ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

OFPPT

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE N° 5

TRACAGE GRAPHIQUE, PAR CALCUL

Secteur : CONSTRUCTION METALLIQUE

Spécialité : TCM

Niveau : Technicien

Document élaboré par :

Nom et prénom

KHALFI ABDELWAHED ***CDC GM*** ***DRIF***

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

MODULE 5 : TRACAGE ET UTILISATION DE LOGICIELS T.A.O

Code :	**Théorie :**	**32 %**	**60 h**
Durée : 192 heures	**Travaux pratiques :**	**62 %**	**120 h**
Responsabilité : D'établissement	**Évaluation :**	**6 %**	**12 h**

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit **effectuer le traçage** selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent, et utiliser le Traçage Assisté par Ordinateur (T.A.O.)

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- **Travail individuel.**
- **A partir de :**
  - Plan de fabrication
  - Dossier de fabrication
  - Consignes, d'instructions
- **A l'aide :**
  - Poste de travail conventionnel
  - Outils appropriés au travail à exécuter
  - Matière première
  - Documentations techniques pertinentes (formulaire, abaques, notes,...)
  - Matériel de sécurité, d'hygiène et d'entretien

CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles d'hygiène et de sécurité.
- Interprétation des documents de fabrication
- Préparation du poste de travail
- Respect de la méthodologie des règles dans l'exécution du tracé de l'épure
- Respect des données de fabrication
- Traçage à plat d'éléments à fabriquer
- Recherche d'intersections
- Réalisation des développements
- Soin et précision apportés aux opérations de traçage
- Contrôler le travail effectué
- Autonomie de situation
- Respect du temps alloué

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU **DE COMPORTEMENT (suite)**	
PRÉCISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITÈRES PARTICULIERS **DE PERFORMANCE**
A. Suivre et appliquer des consignes	- Prise en compte des consignes orales ou écrites
B. Lire et interpréter un dossier de fabrication	- Interprétation des symboles relatifs au plan - Interprétation des instructions de travail
C. Préparer les opérations élémentaires de travail	- Détermination adéquate des besoins • Matière • Outillage • Outil de contrôle - Chronologie des opérations
D. Réaliser le tracé et le développement graphique et par calcul	- Respect de la méthodologie - Respect de chronologies des opérations - Respect des données de fabrication - Choix approprié des outils de traçage - Respect du traçage intérieur ou extérieur - Exécution des tracés - Contrôler son épure - Optimisation de l'imbrication des éléments à développer - Réalisation du développé sur matière d'œuvre. - Soin et précision apporté aux opérations de traçage.
E. Utiliser les fonctionnalités d'un logiciel de T.A.O.	- Renseigner et exploiter les données d'un logiciel de T.A.O.

OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à *suivre et appliquer des consignes* (A) :

1. Comprendre des consignes écrites et orales

Avant d'apprendre à *lire et interpréter un dossier de fabrication* (B) :

2. Connaître la structure d'un dossier de fabrication
3. Connaître les règles de représentation d'un plan
4. Identifier et localiser une partie d'ouvrage ou d'installation
5. Prendre en compte les objectifs de qualité

Avant d'apprendre à *préparer les opérations élémentaires de traçage* (C) :

6. Savoir déterminer ses besoins matériels
7. Savoir déterminer la chronologie des opérations
8. Connaître les règles de manutention

Avant d'apprendre à *réaliser le Tracé et le développement graphique et par calcul*(D) :

9. Connaître la géométrie plane et descriptive
10. Savoir effectuer des calculs trigonométriques
11. Connaître les moyens de contrôle

Avant d'apprendre à Utiliser les fonctionnalités d'un logiciel de T.A.O.(E) :

12. Savoir utiliser l'outil informatique

RESUME DE LA THEORIE
ET
DE TRAVAUX PRATIQUES

REALISER LE TRACE ET LE DEVELOPPEMENT

Objectif pédagogique :

Connaître la géométrie plane et descriptive

Contenu :

- Constructions géométriques
- Règles de géométrie descriptive
- Les projections, le point, la droite, le plan
- Méthodes de recherche de vraies grandeurs
- Vraie grandeur des droites
- Vraie grandeur des plans,
- Vraie grandeur des surfaces,
- Vraie grandeur des angles
- Intersections,
- Méthodes de recherche d'intersections
- Les raccordements de sections
- Les paramètres de fabrication :
    - Epaisseur, sens de développement
    - Le Tracé des épures
- Les développements :
- Optimisation de l'imbrication des éléments
- Le traçage en l'air

Méthodes pédagogiques :

Affirmative et participative

Aides pédagogiques :

PLAN industriel

Ouvrages Supports :

- LE TRAÇAGE EN STRUCTURES METALLIQUES
- LE TRAÇAGE DES METAUX EN FEUILLES LETALNET
- LE TRACAGE EN STRUCTURES METALLIQUES EXERCICES ET CORRIGES DE NIVEAU 5

Classeur Support :

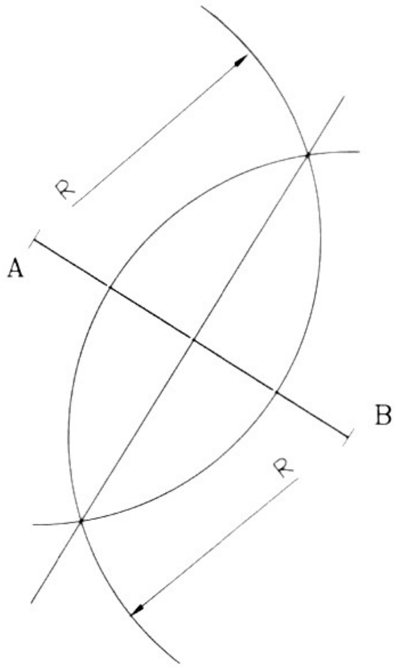
Exercices :

Evaluation :

TRACES DE PERPENDICULAIRES

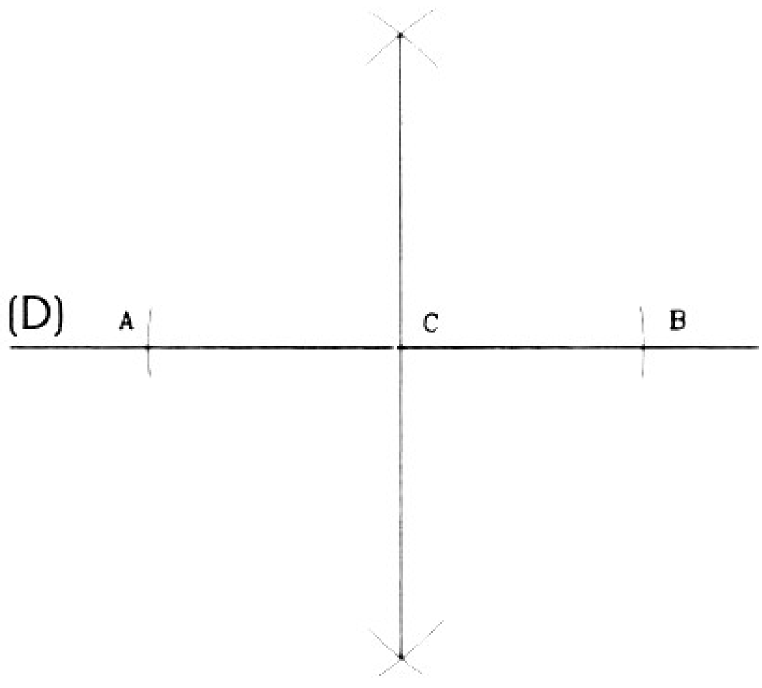
1er CAS :

Tracer la médiatrice d'un segment de droite.



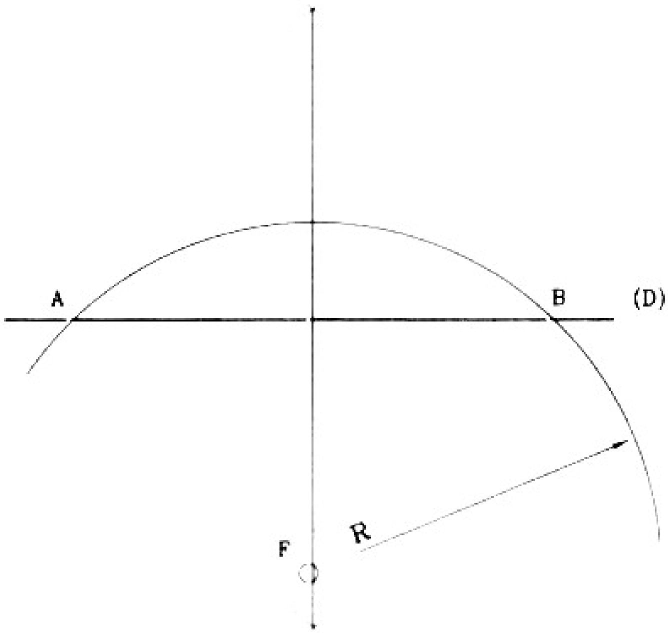
2er CAS :

Elever la perpendiculaire en un point C d'une droite (D).
1. définir 2 points A et B à égale distance du point C.
2. le problème revient maintenant au cas précédent.



3er CAS :

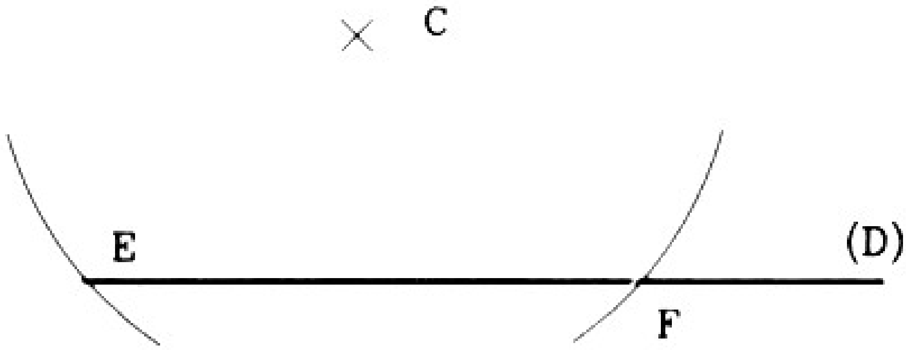
Abaisser une perpendiculaire, à partir d'un point F, à une droite (D).
1. du point F, tracer un arc de cercle qui coupe la droite (D) en A et en B,
2. le problème revient ensuite au cas 1.



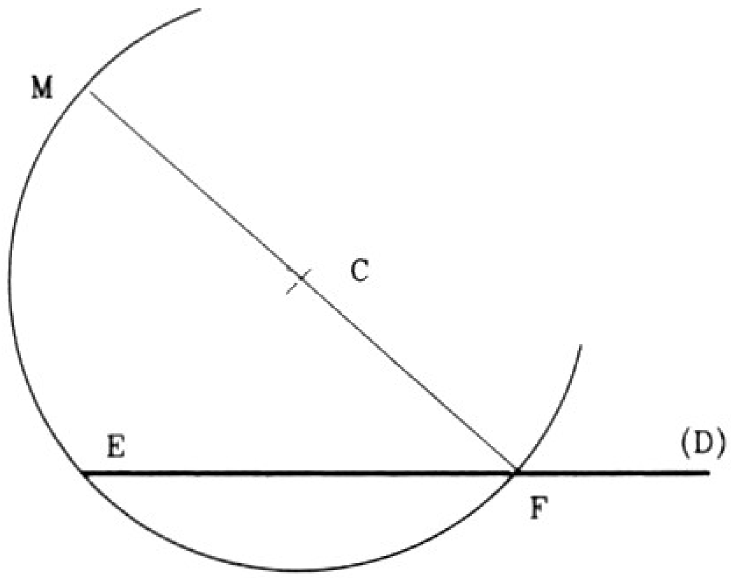
4er CAS :

Tracer une perpendiculaire à l'extrémité d'une demi-droite.

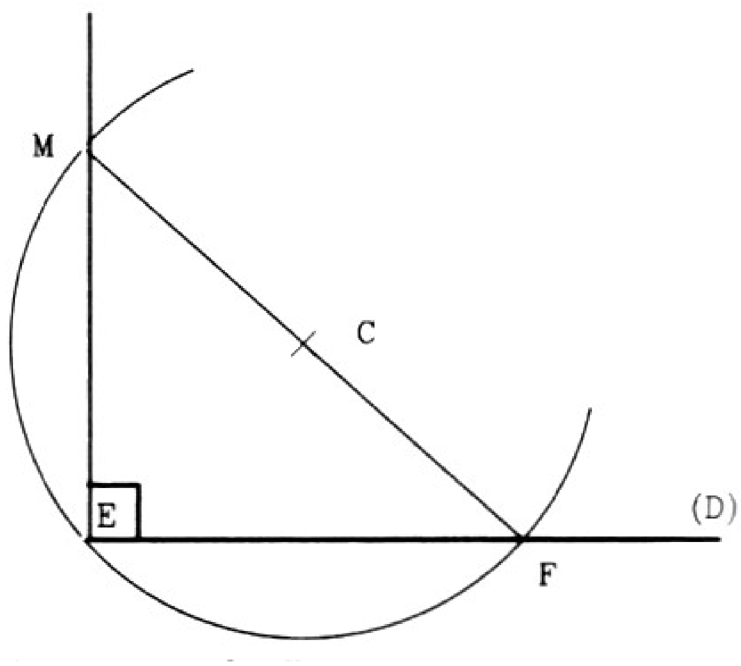
Méthode: Dans un demi-cercle on inscrit toujours un angle droit.
1. prendre un point quelconque C.
2. tracer un arc de cercle de rayon CE qui coupe la demi-droite en F.



3. Joindre FC et prolonger pour couper l’arc de cercle en M.

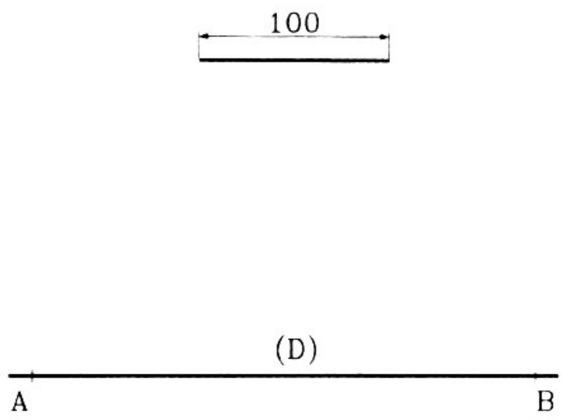


4. La droite EM est la perpendiculaire recherchée.



TRACES DE PARALLÈLES

CONTRAT :

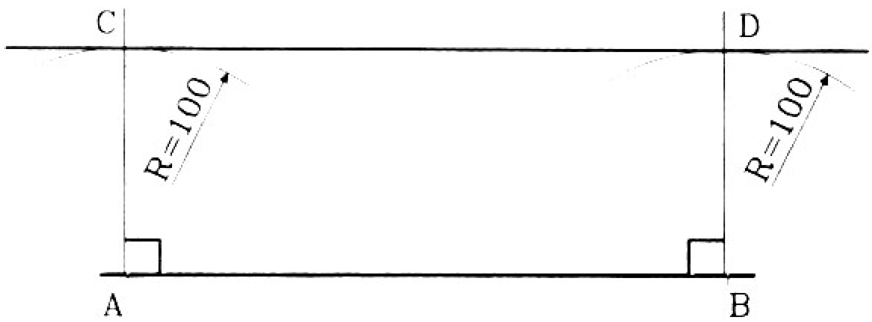


- On demande de tracer une droite (Dl) parallèle à la droite (A,B) à une distance de 100 mm.

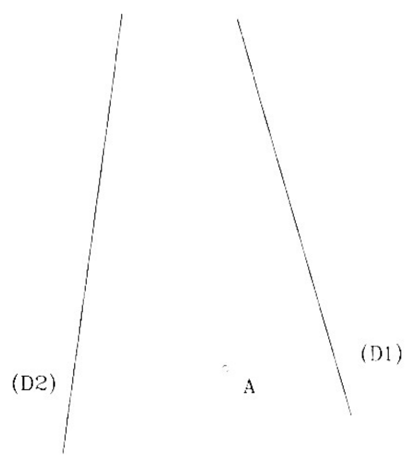
MÉTHODE :

Le traceur :

- Elève des perpendiculaires aux points A et B,
- Trace à partir des points A et B des arcs de cercles de rayon 100 mm. Il obtient les points Cet D.
- La droite (CD) est la droite (Dl) recherchée.



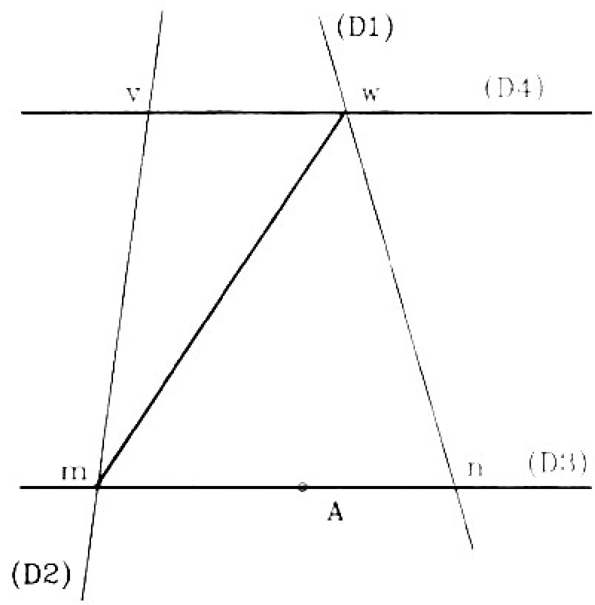
CONTRAT :



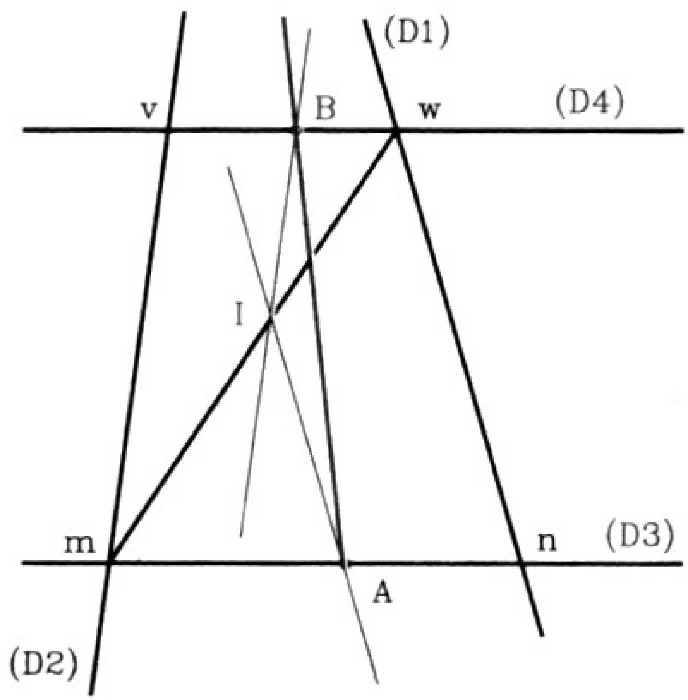
On demande de tracer une droite passant par le point A et l’intersection des droites (Dl) et (D2) qui se situe hors des limites de l’épure.

MÉTHODE :

Le traceur construit deux parallèles (D3), (D4) dont l'une passe par le point A. Ces parallèles coupent les droites (DI) et (D2) en MN et VW. Il trace une diagonale (MW) du trapèze obtenu.



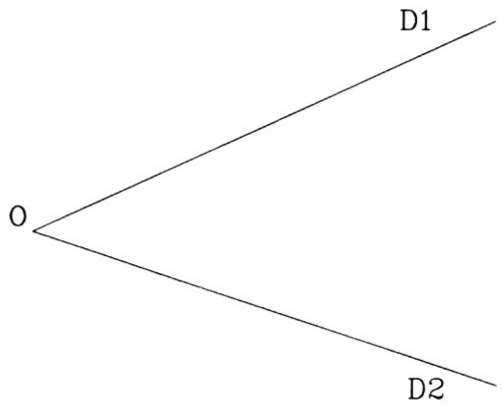
Le traceur dessine, à partir du point A, une parallèle à la droite (Dl) qui coupe (MW) en I, De ce point, il trace ensuite une parallèle à (D2) qui coupe (VW) en B.
La droite (AB) est la solution au problème posé.



