Elle doit jouer un rôle très important dans la perception de l'espace tridimensionnel, à cet égard on peut citer un exemple frappant mis au point par Ames [ 4], il s'agit d'un dispositif qui permet d'illustrer l'importance de la perspective dans la perception de la tridimensionalité.

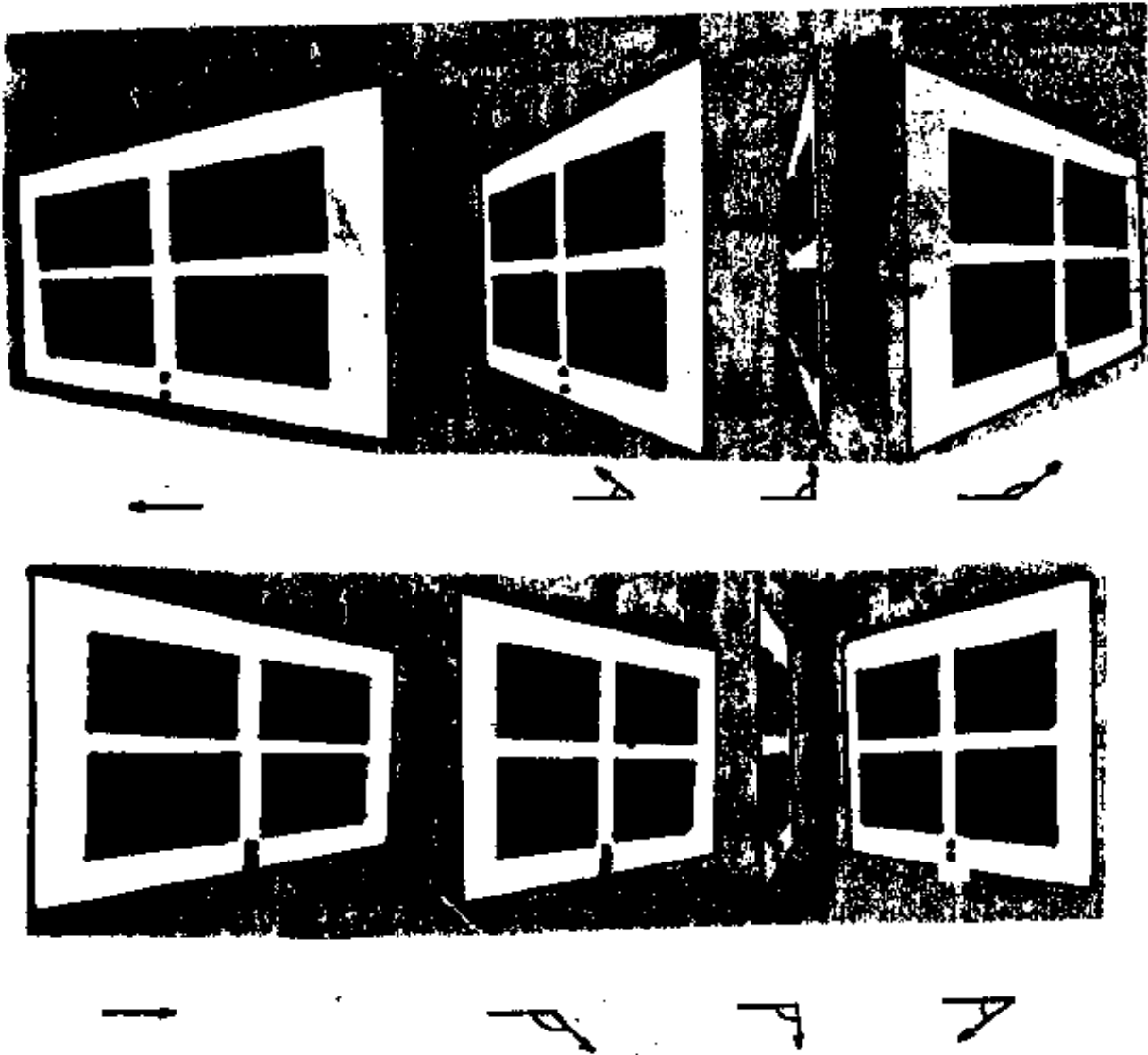
Il s'agit d'une fenêtre dessinée en perspective et découpée dans du carton, donc une fenêtre trapézoïdale, elle est fixée sur un pivot vertical entraîne par un moteur dans un mouvement de rotation (figure 2.7).

Pour un observateur se trouvant à une bonne distance (7m) ou d'un seul oeil, elle est perçue comme pivotant dans un mouvement de va-et-vient.

Selon Ames cette illusion est expliquée, par le fait que la perspective produit une erreur d'estimation quand à l'orientation réelle de la fenêtre, c'est à dire le petit côté demeure projectivement plus petit même lorsqu'il est plus près que le grand, c'est à dire le plus petit côté conserve une grandeur rétinienne durant toute la rotation.



D'où ce petit côté semble pour l'observateur demeurer constamment plus éloigné que le grand côté d'où cette impression du mouvement de va-et-vient sur la figure 2.7 on peut distinguer l'apparence de la fenêtre aux diverses position occupées successivement au cours d'une rotation et la pointe des flèches indique la position du plus petit des côtés verticaux.



(figure 2.7 [ 4])

Enfin un autre type de perspective, la perspective linéaire peut aussi donner lieu à d'autres illusions .

Sur la figure 2.8 les trois personnages sont de la même taille, mais la perspective linéaire de l'arrière-plan nous donne l'impression qu'ils sont inégaux, c'est aussi l'effet de perspective qui a créé une impression de grandeur croissante.



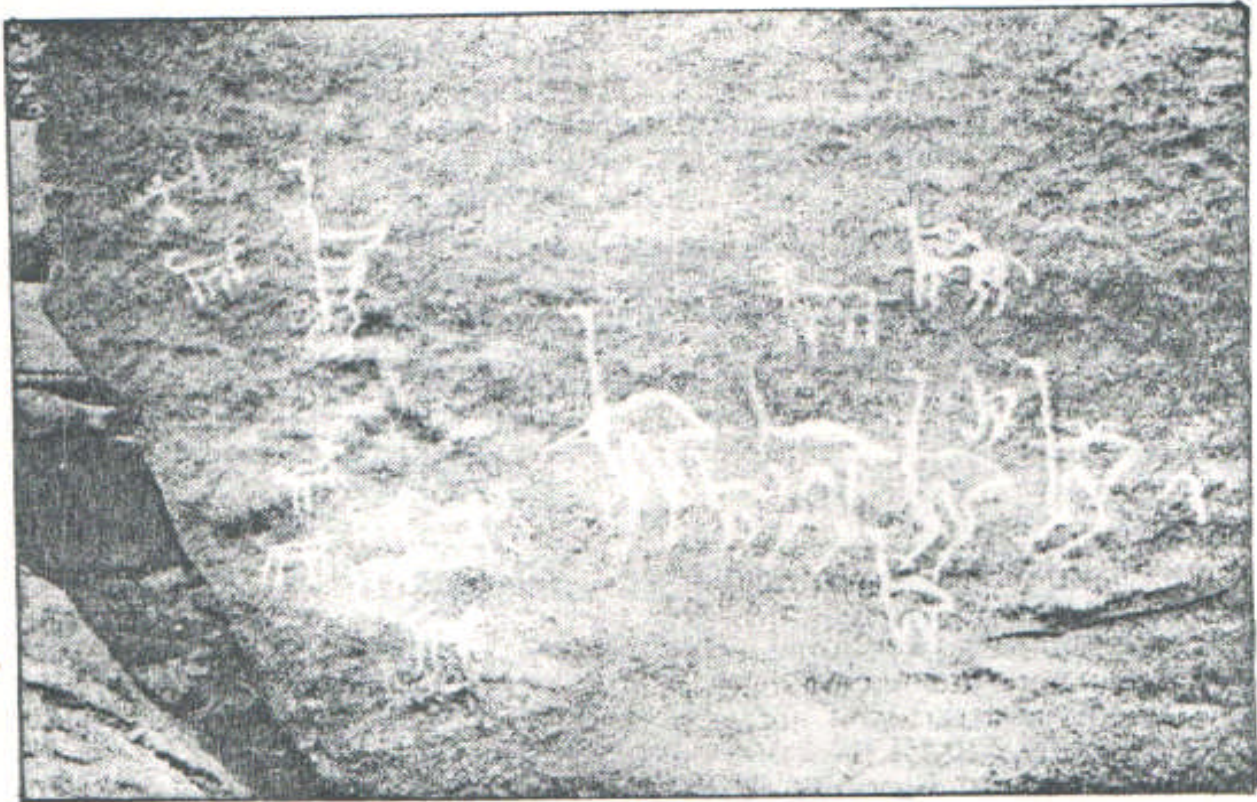
(Figure 2.8 [ 4])

La perception de la troisième dimension demeure très importante, car elle présente un intérêt particulier à la représentation spatiale.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacrée au deuxième problème fondamental se rapportant avec notre sujet, qui est la représentation spatiale des objets, dans laquelle nous aborderons les différentes méthodes et leur évolution, utilisée par l'homme pour transmettre aux autres la perception des objets, et son imagination.

## II.3 - La représentation spatiale des objets

L'homme cherche toujours à représenter le monde physique qui l'entoure. Dans les premiers âges de l'humanité, l'homme a décrit des scènes de vie quotidienne (la chasse, le combat...), les phénomènes de la nature, en dessinant sur les parois des cavernes, dans les grottes tels que la figure 2.9 qui représente une peinture rupestre du Hoggar représentant une scène de chasse à l'autruche.



(Figure 2.9 [14])

Avec le temps, les moyens de productions se sont améliorés, les demandes de construire et de fabriquer augmentaient, ainsi l'homme avait besoin d'un outil pour prévoir, calculer etc...

Cet outil primordial est le dessin. De là sont apparus les premiers dessins techniques, mais comme les constructions et les machines étaient encore simples, on se contentait des dessins rudimentaires.

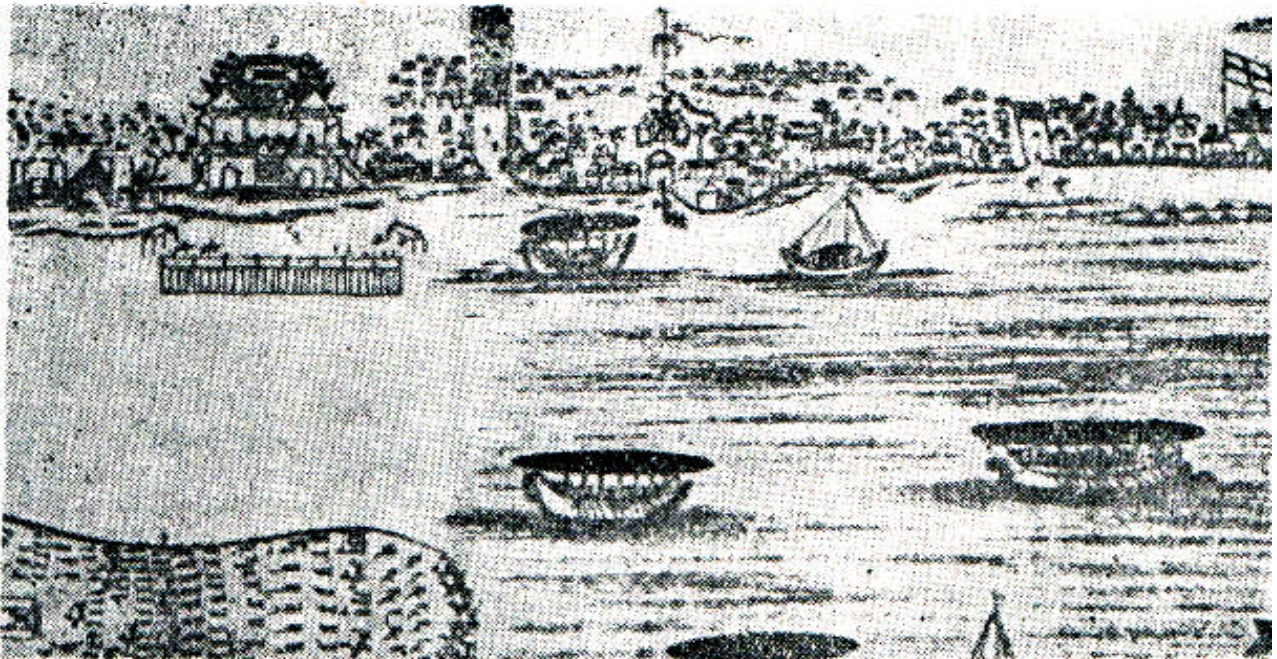
La méthode de représentation est basée sur l'imitation de la nature, une seule vue représentant des images simples. La figure 2.10 représente la région de Bien Hoù (Vietnam) avec des montagnes, des flauves et la mer.

分界順平圖



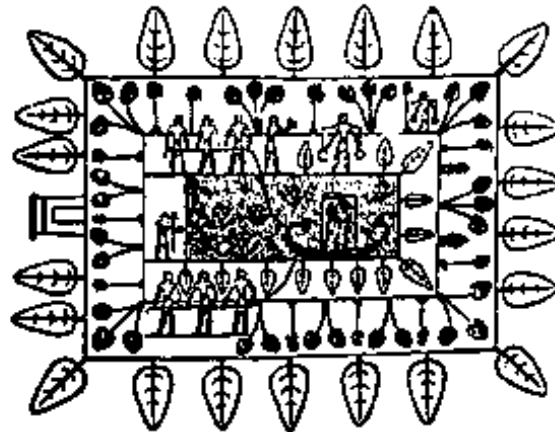
(figure 2.10 [10])

La figure 2.11 représente une autre région Thong long ancienne capitale du Vietnam ici on perçoit les premières tentatives de la représentation en perspective, le dessinateur essayait de mettre en valeur la profondeur de l'espace . Cela prouve que les anciens rencontraient des difficultés dans la représentation des constructions compliquées.



(figure 2.11 [10])

En effet la figure 2.12 est la représentation d'un jardin en Egypte ancienne ou l'on doit présenter plusieurs espaces juxtaposés, un bassin au milieu, des allées tout autour avec des arbres de différentes espèces. On perçoit déjà qu'on commence à avoir recours à "l'échelonnement" vertical et latéral, en dessinant le rabattement des arbres sur le plan horizontal.



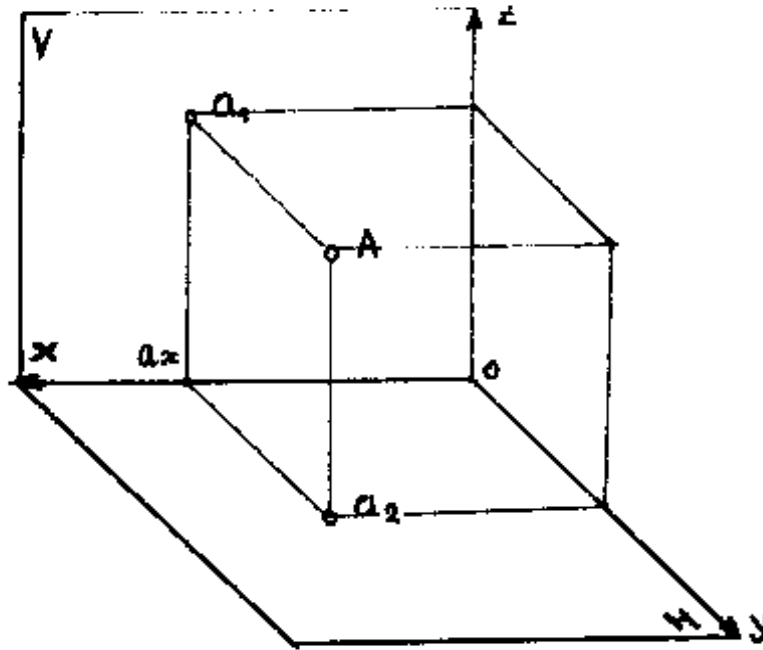
(figure 2.12 [ 9 ])

Ces dessins sont la preuve d'un grand intérêt et effort des anciens pour la représentation spatiale.

Mais il faut attendre jusqu'au 18ème siècle avec GASPARD MONGE (1746 - 1818) pour que les techniciens aient dans la main un outil efficace de représentation : l'épure basée sur la projection orthogonale.

Le génie de G. Monge est d'employer les deux projections orthogonales pour déterminer un point et de là toute forme dans l'espace, avec un repère comprenant deux plans perpendiculaires entre eux (dont l'un est horizontal) ; Monge a pu localiser, et décrire toute forme du monde physique.

En effet, si l'on dessine les axes de coordonnées OX, OY, OZ comme sur la figure 2.13, on voit aisément un point dans l'espace est déterminé par ses trois coordonnées. Le plan V avec la projection frontale nous donne la longueur et la hauteur, le plan H avec la projection horizontale nous donne la longueur et la largeur, de l'objet. Ces trois dimensions combinées sur un même plan de dessin (après le rabattement du plan H sur le plan V) peuvent nous donner toutes les informations sur la forme de l'objet.



(figure 2.13)

La géométrie descriptive avec son principe bien simple est devenue la base théorique du dessin technique. Actuellement, tout objet quelque soit sa complexité de forme et sa grandeur (l'avion, maison, ville ...) peut être représenté d'une façon rationnelle et précise (sans ambiguïté).

Mais pour améliorer encore la compréhension mutuelle entre les communautés, des normes ont été élaborées elles représentent des conventions nationales et internationales entre les différents nations, l'apparition de la projection orthogonale a permis à l'homme d'imaginer d'autres méthodes de représentation tels que :

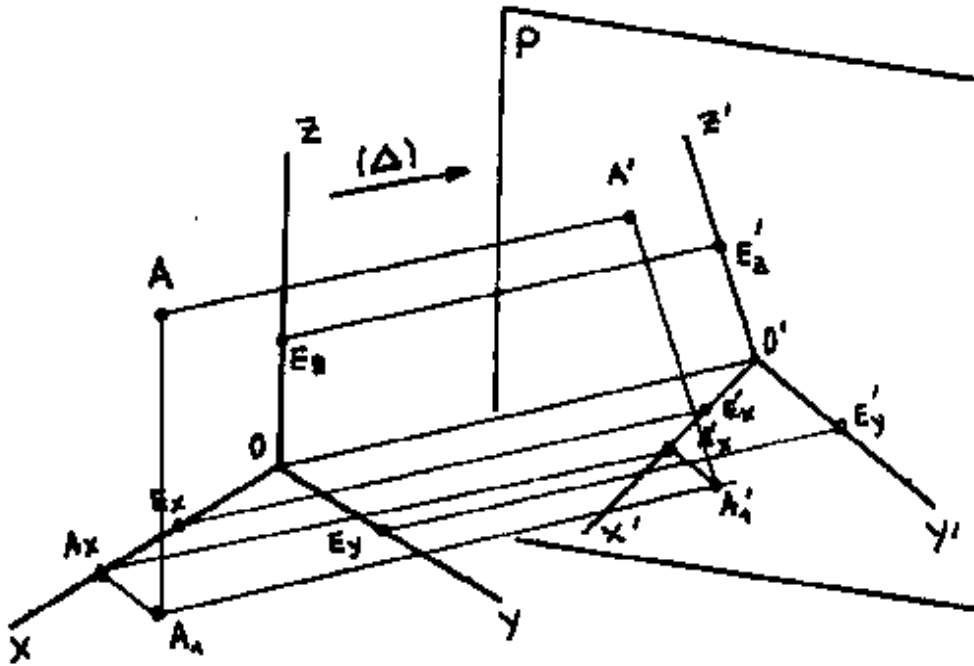
- la méthode de la perspective linéaire
- la méthode de la perspective axonométrique
- la méthode des projections cotés.

Ci-dessous nous aborderons en bref ces trois méthodes.

a) - Méthode de la perspective axonométriques:

Elle est largement employée en dessin technique car elle a l'avantage d'être représentative et facile à exécuter [7].

Pour avoir la représentation axonométrique d'un objet, il faut savoir construire la perspective axonométrique d'un point de l'espace pour ce la on choisit dans l'espace un système quelconque d'axes de coordonnées  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$  perpendiculaires deux à deux (figure 2.14)



(Figure 2.14 [ 7 ] )

ou  $OE_x = OE_y = OE_z$  unités naturelles  
 $OAx \ A_1 \ A$  sera appelée la ligne brisée des coordonnées naturelles.

$$\text{Les valeurs } X_A = \frac{\overline{OAx}}{OE_x}, \quad Y_A = \frac{\overline{Ay \ A_1}}{OE_y}, \quad Z_A = \frac{\overline{A_1 \ A}}{OE_z}$$

Seront les coordonnées naturelles du point A.

Choisissons un plan P quelconque comme plan de projection et une direction quelconque  $\Delta$  comme direction de projection. Cette direction  $\Delta$  ne doit pas être parallèle ni au plan P ni à l'un des axes quelconques de coordonnées.

Le plan P sera appelé plan de projection axonométrique et la direction  $\Delta$  - direction de la projection axonométrique. Après projection du point A et du système d'axes de coordonnées sur P suivant  $\Delta$

Nous obtenons  $Ox', Oy', Oz', O'A'x, A'_1A', O'E'x, O'E'y, O'E'z$  qui sont respectivement les projections de  $Ox, Oy, Oz, OAx, A_1A, OEx, OEy, OEz$ .

Les axes  $O'x', O'y', O'z'$  forment ce qu'on appelle un système d'axes axonométriques.

La ligne brisée  $O'A'x A'A'$  est appelée la ligne brisée axonométrique.

$A'$  est la projection axonométrique du point  $A$   
 $A_1$  est la projection axonométrique du pied  $A_1$  du point  $A$ .

Il est clair que  $A'A_1$  est parallèle à  $O'Z'$

$$\text{Les valeurs } X_A' = \frac{O'A'x}{O'E'x}, Y_A' = \frac{A'x A_1}{O'E'y}, Z_A' = \frac{A_1 A'}{O'E'z}$$

appelées les coordonnées affines du point  $A$ . D'après la propriété des projections parallèles on a :

$x_A' = X_A$ ,  $Y_A' = Y_A$  et  $Z_A' = Z_A$ . Donc les coordonnées affines d'un point sont égales à ses coordonnées naturelles les rapports

$$P = \frac{O'E'x}{O E x}, Q = \frac{O'E'y}{O E y}, Z = \frac{O'E'z}{O E z}$$

Sont appelés respectivement les coefficients de déformation suivant les axes  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ , si la direction  $\Delta$  n'est pas perpendiculaire au plan  $P$  on a une projection axonométrique oblique ou perspective axonométrique oblique.

Si la direction de projection  $\Delta$  est perpendiculaire au plan  $P$ , on a une projection axonométrique orthogonale ou perspective axonométrique orthogonale.

En perspective axonométrique oblique ou orthogonale :

- Si les coefficients de déformation sont égaux  $p = q = z$  la perspective axonométrique est appelée perspective axonométrique isométrique.

- Si deux des coefficients de déformation sont égaux on a une perspective dimétrique  $P = Q \neq Z$

- Si tous les trois coefficients de déformation sont différents on a une perspective trimétrique  $P \neq Q \neq Z$

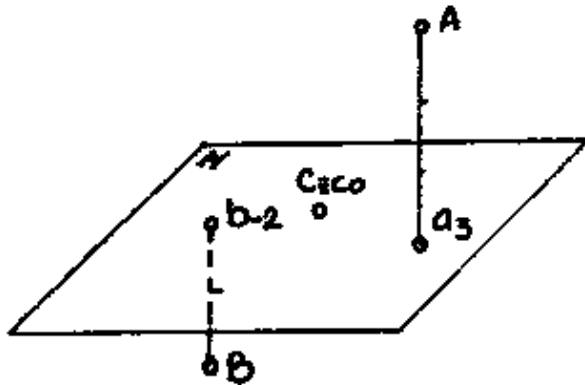
#### b) - Méthode de projections cotées:

La méthode des projections cotées consiste à définir une figure de l'espace par sa projection orthogonale sur un plan horizontal, accompagnée de cotes numériques qui mesurent les distances  $[c]$  des points de la figure à ce plan.

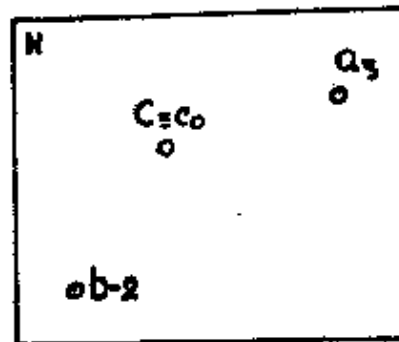


Pour la représentation d'un point choisissons un plan horizontal H comme plan de projection soit A un point de l'espace et a sa projection orthogonale sur le plan H (figure 2.15) le point a accompagné d'une cote qui mesure la distance du point A au plan H s'appelle la projection cotée de A.

Les cotes sont positives ou négatives selon qu'elles sont portées au dessus ou au dessous du plan H



(figure 2.15)



(figure 2.16)

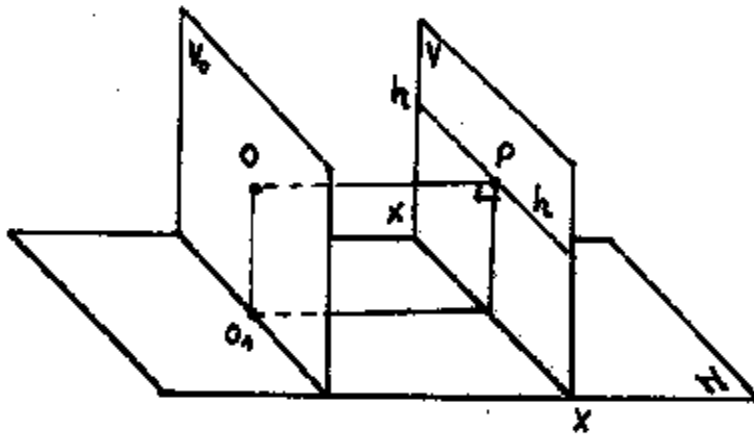
La figure 2.16 représente le dessin axonométrique des points A, B, C ayant respectivement pour cotes  $+3$ ,  $-2$  et  $0$ . La figure 2.16 donne les projections cotées des points A, B, et C.

#### d)- Méthode de la perspective linéaire:

Avant d'aborder la représentation du point qui est l'essentielle, on étudiera le système perspectif.

##### - Le système perspectif:

Dans l'espace choisissons deux plans perpendiculaires V et H. D'ordinaire V est un plan vertical et H est un plan horizontal soit O un point situé en dehors des plans V et H (figure 2.17)



(figure 2.17)

Les deux plans V, H et le point O forment ce qu'on appelle un système perspectif [8].

Les éléments fondamentaux du système perspectif sont les suivants:

- le plan V sur lequel sera effectué le dessin perspectif s'appelle le plan du tableau.

- Le plan H sur lequel sont supposés posés les objets à représenter est le plan des objets.

- Le point O qui symbolise la position de l'œil de l'observateur est le point de vue. le point  $O_1$ , projection orthogonale de point de vue sur le plan H est appelé le pied du point de vue

- La droite hh, intersection du plan V et du plan horizontal passant par le point de vue est appelée la ligne d'horizon.

La droite XX, intersection des plan V et H est la ligne de terre.

- Le point P, projection orthogonale du point de vue sur le plan du tableau V est le point central ou point principal du tableau.

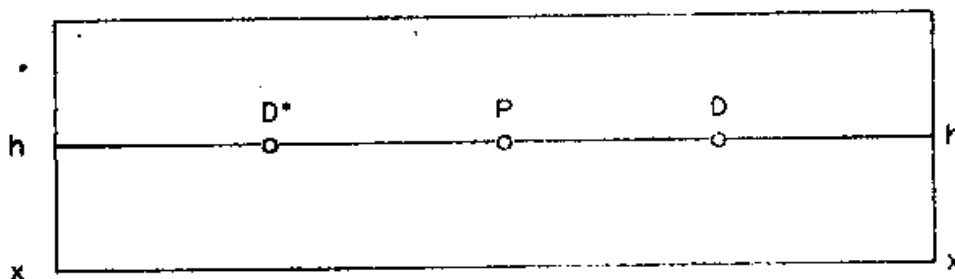
Le rayon OP s'appelle l'axe visuel ou rayon principal. la distance OP est la distance principale.

- Le plan  $V_0$  passant par le point de vue et qui est parallèle au plan du tableau V est appelé plan de vue ou plan neutre.

- La partie de l'espace située devant le plan neutre, c'est à dire la partie de l'espace contenant le tableau, s'appelle l'espace des objets. Dans la pratique on considère seulement les objets représentés situés derrière le plan du tableau, par rapport à l'oeil de l'observateur.

La partie de l'espace située derrière le plan neutre s'appelle l'espace caché. Les figures situées dans l'espace caché pratiquement n'ont pas de perspective. Mais théoriquement, au point de vue de la projection conique ces objets ont des perspectives qui sont des figures renversées par rapport à l'original.

Sur la figure 2.18, on a représenté le plan du tableau avec tous les éléments permettant de reconstituer le système perspectif.



(figure 2.18)

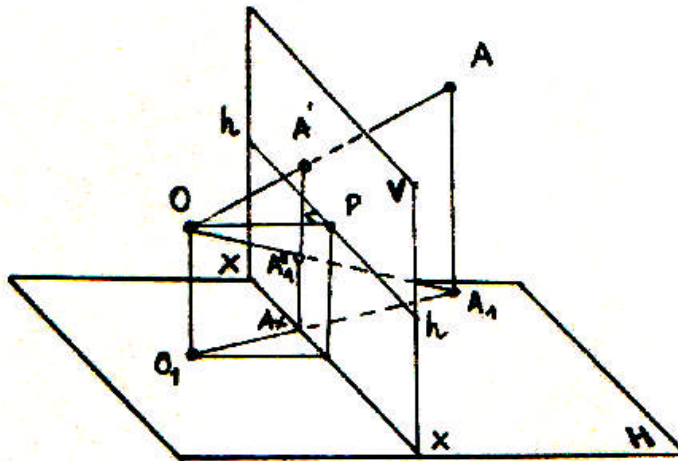
En effet, on a donné la ligne de terre xx, la ligne d'horizon hh avec le point principal P et les points de distance D et D\* tels que :

$$PD = PD^* = OP = \text{distance principale}$$

Il est évident qu'avec tous ces éléments on peut reconstituer aisément le système perspectif.

- La représentation du point:

Soit A un point quelconque de l'espace figure 2.19



(figure 2.19)

et  $A_1$  sa projection orthogonale sur le plan H.

Du centre de projection O, projetons le point A sur le plan du tableau. On obtient le point  $A'$  qui est la perspective du point A. De même on projette le point  $A_1$  sur le plan du tableau on aura le point  $A'_1$  qui est la perspective du pied  $A_1$  du point A.

Soit  $Ax$  le point d'intersection de  $O_1 A_1$  et de la ligne de terre  $xx$ . Remarquons que  $A'A'_1$  est perpendiculaire à  $XX$  et coupe  $XX$  au point  $Ax$ .

La droite  $A'A'_1$  est appelée la ligne de rappel du point  $A'$ .

Donc en perspective un point A de l'espace est représenté par la perspective  $A'$  de ce point et par la perspective  $A'_1$  de son pied. Réciproquement si l'on se donne  $A'$  et  $A'_1$  avec  $A'A'_1 \perp xx$ , le point A de l'espace est bien déterminé par rapport au système perspectif considéré.

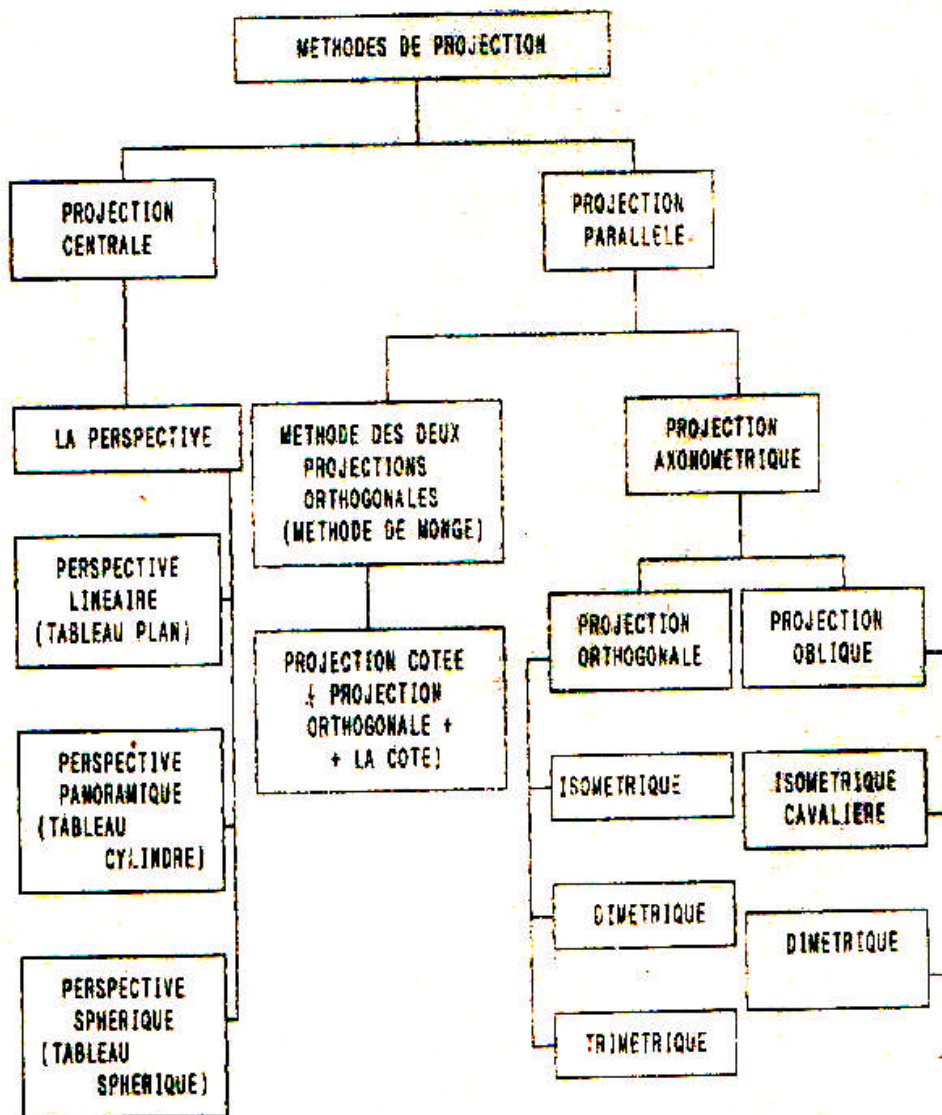
Si nous maîtrisons la représentation du point, celle de la droite et du plan, nous pouvons tracer la perspective de l'objet.

De toutes ces méthodes de représentation on voit aisément que pour représenter un point de l'espace il faut toujours deux indices de forme.

- \* deux projections  $\longrightarrow$  méthode de G. Monge.
- \* la projection horizontale + la cote  $\longrightarrow$  méthode de projection cotée.
- \* l'axonométrie du point et l'axonométrie du pied  $\longrightarrow$  méthode de projection axonométrique.
- \* la perspective du point et la perspective du pied  $\longrightarrow$  méthode de la perspective linéaire.

La figure 2.20 représente le tableau synoptique des différentes méthodes de représentation.

**TABLEAU SYNOPTIQUE DES METHODES DE REPRESENTATION**



( figure 2.20 )

## II.4- CONCLUSION

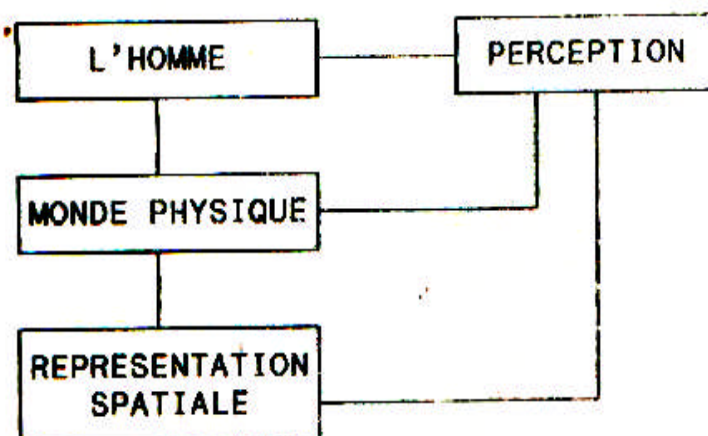
Le travail que nous venons d'exposer dans ce premier chapitre se structure autour de deux questions, à savoir la perception et la représentation spatiale, chaînées entre elles et constituant deux problèmes fondamentaux dans le transfert du savoir pour le cas du dessin technique.

En tenant compte, que la perception de l'homme peut-être améliorée avec l'entraînement, on devrait trouver toute une variété de mesures adéquates, en particulier par le biais du dessin technique.

Le type de fondation sur lequel nous avons bâti notre réflexion, c'est tout d'abord la diversité des pratiques pédagogiques utilisées dans l'enseignement de ce module, la grande variété du contenu et l'enchaînement du choix des sujets à transmettre.

Notre première idée venant à l'esprit est de trouver la liaison entre ces deux questions, qui représentent un outil nécessaire pour l'étudiant dans l'enseignement de ce module.

L'étroit rapport entre notre perception, notre psyché et le monde physique qui nous entoure peut être donné par la figure 2.21.



(figure 2.21)

# Chapitre III

## CHAPITRE III

### III- LES PROBLEMES ESSENTIELS DANS LE CONTENU SCIENTIFIQUE DU MODULE DE DESSIN TECHNIQUE POUR L'AMELIORATION DE LA PERCEPTION SPATIALE.

#### III. 1 - INTRODUCTION :

Dans les chapitres précédents on a abordé les problèmes concernant :

- La nécessité d'améliorer le contenu et la méthodologie dans l'enseignement du module de dessin technique (Chapitre I).
- La nécessité d'un entraînement de perception spatiale (chapitre II).

Une question se pose de façon naturelle, comment parvenir à améliorer la qualité d'enseignement de ce module ?

Les mesures sont nombreuses et dépendent de plusieurs facteurs tels que : compétence et esprit créatif de l'enseignant le niveau des étudiants, les moyens didactiques, ect... Il est impossible de les énumérer.

On a estimé utile de présenter les problèmes essentiels du contenu scientifique du dessin technique afin de contribuer à la recherche des mesures adéquates et appropriées à chaque groupe d'étudiants, à chaque niveau, à la méthodologie de chaque enseignant. Ces problèmes apporteront un plus pour le transfert des connaissances scientifique du dessin technique.

On est convaincu que le contenu scientifique du programme du dessin technique comprend deux grands problèmes:

#### a - LE PROBLEME DIRECT :

A partir de l'objet il faut savoir dessiner sa représentation.



## **b - LE PROBLEME INDIRECT :**

A partir de la représentation de l'objet, il faut savoir représenter la forme de cet objet, utile pour sa fabrication.

La résolution de ces deux problèmes essentiels du dessin technique, signifie, inculquer aux étudiants futurs ingénieurs, une bonne capacité de perception spatiale et un potentiel de créativité de forme .

On a estimé utile de présenter ces deux problèmes tout en les illustrant par des exemples usuels que les enseignants de ce module rencontrent souvent au cours de leur enseignement.

### **III . 2 - LE PROBLEME DIRECT: La représentation d'un objet réel**

Le monde physique qui nous entoure comprend une multitude d'objets ayant des formes innombrables; pour représenter un objet, il faut toujours passer par deux étapes.

- ANALYSE MORPHOLOGIQUE DE L'OBJET.
- COMBINAISON DES FORMES UNITAIRES.

#### **III. 2.1 - Analyse morphologique de l'objet donné**

Dans cette première étape il faut décomposer l'objet en plusieurs corps géométriques simples déjà connus. Les corps simples dont la forme est déjà enseignée dans les cours de géométrie élémentaire sont des formes géométriques unitaires simples.(F.G.U.S.).

Dans ce premier entraînement, l'importance pour l'enseignant est de savoir imaginer, comment dégager ces corps unitaires simples à partir d'un objet complexe.

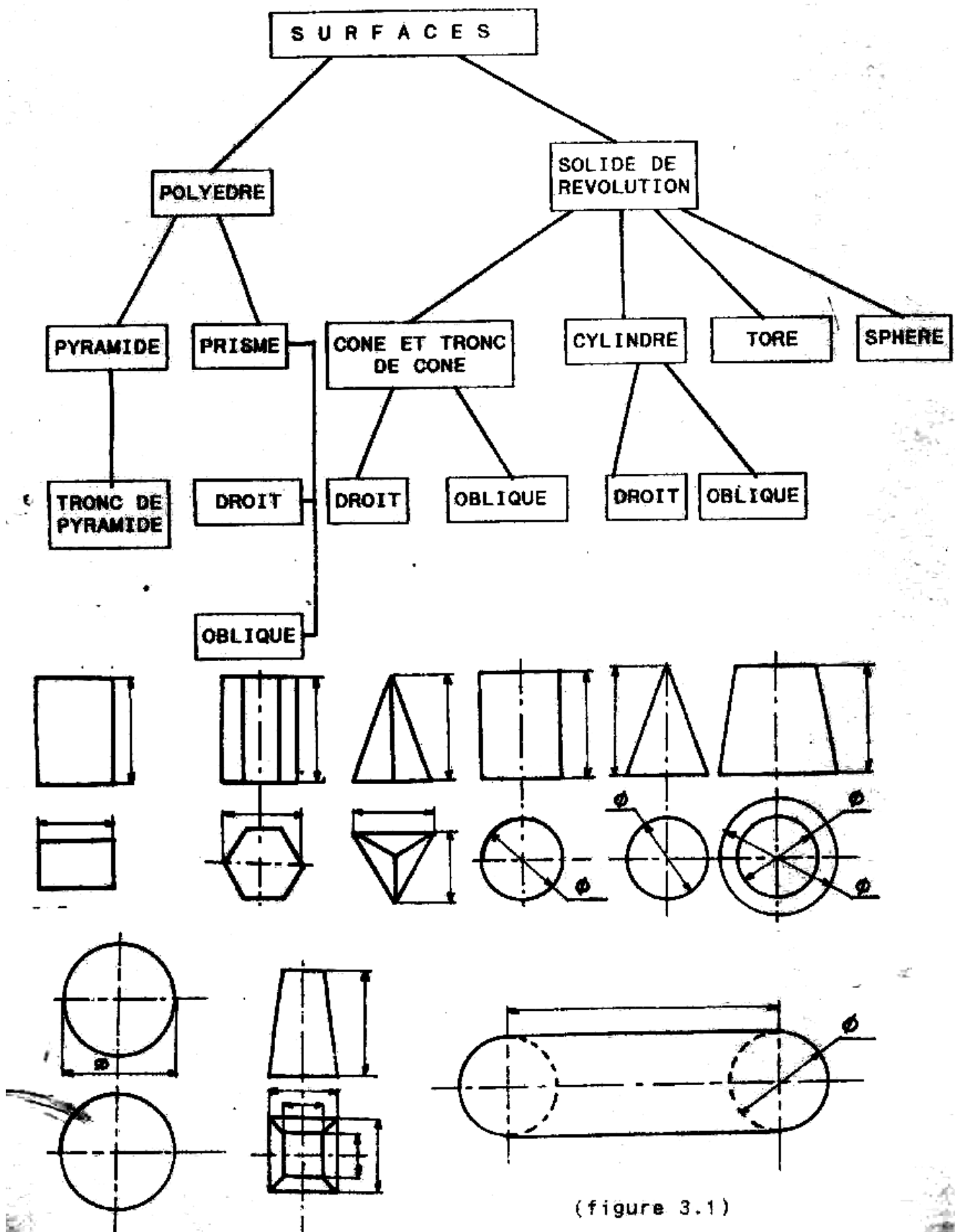
#### **a) - les formes géométriques unitaire simples (F.G.U.S.)**

Les F.G.U.S sont les parties les plus simples possible constituant un objet (on ne peut pas décomposer d'avantage) et à titre d'exemple on peut citer:

- Les prismes (droits et obliques), dont le cube et le parallépipède sont des cas particuliers.
- Les pyramides (droits et obliques).
- Les cônes (droits et obliques).
- Les cylindres (droits et obliques)
- Les surfaces de révolution, dont la sphère et le tore qui sont des cas particuliers.

**Remarques :** La surface torique est employée pour le raccordement des surfaces de révolution que nous présenterons plus tard.

La figure 3.1 présente le tableau synoptique des surfaces et la représentation des différentes F.G.U.S.



Le processus de décomposition du corps complexe se fait par étapes . Il est préférable de commencer toujours par les grandes parties, pour arriver aux plus petites parties en passant par des formes transitoires.

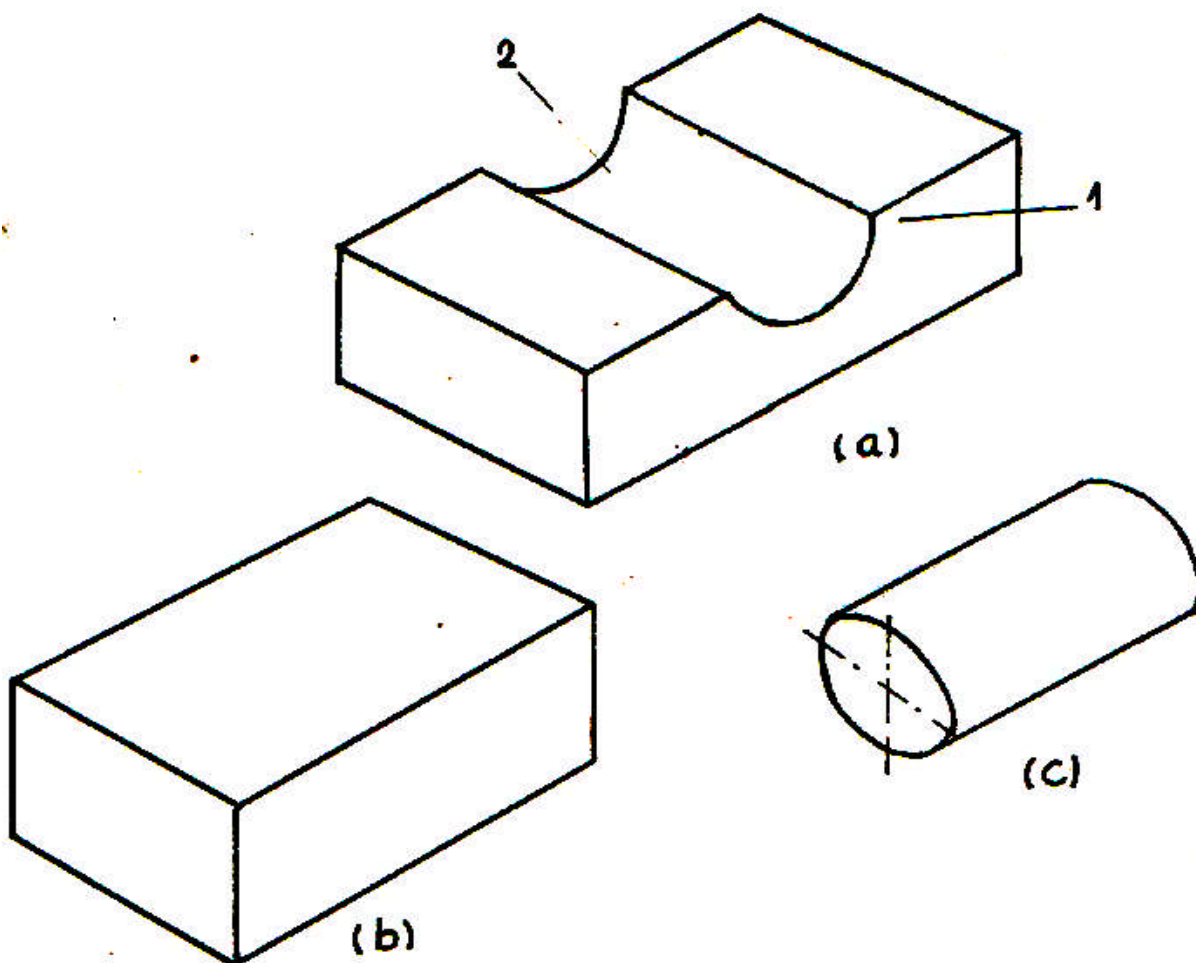
On a estimé qu'il est plus avantageux d'illustrer le processus de décomposition par quelques exemples usuels.