TRACÉS DE BISSECTRICES

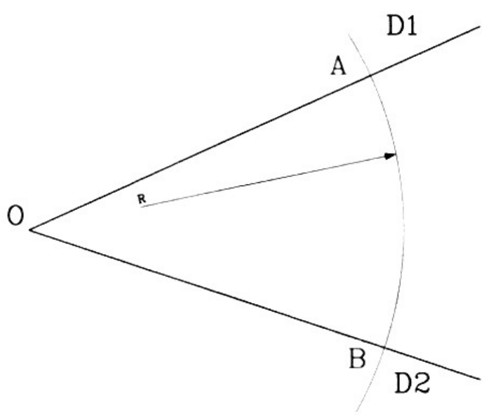
CONTRAT :

On demande de tracer la bissectrice de l'angle défini par les demi-droites (Dl) et (D2), de sommet O .

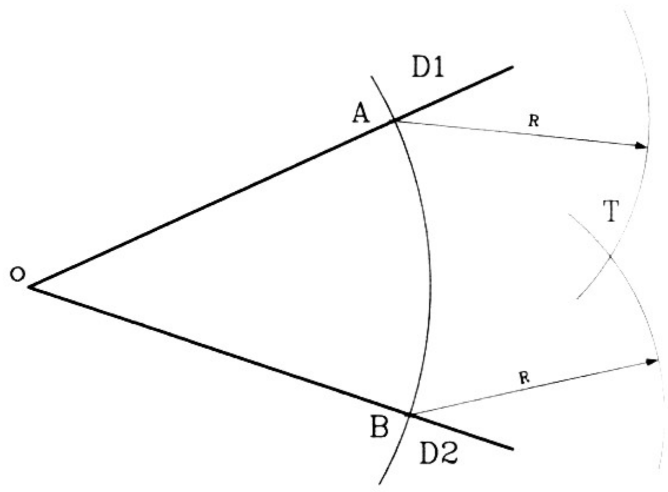


MÉTHODE :

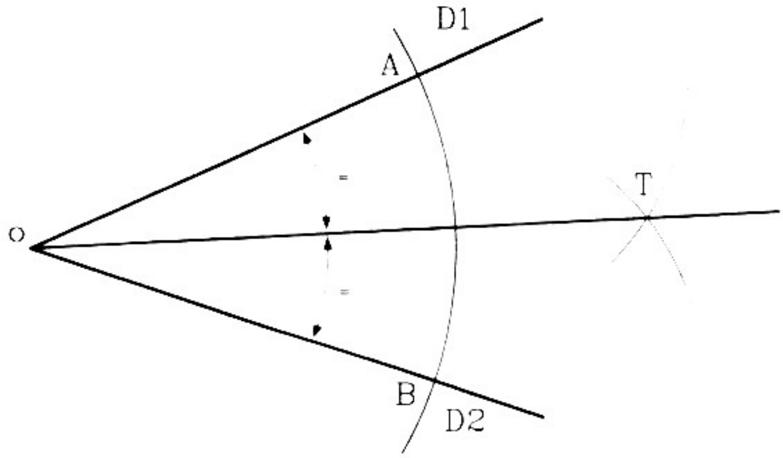
1. Tracer un arc de cercle de centre O de rayon quelconque, mais suffisamment grand, qui coupe les demi-droites en A et B.



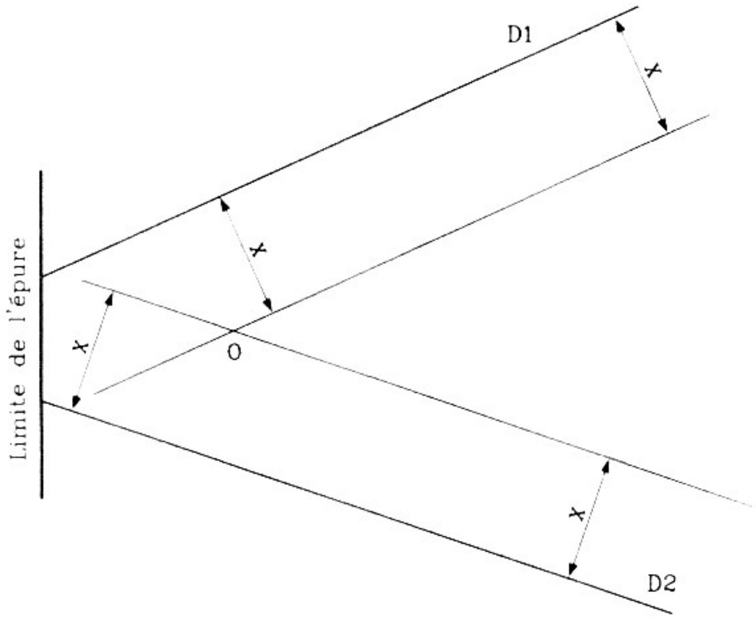
2. Tracer, à partir de A et de B, des arcs de cercles de rayon R qui se coupent en T.



3. La droite (OT) est la bissectrice recherchée Dl .

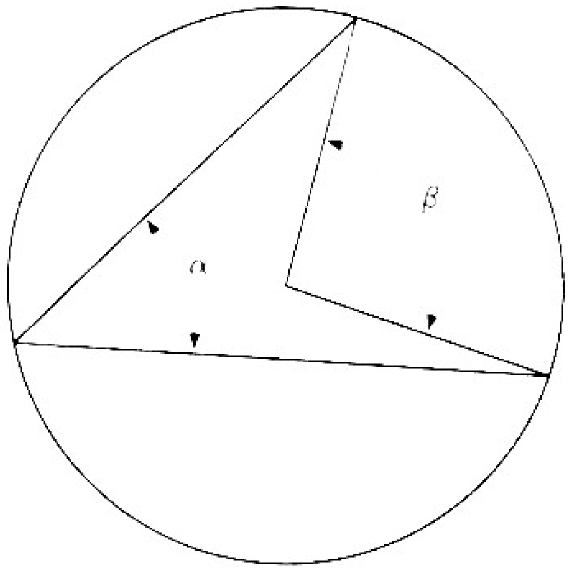


Pour tracer la bissectrice à deux droites (Dl). (D2] dont l'intersection « tombe » hors de l'épure, il suffit de tracer deux parallèles, à égales distances, à ces droites pour obtenir le sommet O. Ensuite le problème revient au cas précédent.



TRACES DE TANGENTES AU CERCLE

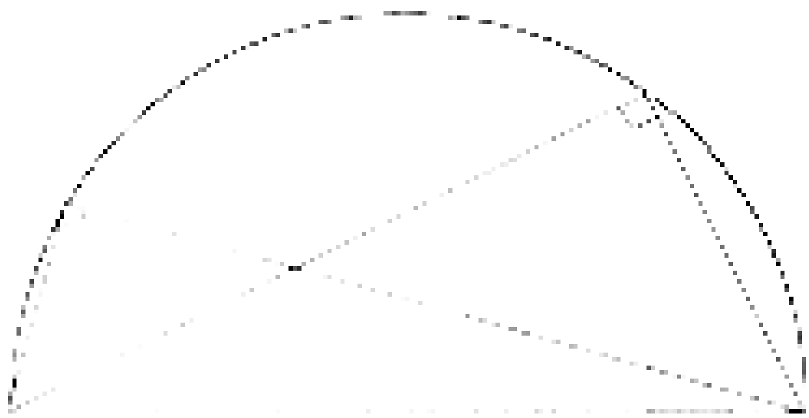
MÉTHODE :



Un angle inscrit a même valeur que la moitié de angle au centre d'un même arc sous-tendu.

$$\alpha = \beta / 2$$

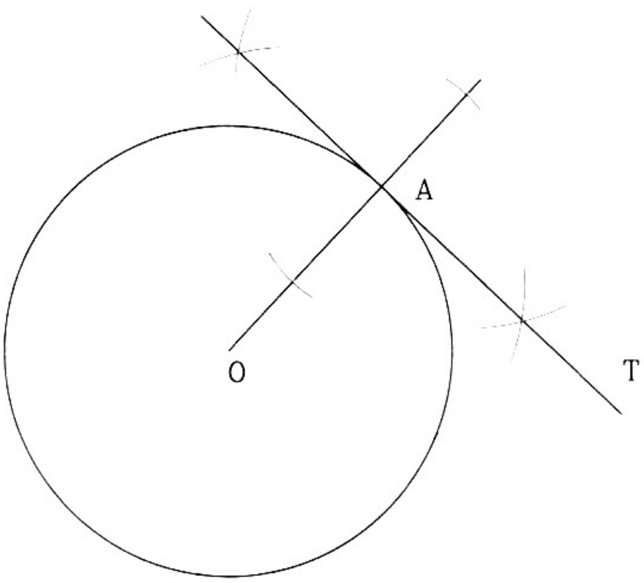
Donc, dans un demi-cercle, on inscrit toujours un angle droit.



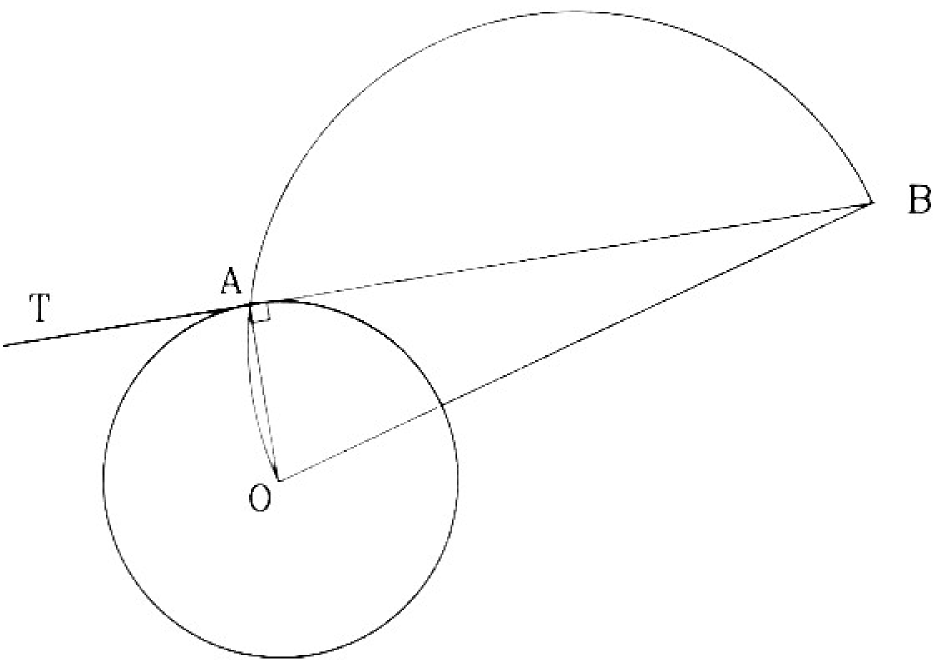
RAPPEL: la tangente à un cercle est perpendiculaire au rayon QA.

TANGENTES A UN CERCLE :

1 - Passant par un point A situé sur le cercle.

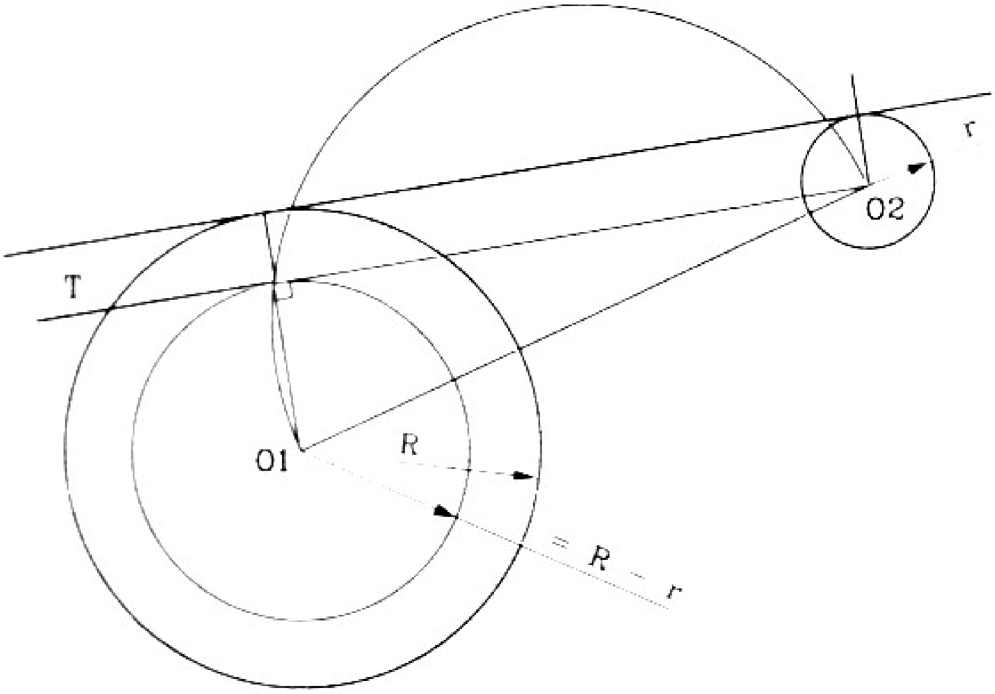


2 - Passant par un point B extérieur au cercle.

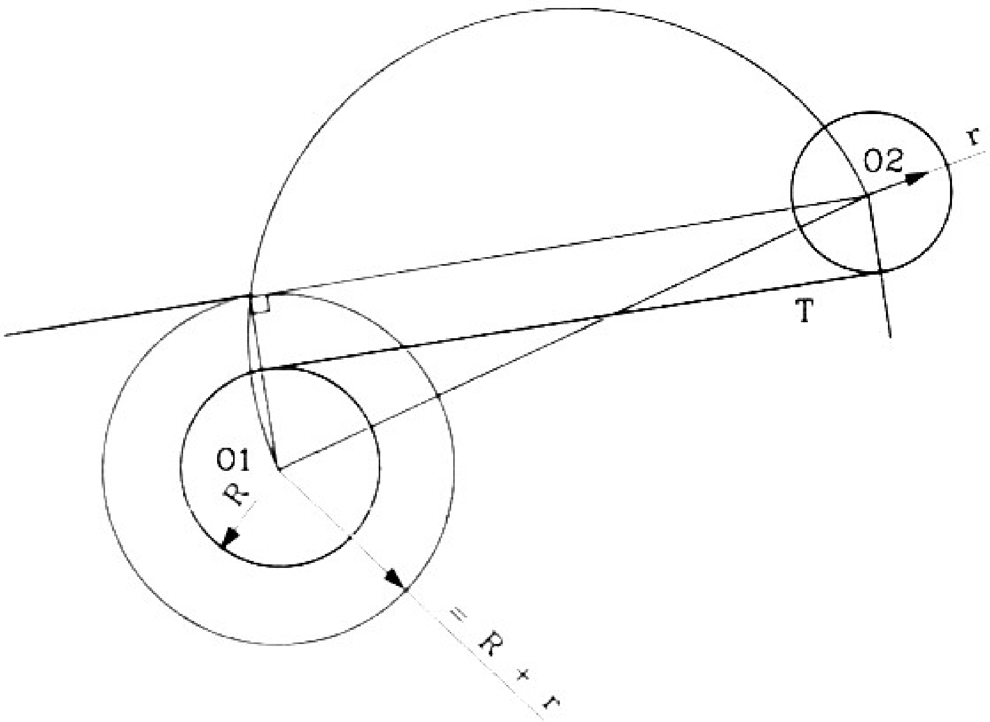


TANGENTES A DEUX CERCLES :

1. Tangentes extérieures :



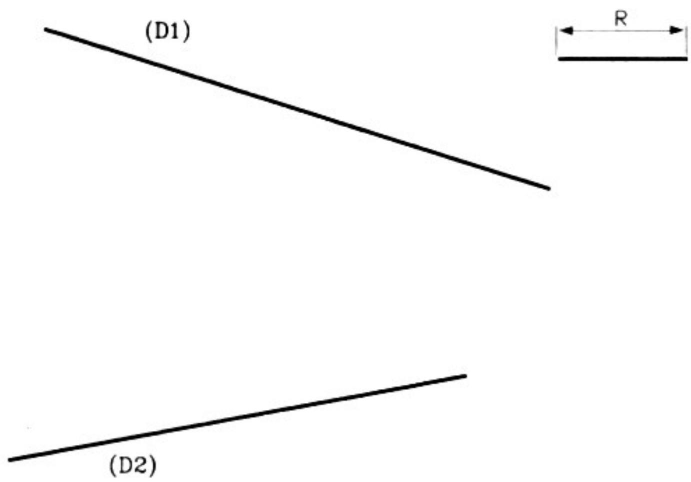
2. Tangentes intérieures :



RACCORDEMENTS DROITE / CERCLE

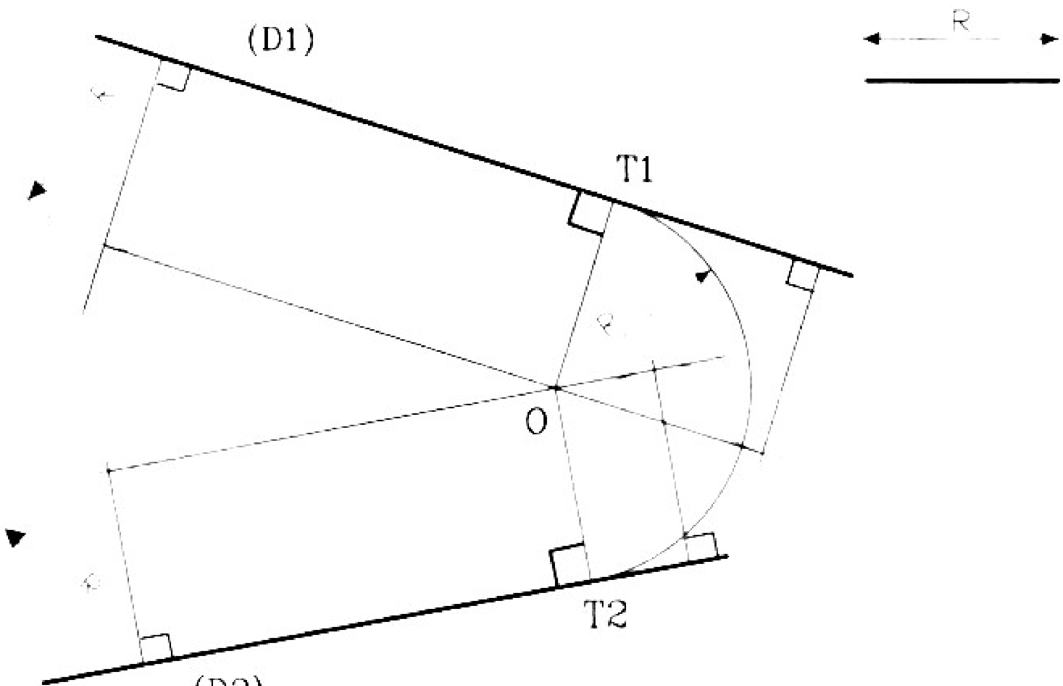
On demande de raccorder les droites (D1) et (D2) par un arc de cercle de rayon R.

CONTRAT



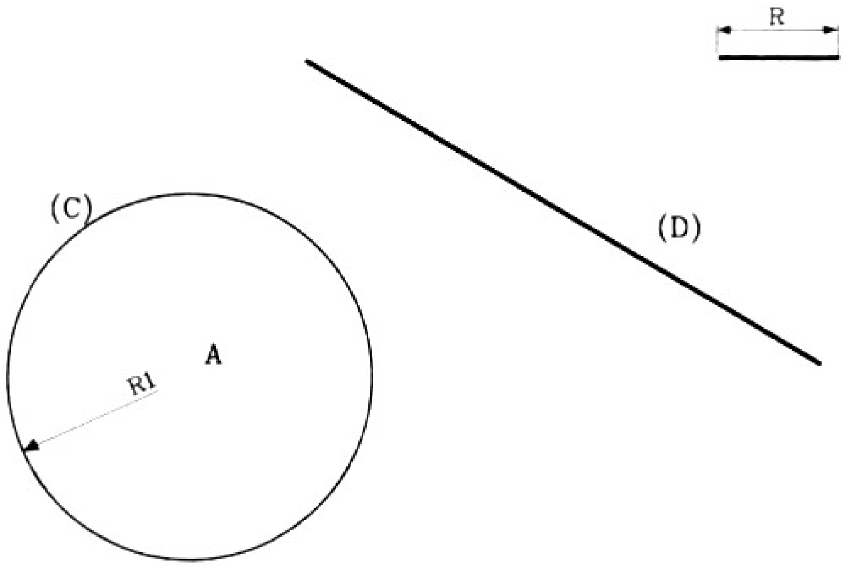
MÉTHODE

Le traceur construit des parallèles aux droites (Dl) et (D2) à une distance égale à R.
L’intersection de ces parallèles lui donne le centre O de l’arc de cercle. Les points de tangence T1 et T2 sont obtenus en abaissant, à partir de O, des perpendiculaires aux droites (Dl) et (D2).



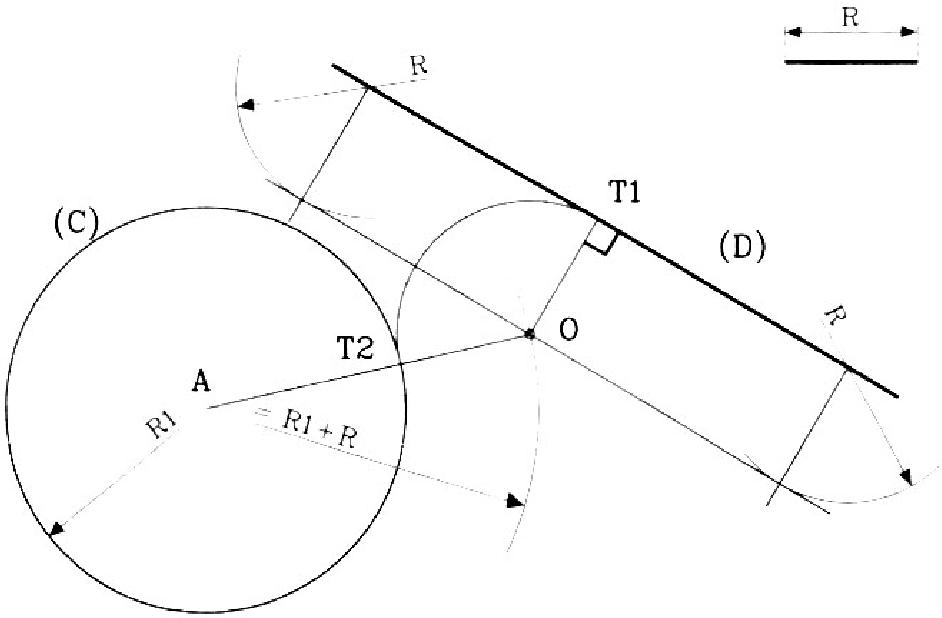
CONTRAT

Raccorder la droite [D) avec le cercle (C) de centre A et de rayon R1 par un arc de cercle de rayon R.



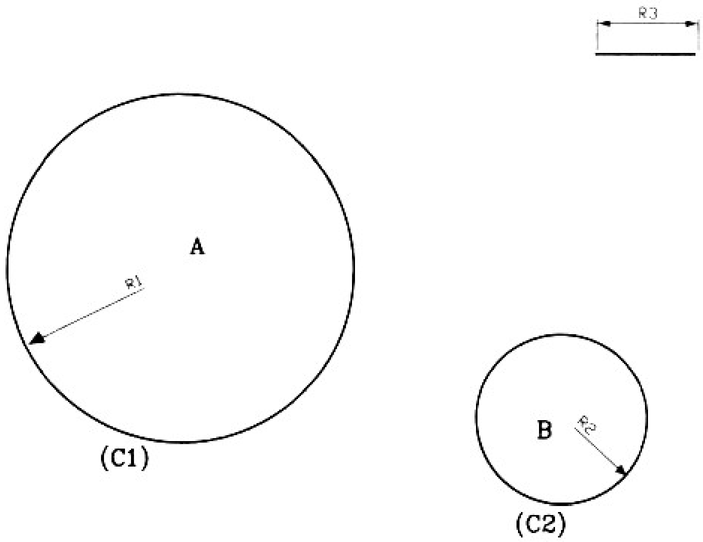
MÉTHODE

Le traceur construit une parallèle à la droite (D) à une distance égale à R. Il dessine un arc de cercle de centre A et de rayon R2.   R2 = R1 + R
L'intersection de la parallèle et de l'arc de cercle lui donne le centre O de l'arc de raccordement.
Le point de tangence T1 est obtenu en abaissant, à partir de O, la perpendiculaire à (D). T2 est obtenu en joignant les centres A et O.



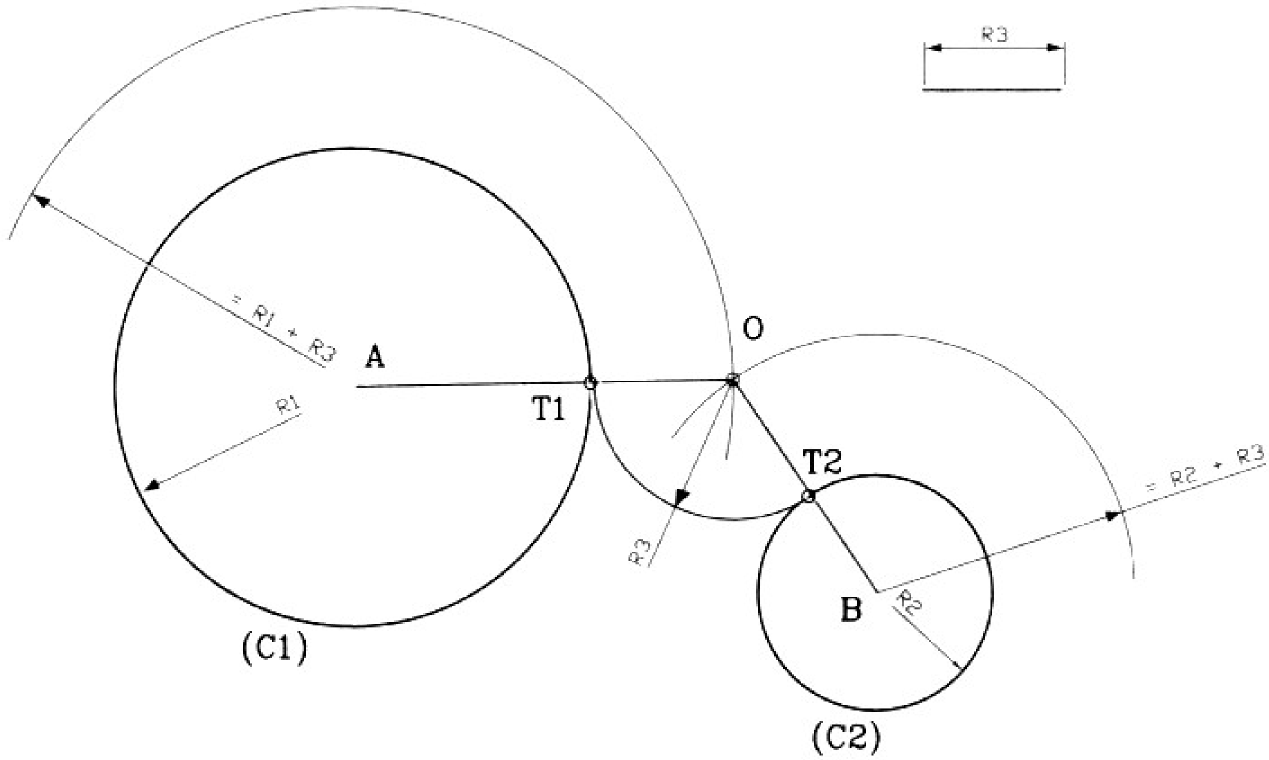
CONTRAT

On demande de raccorder les cercles (C1) et (C2) respectivement de rayons R1, R2 et de centres A et B, par un arc de cercle intérieur de rayon R3.



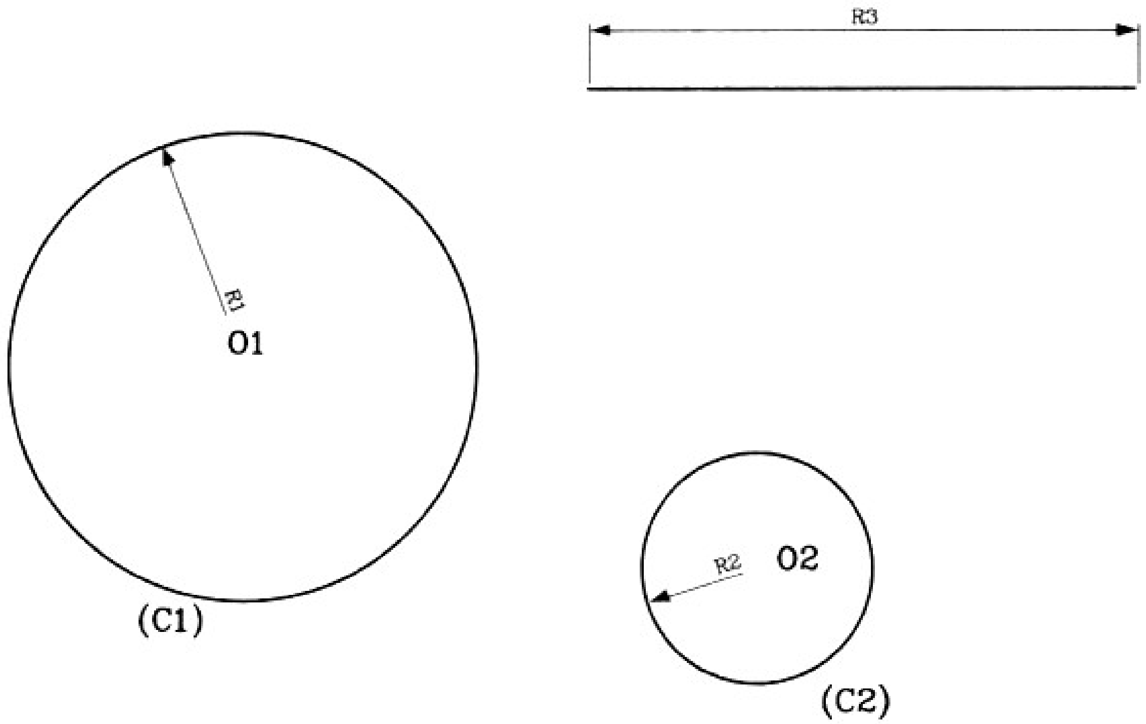
MÉTHODE

Le traceur dessine, à partir de A, un arc de cercle de rayon égal à R1 + R3, et à partir de B, un arc de cercle de rayon égal à R2 + R3. L'intersection des deux arcs de cercles lui donne O centre de l'arc de raccordement.
Les points de tangence T1 et T2 sont obtenus en joignant les centres O à A et O à B.



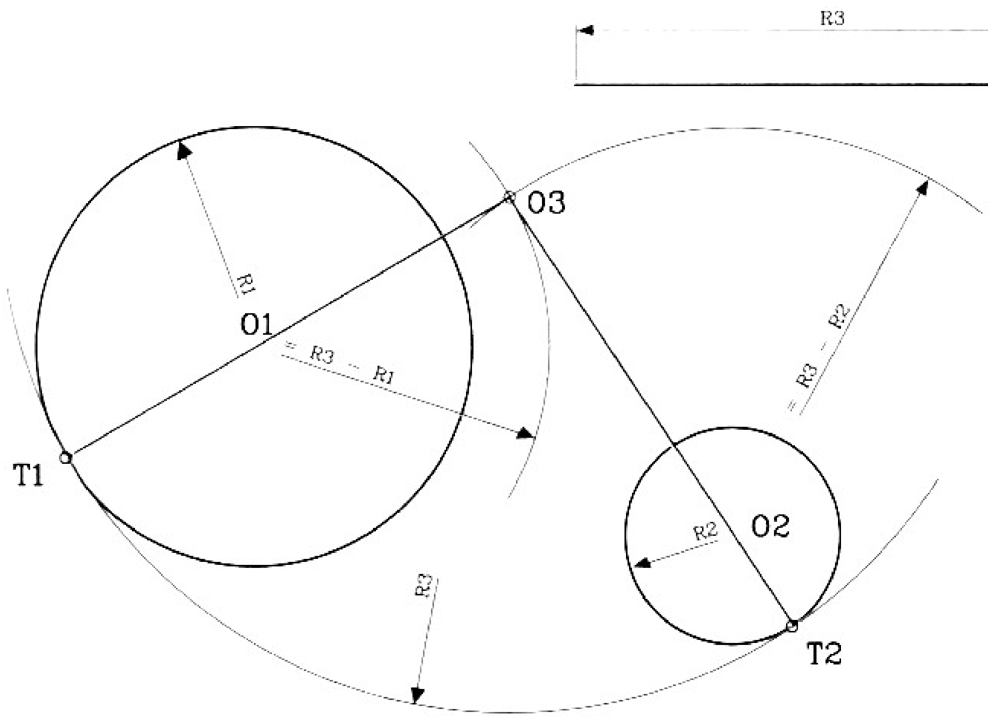
CONTRAT

Raccorder les cercles (C1) et (C2) respectivement de rayons R1, R2 et de centres 01, 02 par un arc de cercle extérieur de rayon R3.



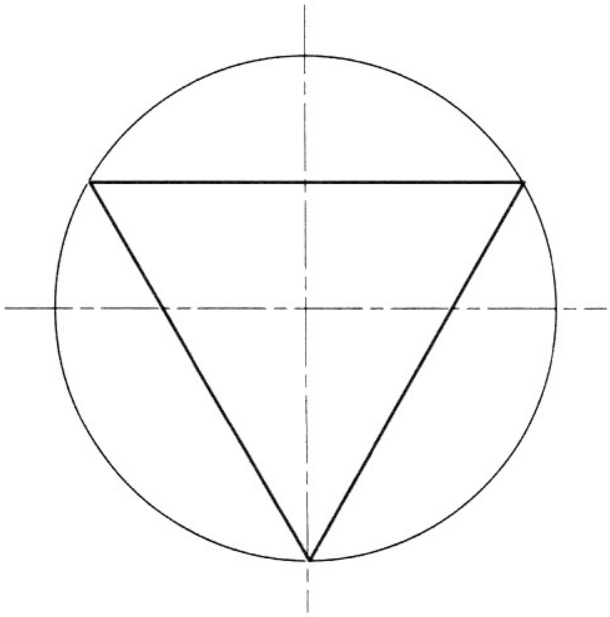
MÉTHODE

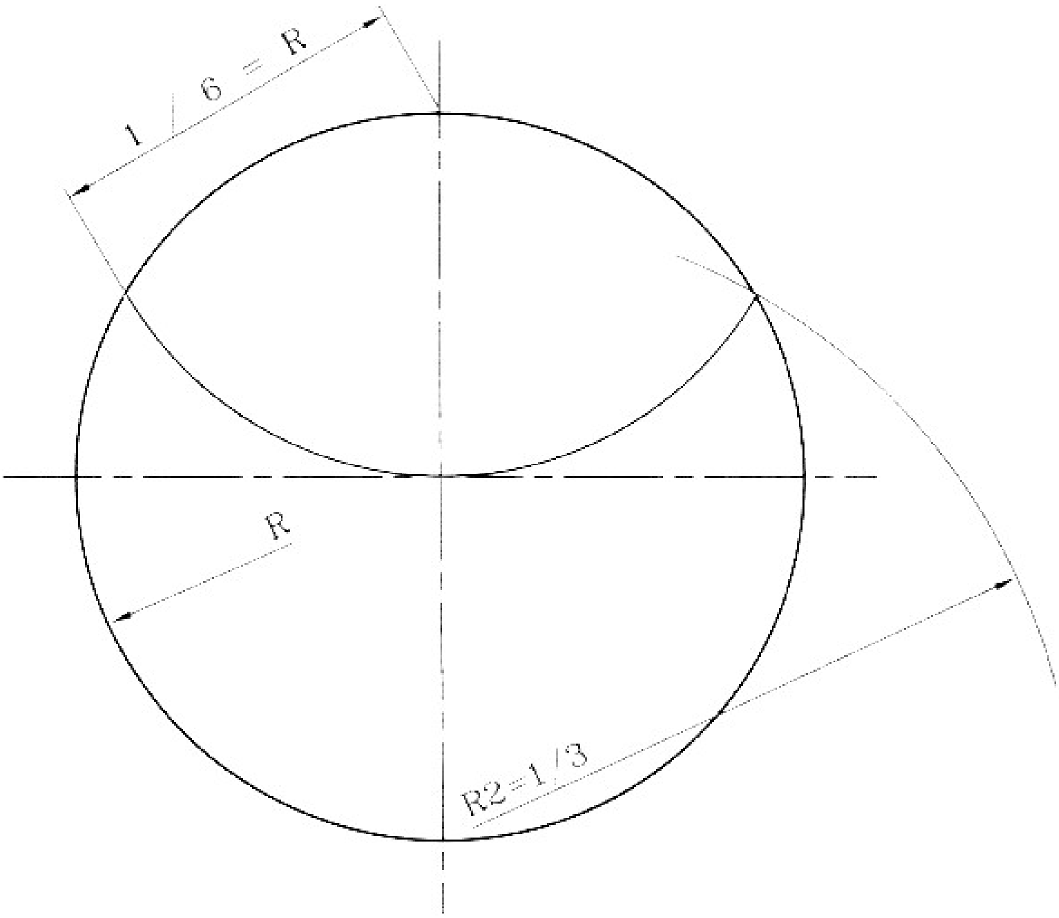
Le traceur dessine, à partir de 01, un arc de cercle de rayon égal à R3 – R1, et à partir de 02, un arc de cercle de rayon égal à R3 - R2. L'intersection des deux arcs de cercles lui donne 03 centre de l'arc de raccordement.
Les points de tangence T1 et T2 sont obtenus en joignant les centres 01 à O3 et O2 à O3.