**Exemple 1 :**

L'objet représenté sur la figure 3.2 comprend deux parties 1 et 2

- La partie 1 est grande et représente un parallélépipède droit (figure 3.2 a)
- La partie 2 est plus petite et représente un demi-cylindre horizontal (figure 3.2b).

Donc pour représenter a, il faut savoir représenter les deux parties constituantes b et c.

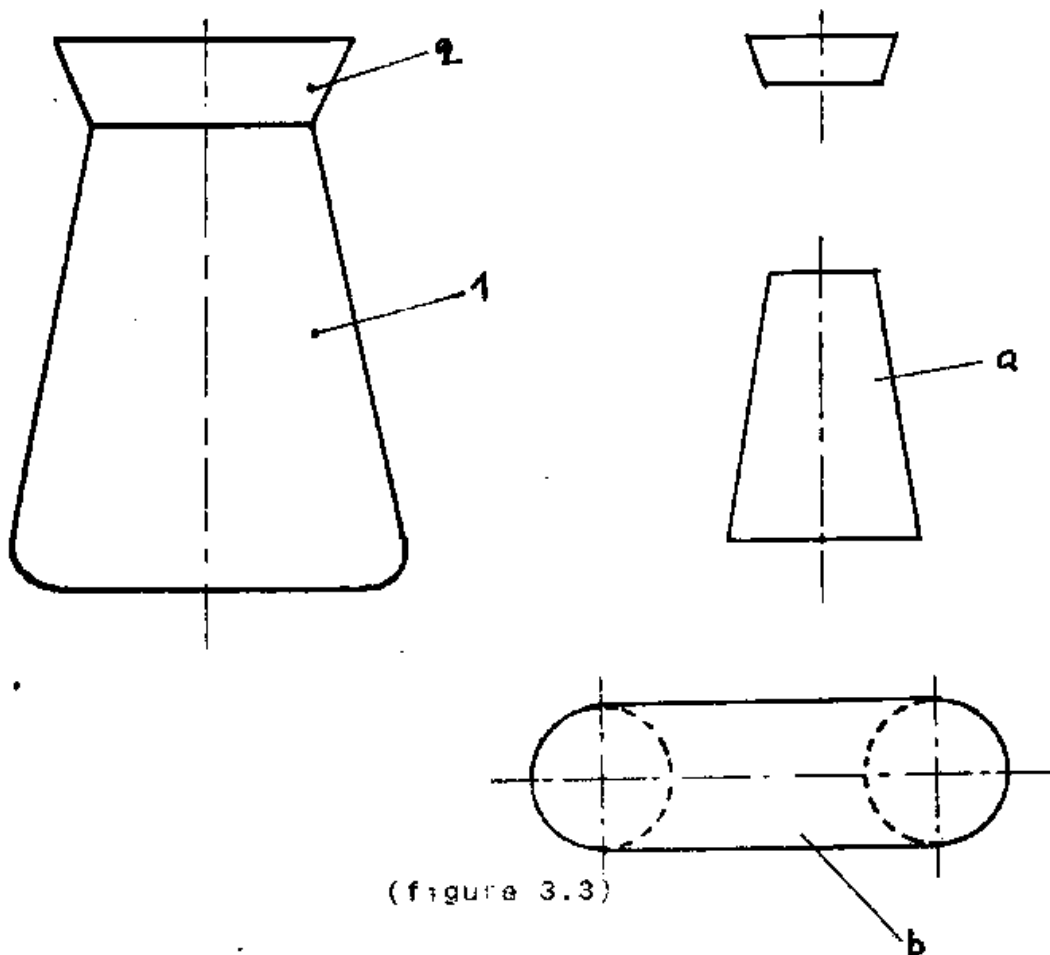


(figure 3.2)

**Exemple 2 :**

La figure 3.3 représente un vase constitué de deux parties 1 et 2

- La grande partie 1 peut se décomposer en :
  - . un tronc de cône figure 3.3 a
  - . et un demi tore figure 3.3 b
- La partie 2 est un tronc de cône renversé.



(figure 3.3)

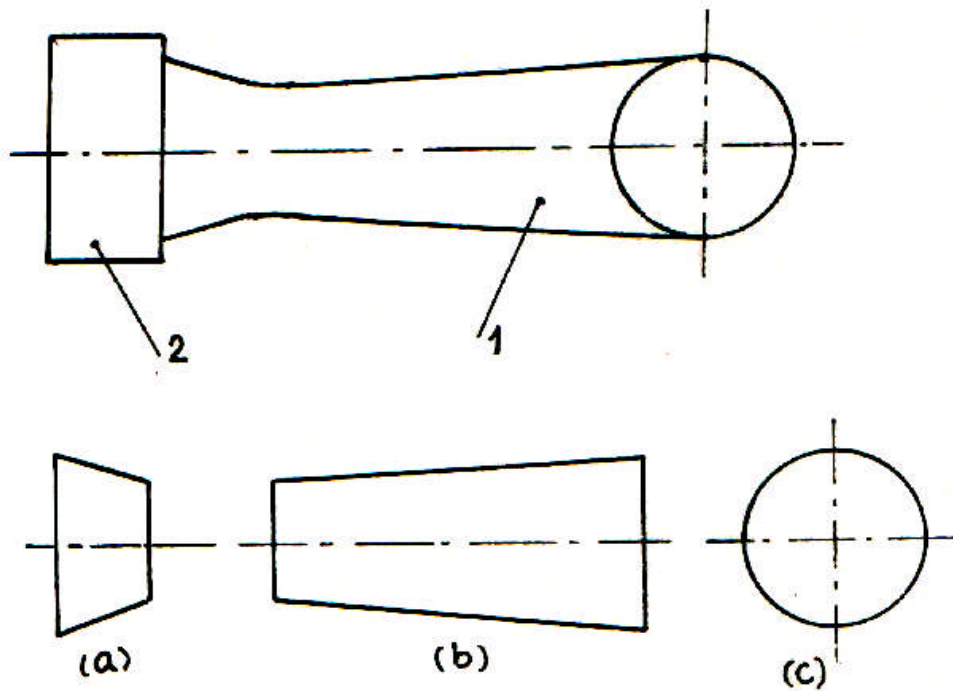
**Exemple 3 :**

La figure 3.4 représente un cachet de timbre comprenant 2 parties.

- La grande partie 1 ( la manche ) se décompose en 3 parties.
  - . Un tronc de cône figure 3.4 a
  - . Un tronc de cône figure 3.4 b
  - . Un sphère figure 3.4 c

Les parties a et b sont raccordées par une surface torique, c'est la surface transitoire les parties b et c sont tangentes.

- La petite partie 2 est cylindrique.



(figure 3.4)

**b) La représentation des éléments géométriques particuliers:**

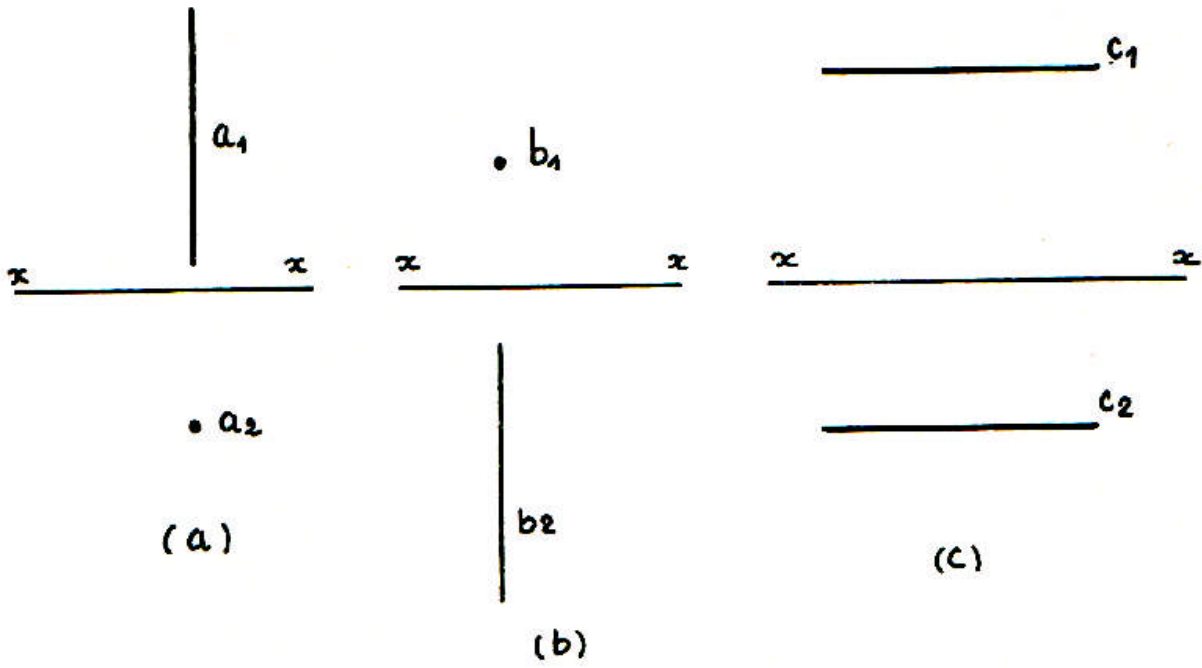
Dans la partie (a) on a présenté la décomposition d'un objet complexe en plusieurs parties simples (F.G.U.S). Ces parties ont des formes usuelles constituées généralement par des éléments géométriques particuliers.

Ces éléments font partie du programme de dessin technique étudié au tronc commun de technologie. C'est pourquoi il faut insister sur leur enseignement, afin de savoir comment les représenter .

Ce sont des questions simples mais essentielles pour résoudre des problèmes complexes.

Les éléments géométriques particuliers sont :

- Les droites verticales (figure 3.5 a)
- Les droites de bout (figure 3.5 b)
- Les droites parallèles à la ligne de terre x'x (figure 3.5 c)

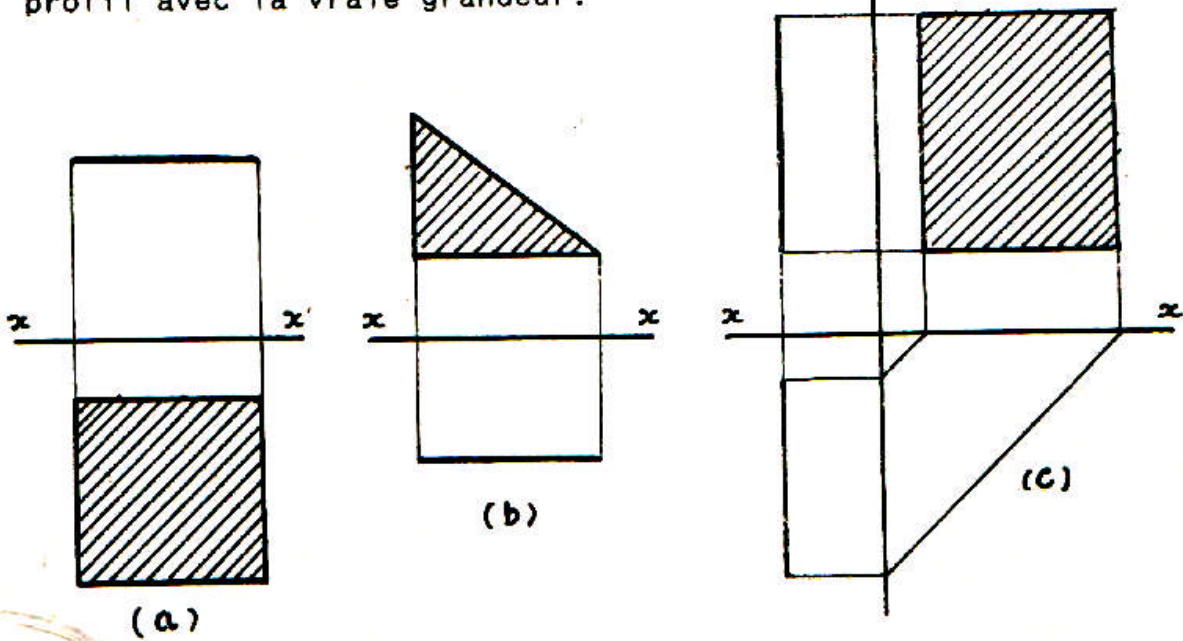


(figure 3.5)

- Les plans particuliers (figure 3.6)

Pour l'enseignement des plans particuliers aux étudiants on doit prendre en considération les figures planes limitées (rectangle, triangle, cercle etc..) figure 3.6 .

L'enseignant doit insister sur la vraie grandeur présentée sur certaines projections. Les figures 3.6 a, b, c représentent respectivement le plan horizontal, le plan frontal et le plan de profil avec la vraie grandeur.



(figure 3.6)

c)- Méthode pédagogique d'enseignement des éléments géométrique particuliers lors de la décomposition d'un objet.

Après avoir dégagé les F.G.U.S à partir d'un objet donné, on peut représenter ces derniers. Le rôle de l'enseignant à cet égard est de préciser la différence entre les droites et les plans particuliers, ensuite insister sur la cotation rationnelle des objets et sur les erreurs fréquemment commises par les étudiants.

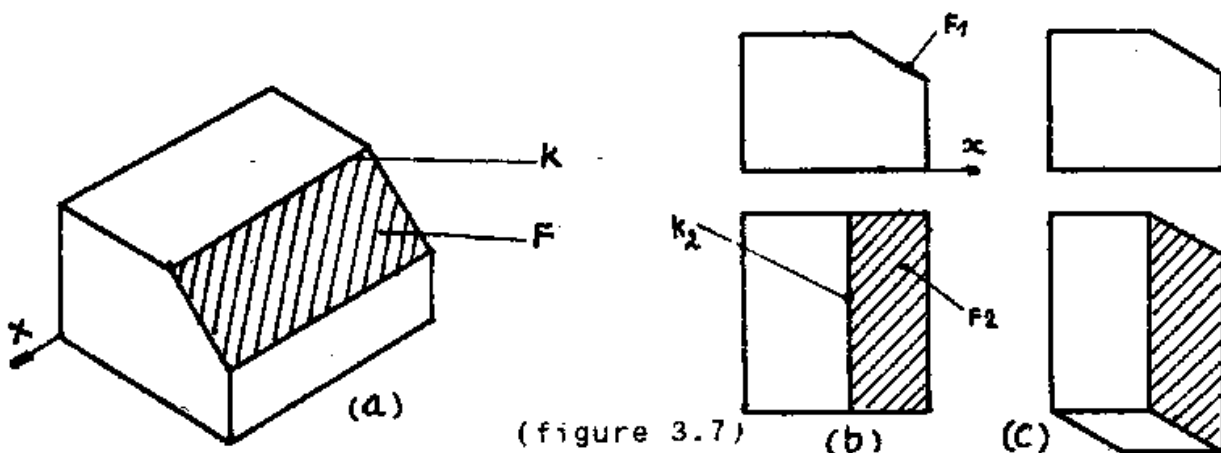
Exemple 1:

La figure 3.7 présente la Méthode de représentation d'un objet ayant la forme parallélépipédique.

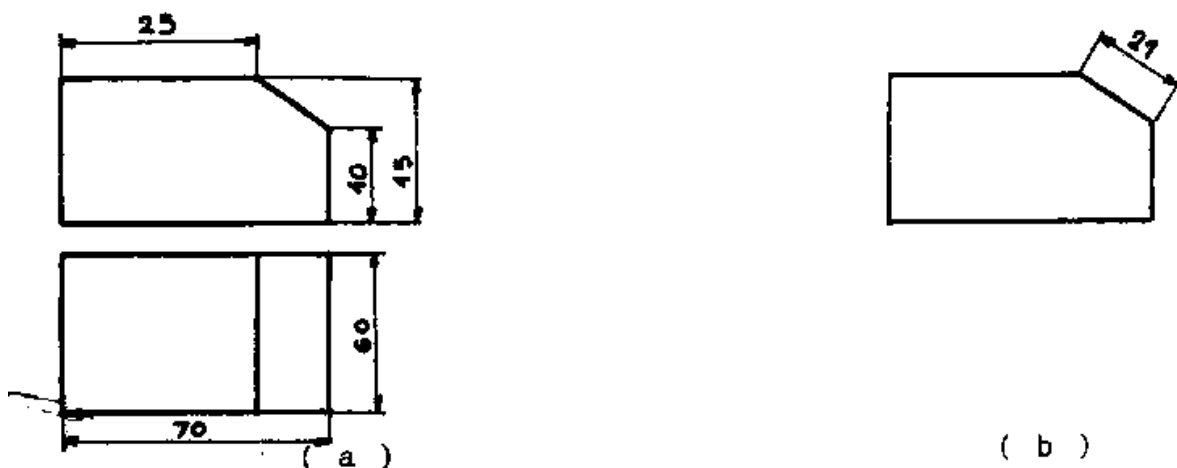
Il faut préciser que la droite k est une droite de bout ( $k_1$  est un point).

- la face F est une face de bout mais inclinée,  $F_1$  est un segment incliné par rapport à l'axe X.

- la figure 3.7C présente l'erreur fréquemment commise par les étudiants en dessinant la face F (hachurée)

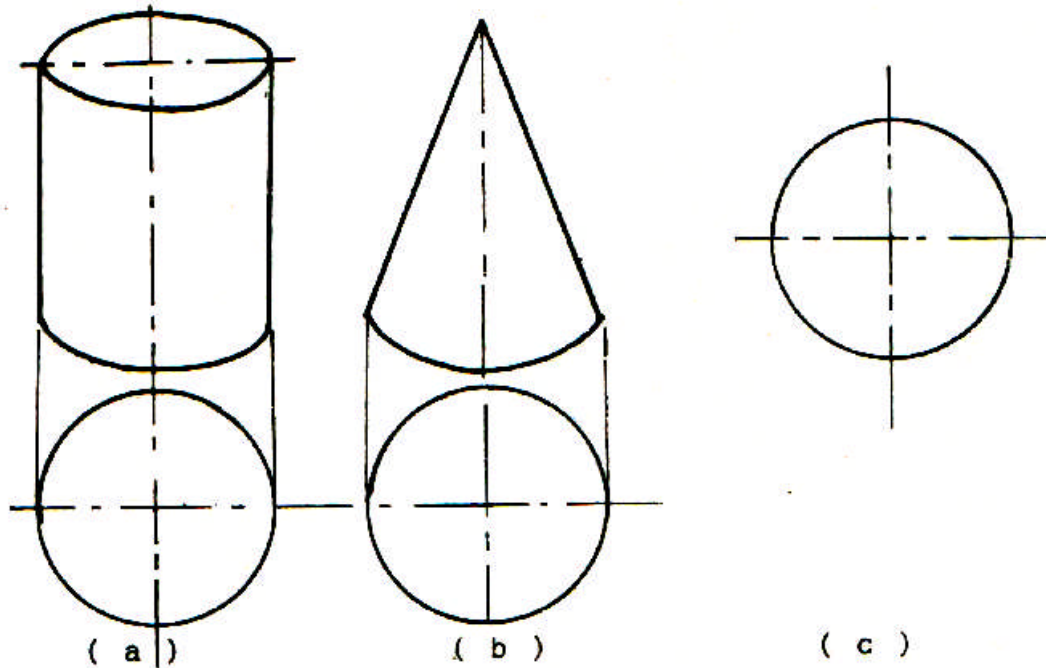


La figure 3.8a représente la cotation correcte du plan incliné et 3.8b l'erreur commis par les étudiants.



### Exemple 2:

Les objets ayant des surfaces de révolution figure 3.9 sont souvent des difficultés pour les étudiants qui ne sont pas encore habitués à la représentation.



(figure 3.9)

La figure 3.9 (a et b) représente les deux projections orthogonales d'un cylindre et d'un cône mais erronées.

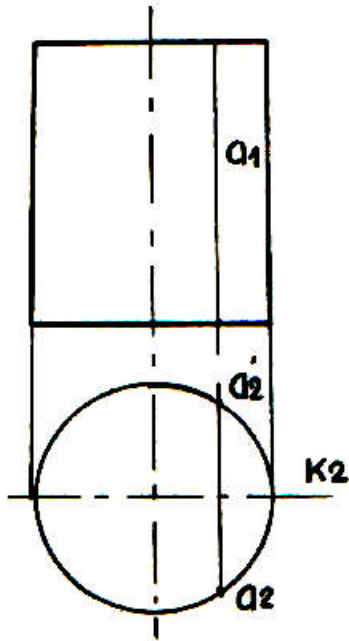
L'erreur commise sur la projection frontale réside à ce que l'étudiant ne peut pas concevoir la surface courbe par le biais de la projection plane (un rectangle ou un triangle).

C'est pour cette raison que lorsqu'on enseigne la représentation des surfaces de révolution, il faut insister sur la représentation de chaque génératrice (a sur la figure 3.10) et l'ensemble de ces génératrices constitue la surface et la projection frontale de ces génératrices représente un rectangle, ce rectangle est en réalité un rectangle double (confondu), l'un pour la moitié extérieur (vue) de la surface cylindrique et l'autre pour la moitié cachée de la surface cylindrique se trouvant derrière le plan de symétrie (k).

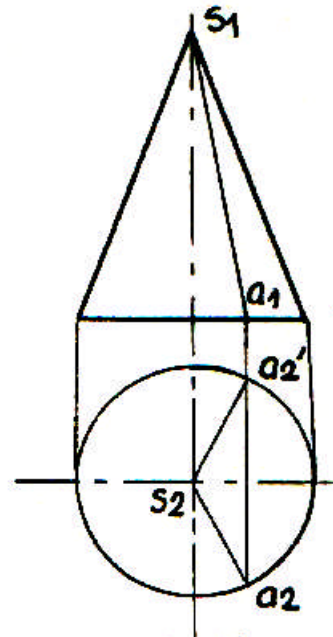
On raisonne de la même façon pour le cône, en insistant sur le caractère "double" du triangle (projection frontale du cône), figure 3.11.

Si l'étudiant assimile ce caractère "double" de la figure plane ci-citée, il peut percevoir le caractère spatial de la figure plane.