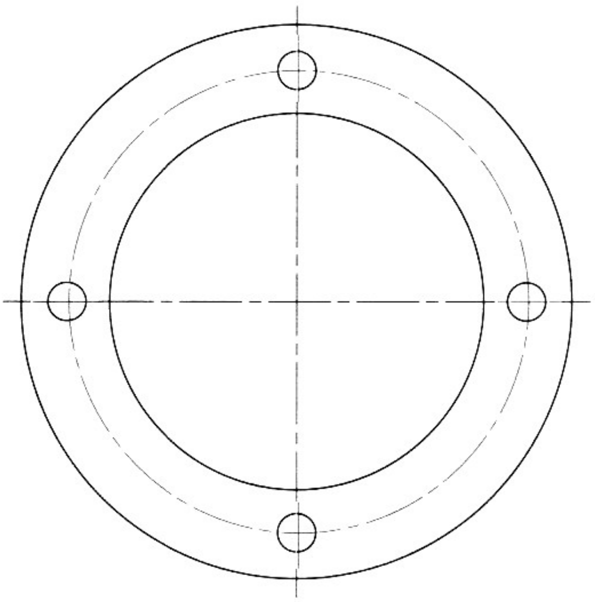
TRACÉS DE POLYGONES RÉGULIERS

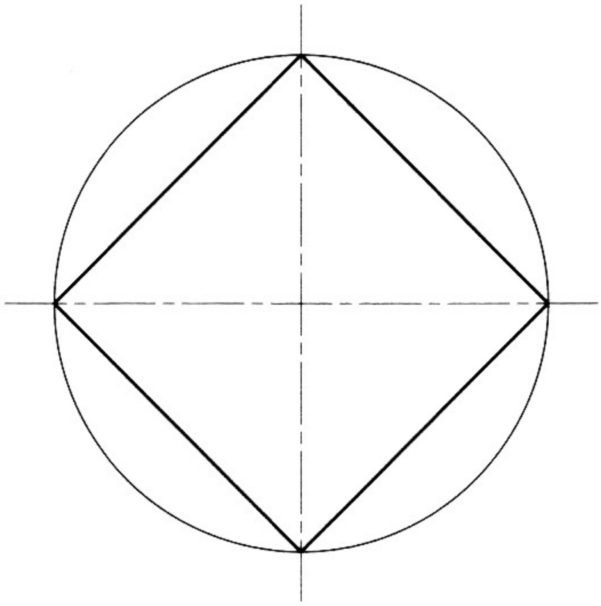
TRIANGLE ÉQUILATÉRAL



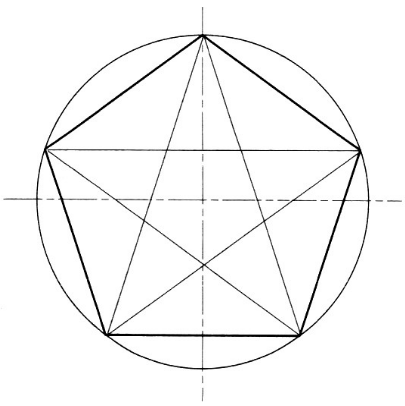


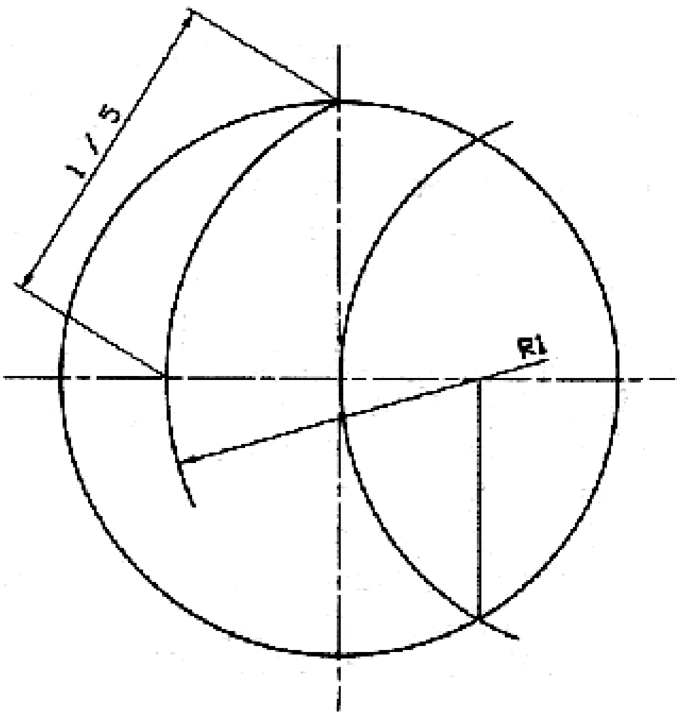
CARRÉ



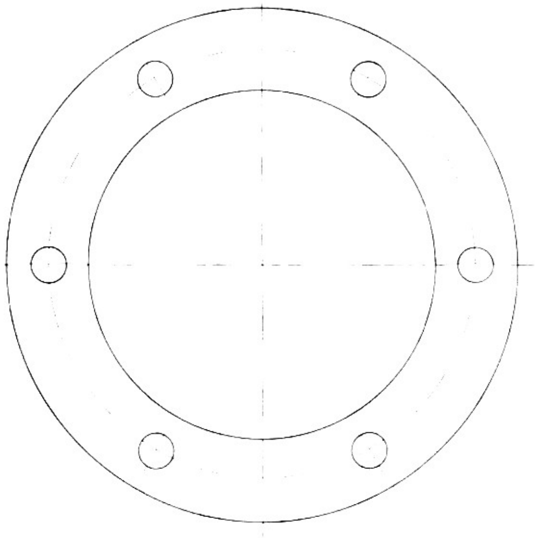


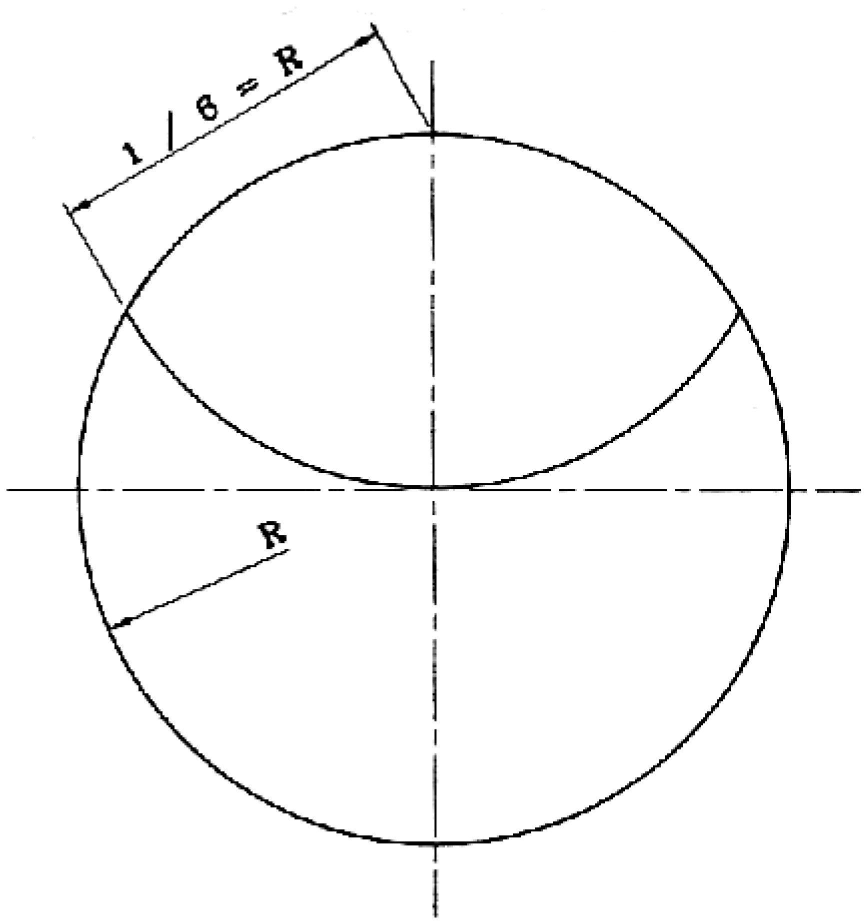
PENTAGONE



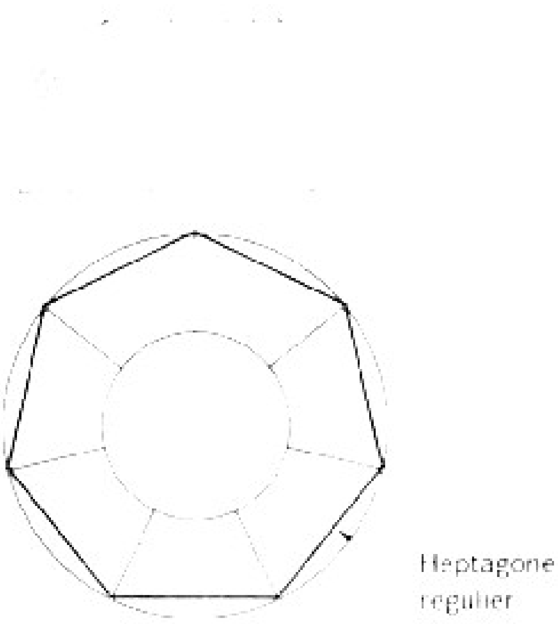


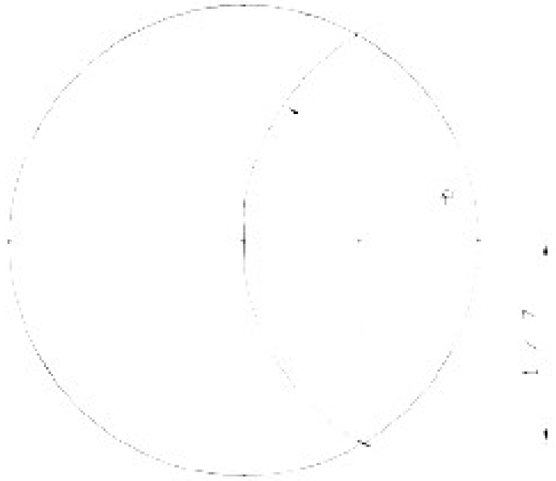
HEXAGONE



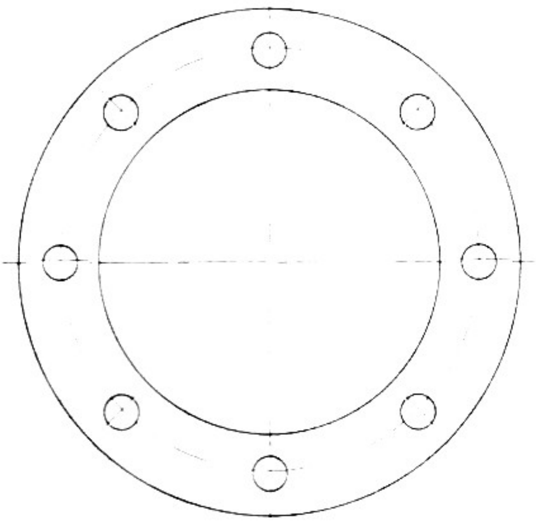


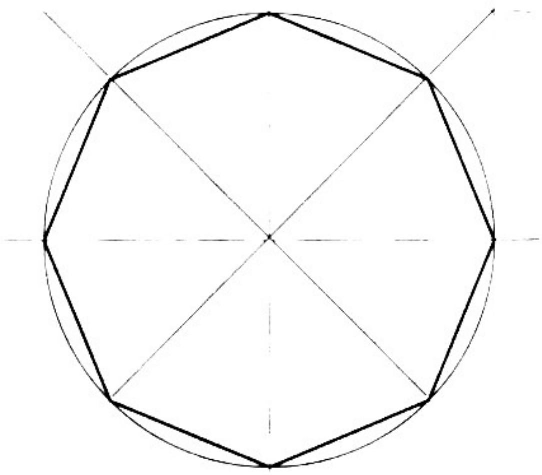
HEPTAGONE





OCTOGONE





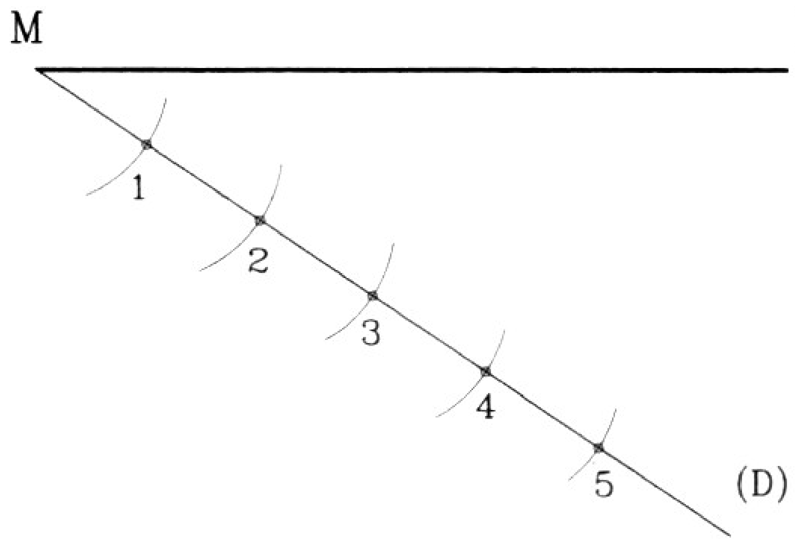
DIVISIONS DE DROITES EN PARTIES ÉGALES

CONTRAT

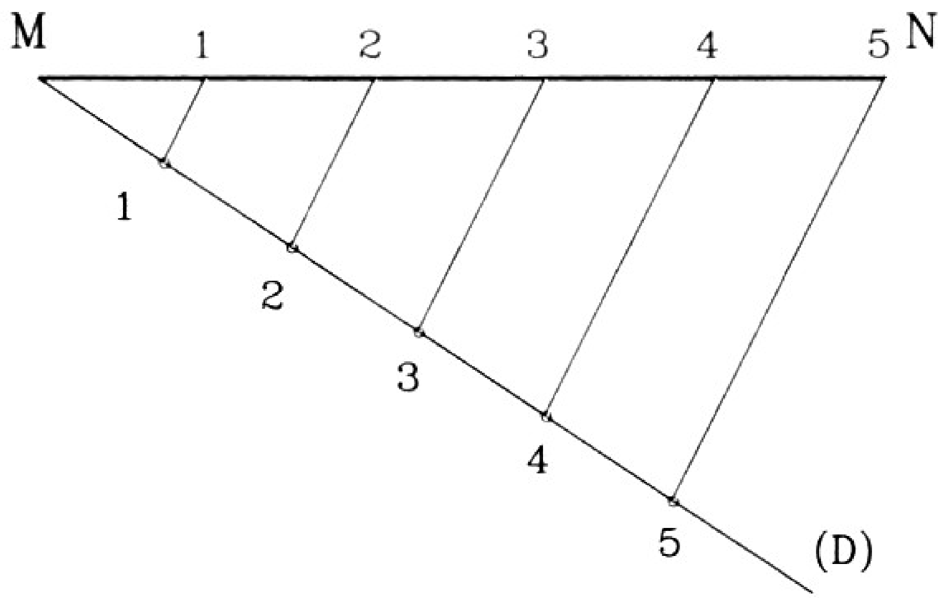
On demande de diviser un segment de droite (MN) en cinq parties égales.

MÉTHODE

À partir de M. le traceur dessine une droite oblique (D) sur laquelle il porte cinq divisions quelconques au compas.



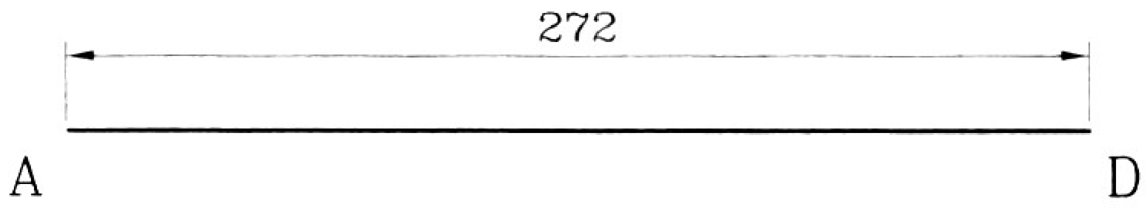
Le traceur joint la cinquième division au point N. Il trace des parallèles N5 passant par les points 1, 2. 3. 4.



Pour diviser un segment de droite quelconque en parties égales, il est plus aisé d'utiliser la méthode des médiatrices. Lorsque cela n'est pas possible (division en 11, 1 3, 15. 17, etc. parties), il suffit de se rapprocher d'un multiple de 2.

CONTRAT

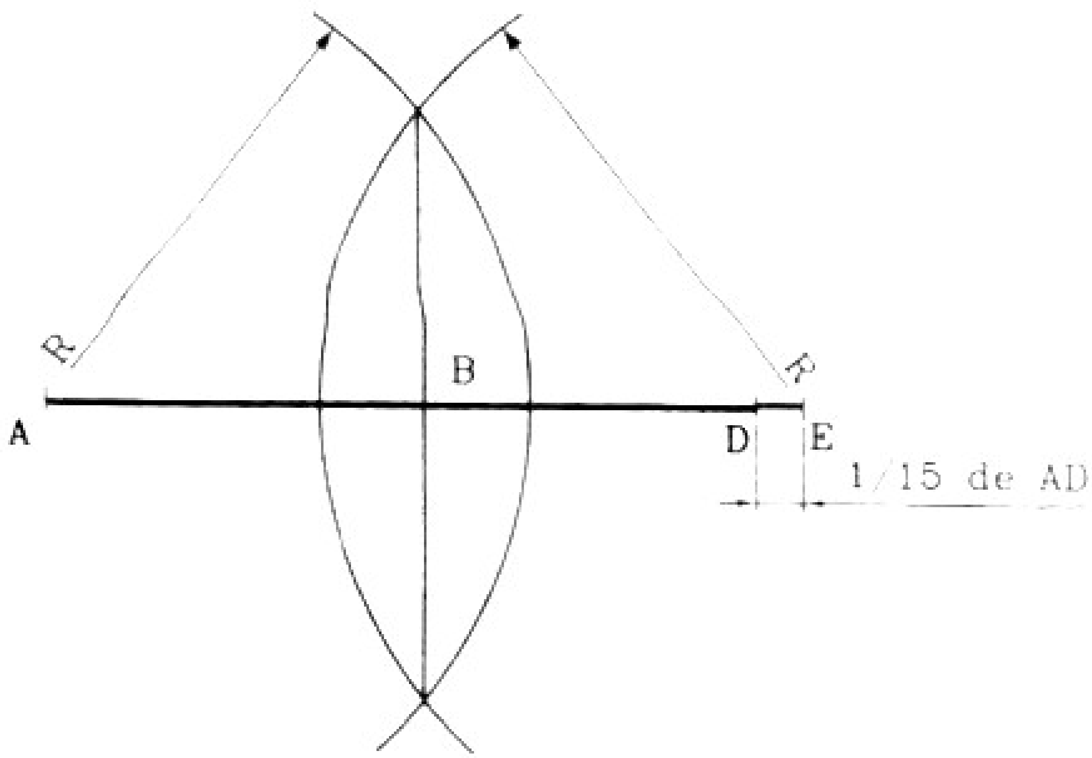
On demande de diviser un segment AD en quinze parties égales.



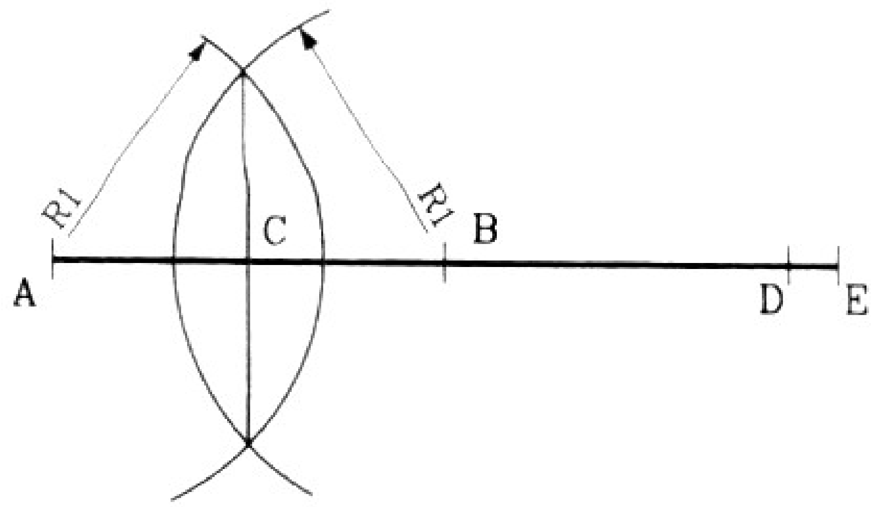
MÉTHODE

Le traceur calcule la quinzième partie du segment, ajoute la valeur trouvée au segment de droite et partage la longueur totale en seize parties égales en traçant des médiatrices.

Le traceur calcule la quinzième partie du segment, ajoute la valeur trouvée au segment de droite. Il trace ensuite la médiatrice au segment AE. Il obtient le point B milieu du segment AE.



Le traceur recommence l’opération pour les segments AB et BE et ainsi de suite jusqu’à l’obtention des seize divisions. Le segment AD est alors divisé en quinze parties égales.



TRACÉS D'ANGLES

CONTRAT

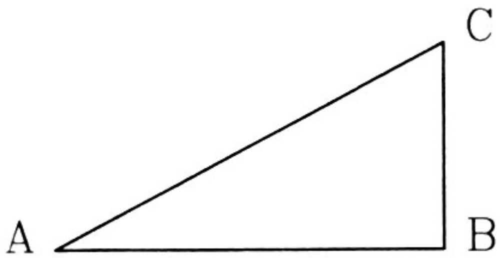
Tracer un angle de 27,5°

MÉTHODE

Utilisation du rapport trigonométrique : tangente d'un angle.

Dans un triangle rectangle, la tangente d'un angle aigu est le quotient du côté opposé à cet angle sur le côté adjacent.

Exemple :



$$\boxed{\text{tg } \hat{A} = BC / AB}$$

Le traceur s'impose une valeur AB, multiple de 100, pour faciliter les calculs. Il détermine ainsi le côté BC.

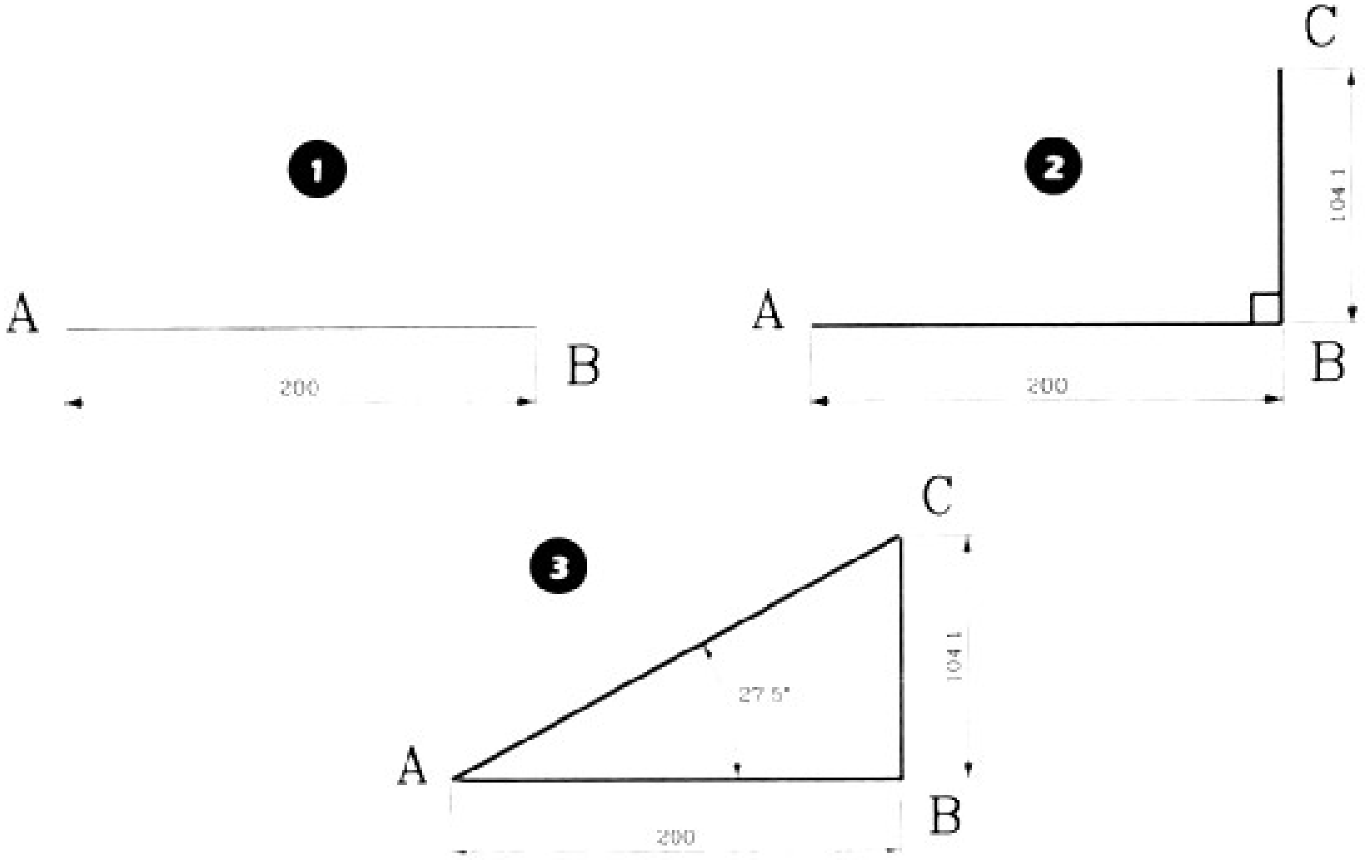
$BC = AB \times \text{tg } \hat{A}$ $\hat{A}$ = angle à tracer

Résolution du problème :

Le traceur s'impose AB = 200 (1) $\hat{A} = 27{,}5°$
Ensuite le traceur calcule BC et le porte perpendiculairement à l'extrémité B(2). En joignant AC, il obtient l'angle recherché (3).

$$BC = 200 \times \text{tg } 27{,}5° \qquad \text{tg } 27{,}5° = 0{,}5205....$$

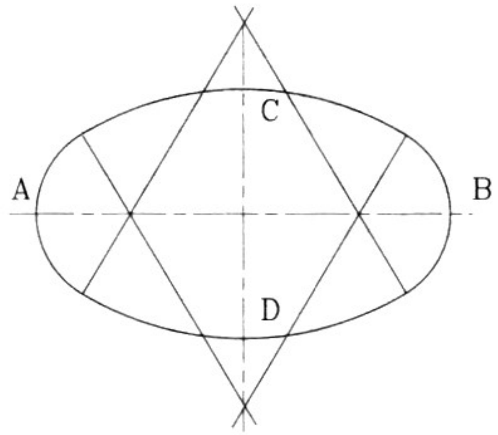
$$BC = 200 \times 0{,}5205.... = 104{,}1 mm$$


1
A
B
200
2
C
104.1
A
B
200
3
C
104.1
27.5°
A
B
200

TRACES D'OVALES (de l'anse de panier)

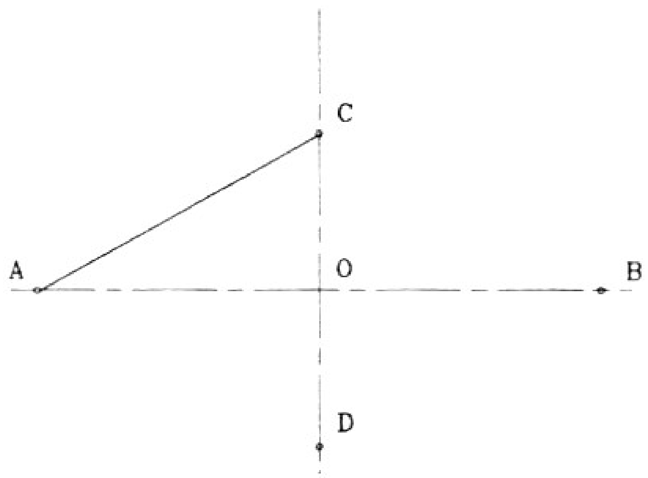
CONTRAT

Tracer un ovale connaissant ses deux axes (AB et CD). par la méthode dite de l'« anse de panier ».

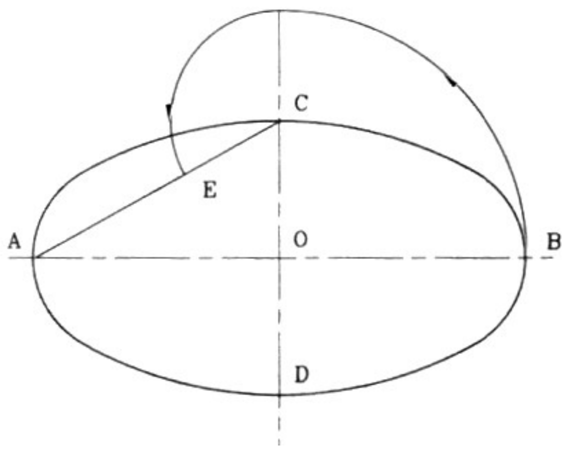


MÉTHODE

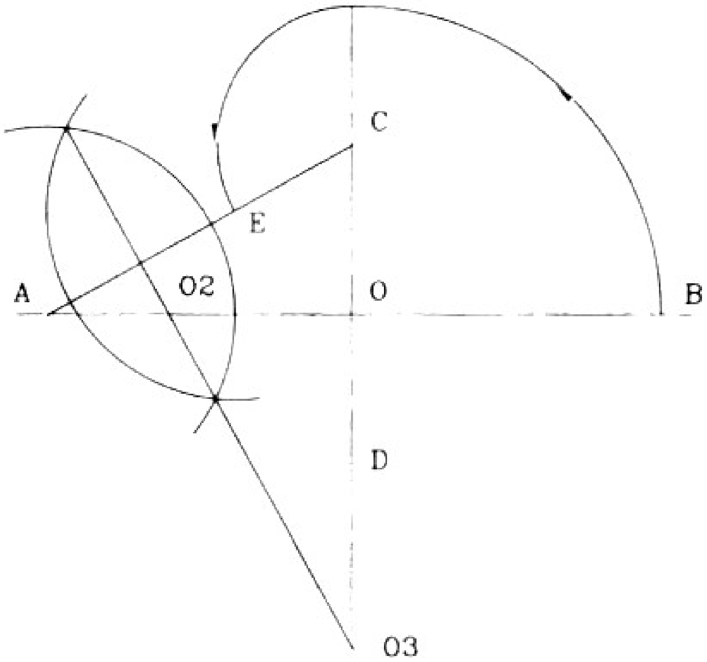
1. Joindre les extrémités A et C des deux axes.



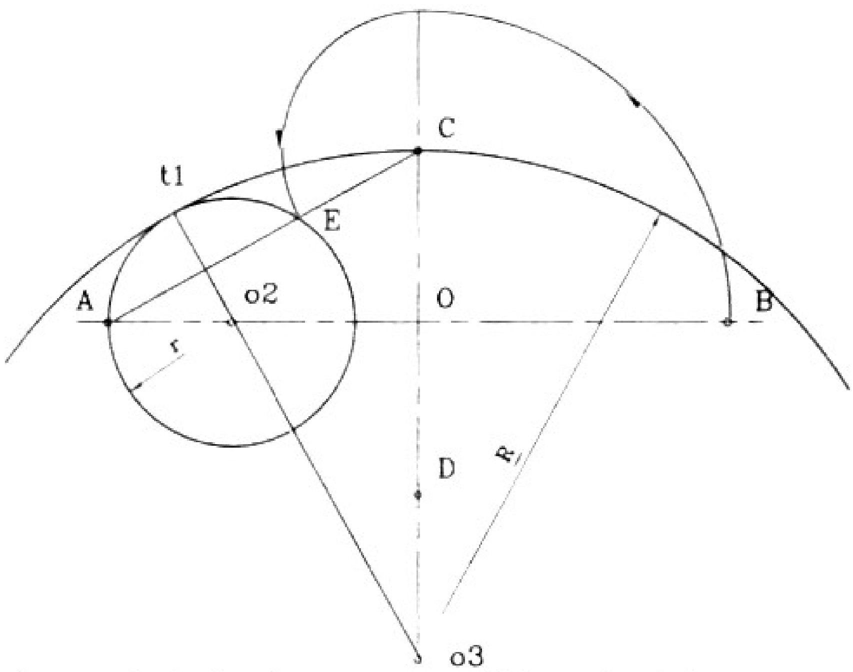
2. Enlever à AC, à partir de C, la différence des deux demi-axes.



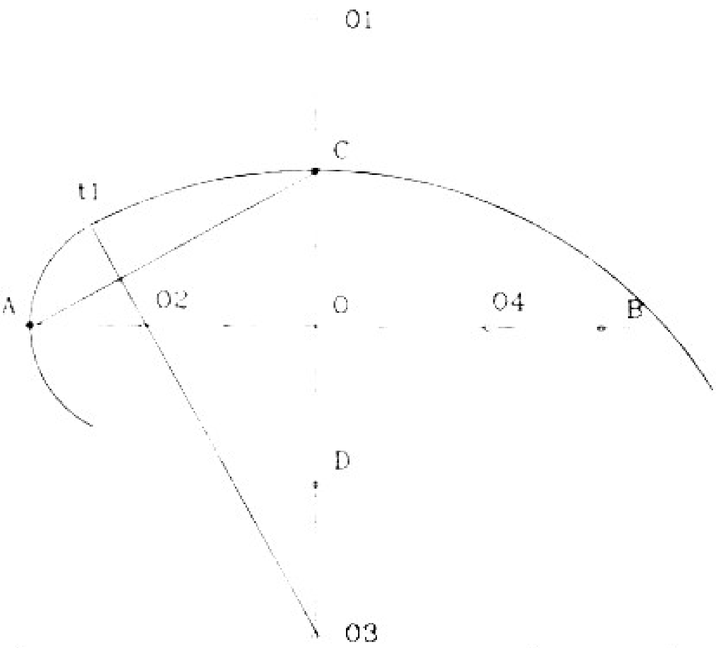
3. Tracer la médiatrice du segment AE. Cette médiatrice coupe les deux axes en 02 et 03.
   02 et 03 sont les centres des arcs de cercles de l'ovale.

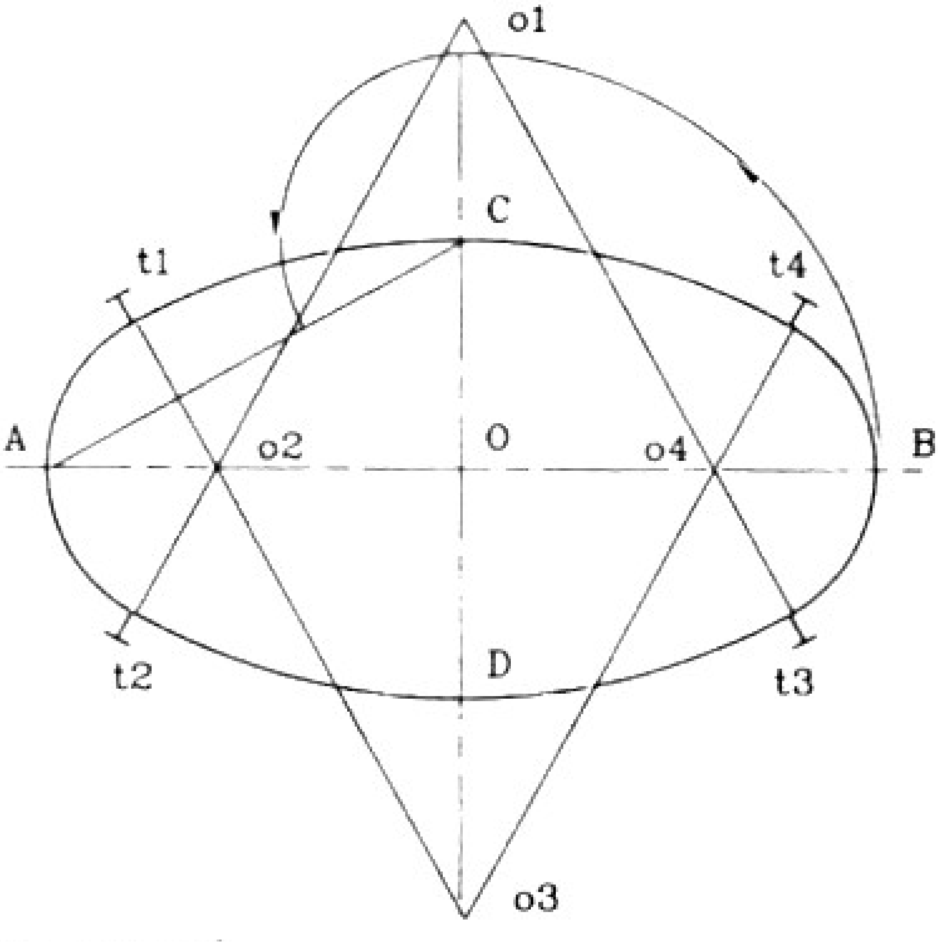


4. Le point de tangence T1 est obtenu en joignant les centres 03-02.

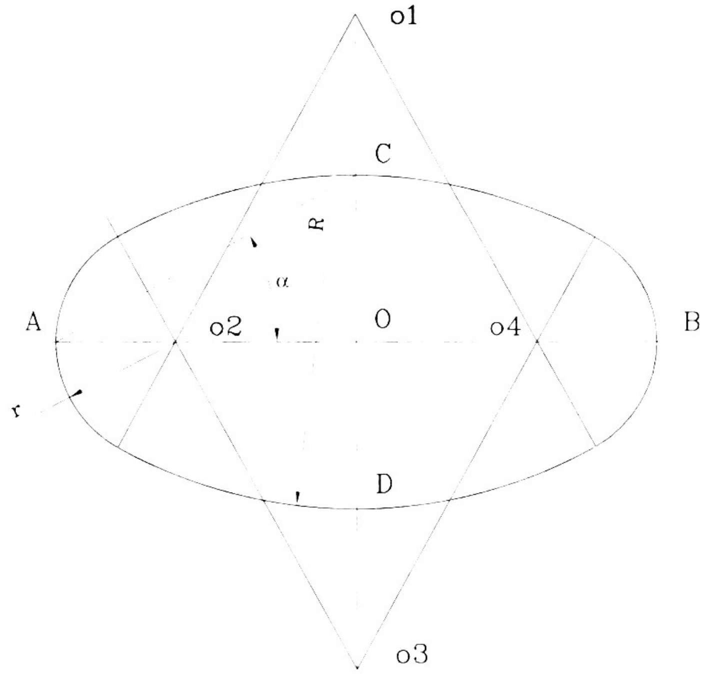


5. Les deux autres centres et les points de tangence sont obtenus par symétrie.





CALCUL DU PÉRIMÈTRE D'UN OVALE (MÉTHODE DE L'ANSE DE PANIER)



Données: - grand axe = 2a
- petit axe = 2b

Formules :

Tg α = b / a α : (en degrés)

$$R = \frac{\sqrt{a^2 + b^2} + (a - b)}{2 \sin \alpha} \qquad r = \frac{\sqrt{a^2 + b^2} + (b - a)}{2 \cos \alpha}$$

Longueur de ovale :

$$L = [2\,(R \,.\, \pi \,.\, 2\,\alpha) / 180] + [2\,(r \,.\, \pi \,.\, 2\,(90 - \alpha)) / 180]$$

Application numérique :

Exemple :

grand axe = 200 mm   petit axe = 120 mm

$$\tan \alpha = 60 / 100 = 0{,}6 \longrightarrow \alpha = 30{,}963\,756...^\circ$$

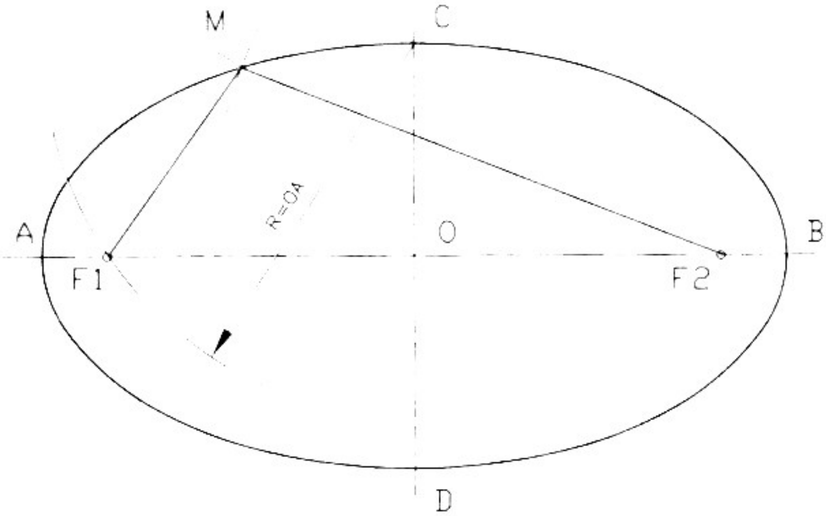
$$R = \frac{\sqrt{100^2 + 60^2} + (100 - 60)}{2 \sin (30{,}963\,756^\circ..)} \qquad R = 152{,}2 \text{ mm}$$

$$r = \frac{\sqrt{100^2 + 60^2} - (60 - 100)}{2 \cos (30{,}963\,756^\circ..)} \qquad r = 44{,}7 \text{ mm}$$

$$L = [2 \cdot 152{,}2 \cdot \pi \cdot (4 \cdot 30{,}964) / 180] + [2 \cdot 44{,}7 \cdot \pi \cdot (2 \cdot (90 - 30{,}964)) / 180] = \text{[illegible]}$$

TRACÉS DE L'ELLIPSE

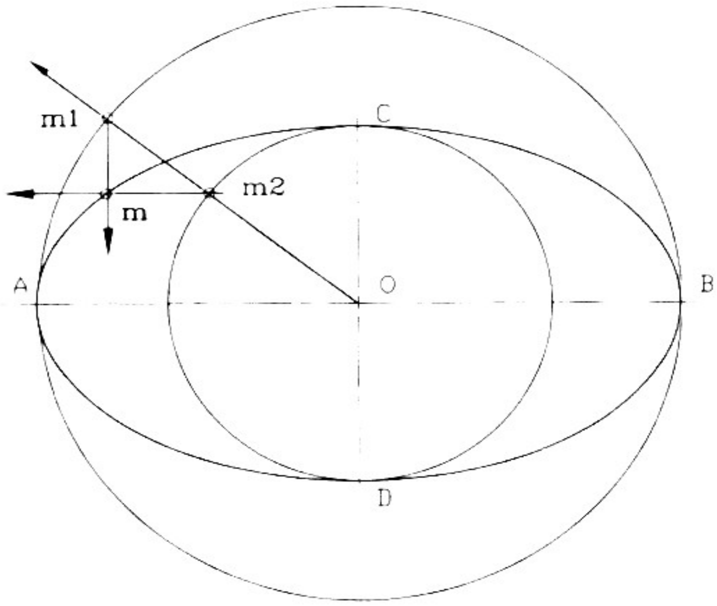
Méthode des foyers :



L'ellipse est le lieu géométrique des points dont la somme des distances à deux points F1 -F2, nommés foyers, est constante (égale au grand axe (AB)).
L'ellipse est une courbe plane fermée, symétrique par rapport à deux axes perpendiculaires (AB) $\perp$ (CD).

$$F1M + F2M = AB$$

Méthode des cercles concentriques :



Calcul du périmètre d'une ellipse :

Les formules qui suivent permettent d'obtenir une longueur approchée
Dans ces formules :

a = demi-grand axe
b = demi-petit axe.