(figure 3.10)

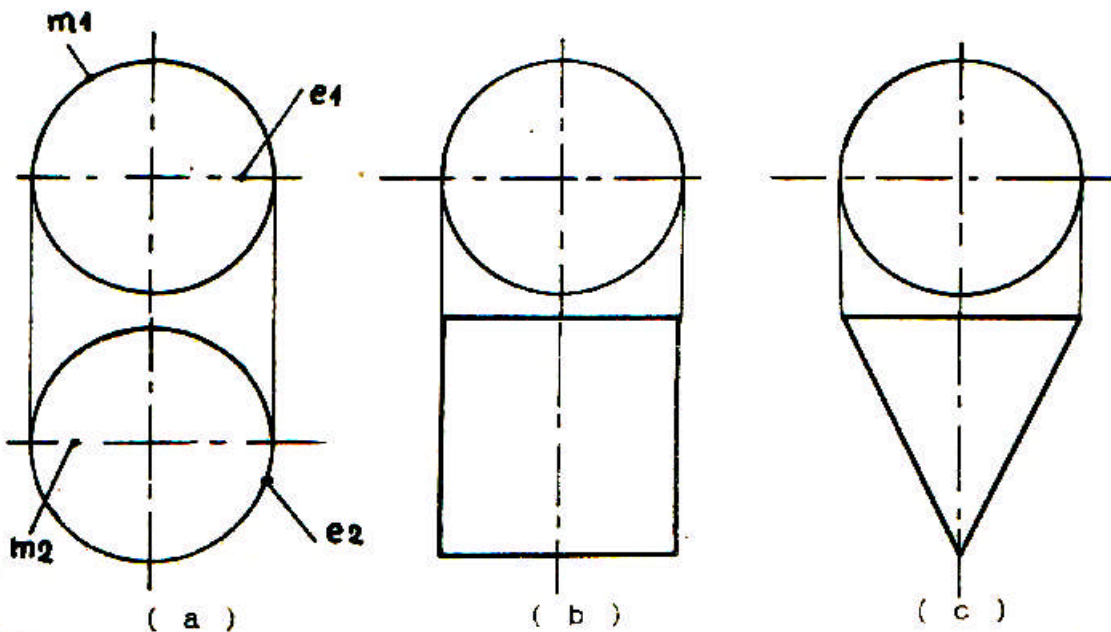


(Figure 3.11)

Pour la figure 3.9C représentant la sphère, il faut insister sur le manque d'informations, si l'on veut déterminer sans ambiguïté la sphère.

En effet, un cercle peut-être la représentation d'un cylindre (figure 3.12b) ou d'un cône (figure 3.12c).

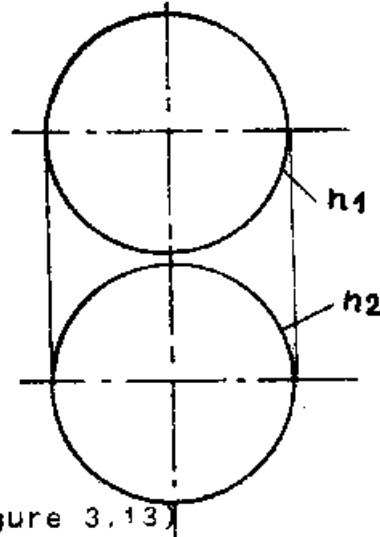
Lorsqu'on enseigne la représentation d'une sphère, il faut préciser, où est la projection du cercle équateur ( $e_1$ ,  $e_2$ ) et où est la projection du cercle méridien ( $m_1$ ,  $m_2$ ) figure 3.12a.



(Figure 3.12)

Une des erreurs la plus courante des étudiants est la confusion de ces deux lignes (e et m), il ne savent d'une façon générale que la projection d'une sphère comprend deux cercles (n1 et n2) figure 3.13.

Les étudiants ne savent pas que ces deux cercles n1 et n2 ne sont pas en correspondance; n2 n'est pas la projection horizontale de n1 et inversement n1 n'est pas la projection frontale de n2.

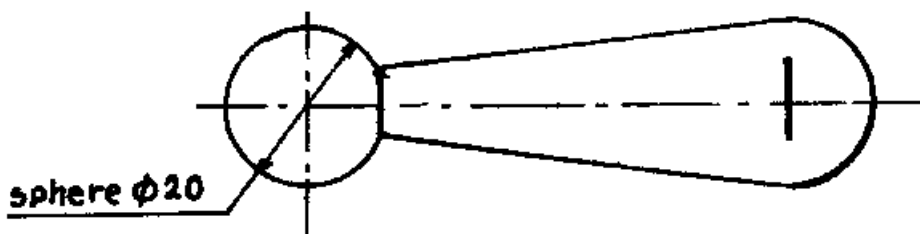


(Figure 3.13)

Remarques :

Dans ce cadre, il faut distinguer le caractère de deux problèmes fondamentaux (Chapitre II) pour le premier problème (problème direct) deux projections sont nécessaires pour déterminer sans ambiguïté une sphère, mais pour le deuxième problème (problème indirect), lors de la lecture d'un dessin, on ne trouve parfois qu'un seul cercle représentant la sphère, mais avec la cotation par exemple "sphère  $\phi$  20" (figure 3.14).

Dans la partie suivante on trouvera que la représentation des objets peut être simplifiée, si on est capable d'utiliser les cotations conventionnelles.



(Figure 3.14)

### III.2.2 La Combinaison des formes unitaires géométriques simples

Comme il a été déjà présenté qu'un objet dans la réalité comprend plusieurs F.G.U.S .

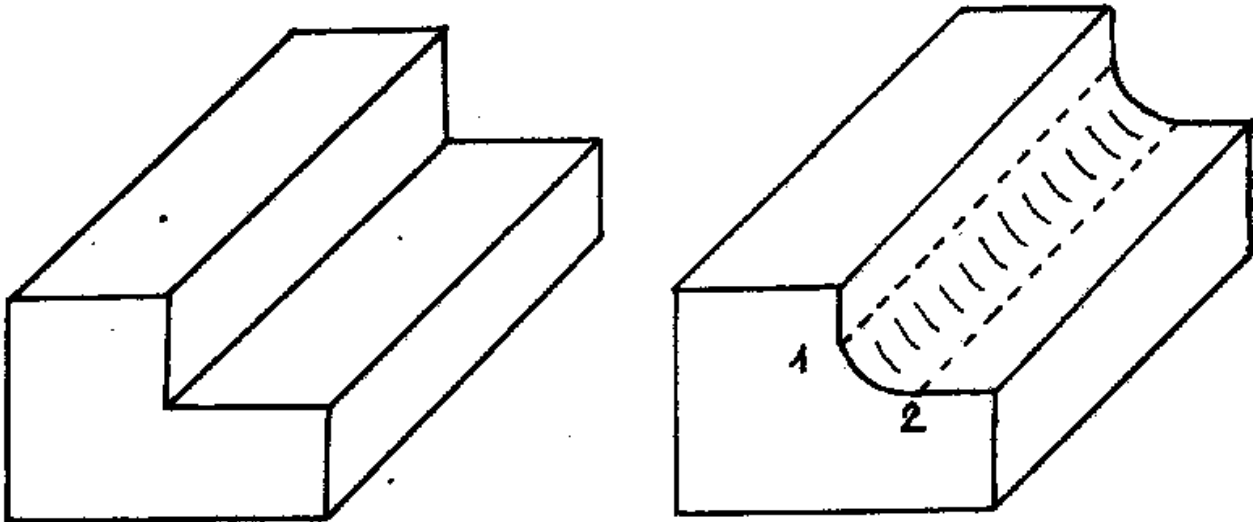
Après avoir analysé chaque forme, il faut savoir assembler ces formes unitaires pour avoir la représentation totale de l'objet.

Pour cette partie, il y a des questions qui méritent l'attention des enseignants tels que:

- Le raccordement
- La représentation des corps creux  
dont on étudiera des cas particuliers.

#### a) - Le raccordement des F.G.U.S

Les formes unitaires peuvent être assemblées directement sans avoir besoin d'un raccordement (figure 3.15a) , mais parfois entre deux formes unitaires une surface de raccordement lisse (figure 3.15b) est nécessaire, 1 et 2 se distinguent comme lignes de raccordement.



( a )

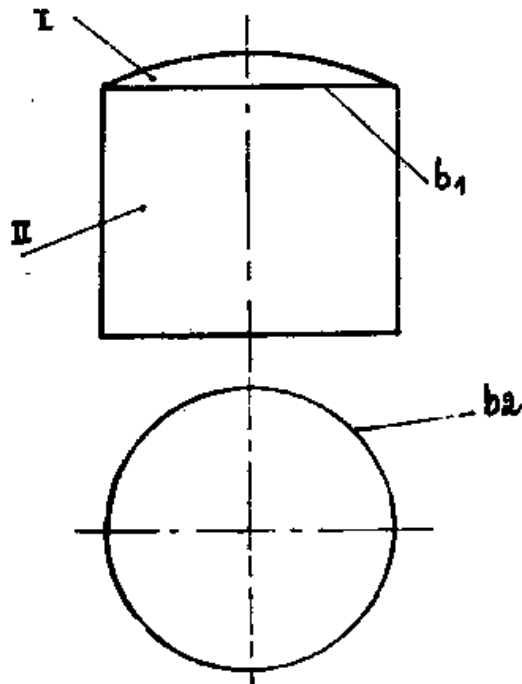
(Figure 3.15)

( b )

#### b) Classification des raccordements

On distingue deux types de raccordements :

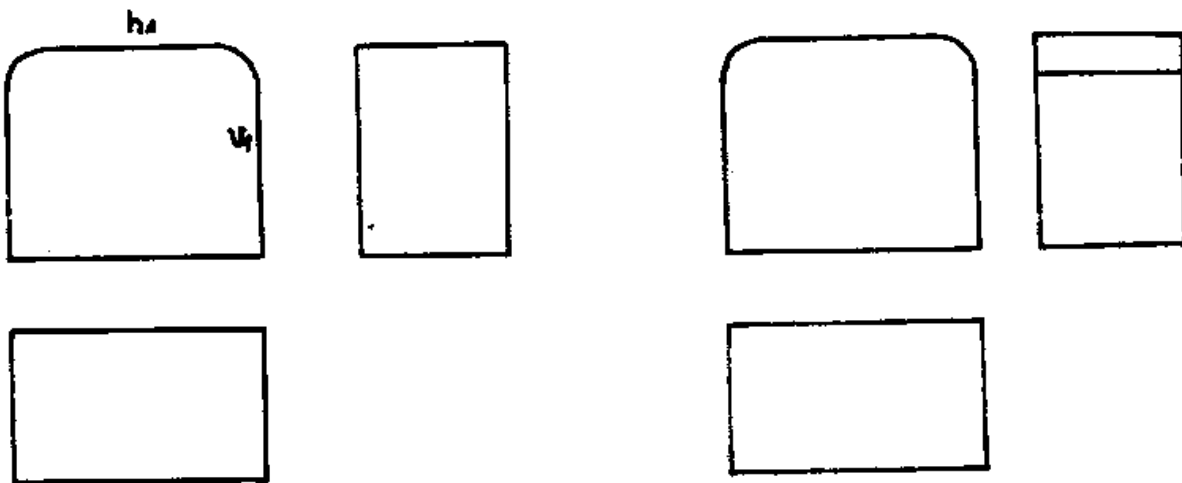
~~Raccordement~~ raccordement visible: c'est le cas de la figure 3.16, où la ligne de raccordement b qui sépare les deux surfaces I et II est visible : c'est une arête.



(Figure 3.16)

- Raccordement invisible (ou lisse) :

Dans ce type de raccordement, on ne représente pas la ligne de raccordement (figure 3.15b), en effet, la figure 3.17a, représente un parallélépipède avec deux coins arrondis la ligne de raccordement n'est pas dessinée sur la figure 3.17 a, on suppose que la surface horizontale ( $h_1$ ) et la surface verticale ( $v_1$ ) sont raccordées d'un façon lisse. donc la vue de profil de la figure 3.17 b est fausse.



( a )

(figure 3.17)

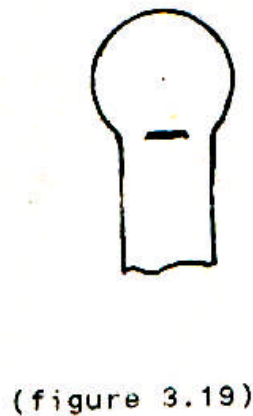
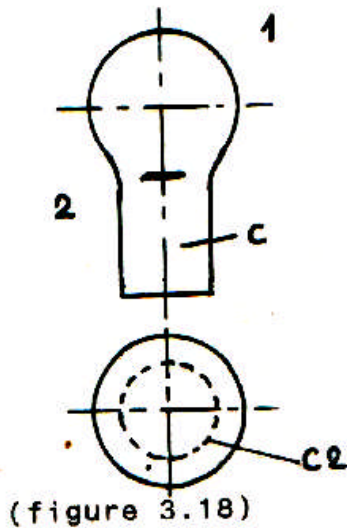
( b )

On peut citer plusieurs autres exemples de raccordement invisible mais il faut insister sur le point suivant : ne pas confondre la représentation de la ligne de raccordement avec celle de la surface composante.

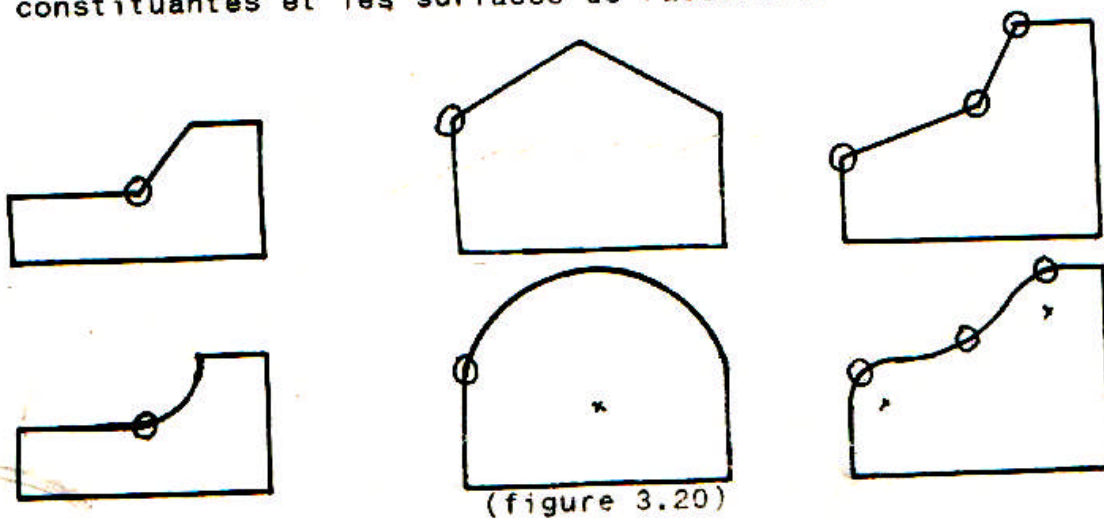
La figure 3.18 représente une sphère raccordée avec un cylindre, sur la projection frontale, on ne représente pas le trait de raccordement, mais sur la projection horizontale on dessine le cercle C2 qui représente la projection horizontale de la surface cylindrique (C) de la deuxième partie.

**Remarques :**

Parfois le raccordement complètement lisse ne peut pas être réalisé lors du processus de fabrication, dans ce cas sur la projection principale on peut limiter la zone de raccordement par un trait (ne touchant pas le contour) figure 3.19



Quand on rencontre un raccordement "invisible", il faut toujours retourner au cas visible (figure 3.20), c'est seulement par la comparaison qu'on peut mettre en évidence les formes constituantes et les surfaces de raccordement.



C) - Les Objets creux:

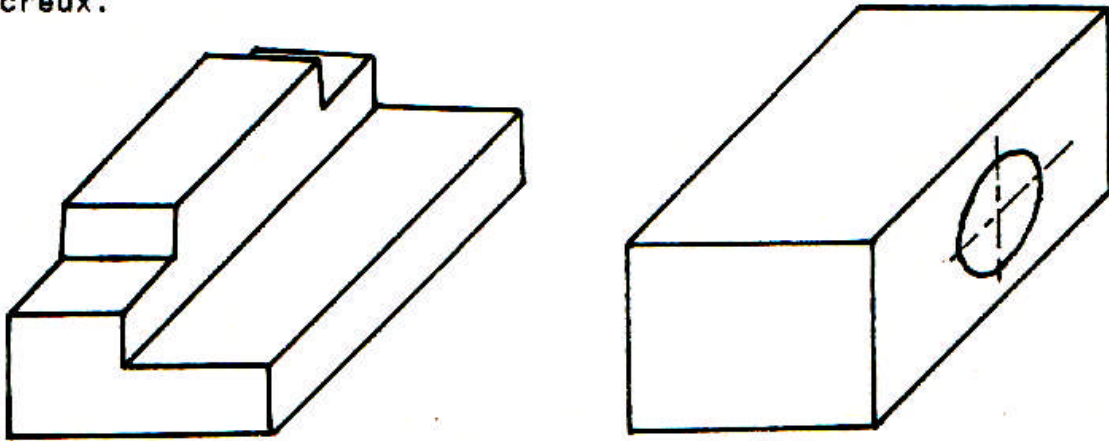
Dans le paragraphe III.2.1 il a été déjà expliqué la décomposition d'un objet en plusieurs parties constituantes (les F.G.U.S) .

Les F.G.U.S peuvent être:

- superposées (figure 3.21 a).
- ou incorporées, c'est à dire l'une se trouve dans l'autre (figure 3.21b).

Dans ce dernier cas il s'agit des objets creux les trous. Les parties creuses sont représentées par des traits discontinus fin et n'ont pas de particularité .

Il est utile de distinguer les parties constituantes des objet creux.

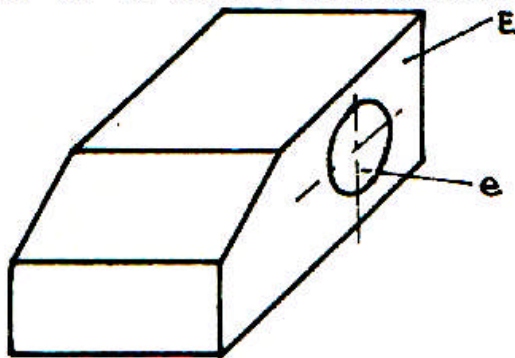


( a ) (figure 3.21)

( b )

- La partie enveloppante est celle qui représente la grande partie de l'objet et englobe la partie creuse (figure 3.22 E).

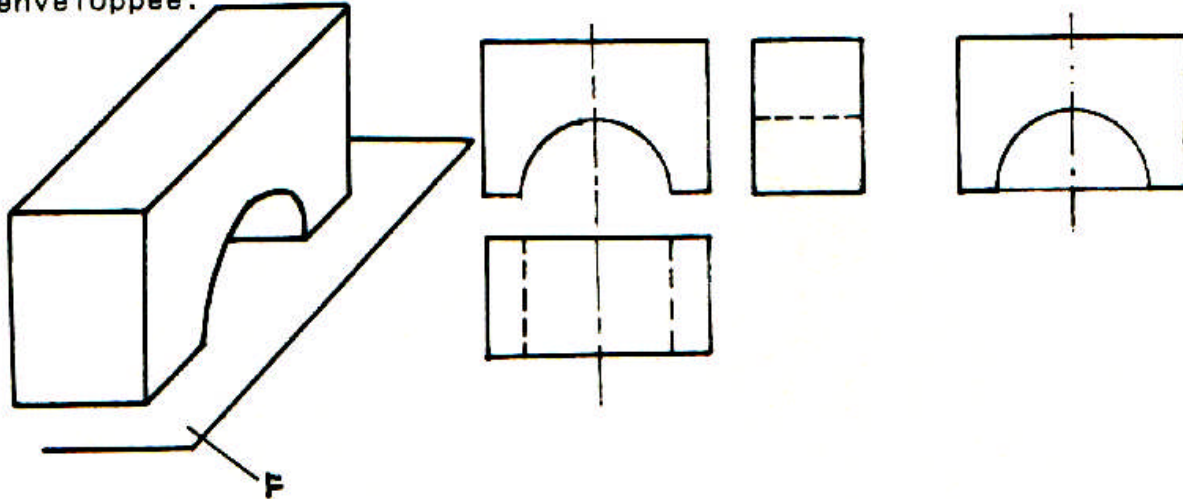
- La partie enveloppée ou creuse est celle qui se trouve à l'intérieur de la partie enveloppante (figure 3.22 e).



(figure 3.22)

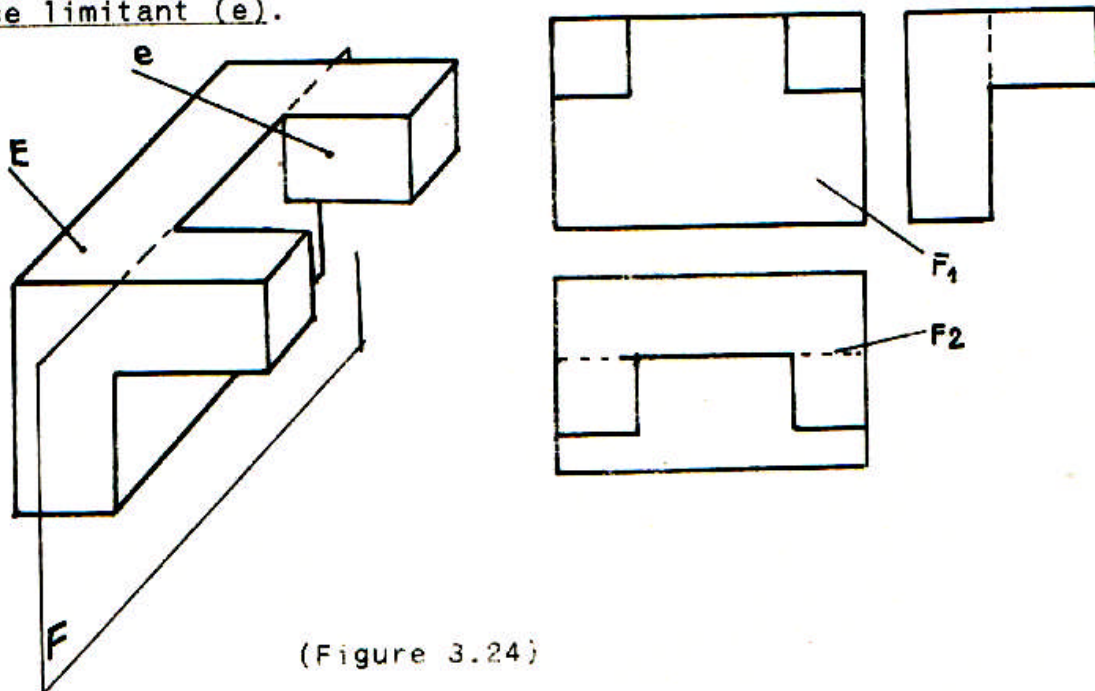
d) - Cas où la partie enveloppée est située à la limite de la partie enveloppante

La figure 3.23 représente la partie creuse qui se trouve juste à la surface limite F de la surface enveloppante. Sur la projection frontale, on ne représente pas la face de la partie enveloppée.



(figure 3.23)

La figure 3.24 représente un objet dont la partie enveloppante (E) est lésée par la partie enveloppée (e) mais la partie (e) se trouve juste tangente à la surface limite F de (E) c'est pourquoi sur la projection frontale on ne représente pas la face limitant (e).