1. L = 2b . f ; f dépend du rapport a / b.

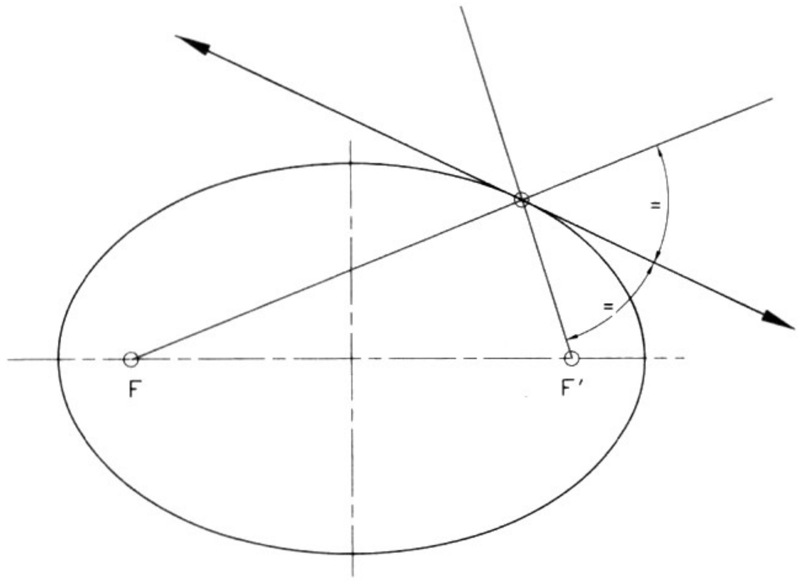
a/b	f	a/b	f	a/b	f	a/b	f
1,000	3,141 6	1,090	3,284 5	1,900	4,665 7	2,800	6,308 8
1,010	3,157 3	1,100	3,300 5	2,000	4,844 2	2,900	6,495 3
1,020	3,173 2	1,200	3,462 9	2,100	5,024 0	3,000	6,682 4
1,030	3,188 9	1,300	3,628 2	2,200	5,204 9	3,100	6,870 1
1,040	3,204 7	1,400	3,796 1	2,300	5,386 8	3,200	7,058 2
1,050	3,220 6	1,500	3,966 4	2,400	5,569 6	3,300	7,246 9
1,060	3,236 5	1,600	4,138 6	2,500	5,753 3	3,400	7,435 9
1,070	3,252 5	1,700	4,312 7	2,600	5,937 8	3,500	7,625 4
1,080	3,268 5	1,800	4,488 5	2,700	6,123 0	3,600	7,815 3

2. L = PI . f (a + b) dans laquelle f dépend du rapport (a - b) / (a + b)

(a-b)/(a+b)	f	(a-b)/(a+b)	f	(a-b)/(a+b)	f	(a-b)/(a+b)	f
0,0	1,000	0,3	1,022 6	0,6	1,092 2	0,9	1,216 0
0,1	1,002 5	0,4	1,040 4	0,7	1,126 8	1	1,273 2
0,2	1,010 0	0,5	1,063 5	0,8	1,167 8		

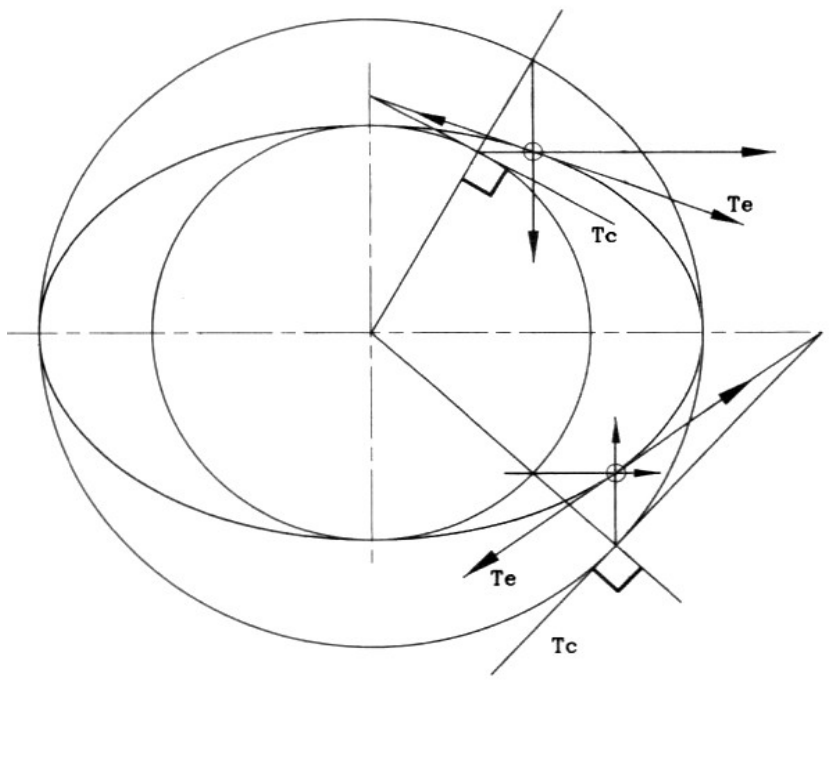
TRACÉS DE TANGENTES À L'ELLIPSE

Méthode des foyers



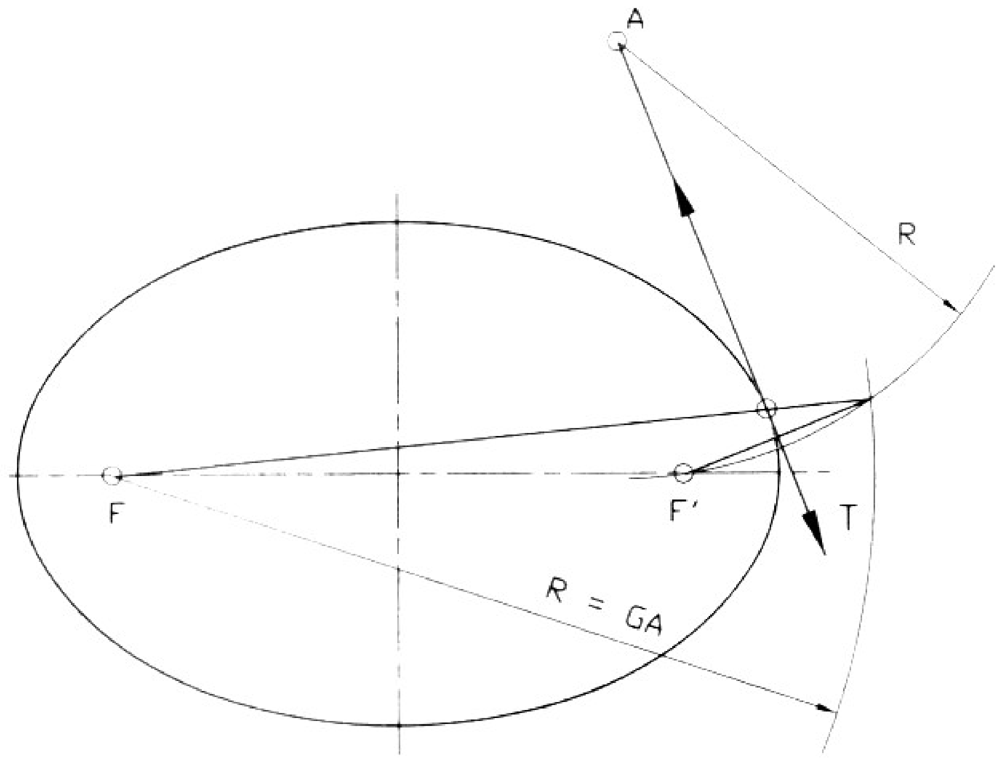
Le point est situé sur 'ellipse. La tangente extérieure à l'ellipse est la bissectrice extérieure de l'angle formé par les deux rayons focaux.

Méthode des cercles concentriques



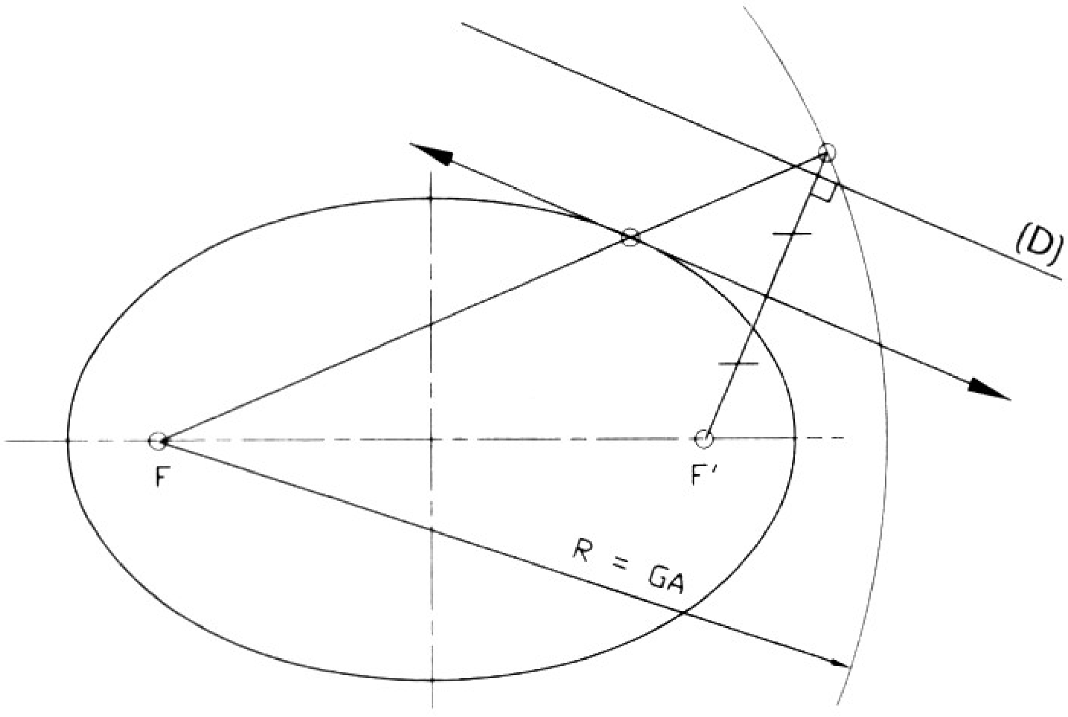
Le point est situé sur l'ellipse.
Tc = tangente au cercle
Te = tangente â l'ellipse

Par un point extérieur à l'ellipse.



GA = grand axe

Parallèle à une droite extérieure à l'ellipse.

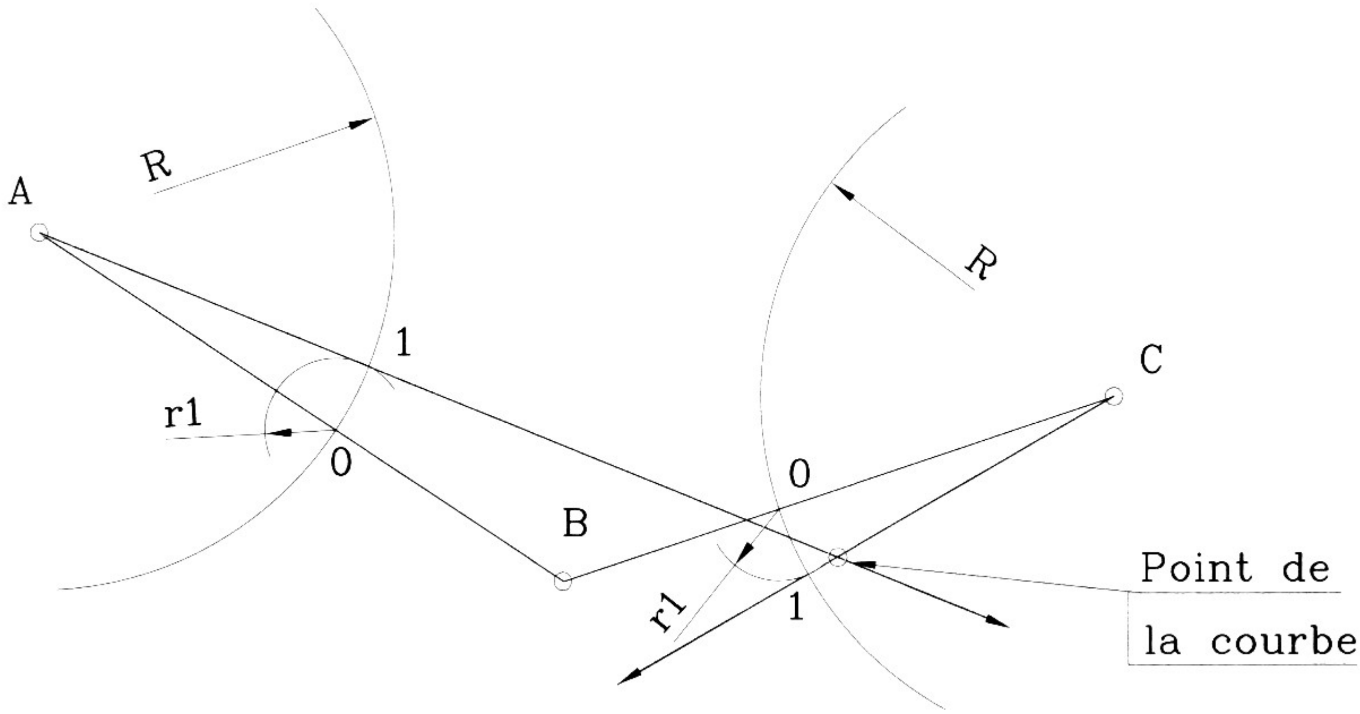


TRACÉS D'ARCS DE CERCLES DE CENTRE INACCESSIBLE

Contrat

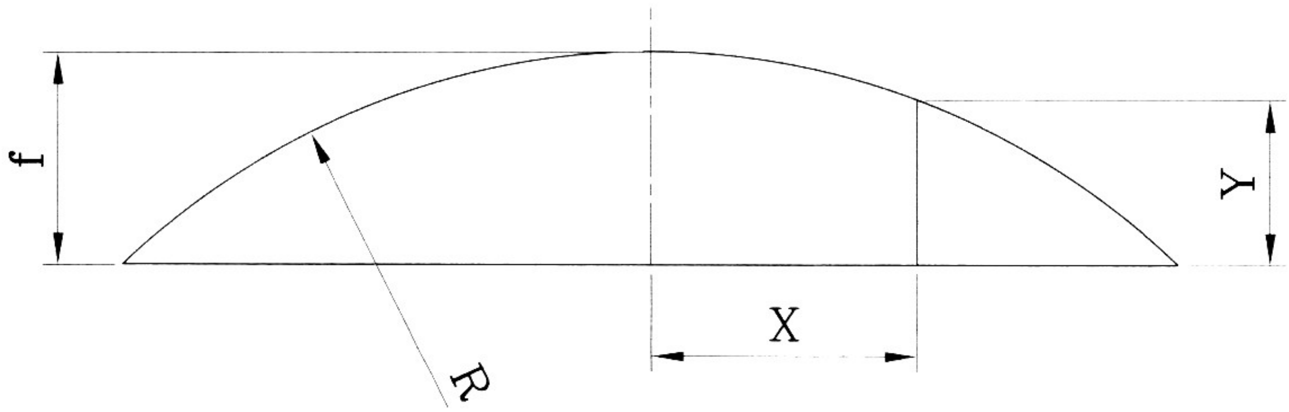
Tracer un arc de cercle passant par les points (A), (B) et (C).

Méthode graphique



R est quelconque, mais doit être le plus grand possible pour une meilleure précision. r1 est variable, à employer autant de fois que l'on souhaite de points.
L'intersection des droites Al et Cl donne un point de la courbe.

Méthode par calcul, connaissant la corde, la flèche et le rayon



$$\boxed{Y = \sqrt{R^2 - X^2} - (R - f)}$$

EXERCICE 8

CONTRÔLE TRAÇAGE
LES CONSTRUCTIONS GEOMETRIQUES

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier l'acquisition des constructions géométriques :
  - Perpendiculaires.
  - Constructions d'angles

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Complétez le document. Au compas et à la règle :
  - suivre les instructions
  - laisser les constructions
- Le travail doit être soigné

__NOTA__ : Documents à caractères pédagogiques.
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

1. ⊥ *Elevée au milieu d'un segment AB = 70 mm*

A *B*

2. ⊥ *abaissée sur AB et passant par 1 point C*

x C

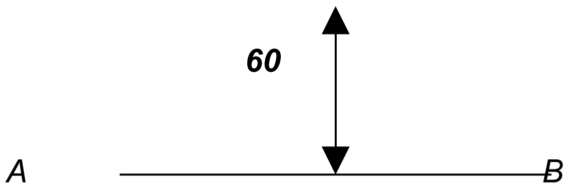
A *B*

3. ⊥ *élevées aux extrémités d'un segment que l'on ne peut pas prolonger (2 méthodes)*

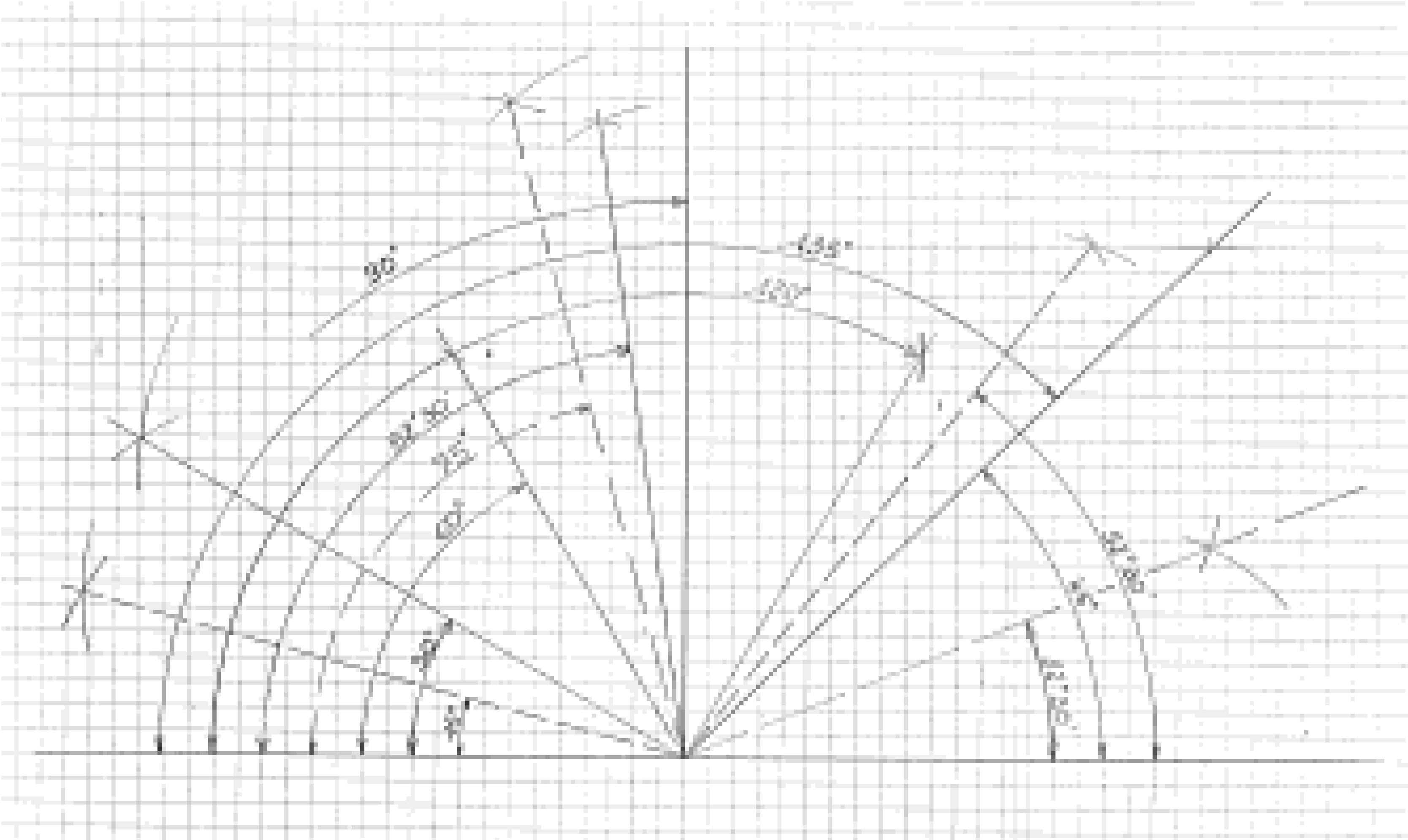
A *B*

4. *// menée par un point extérieur C*

5. *// menée à une distance donnée ➔ 60 mm*



6. *Diviser le segment AB en 5 parties égales*



ANGLES REMARQUABLES

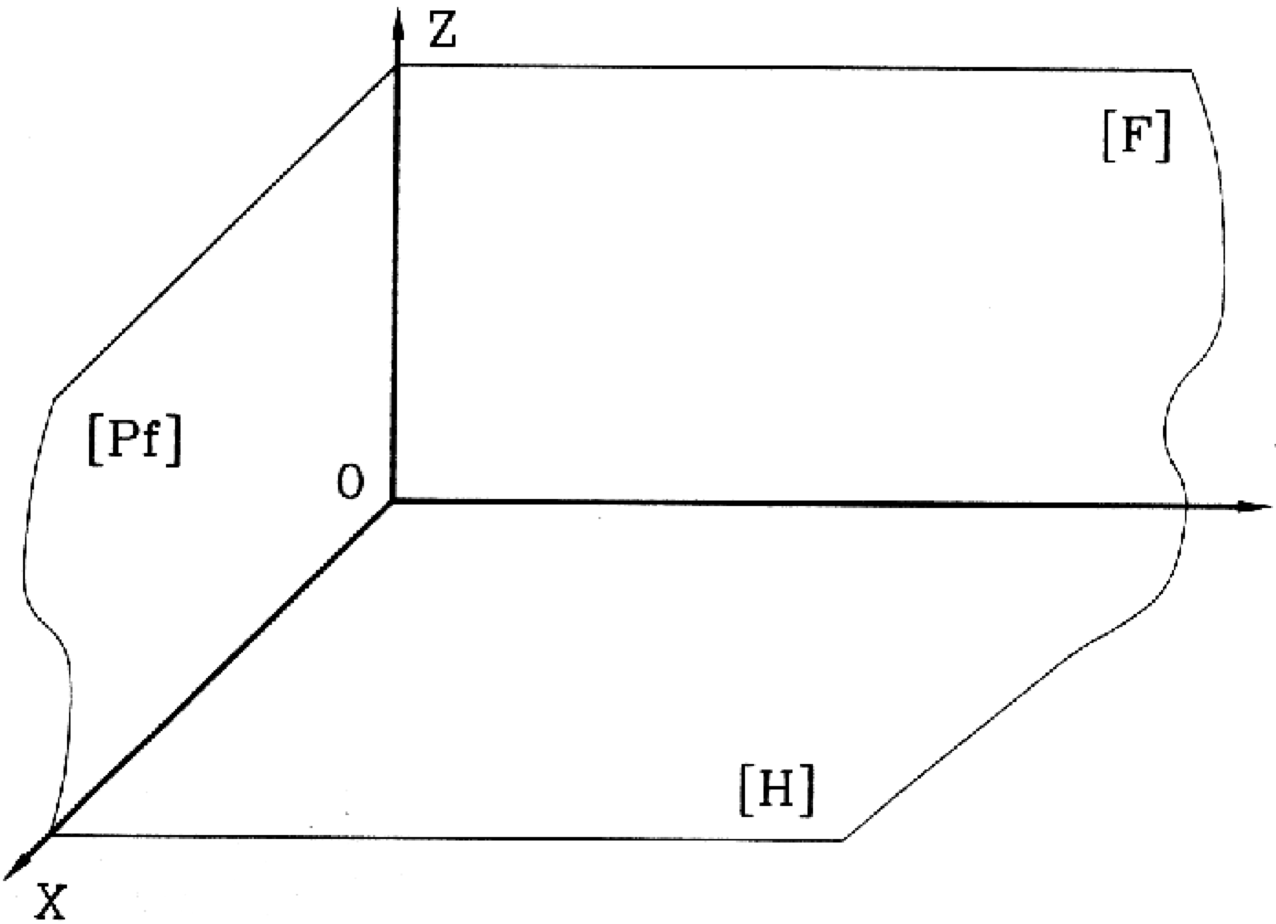
NOTIONS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

En géométrie descriptive, mais aussi en traçage graphique ou en dessin technique, on utilise les projections orthogonales, c'est-à-dire que les points de différents objets sont projetés perpendiculairement des plans de projection. Un plan de projection est une surface imaginaire plane illimitée.

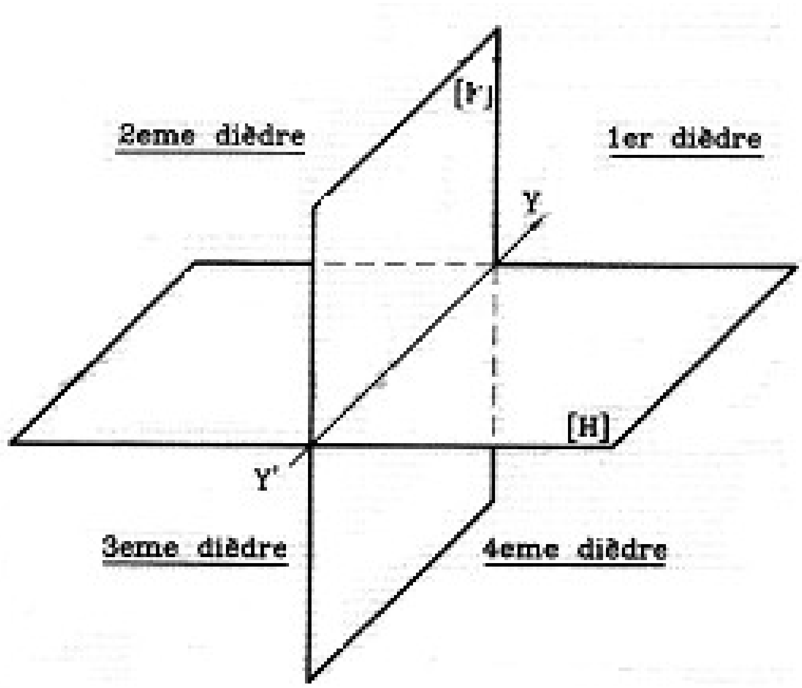
Représentation dans l'espace

Il y a 3 principaux plans de projection qui sont :
- Le plan horizontal XOY que l'on désigne par (H)
- Le plan frontal YOZ que l'on désigne par (F)
- Le plan de profil XOZ que l'on désigne par (Pf).

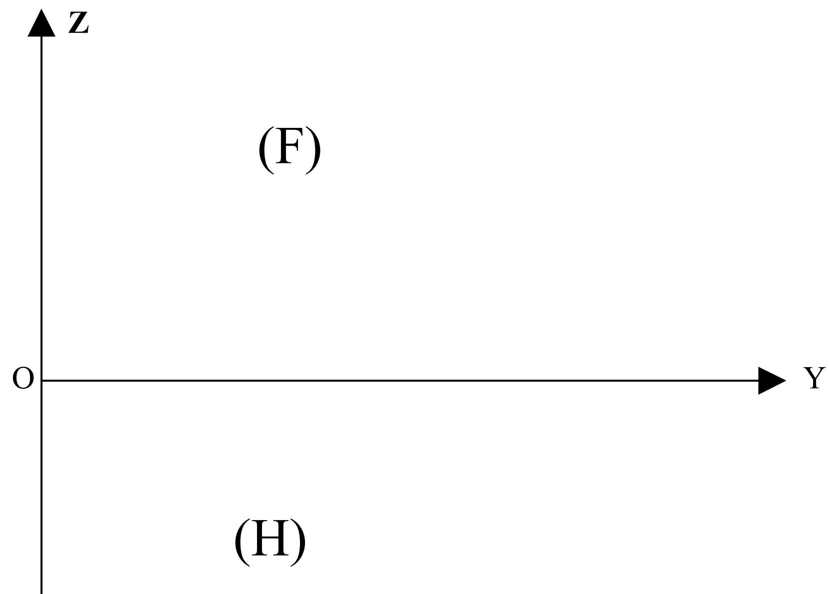
Ces plans sont perpendiculaires entre eux, ils forment un référentiel OXYZ.



Les traceurs, les dessinateurs se réfèrent le plus souvent aux deux premiers plans qui partagent l’espace en quatre dièdres.
Un dièdre est l’angle formé par deux plans. On travaille généralement dans le premier dièdre.



Comme les épures sont construites sur une surface plane, on suppose que le plan frontal est rabattu sur le plan horizontal. Cela donne la représentation suivante.



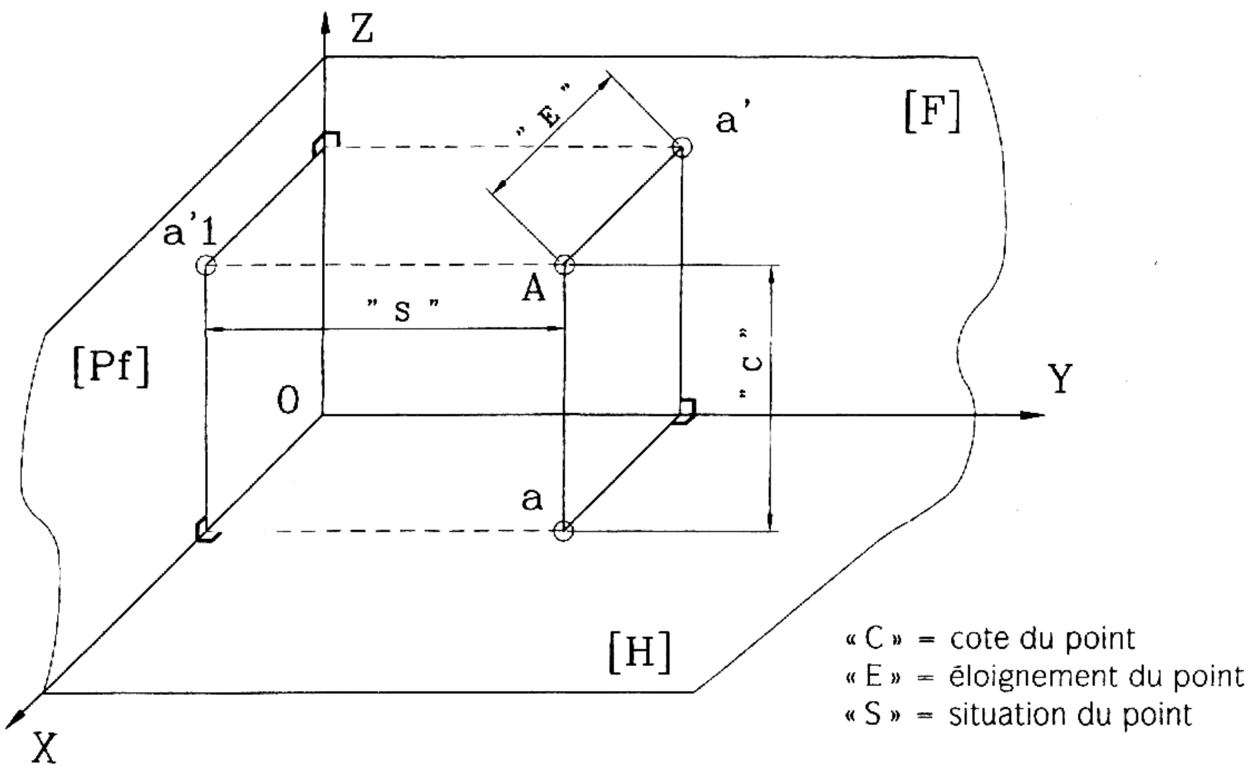
Projection d'un point

Un point A dans l'espace se projette perpendiculairement par rapport aux plans de projection.

L «'impact» sur le plan [F] se nomme projection frontale, il est désigné par « a'».
L «'impact» sur le plan [H] se nomme projection horizontale, il est désigné par «a ».

La droite qui joint la projection frontale « a'» à la projection horizontale «a » est nommée « ligne de rappel».
Elle est perpendiculaire à l'axe 0Y.

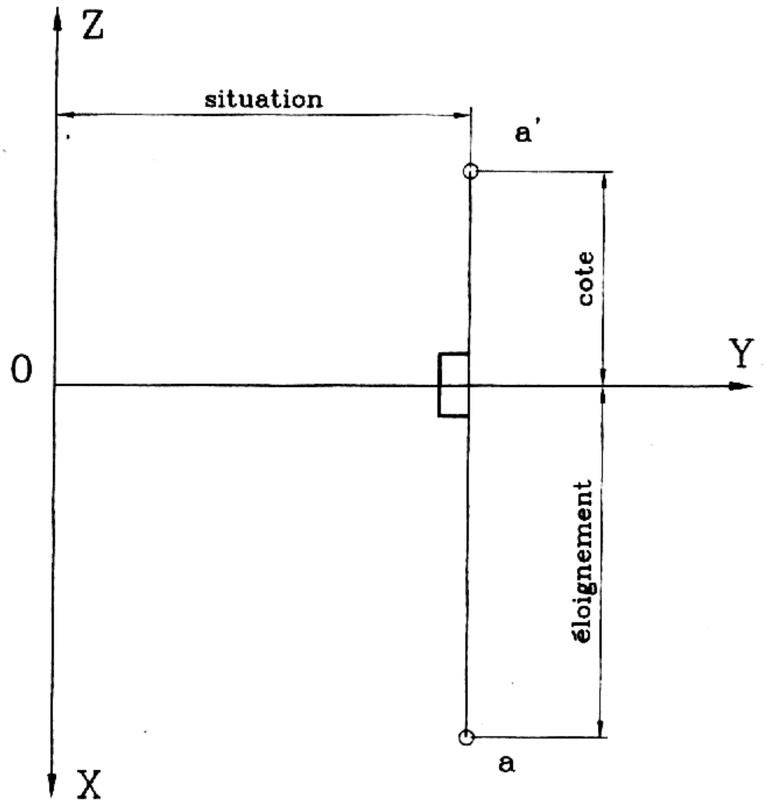
Conventions



La **« COTE »** d'un point, distance qui sépare le point du plan horizontal [H], se lit dans le plan frontal [F] (Direction des Z) .

L'**«ELOIGNEMENT »** d'un point, distance qui sépare le point du plan frontal [F] , se lit dans le plan horizontal [H] (Direction des X).

La **« SITUATION » ,** distance qui sépare le point du plan de profil [Pf] , est lue dans le sens des Y.


Z
situation
a'
cote
Y
0
éloignement
a
X

LE POINT

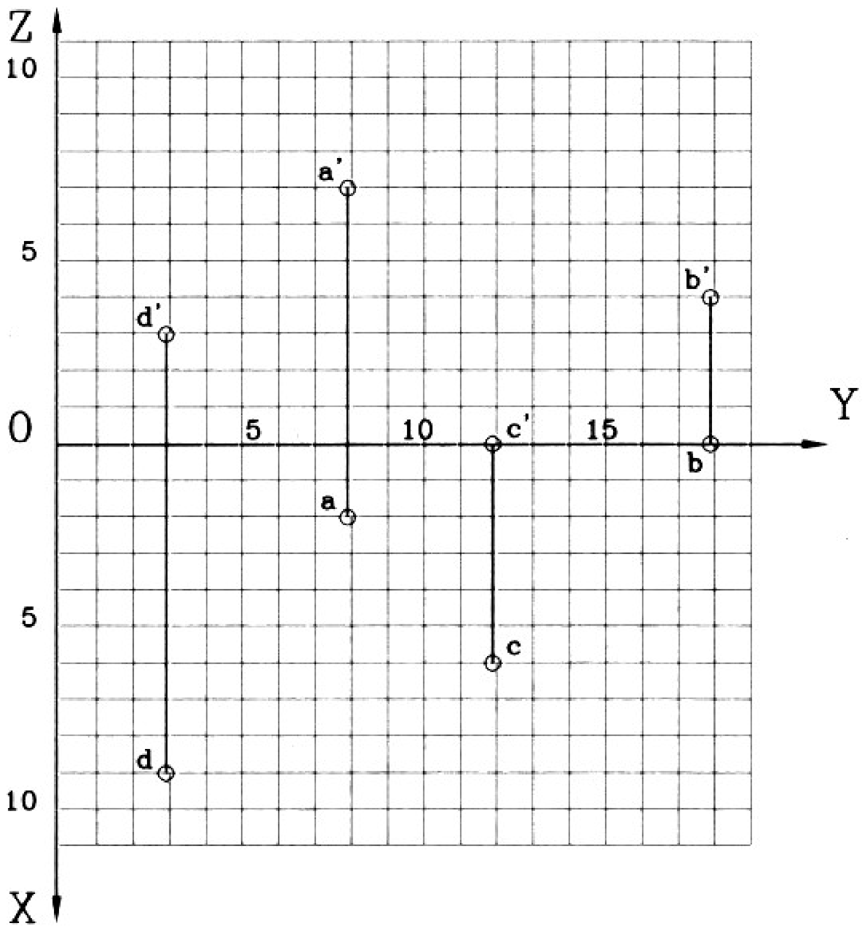
Un point dans l'espace sera désigné par une lettre majuscule, suivi ou non de ses coordonnées x,y,z entre parenthèses.

Exemples:

A ⟶ point A (non défini par ses coordonnées).
B(0,2,3) ⟶ point B de coordonnées: xB = 0 ; yB = 2 ; zB= 3

On peut aussi appeler le point A de cette façon : A (a' a)

Représentation du point sur l'épure

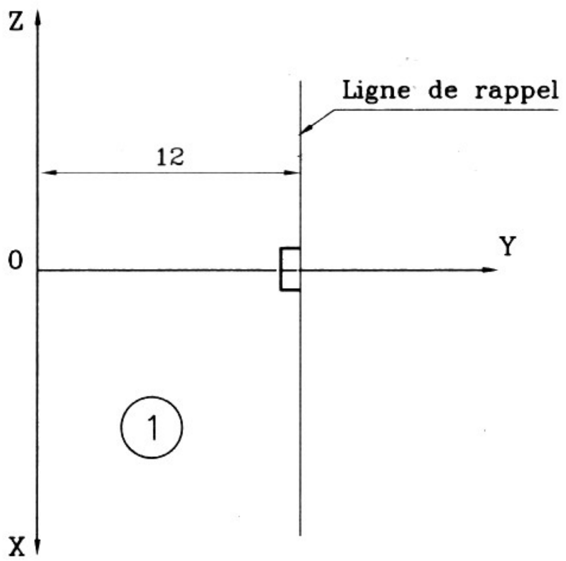


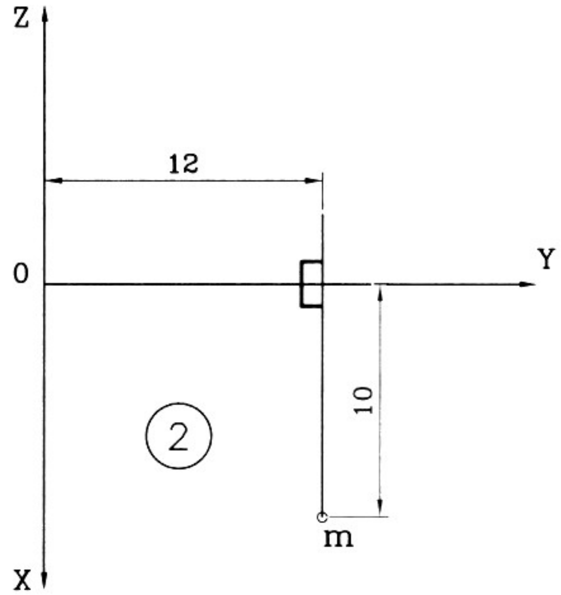
Points	Coordonnées		
Repère	X	Y	Z
A	2	8	7
B	0	18	4
C	6	12	0
D	9	3	3

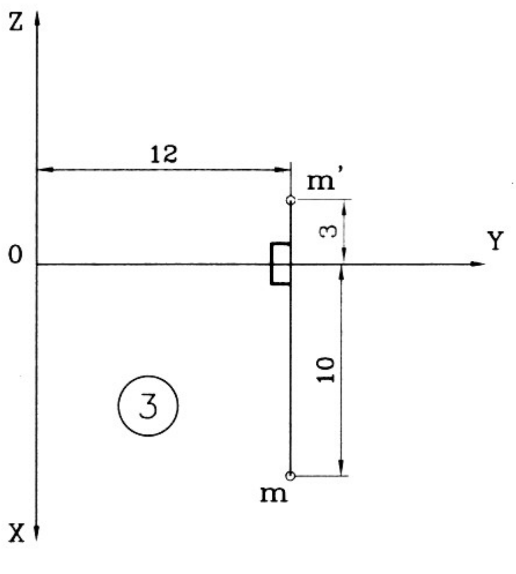
CONTRAT

Un point M est défini par ses coordonnées. Positionner ce point sur l'épure. M (10, 12, 3)

MÉTHODE







En **(1)** le traceur positionne sur le référentiel une ligne de rappel perpendiculaire à l'axe (OY) distante de 12 unités du point O.