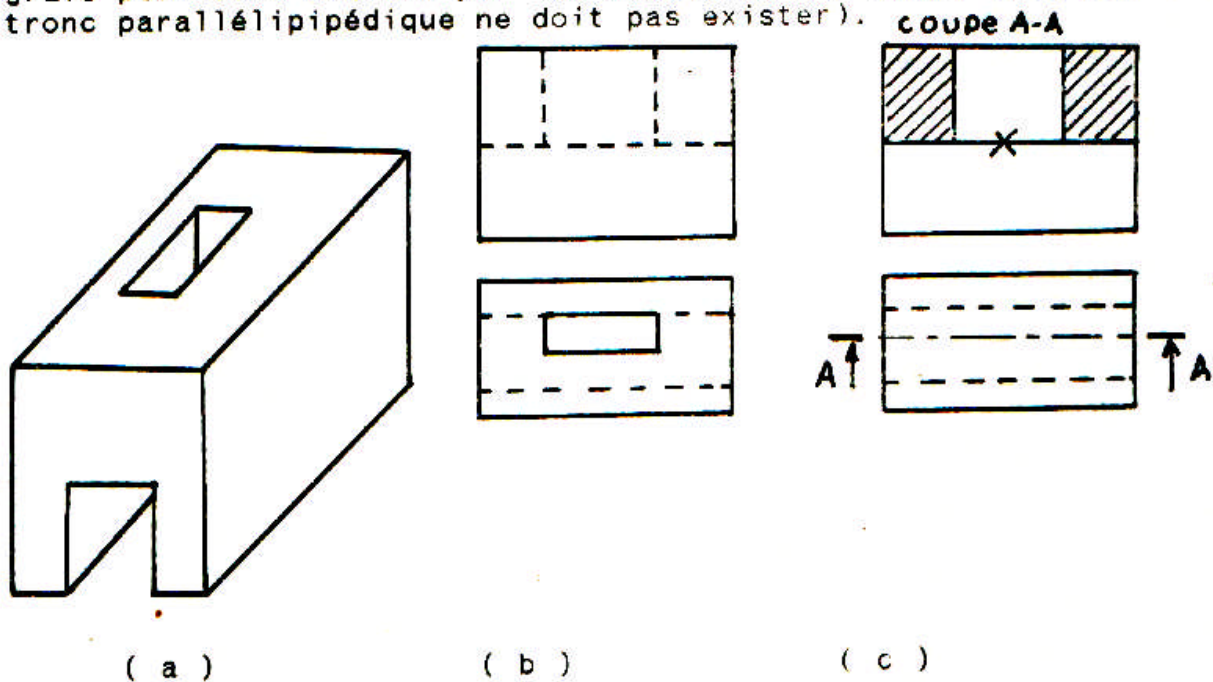


(Figure 3.24)

L'étude précédente est particulièrement utile quand on aborde la coupe transversale des objets complexes.

En effet, la figure 3.25 représente un objet qui a la forme de la lettre U avec un trou parallélépipédique à la surface supérieure et possédant une face tangente à la surface limite de l'objet U (le trou ne se trouve pas au milieu de l'objet enveloppant).

La représentation orthogonale de l'objet dessinée sur la figure 3.25 b est juste, mais dans la représentation de la coupe verticale A-A (figure 3.25c), il y a une faute. Une telle faute grave peut-être commise par les étudiants (le trait inférieur du tronc parallélépipédique ne doit pas exister).



(figure 3.25)

*De cette étude on trouve que si l'enseignant attire l'attention des étudiants sur les points épineux dès le début de la représentation des objet, on peut éviter de telles fautes graves lors de l'étude des problèmes plus compliqués.*

### III. 2.3. La cotation du dessin de représentation.

Pour "le problème direct", après avoir analysé la forme de l'objet, décomposer l'objet et représenté les F.G.U.S., on obtient la représentation orthogonale de l'objet donné, il nous reste encore à coter le dessin, c'est à dire fixer la forme au point de vue de grandeur et surtout fixer la position relative des F.G.U.S par rapport à la partie enveloppante.

On distingue trois sortes de cotations:

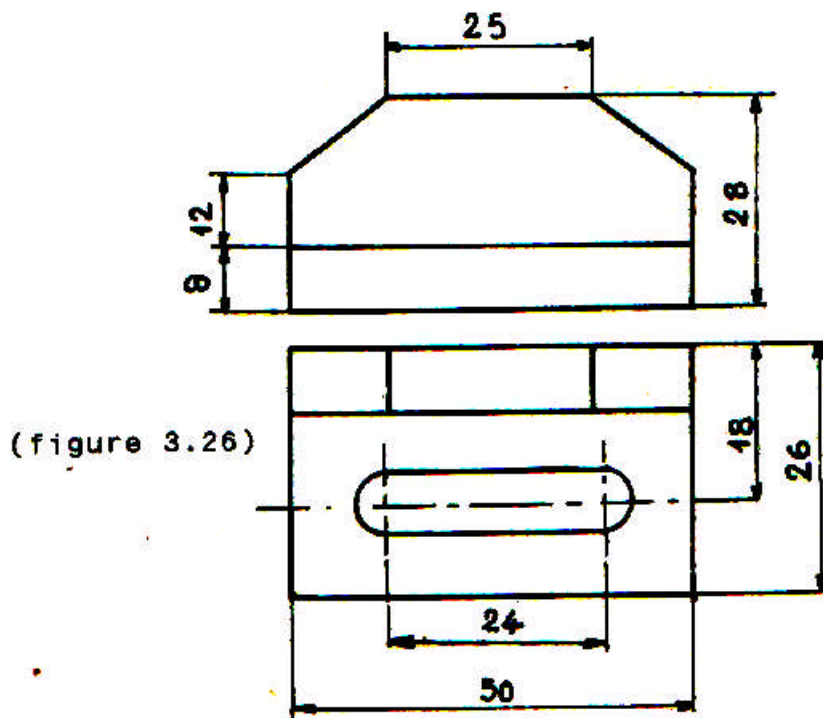
- Cotation morphologique partielle.
- Cotation de position des constituants .
- Cotation de gabarit.



a) - La cotation morphologique partielle:

C'est la cotation qui sert à déterminer la forme de la partie constituante (la partie constituante peut être composée par plusieurs F.G.U.S)

Les dimensions 25, 12 et 8 représentées sur la figure 3.26 sont un exemple de la cotation morphologique partielle. L'adjectif "partiel" indique que cette cotation a seulement un rapport avec une partie de l'objet.



b) - La cotation de position des constituants.

Elle désigne les dimensions qui servent à déterminer la position relative de la partie constituante par rapport à tout l'objet (voir figure 3.26 la cotation 18 et 24.)

c) - La cotation de gabarit

C'est celle qui désigne les dimensions les plus grandes que l'objet occupe dans l'espace (voir figure 3.26 la cotation 50, 26 et 28.)

Remarque 1:

Une dimension peut avoir plusieurs fonctions, comme la dimension 24 qui est la cotation de position (elle sert à fixer la position de deux parties curvilignes de la rainure), mais elle décide aussi, de la forme de la rainure, donc elle est aussi une cotation morphologique. La dimension 50 est une cotation de gabarit et aussi une cotation morphologique pour la base de l'objet.

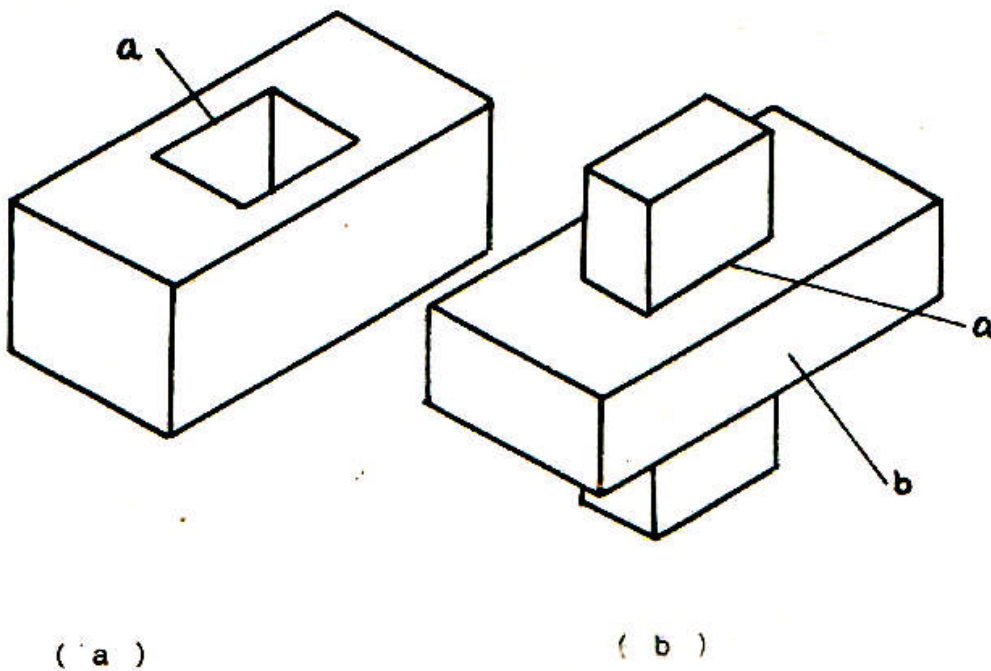
### Remarque 2:

Il faut distinguer clairement entre les trois sortes de cotations, pour éviter un manque de dimensions sur le dessin car lors de la résolution d'un tel problème par l'étudiant, ce dernier doit mesurer l'objet concret et reporter les dimensions sur les projections, fréquemment il oublie certaines dimensions nécessaires à la lecture du dessin.

Pour éviter un tel phénomène, il est utile de contrôler les dimensions suivant les trois critères de cotations que nous venons de présenter.

### III.2.4 - Problème de l'intersection.

La question de l'intersection est une facette de la question des objets creux. En effet un objet perforé présente toujours à sa surface le bord du trou. Le bord a n'est autre chose que l'intersection entre la surface enveloppante b et la surface enveloppée ( le trou) figure 3.27



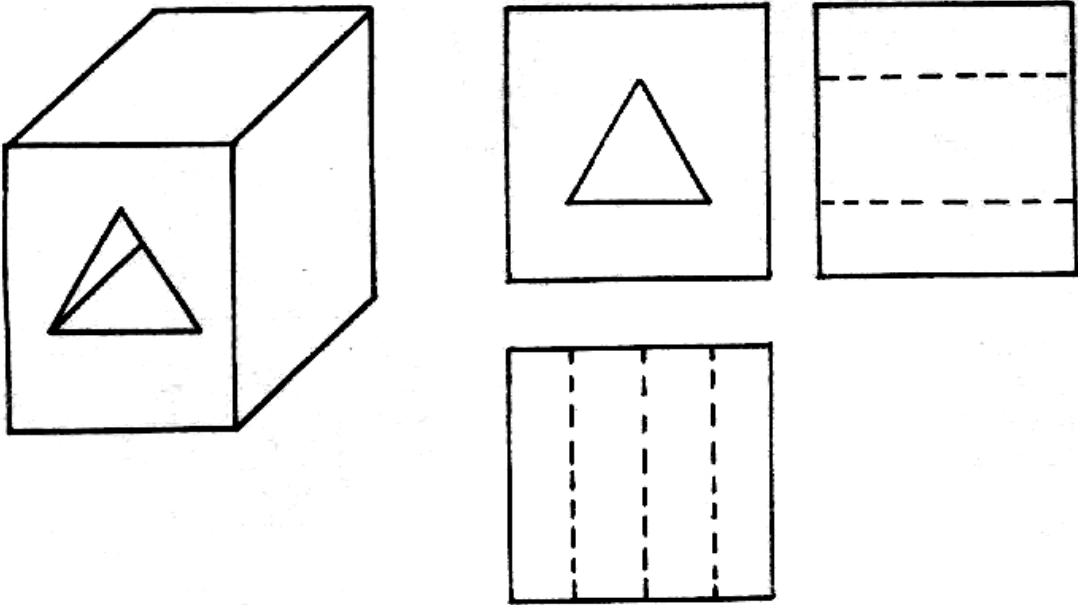
(figure 3.27)

Pour cette question on examinera deux cas :

- trou prismatique passant par les corps polyèdres et ronds .
- trou circulaire passant par les corps ronds et polyèdres.

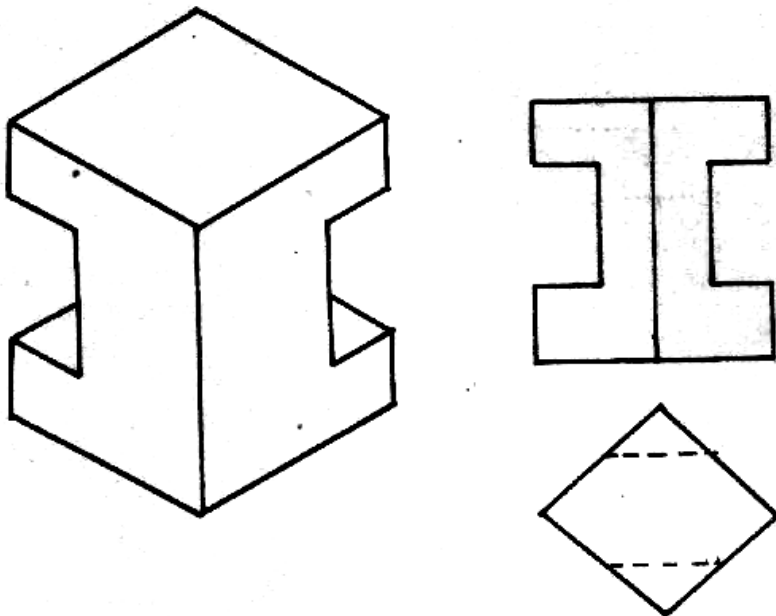
1<sup>er</sup> cas : on distingue :

a)- La figure 3.28 présente un polyèdre traversé par un trou prismatique, la représentation n'a pas de particularité



(figure 3.28)

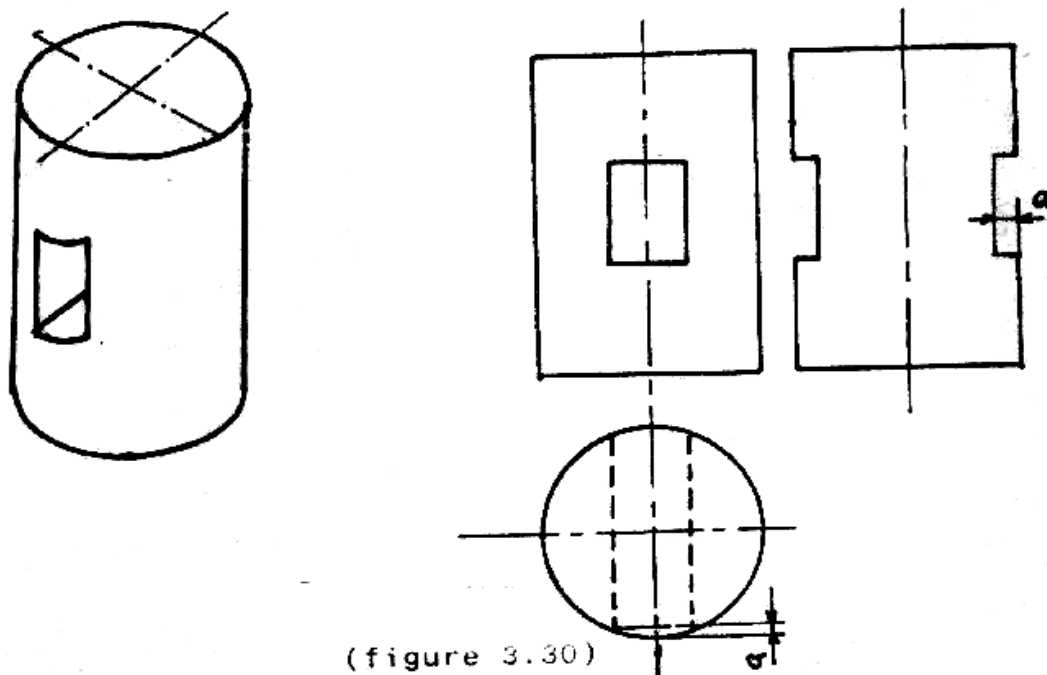
b)- Le trou prismatique passe à travers une arête de l'objet (figure 3.28) la projection principale du corps est modifiée à cause du trou (la bordure est rentrante).



(Figure 3.29)

1er Cas:

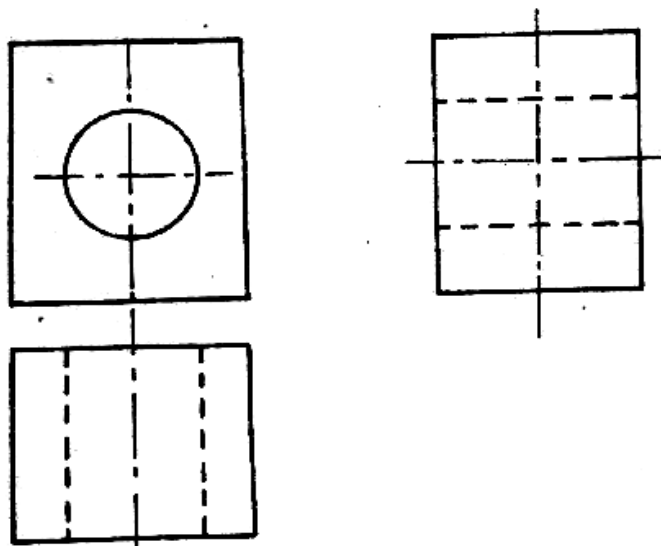
c)-Le trou prismatique passe par le cylindre, sur une des projections (profile) il y a une partie rentrante (a) figure 3.30.



(figure 3.30)

**2<sup>ème</sup> cas :** Trou rond traverse un polyèdre et corps rond:

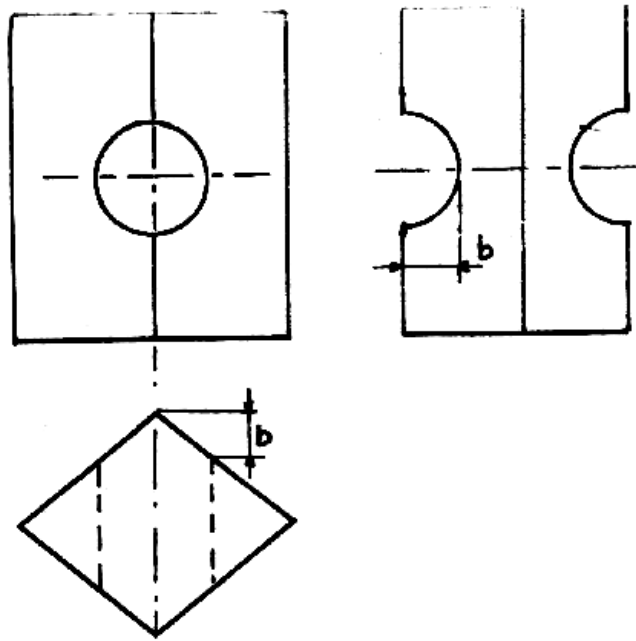
a)- Le trou passe transversalement par le milieu des deux surfaces opposées (figure 3.3).  
Les projections sont simples, il n'y a pas de particularité.



(figure 3.31)

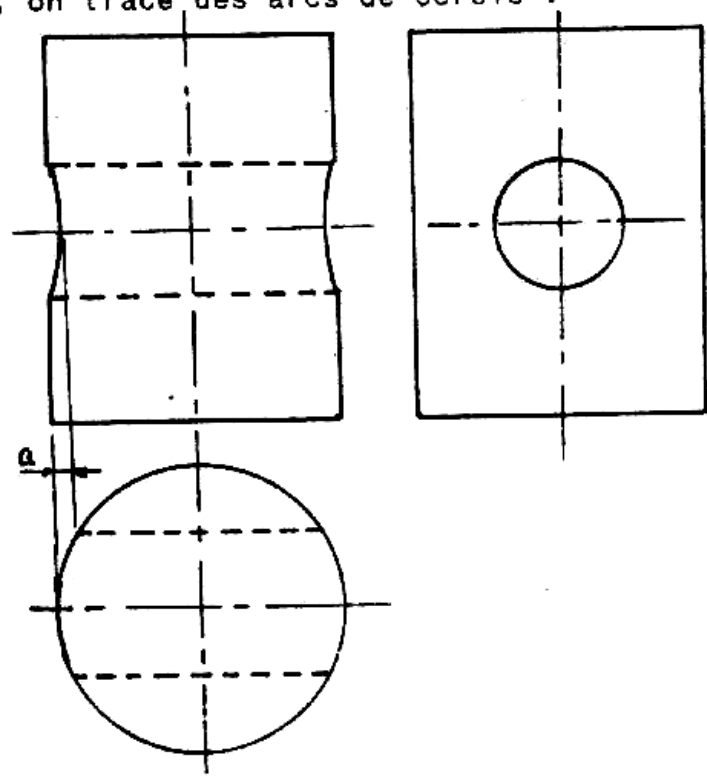
b)- Le trou passe transversalement par deux arrêtes opposées (figure 3.32).

Sur l'une des projections, le bord a une partie rentrante (b), ce sont des demi-cercles (à cause de l'inclinaison de 45° de la face).



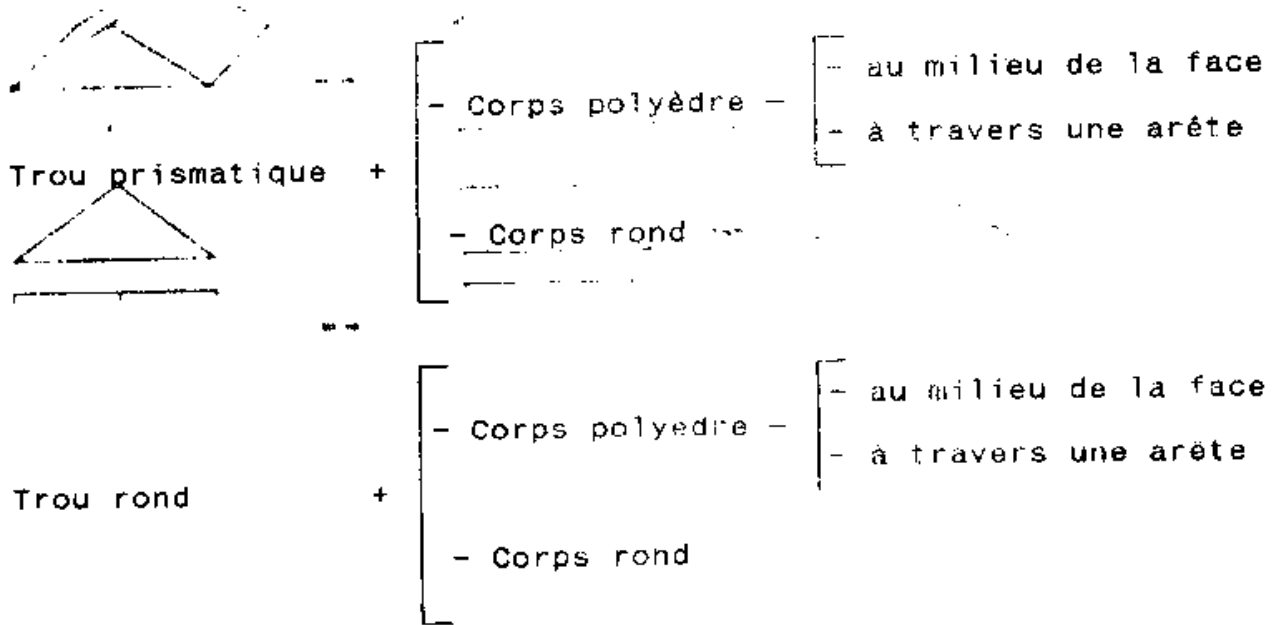
(figure 3.32)

c)- Le trou traversant un corps cylindrique (figure 3.33), sur l'une des projections, il y a une partie rentrante. Dans l'espace la ligne d'intersection est une ligne du 4<sup>ème</sup> Ordre, mais sur la projection frontale elle se réduit en une ligne du second ordre, donc ce sont des arcs d'hyperbole. Mais pour simplifier, on trace des arcs de cercle.



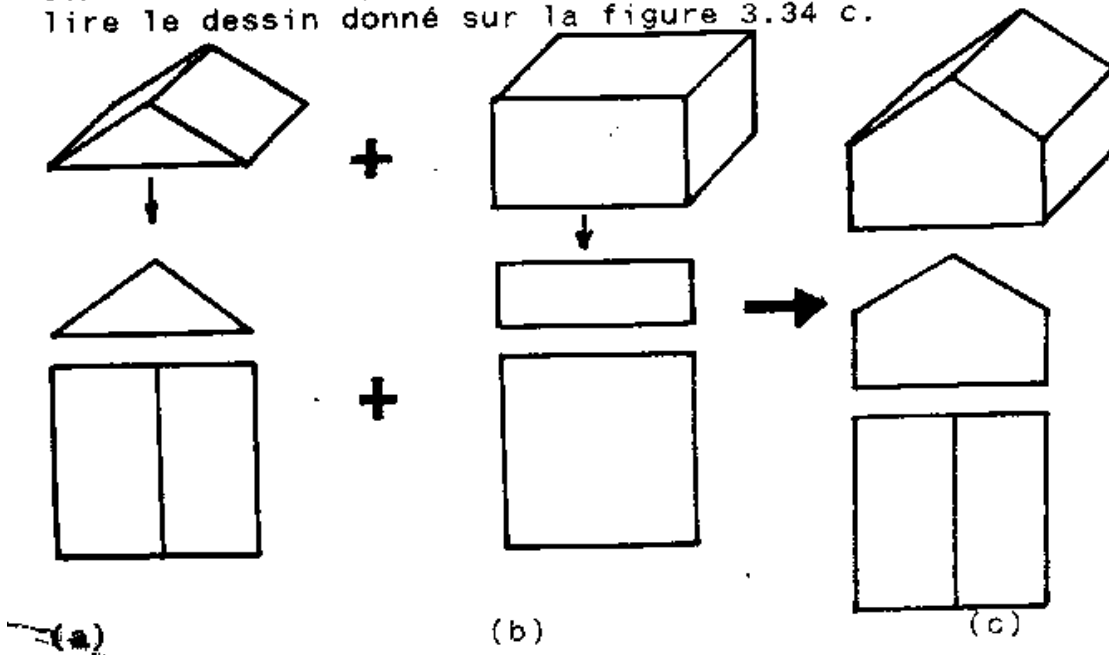
(figure 3.33)

Les deux cas ci-dessus abordés, peuvent être résumés comme suit:



### III.3. LE PROBLEME INDIRECT

Ce problème consiste à la lecture des dessins exécutés par une autre personne. Le problème indirect est le décodage du premier problème qui est le codage, intimement liés. Si l'on saisit bien le premier, on peut facilement approfondir le second. Par exemple si l'on saisit les projections des F.G.U.S comme celles du prisme et du parallélépipède, on peut facilement lire le dessin donné sur la figure 3.34 c.



(figure 3.34)

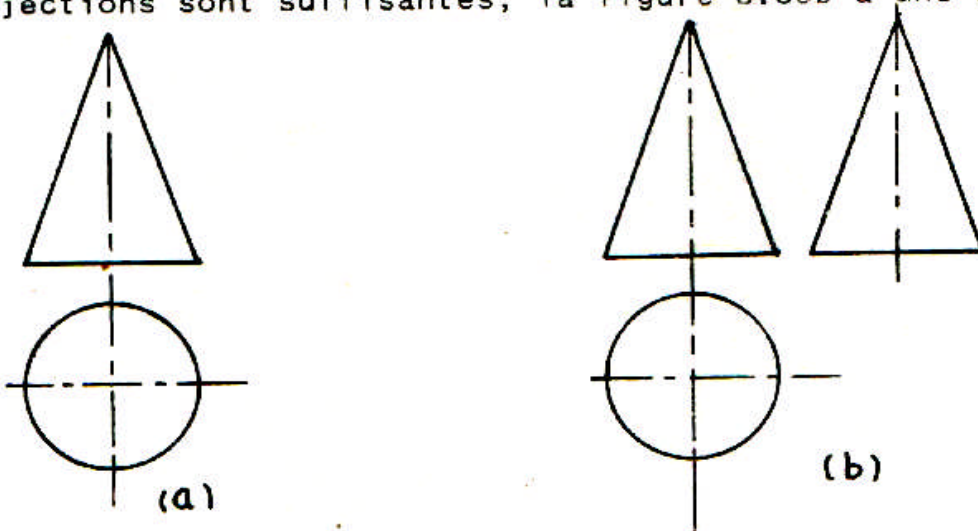
Ici il y a une convention quand on associe les F.G.U.S, les surfaces intermédiaires sont considérées comme inexistantes. Dans l'objet donné sur la figure 3.34 c, la surface intermédiaire entre le prisme et le parallélépipède est supprimée, car dans le premier problème, lors de la décomposition d'un objet compliqué en plusieurs F.G.U.S, on a ajouté plusieurs surfaces. Donc dans le problème indirect il faut savoir les supprimer.

### III.3.1 La suffisance de représentation.

Pour que le décodage soit possible et unique, il faut que les données sur la représentation soient suffisantes.

Généralement les dessins sont exécutés suivant la méthode de Monge.

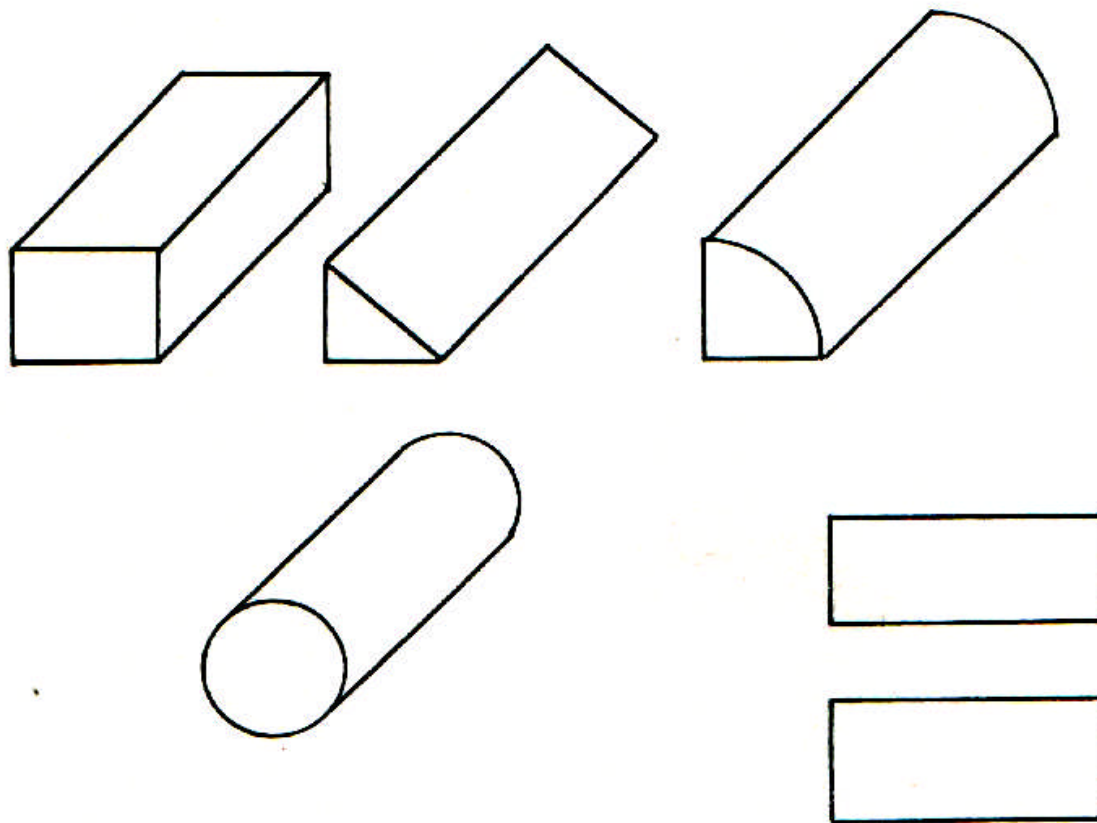
C'est pourquoi deux projections (frontale et horizontale) sont suffisantes, si une troisième ou n<sup>ème</sup> projection est ajoutée, on a une "redondance" de projections; les projections ajoutées n'ont aucune valeur, elles ne font que compliquer les dessins. Par exemple le cas d'un cône de révolution, deux projections sont suffisantes, la figure 3.35b à une redondance.



(figure 3.35)

Dans la partie suivante on verra que dans le dessin technique, on s'efforce toujours à minimiser l'emploi des projections, mais il faut toujours assurer l'intelligibilité et éviter toute ambiguïté.

Pourtant dans certains cas la troisième projection est nécessaire pour déterminer d'une façon précise la forme de l'objet. On prend l'exemple des objets présentés sur la figure 3.36 a, b, c, d qui ont des formes tout à fait différentes, mais leurs deux projections frontale et horizontale sont identiques, figure 3.36e alors la troisième projection est nécessaire pour identifier de quel objet s'agit il ?



(a) (b) (c) (d) (e)

(figure 3.36)

A cet effet, pour une bonne lecture des dessins il faut toujours enseigner aux étudiants la méthode de décomposition d'un objet compliqué en F.G.U.S, car c'est grâce à la forme habituelle déjà connue de la projection des F.G.U.S qu'on peut se reproduire dans l'imagination de la forme de l'objet. (C'est la mémorisation). (Voir chapitre I). Donc la maîtrise des projections des F.G.U.S est très importante et doit faire objet du programme du dessin technique.

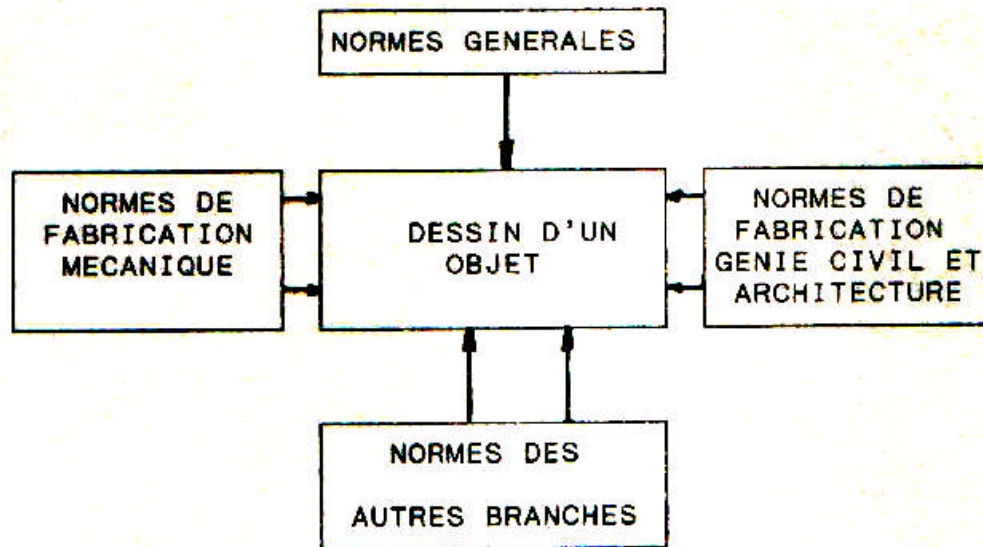
D'autre part, il faut enseigner aux étudiants les conventions ou plutôt les normes relatives à la représentation.

### III.3.2. - Les conventions principales de la représentation.

Les conventions dans le dessin technique sont nombreuses et sont présentées dans des normes promulguées par l'état.

Les normes peuvent être comparées aux règles de la grammaire, si l'on ne sait pas la grammaire comment peut-on écrire et lire correctement une langue. Donc enseigner minutieusement les normes, les conventions est une chose extrêmement importante. La figure 3.37 nous donne une classification des normes de dessin technique.





(Figure 3.37)

- Les normes générales concernent la représentation spatiale de la forme.

- Les normes de fabrication parmi lesquelles on distingue celles de la mécanique, du génie civil (architecture) et celles des autres branches (électriques, géodésique, chimique etc...).

Les normes de fabrication dépendent de l'actualité de la branche concernée. Elles changent et doivent être souvent revues. Quant aux normes générales de représentation sont plus stables et presque universelles, leur "universalité" est plus grande que celles des normes de fabrication.

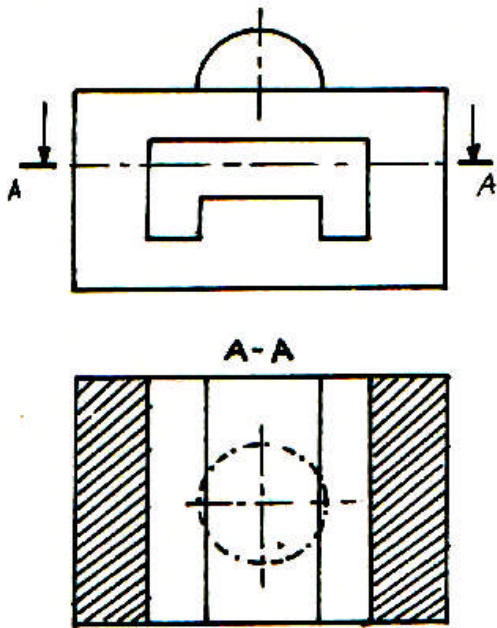
Parmi les conventions concernant la représentation spatiale on doit prêter attention à celles qui suivent :

#### a) - Les Traits:

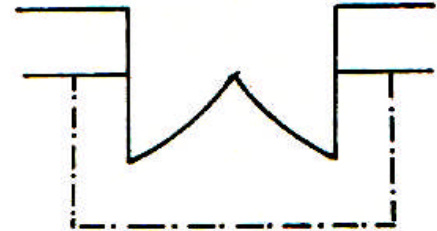
Certains croyaient que les traits sont trop simples, on peut même les négliger dans l'enseignement. Il est vrai que dans les premiers jours d'étude du dessin technique, on peut passer vite, mais à la fin du programme, lors de la lecture des dessins d'ensemble, on s'aperçoit de leur importance. L'enseignant devrait insister sur certains points, qui contribuent à la compréhension spatiale et parmi lesquels on a :

- Le trait mixte moyen représente une forme qui se trouve au dessus de la partie représentée figure 3.38.

La figure 3.39 donne aussi l'application d'un tel trait, elle représente le plan d'une porte d'entrée avec un auvent au dessus

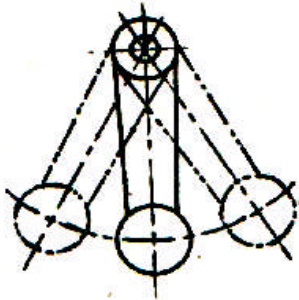


(Figure 3.38)

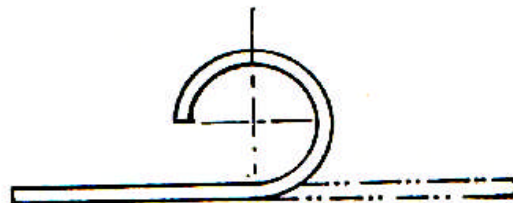


(Figure 3.39)

- Les trait mixte fin avec deux points représente la position limite d'un objet mobile (figure 3.40 et 3.41).



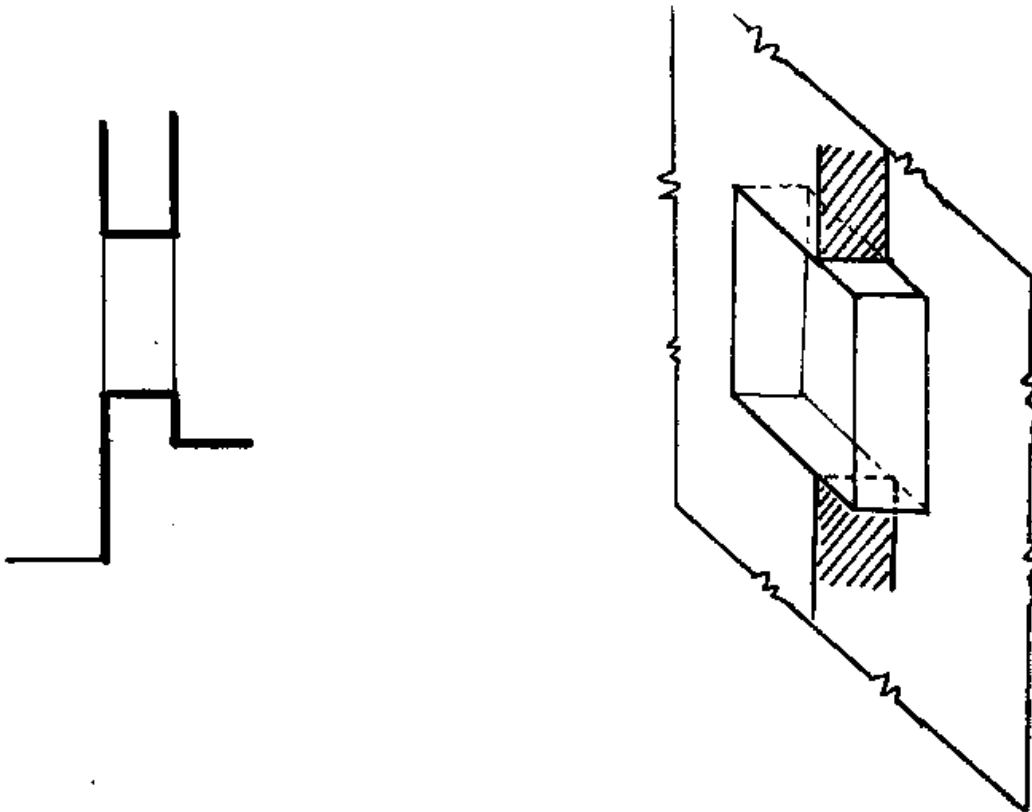
(figure 3.40)



(figure 3.41)

- Le trait continu fort : En architecture ou en génie-civil on emploie des traits continus forts (jusqu'a 3b) pour dessiner les contours des maçonneries.

Il suffit de savoir la convention pour se représenter la partie de la maçonnerie qui a été coupée (sans avoir besoin de hachurer) c'est une convention de forme très intéressante; souvent employée (figure 3.42).

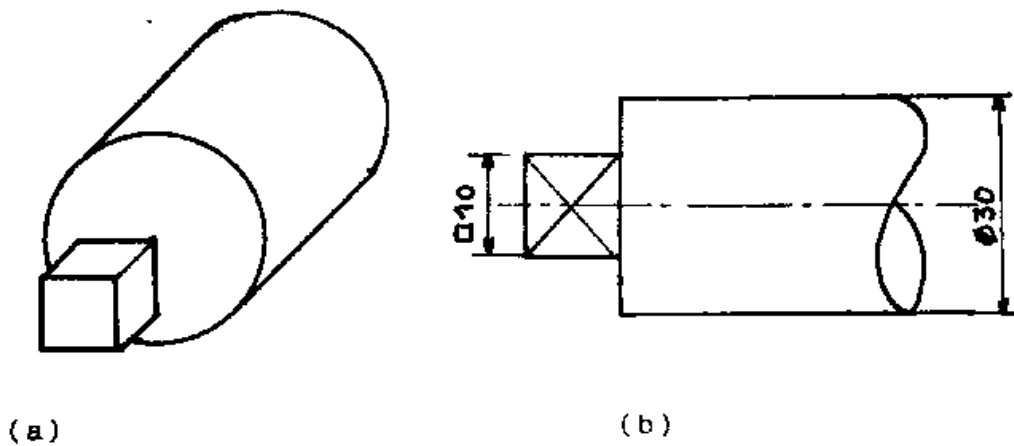


(figure 3.42)

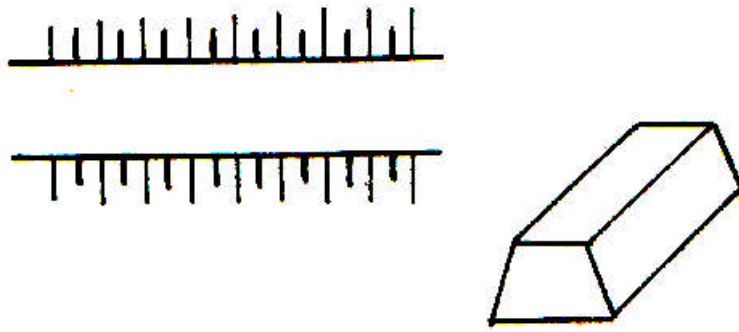
A travers ce qui a été présenté ci-dessus on est convaincu que les traits contribuent aussi à la représentation spatiale.

**b) Les signes conventionnels de formes**

- Pour les formes de petites dimensions parallélépipédiques de section carrée, le signe conventionnel employé est une croix (figure 3.43 a)

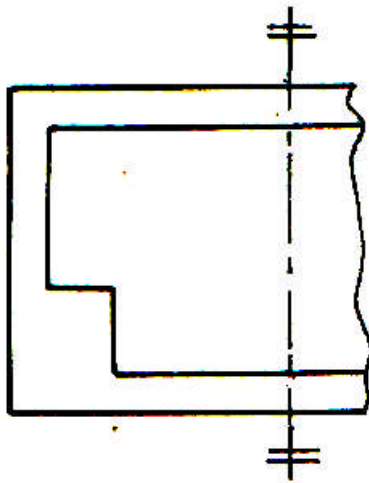


(figure 3.43)



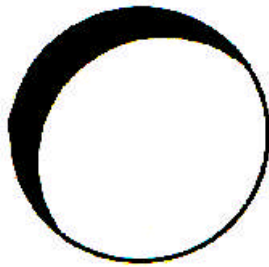
(figure 3.46)

- Pour l'objet ayant une forme symétrique on emploie l'axe de symétrie avec deux traits fins parallèles, la figure 3.47 présente clairement un objet creux de forme rectangulaire où la partie symétrique de droite n'est pas représentée.



(figure 3.47)

- Pour les trous on noircit une partie de la projection horizontale ou (frontale). Pour indiquer qu'il y a l'ombre portée sur la profondeur (figure 3.48 a, b).



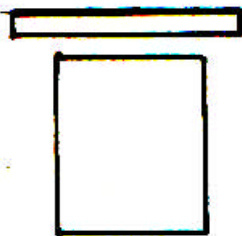
(a)



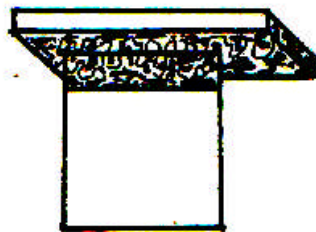
(b)

(figure 3.48)

- Pour les saillies, on les rencontre souvent dans le dessin de façade de bâtiment. La figure 3.49 a est trop plane, on ne peut pas se représenter de l'auvent qui se trouve sur la fenêtre, mais la figure 3.49b est plus représentative, car l'auvent est une saillie par rapport au mur, donc il projette l'ombre sur le mur, l'ombre est tracée d'une façon conventionnelle (incliné 45°).



( a )



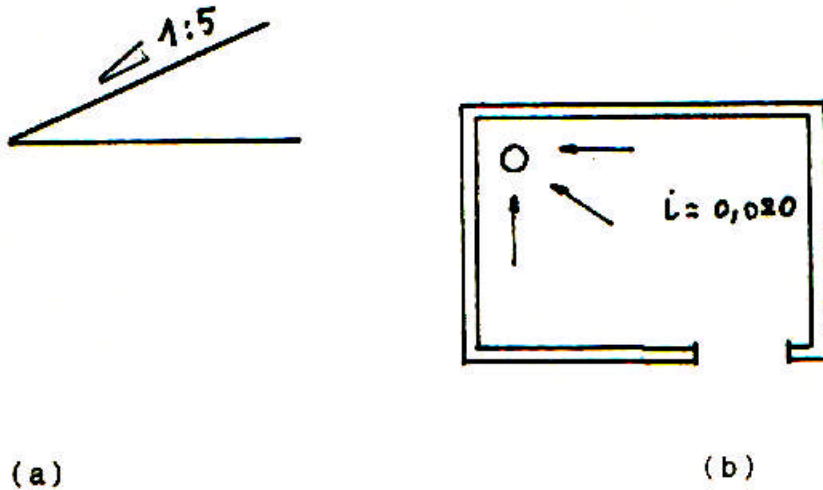
( b )

(figure 3.49)

**Remarque :**

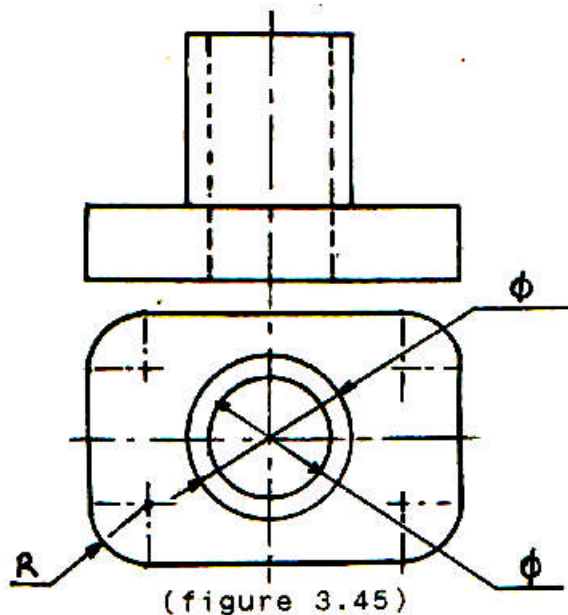
Grâce aux signes conventionnels on peut parfois diminuer le nombre de projections. En effet, l'objet dessiné à la (figure 3.43 a) est bien déterminé au point de vue forme, bien qu'il y ait seulement une seule projection (figure 3.43b) . Si on n'emploie pas les signes, on peut imaginer un autre objet comme sur la figure 3.50.

- Pour les pentes (voir figure 3.44 a et figure 3.44 b) où les flèches avec la lettre  $i = 0,020$  désignent la pente du plancher vers l'éégout qui se trouve dans un coin de la salle.

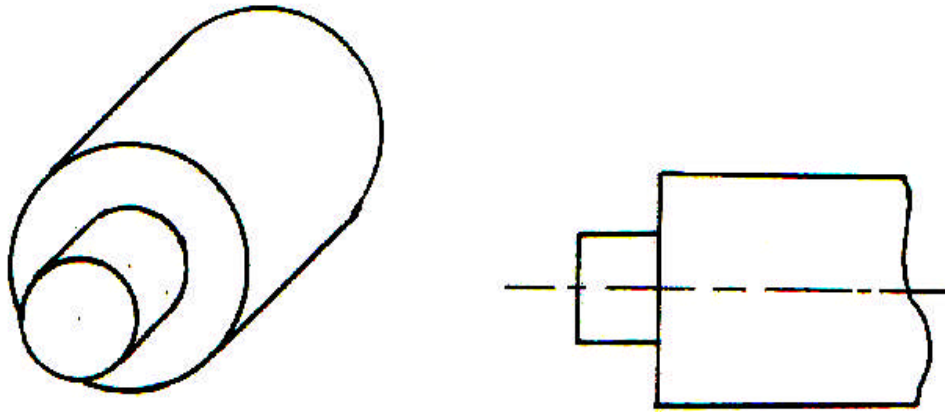


(figure 3.44)

- Pour désigner le diamètre on emploie le signe  $\phi$  la valeur du diamètre est placée derrière le signe. De même pour désigner la courbure on emploie la lettre  $R$  (figure 3.45).



- Pour désigner les talus que l'on rencontre souvent dans les ouvrages de terre, de voirie, on emploie les traits forts et fins intercalés figure 3.46.



(figure 3.50)

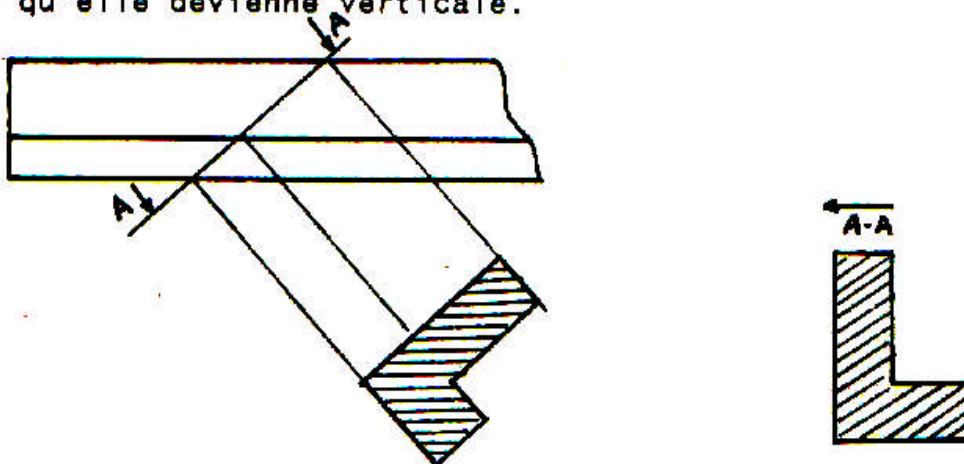
De même pour la figure 3.42, un ingénieur averti peut facilement se représenter dans l'esprit la forme de la route sans avoir besoin d'une coupe transversale.

**C) - Les Signes conventionnels de représentation:**

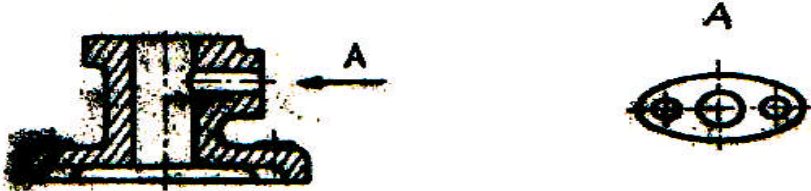
Ces signes ne donnent pas l'information sur la forme mais nous donne des informations sur la manière de regarder, d'observer, delà on peut imaginer la forme spatiale. Sans ces signes, il y aura des confusions ou des difficultés dans la représentation spatiale.

- Les flèches indiquent le sens de l'observation pour les coupes et sections (figure 3.51 a)

- Les flèches recourbées placées au dessus des lettres A.A (figure 3.51b) indiquent que la section sortie à été retournée pour qu'elle devienne verticale.



- Les flèches désignant les sens d'observation pour les vues particulières (figure 3.52)



(figure 3.52)

### III. 4 - CONCLUSION :

Dans ce chapitre on a présenté deux problèmes importants du module de dessin technique à savoir le problème direct qui traite la perception spatiale, où plusieurs questions relatives à ce sujet on été abordées.

Nous avons estimé utile de présenter le problème de la décomposition et l'association des F.G.U.S .

Des notions nouvelles sont introduites comme les surfaces de raccordement (visible et invisible), les surfaces enveloppantes et enveloppées. La question de suffisance de projection (ou redondance d'information) a été abordée aussi.

Plusieurs recommandations sont présentées afin d'éviter les erreurs fréquemment commises.

Quant au problème indirect, il concerne la représentation spatiale et illustre les principes de mémorisation déjà abordées dans le premier chapitre. Dans cette partie, de nombreuses recommandations sont suggérées, où on insiste sur l'enseignement des notions les plus simples que beaucoup négligent.



# Chapitre IV

## CHAPITRE IV

### IV- LE RETOURNEMENT MENTAL DES OBJETS COMME MESURE DE DEVELOPPEMENT DE LA CAPACITE DE PERCEPTION ET REPRESENTATION SPATIALE.

#### IV. 1 - INTRODUCTION :

On est convaincu que le but du module de dessin technique est non seulement le transfert d'un savoir scientifique bien précis aux étudiants, mais aussi le développement de la capacité de perception et de représentation spatiale.

Aux deux problèmes fondamentaux du dessin technique déjà abordés dans le chapitre III on a estimé utile d'introduire dans ce chapitre une question principale, qui préoccupe beaucoup de chercheurs et pouvant contribuer quant au développement de la capacité de perception et de représentation spatiale.

Cette question est le problème de transformation de projection qui est intimement lié avec le retournement mental des objets.

## IV.2 - Le Retournement mental des objets:

Depuis longtemps l'homme sait que le retournement mental des objets dans le monde physique reflète un phénomène habituel de la vie quotidienne .

Plusieurs chercheurs ont étudié ce problème et sont arrivés à la conclusion que dans l'esprit de l'homme peut être exécutées des transformations spatiales de telle façon comme si le phénomène se passe dans la réalité.

Le retournement ou rotation mentale d'un objet est identique à une rotation physique . L'étude de ce processus mental de représentation permet de caractériser de façon quantitative une forme de la pensée et permet d'évaluer la capacité de l'individu dans la perception et représentation spatiale.

La capacité d'imaginer des objets et leurs transformations spatiales nous permet de gérer le monde réel quotidien, ce qui rend possible la prévision des actions et l'anticipation des résultats .

Des psychologues expérimentaux ont montré de manière de plus en plus précise, que les processus mentaux, tels que l'étude scientifique de l'imagination spatiale, peuvent être analysés et même quantifiés à partir d'expériences objectives.

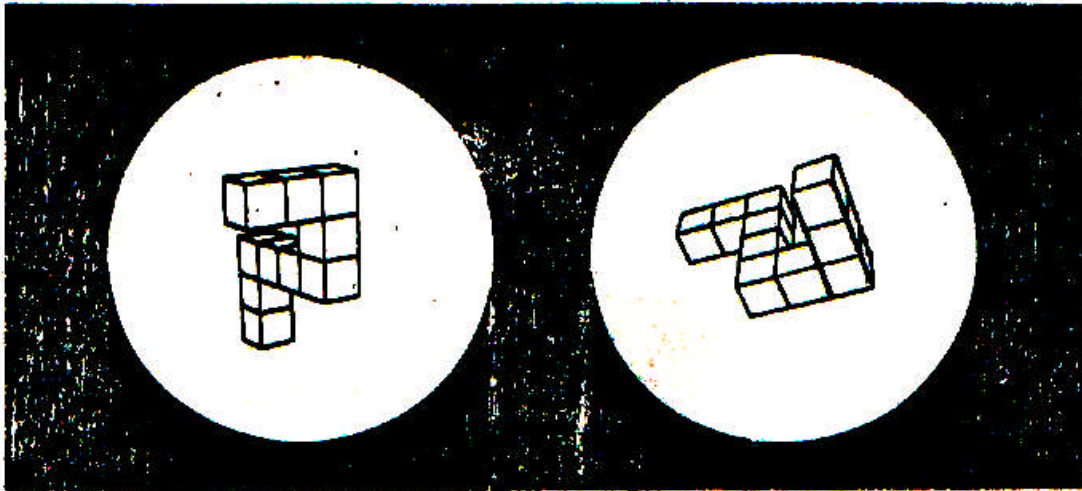
Dans cette partie nous voulons vous présenter une analyse expérimentale des processus mentaux (Retournement mental des objets) faite par Lynn Cooper et Roger Shepard [ 3].

Les résultats expérimentaux étaient d'une part objectifs et d'autre part quantitatifs, puisqu'on pouvait décider si la réponse du sujet à un stimulus était ou non correctes et on pouvait mesurer le temps mis par les sujets pour trouver la bonne réponse.

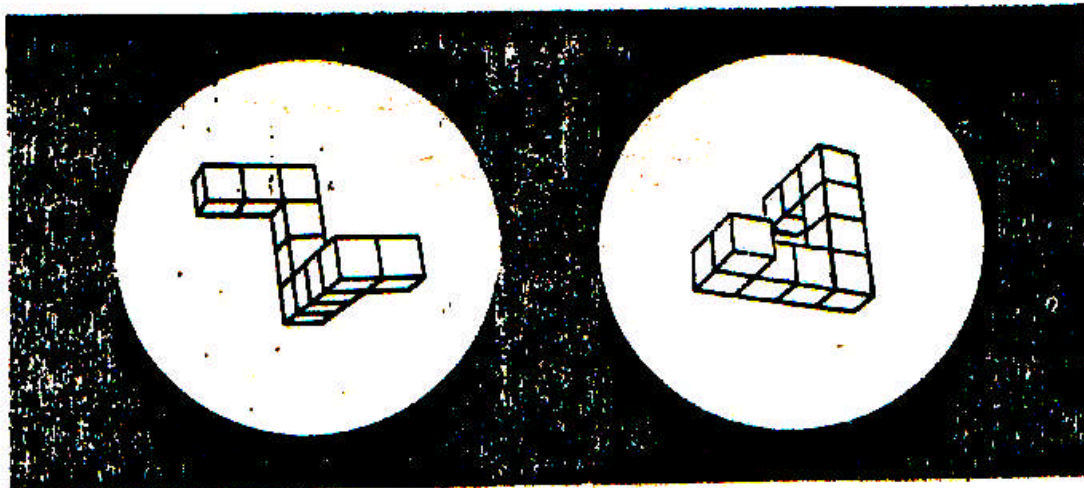
L'une de ces expériences consiste à la comparaison par les sujets de deux objets représentés en perspective par un ordinateur.

Les objets sont constitués de dix blocs cubiques juxtaposés ressemblant à un bras coudé, à angle droit en trois points. Une fois les deux objets sont présentés, le chronomètre se met en marche et le sujet peut répondre en appuyant sur le bouton de droite si les deux objets étaient identiques et sur le bouton de gauche dans le cas contraire, on enregistrait ainsi le temps de réponse de chaque sujet.

Les paires d'images représentaient des objets soit identiques, soit symétriques par réflexion dont les sujets ne pouvaient fonder leurs comparaisons sur des caractéristiques superficielles des objets. Par exemple le nombre de blocs entre deux coudes successifs était toujours le même sur les deux images et aucune différence évidente n'apparaissait (figure 4.1a et 4.1b)



( figure : 4.1a [ 3 ] )



( figure : 4.1b [ 3 ] )

A l'issue du test, les sujets remarquaient qu'ils ne pouvaient comparer les formes qu'en imaginant qu'ils faisaient tourner l'un des deux objets jusqu'à ce que son orientation coïncide avec celle de l'autre, les résultats ont montré que l'accroissement du temps de réponse est proportionnel à celui de l'angle qui mesure la différence d'orientation entre les deux objets représentés (différence angulaire).

Les résultats de cette expérience n'indiquent pas uniquement que la rotation mentale est le mécanisme de base de ce genre de comparaisons, ils font également penser que les images mentales représentent la structure tridimensionnelle des objets et non les caractéristiques tridimensionnelles des dessins.

Le caractère à la fois progressif et spatial des rotations d'images mentales, mis en évidence par cette expérience, incite à penser que le processus mental est du même type que la transformation physique.

La figure 4.1 représente les paires d'images présentées aux sujets lors de cette expérience dans le cas a les images représentent des objets identiques dans les positions qui ne diffèrent que par une rotation dans le plan de l'image (l'axe est perpendiculaire au plan de l'image), dans le second cas b, les objets sont identiques et ne diffèrent que par une rotation dont l'axe est dans le plan de l'image (axe verticale).

On peut citer d'autres expériences faite par ces mêmes chercheurs tels que, la comparaison à partir d'une seule image plane (polygone) par une rotation adéquate avec une autre forme apprise ou encore l'imagination d'une rotation donnée d'un objet mémorisé avant la représentation de l'image de l'objet.

Toutes ces expériences mettent en oeuvre le même processus mental et confirment que les rotation mentales sont analogues aux rotations du monde physique.

Il n'est peut être pas prématuré de penser que l'évolution de l'imagination spatiale relève de la physique et de la géométrie du monde extérieur. Les règles qui gouvernent les objets et les mouvements du monde matériel ont peut être été incorporées dans la machinerie du cerveau humain au cours de l'évolution, ce qui expliquerait l'existence des correspondance détectables entre l'imagerie mentale et le monde réel.

La deuxième partie de ce chapitre sera consacrée aux applications des méthodes de transformation dans le processus de retournement mental.

#### **IV.3. Application des méthodes de transformation dans le processus retournement mental.**

Nous voudrions dans cette même partie aborder l'une des questions principales, relative au retournement mental des objets déjà abordés, il s'agit des méthodes de transformation qui constituent le haut niveau de la perception spatiale.

Notre but est d'aiguiser et développer la capacité de perception spatiale chez l'étudiant.

Les exemples que nous présenterons auront un caractère dynamique.

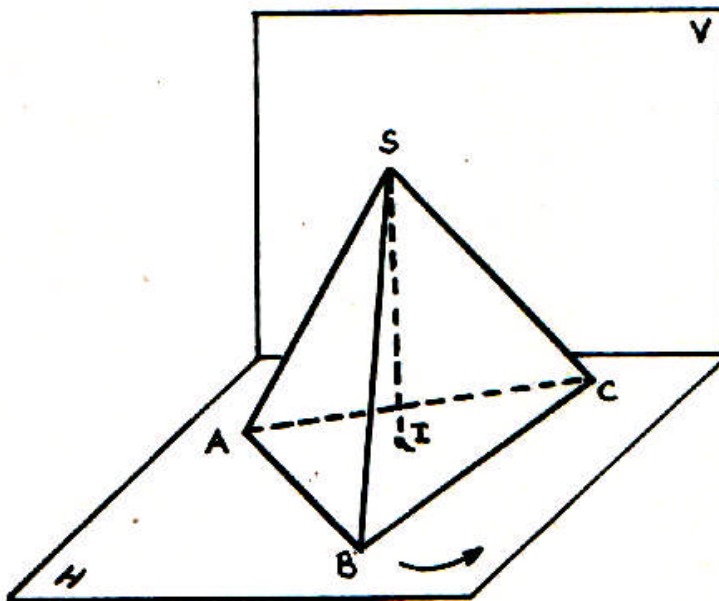
Types de transformation:

Il existe deux méthodes de transformation:

- la première méthode consiste à déplacer l'objet et le système de repère reste fixe.
- la deuxième méthode consiste à déplacer le système de repère et l'objet reste fixe.

Ces deux méthodes visent le même but : Ramener les éléments géométriques de la position quelconque à une position particulière facile à résoudre le problème.

En effet, dans le système de repère (H,V) prenons un pyramide quelconque dont les arêtes (SA, SB, SC) sont inclinées par rapport à V (figure 4.2).



(figure 4.2)

Si nous tournons la pyramide autour de sa hauteur SI, à un certain moment on peut obtenir une position où SB par exemple devient un segment parallèle à V.

Donc la projection frontale  $S_1B_1$  sera égale à la vraie grandeur de SB. On raisonne de même pour les coté SA et SC de la pyramide et de là on peut résoudre le problème de développement de la pyramide.

a)- Le déplacement libre est une rotation où l'on n'indique pas l'axe de rotation.

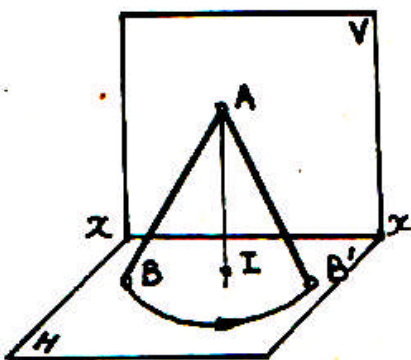
En effet, supposons le segment AB (figure 4.3) où B ∈ H, par une rotation autour de AI, on ramène AB à AB', AB engendre une portion d'une surface conique.

Si l'on déplace AB librement (figure 4.4) de telle manière que A se trouve toujours dans le plan (R) et B dans le plan (H) (AB ne change pas de longueur) R//H, dans ce cas on a un déplacement libre

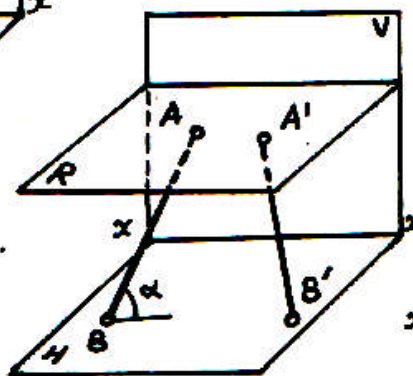
La figure 4.5 présente l'épure de AB dans cette transformation (Az Bz = A2'B2')

On voit facilement que l'angle α compris entre AB et le plan H est invariable.

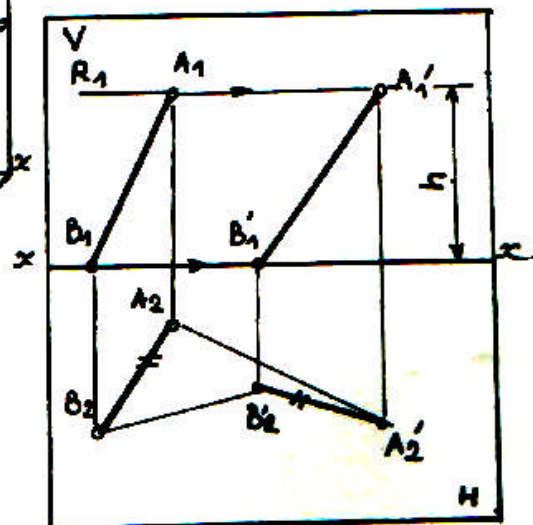
$$\text{car } \text{tg} \alpha = \frac{h}{|AB|} \quad \text{car } h \text{ et } |AB| \text{ ne changent pas.}$$



(figure 4.3)



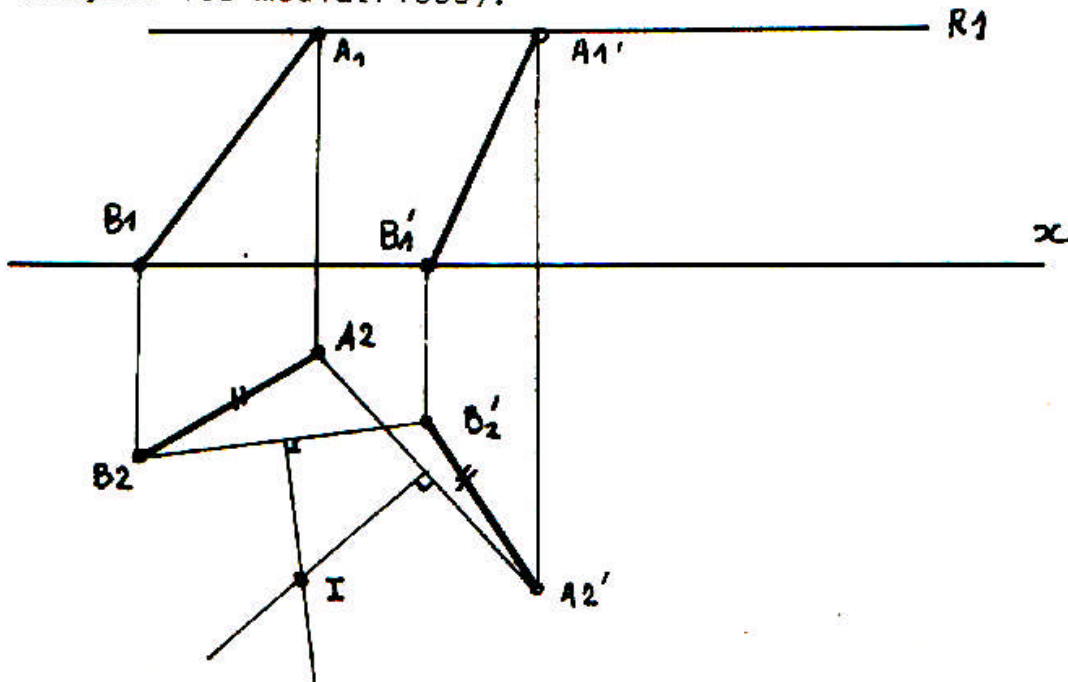
(figure 4.4)



(Figure 4.5)

**Remarques :**

a) - Dans le déplacement libre, on peut déterminer la position de l'axe de rotation comme sur la figure 4.6 (en traçant les médiatrices).



(figure 4.6)

b) si l'on ramène  $A_2 B_2$  à la position  $A_2' B_2' // x$   
 $A_1' B_1'$  donne la vraie grandeur.

c) dans le cas de la figure 4.5, le déplacement libre se fait par rapport au plan H, on voit que :

$ A_2' B_2'  =  A_2 B_2 $ $A_1$ et $B_1$ se déplacent sur des parallèles à $x$
---

d) on raisonne de la même façon pour le déplacement libre par rapport au plan V où

$ A_1' B_1'  =  A_1 B_1 $ $A_2$ et $B_2$ se déplacent sur des parallèles à $x$
---

Grâce à cette méthode on peut résoudre des problèmes plus compliqués que ceux déjà envisagés, à cet effet, on envisagera l'exemple ci-dessous (figure 4.7).



**Exemple :**

Dessiner la projection d'un hexagone régulier A B C D E F de côté 20 mm sachant que le côté AB  $\in$  V et fait avec l'axe x un angle à  $30^\circ$  et que le plan de l'hexagone est incliné de  $45^\circ$  par rapport à V.

**Solution :** (figure 4.7)

- Il y a 3 conditions :
- AB  $\in$  V
  - Angle d'inclinaison  $\alpha = 45^\circ$
  - Angle entre x et AB  $\beta = 30^\circ$

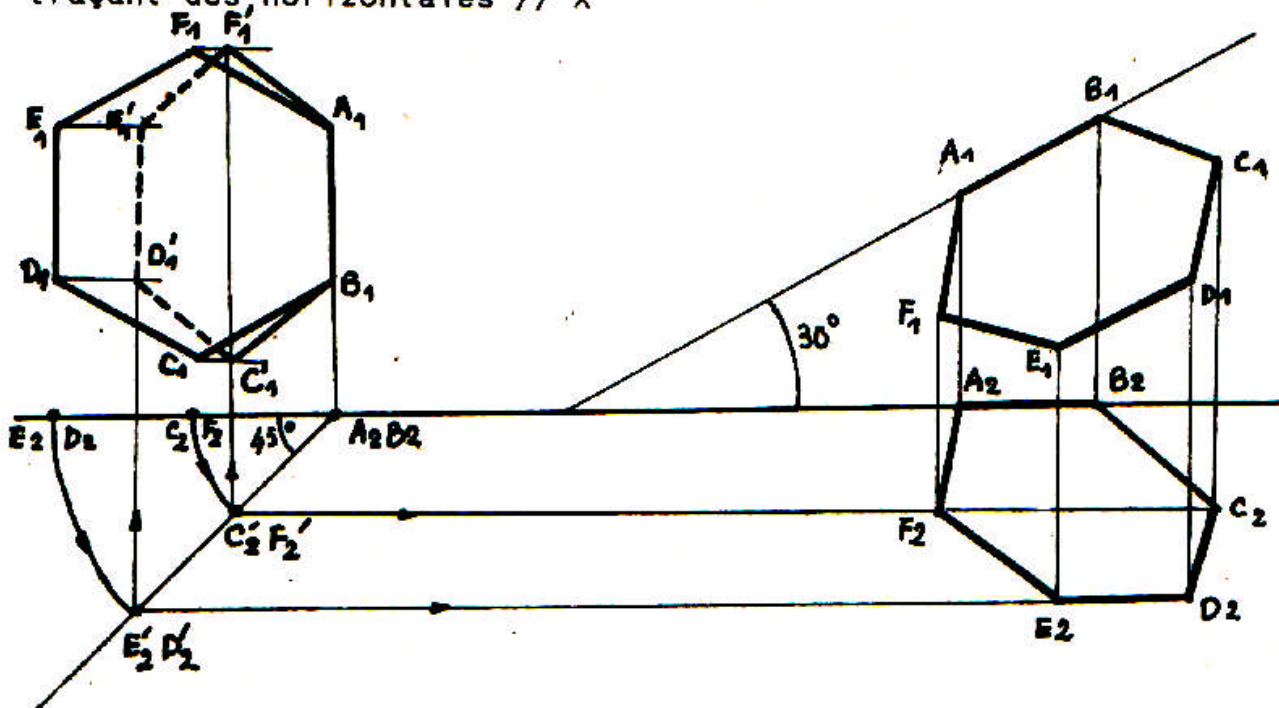
On peut résoudre la première et la deuxième conditions en même temps :

- Dessiner l'hexagone en vraie grandeur sur le plan V (côté = 20 mm)
- Tourner d'un angle  $\alpha = 45^\circ$  autour de AB (AB  $\in$  V) on obtient: A<sub>1</sub> B<sub>1</sub> C<sub>1</sub>' D<sub>1</sub>' E<sub>1</sub>' F<sub>1</sub>'

Pour la 3<sup>ème</sup> condition:

- On tourne la nouvelle projection frontale jusqu'à la position où A<sub>1</sub>' B<sub>1</sub>' fait avec x un angle =  $30^\circ$  (l'angle  $\alpha$  ne change pas).

- La projection horizontale se définit facilement en traçant des horizontales // X



(figure 4.7)

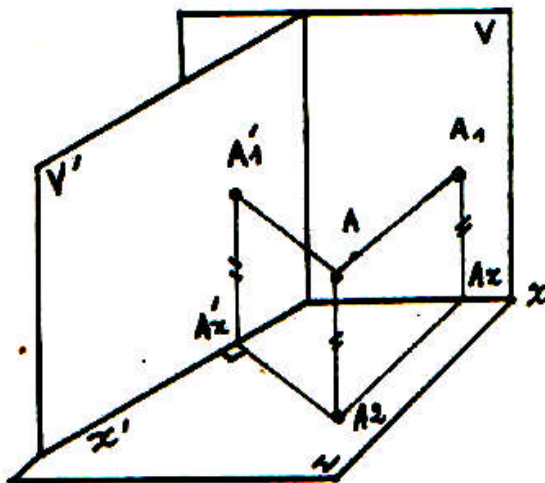
La deuxième méthode de transformation est connue sous le nom de:

**b)- Changement de projection**

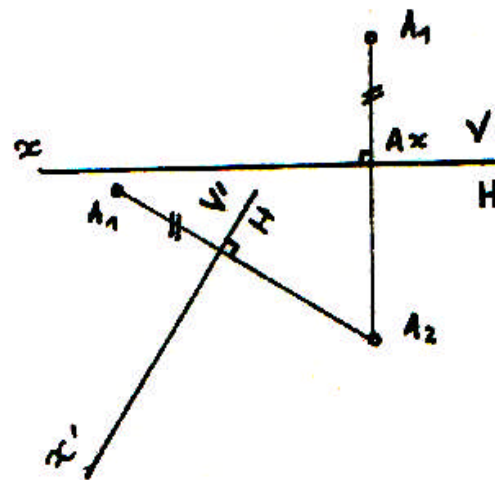
Dans cette méthode l'objet reste immobile et les plans de projections changent de telle manière que dans le nouveau repère, on obtient des éléments géométriques particuliers.

Sur la figure 4.8 a et b on a remplacé V par V' ; x par x', dans le nouveau repère V'H la projection est toujours orthogonale, on obtient:

$A_1' Ax' = A_1 Ax =$  Conservation de la cote  
 $A_2 =$  immobile  
 $A_2 A_1' \perp x'$



(a)

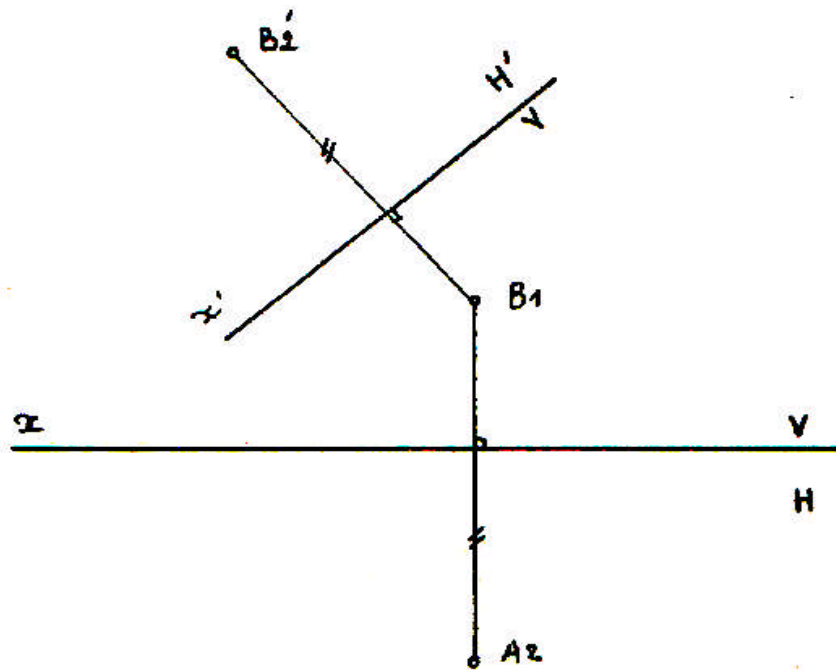


(b)

(figure 4.8)

On raisonne de la même façon pour le cas de changement de H par H'(figure 4.9). Dans le repère V, H' on a:

$B_2' Bx' = B_2 Bx =$  conservation de l'éloignement  
 $B_1 =$  immobile  
 $B_1 B_2' \perp x'$



(figure 4.9)

On peut changer simultanément tous les deux plans de projection.

Afin d'illustrer l'efficacité de cette méthode, nous présentons l'exemple suivant (figure 4.10) qui consiste à déterminer la projection de la ligne d'intersection de la pyramide SABC avec le plan P ( $V_1P, V_2P$ )

**Solution :**

La pyramide a un côté SB parallèle au plan de profil et le plan P a ses traces alignées .

La solution sera plus efficace avec un peu de raisonnement, car le problème est compliqué, il est donné dans des conditions épineuses.

Donc il faut transformer le problème, c'est à dire ramener le problème dans une nouvelle position plus facile à le résoudre.

Donc on change le plan V en V' et x devient x' (on choisit  $x' \perp$  à la trace  $V_2P$ ), puis on projette la pyramide et le plan P dans le système HV' (figure 4.10) , on aura S',A', B1'C1' c'est la nouvelle projection frontale de la pyramide .

Pour déterminer la trace verticale  $V_1'P$  du plan sécant, on prend le point I et on a:

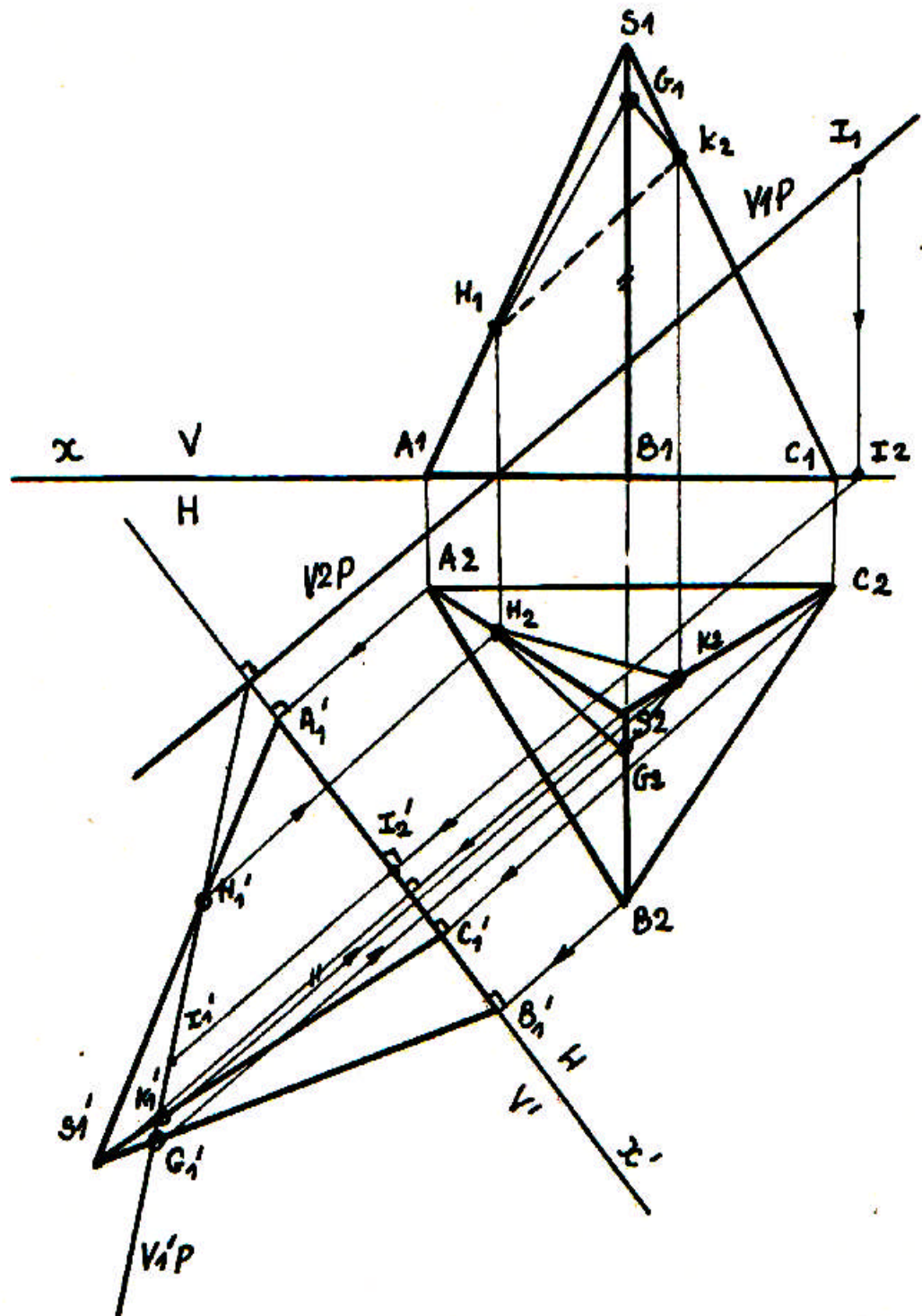
$$I_1 \in V_1 P \text{ et } I_2 \in x$$

On trace  $I_2 I_1' \perp X'$  et on prend:

$$I_1' I_2' = I_1 I_2 \quad (I_2 \in x \text{ et } I_2' \in x') .$$

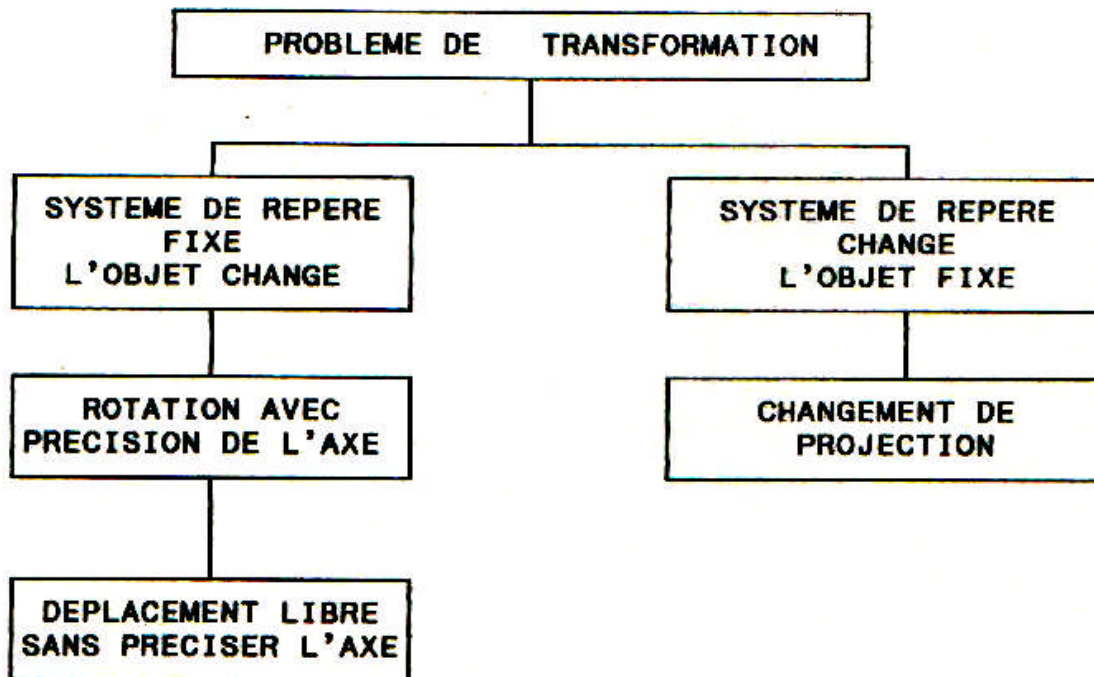
Dans le nouveau système , nous avons un plan de bout perpendiculaire à  $V'$ , donc les points d'intersection sont faciles à trouver ( $H_1', K_1', G_1'$ ). De ces points on ramène aux projections initiales.

Pour  $G_1$ : La cote de  $G_1$  = la cote de  $G_1'$



(figure 4.10)

La figure 4.12 représente le tableau synoptique du problème de transformation.



(figure 4.12)

#### IV.4 - CONCLUSION

L'ensemble des idées que nous venons de développer dans ce chapitre, montre l'importance de la capacité de représentation spatiale.

La question de transformation spatiale vise à développer le haut niveau de la capacité mentale de l'étudiant, tel que le retournement mental des objets ou les expériences envisagées confirment que les rotations mentales sont analogues aux rotations du monde physique, ce qui explique la relation étroite entre ces deux questions.

De nombreux scientifiques affirment que leurs résultats les plus remarquables proviennent de relations et de transformations spatiales qu'ils ont imaginées.

Donc on peut donner un rôle encore plus important à la question de transformation spatiale dans le contenu du dessin technique.

## CONCLUSION GENERALE

Le travail que nous venons d'exposer est basé sur la réalité actuelle de l'enseignement du module de dessin technique.

Les résultats des tests présentés aux étudiants de première année du tronc commun de technologie ont montré deux difficultés principales qui font obstacle à un enseignement de qualité de ce module à savoir:

- La faible capacité de perception et représentation spatiale des étudiants.
- La formation non adéquate des enseignants de ce module.

A cet effet, on est contraint sur la nécessité d'améliorer la qualité d'enseignement de ce module par le biais des suggestions et mesures adéquates vis-à-vis de la perception et la représentation spatiale, qui sont deux outils nécessaires pour le progrès de l'étudiant dans l'acquisition du savoir scientifique du dessin technique.

On a estimé utile de présenter les suggestions et recommandations par deux problèmes essentiels du dessin technique, le problème direct qui traite la représentation spatiale et le problème indirect qui traite la perception spatiale. La résolution de ces deux problèmes peut contribuer à réduire les difficultés de perception et représentation spatiale chez les étudiants et l'enseignant pourra jouer un rôle en axant son attention sur ces deux questions.

En tenant compte que la perception pourra être améliorée par l'entraînement, on a introduit à cet effet, le problème de retournement mental des objets comme mesures adéquates pour le développement de la capacité de perception spatiale et qui est intimement liée avec le problème de transformation de projection, faisant partie du contenu scientifique du dessin technique et représentant un haut niveau de la capacité de perception spatiale.

Ce travail constitue une réflexion générale sur la méthodologie d'enseignement du module de dessin technique au tronc commun de technologie et nous espérons qu'il représente la contribution modeste dans ce sens et qu'il ouvre de nouvelles perspectives pour les recherches futures dans le domaine didactique.

## BIBLIOGRAPHIE

### 1- PATRICK DEPECKER

Constitution et mode de traitement de transfert d'un savoir scientifique dans le champ de l'architecture. (Thèse de doctrat es-science), Université Claude, Lyon. Année 1985.

### 2 - JEAN DONNAY, EVELYNE CHARTIER

Comprendre des situations de formation des formateurs. Editions nouvelles pratiques de formation année 1988.

### 3 - LYN COOPER, ROGER SCHEPARD

Le retournement mental des objets, (Pour la science N° 88 février 1985). Edition française de Scientific Américain.

### 4 - ANDRE DELONNE, PSYCHOLOGIE DE LA PERCEPTION

Edition études vivantes, Montréal. Année 1982.

### 5 - BERNARD BOUBON

La géométrie sphérique tridimensionnelle. Edition Eyrolles, Paris. Année 1985.

### 6 - HEBB D.O PSYCHO-PHYSIOLOGIE DU COMPORTEMENT

Edition presses universitaires de France, Paris.

### 7 - PROF. HOANG-VAN-THAN

Cours de géométrie descriptive, Tome I.

### 8 - PROF. HOANG-VAN-THAN

Cours de géometrie descriptive, Tome II.

### 9 - ECRIVAIN PANOFSKY:

La Perspective comme forme symbolique. Edition du minuit. Année 1981.

### 10 - DESSIN TECHNIQUE

Edité par le ministère de l'éducation nationale de la R.S. du Vietnam. Hanoi, année 1990, sous la direction du Prof. DOAN NHU KIM.

### 11 - LES NORMES FRANCAISES PUBLIFES PAR AFNOR

12 - KAGAN. J

The determinants of attention in the enfants. New York. Basic Books 1973.

13 - J.J. GIBSON

The theory of affordances New York Happer and Row. Année 1975.

14 - NOSTRA N° 2206 - 576

Edition SARL, Paris. Juin 1983.

15 - ROUSKEBUT

Les problèmes d'enseignement du dessin technique. Edition Moscou. Année 1987.



## R E S U M E

Le travail que nous proposons ici se structure autour de deux questions principales à savoir la perception et la représentation spatiale dans le dessin technique enseigné comme module au tronc commun de technologie.

Ces deux questions constituent deux outils importants pour l'étudiant dans l'enseignement du dessin technique .

C'est après analyse des difficultés auxquelles les étudiants sont confrontés, que l'idée nous est parvenue, de contribuer modestement à l'amélioration de la qualité d'enseignement de ce module.

Le premier chapitre est consacré à une analyse globale des difficultés d'une part des enseignants de ce module et de l'autre part des étudiants vis-à-vis de la perception et la représentation spatiale par le biais d'enquêtes et de tests établis à cet égard.

Dans le deuxième chapitre on a estimé utile d'aborder l'introduction théorique de la perception et représentation spatiale ou les méthodes de projection et de représentation actuelles ont été présentées.

Le troisième chapitre constitue la partie principale de notre travail où les problèmes essentiels du contenu scientifique du dessin technique ont été abordés à savoir le problème direct qui traite la représentation spatiale et le problème indirect qui traite la perception spatiale où les recommandations et suggestions présentées dans ce chapitre peuvent contribuer à l'amélioration de la qualité d'enseignement de ce module.

Dans le quatrième chapitre, on a étudié une question principale, pouvant contribuer au développement de la capacité de perception et de représentation spatiale qui est le retournement mental des objets intimement liés avec le problème de transformation de projection.