En **(2),** il porte sur cette ligne de rappel un éloignement (X) de 10 unités qui situe la projection horizontale m.

En **(3)**, il porte sur cette même ligne de rappel une cote (Z) de 3 unités qui situe la projection frontale m'.

EXERCICE 9

NOTIONS DE GEOMETRIES DESCRIPTIVES
LES PROJECTIONS

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier l'acquisition des bases de géométrie descriptive

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Comment se nomme l'intersection de 2 plans de projections ?
- Sur quelle projection peut-on mesurer un éloignement ?
- Les plans de projection :

Désignation ➔ ____

Vue de Face ➔ ____

Vue de dessus ➔ ____

Vue de droite ➔ ____

Vue de gauche ➔ ____

Qu'est-ce qu'une épure ?

NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.
Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

EXERCICE 10
NOTION DE GEOMETRIE DESCRIPTIVE
LE POINT

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- A partir de données permettant de situer un point dans l'espace, vérifier si le stagiaire sait projeter correctement ce point sur un plan.

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Répondre au questionnaire
- Laissez les constructions

NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.
Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

1. ***Qu’est-ce que la côte d’un point ?***

2. ***Où la mesure-t-on sur une épure ?***

3. ***Qu’est-ce que l’éloignement d’un point ?***

4. ***Où mesure-t-on sur une épure ?***

5. ***Faire l’épure sur F’, H, P1, P2 d’un point de l’espace.***

	X	*Y*	*Z*
A	*15*	*30*	*45*

LA DROITE

Une droite dans l'espace sera désignée par une ou deux lettres majuscules indicées ou non entre parenthèses si elle est désignée par deux points.

Exemples:

(D) $\longrightarrow$ droite appelée (d) non définie par deux points
(AB) $\longrightarrow$ droite passant par deux points A et B

Nota :

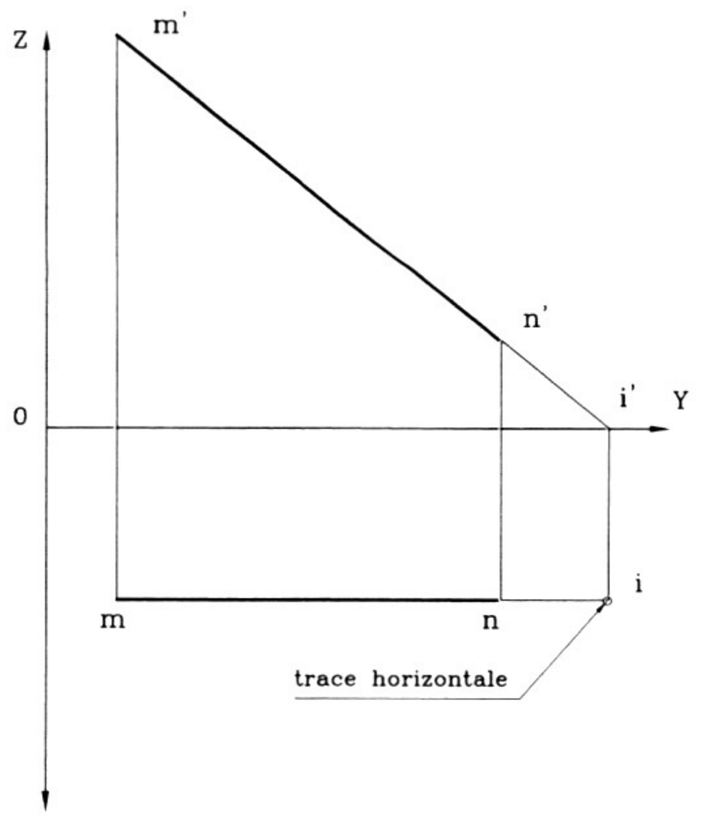
Pour l'épure, on emploie les lettres minuscules entre parenthèses assorties d'un «'» pour la projection frontale.
La projection frontale de (D) sera désignée par (d') ; sa projection horizontale par (d).
On a donc les équivalences de désignations suivantes :

(D) = (d), (d') $\longrightarrow$ droite (D) définie par ses projections
(AB) = (ab), (a'b') $\longrightarrow$ droite (AB) définie par les projections des points A et B

DROITES REMARQUABLES

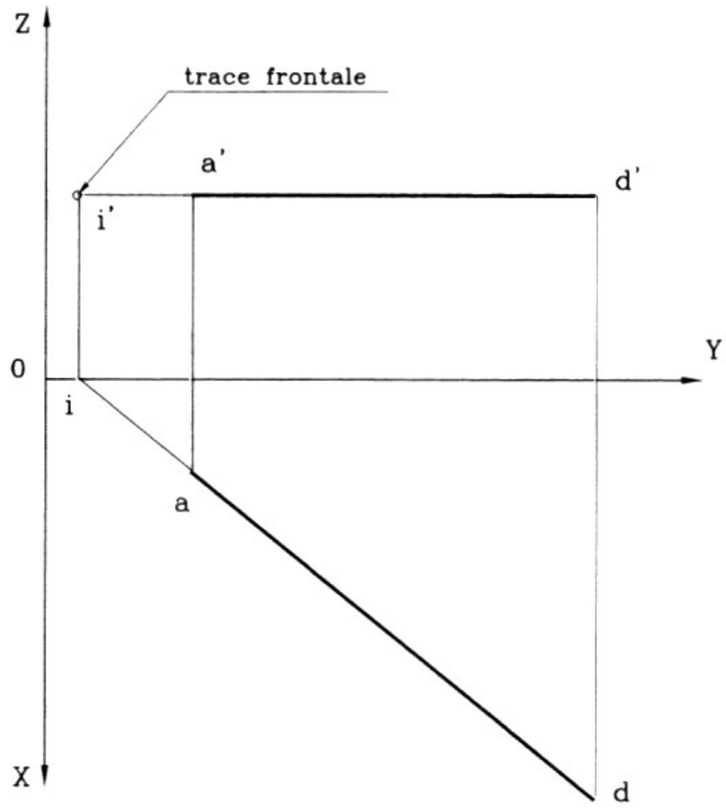
Droite frontale :

Elle est parallèle au plan frontal de projection [OYZ]. Elle est vue en vraie grandeur dans le plan frontal de Projection.
Une droite frontale ne possède pas de trace frontale.



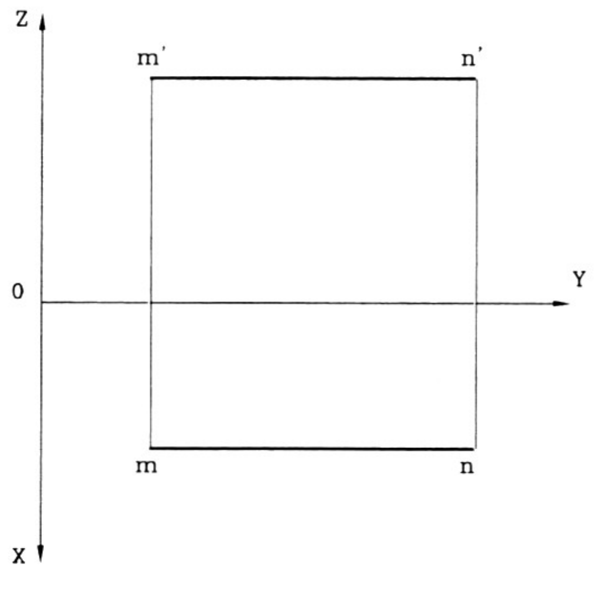
Droite horizontale :

Elle est parallèle au plan horizontal de projection (OXY).
Elle est vue en vraie grandeur dans le plan horizontal de projection.
Une droite horizontale ne possède pas de trace horizontale.



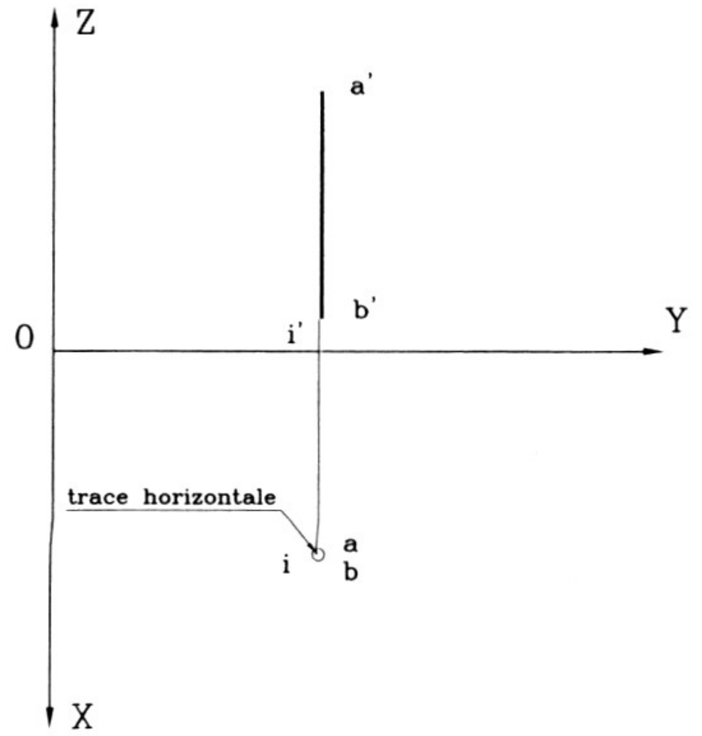
Droite fronto-horizontale :

Elle est parallèle à la fois au plan frontal (OYZ) et au plan horizontal (OXY) de projection.
Elle est vue en vraie grandeur dans ces deux plans de projection.
Une droite fronto-horizontale ne possède ni de trace
frontale, ni de trace horizontale



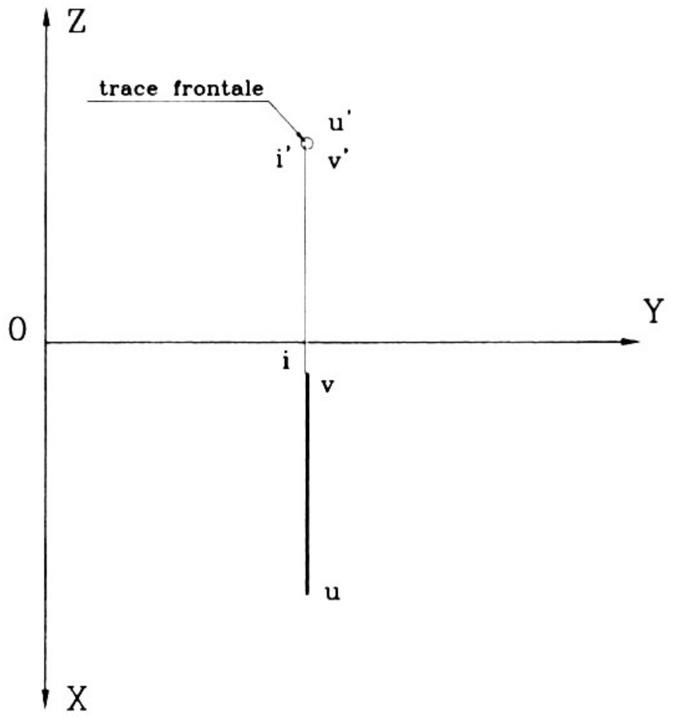
Droite verticale :

Elle est perpendiculaire au plan horizontal de projection (OXY).
Elle est vue en vraie grandeur dans le plan frontal de projection.
Une droite verticale ne possède pas de trace frontale.



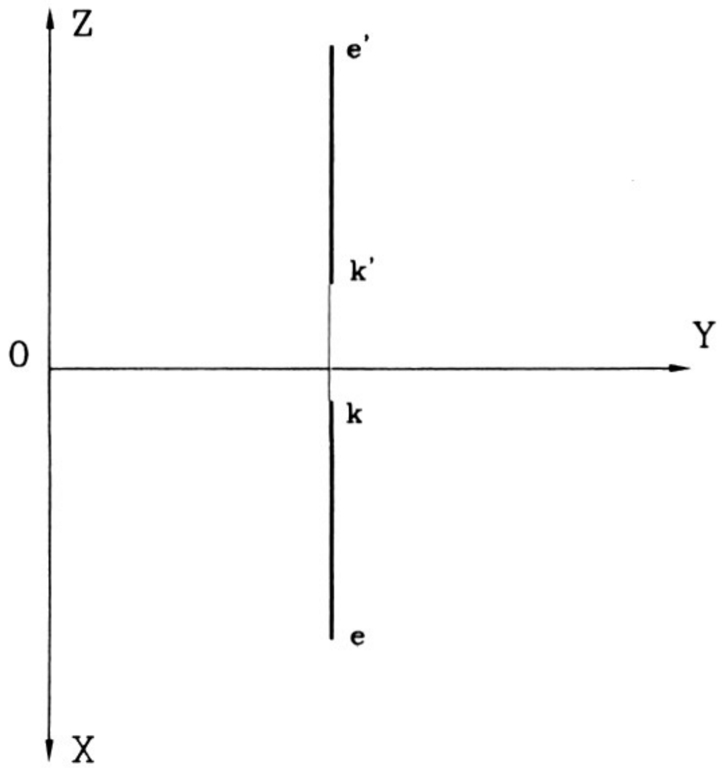
Droite de bout :

Elle est perpendiculaire au plan frontal de projection (OYZ).
Elle est vue en vraie grandeur dans le plan horizontal de projection.
Une droite de bout ne possède pas de trace horizontale.



Droite de profil :

Elle est parallèle un plan de profil.
Elle n’est pas vue en vraie grandeur dans les deux plans de projection (F) et (H).
Les traces d’une droite de profil ne peuvent être obtenues que par un changement de plan.
Une droite de profil ne possède qu’une seule ligne de rappel.



EXERCICE 11
LE SEGMENT

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier si le stagiaire sait reconnaître la position d'une droite dans l'espace et de la nommer.

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

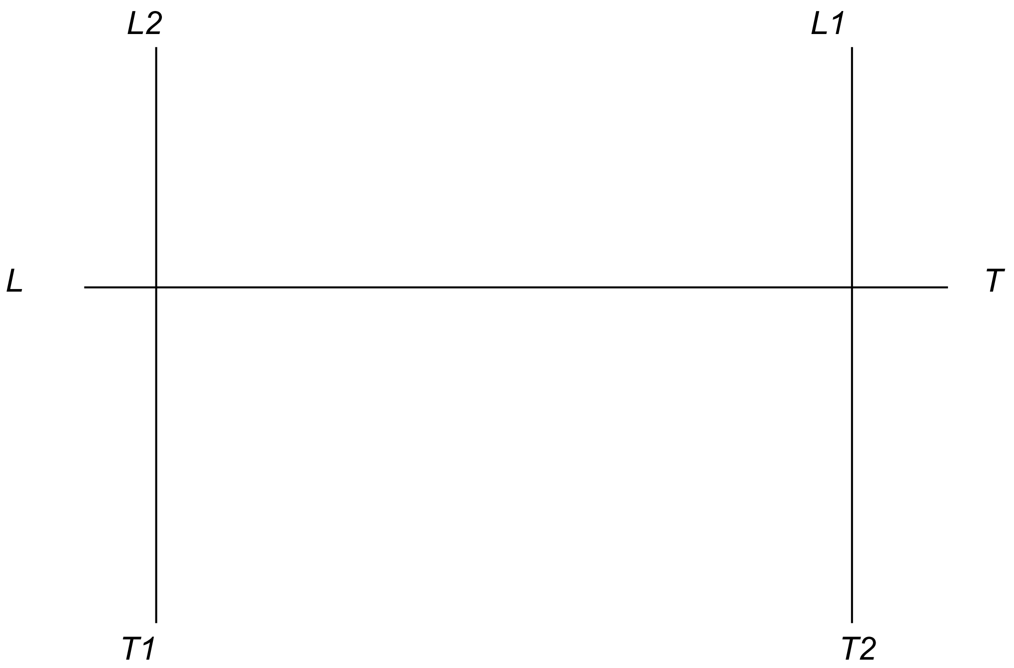
- Répondre aux questions
- Utiliser la bonne terminologie

NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.
Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

Quelle position doit avoir un segment de l'espace pour se projeter en V.G. ?

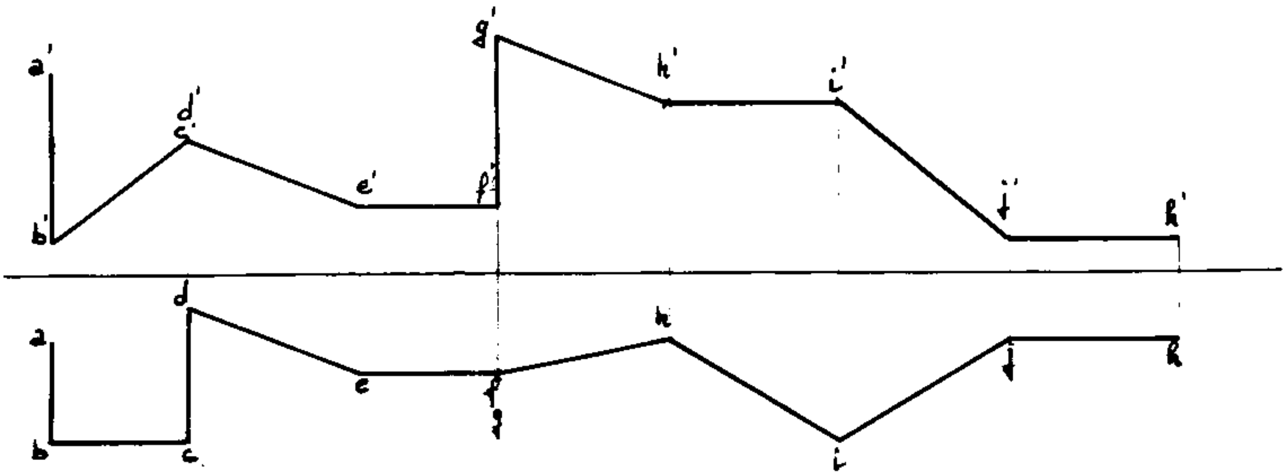
Faire l'épure sur F, H, P1, P2 d'un segment MN de l'espace.

	X	*Y*	*Z*
M	*15*	*20*	*5*
N	*30*	*50*	*25*



Comment appelle-t-on ce segment ?

Donner le nom des différents segments qui constituent la ligne brisée



Indiquer sur les projections celles en V.G

AB Segment______________________

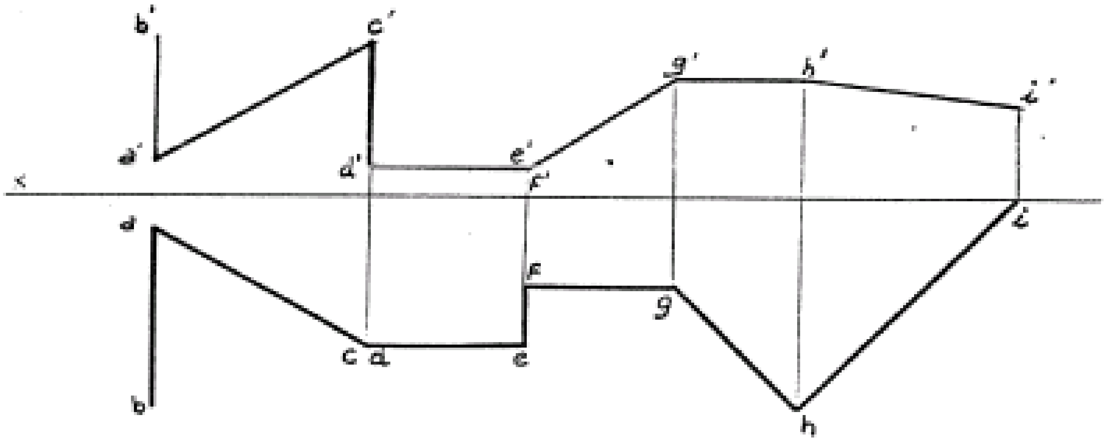
BC ________________________________ FG ______________________________

CD ________________________________GH ______________________________

DE ________________________________HI ______________________________

EF ________________________________JK ______________________________

Voici une ligne brisée. Donnez le nom de chaque segment qui la constitue. **(indiquez sur les projections les vraies grandeurs)**



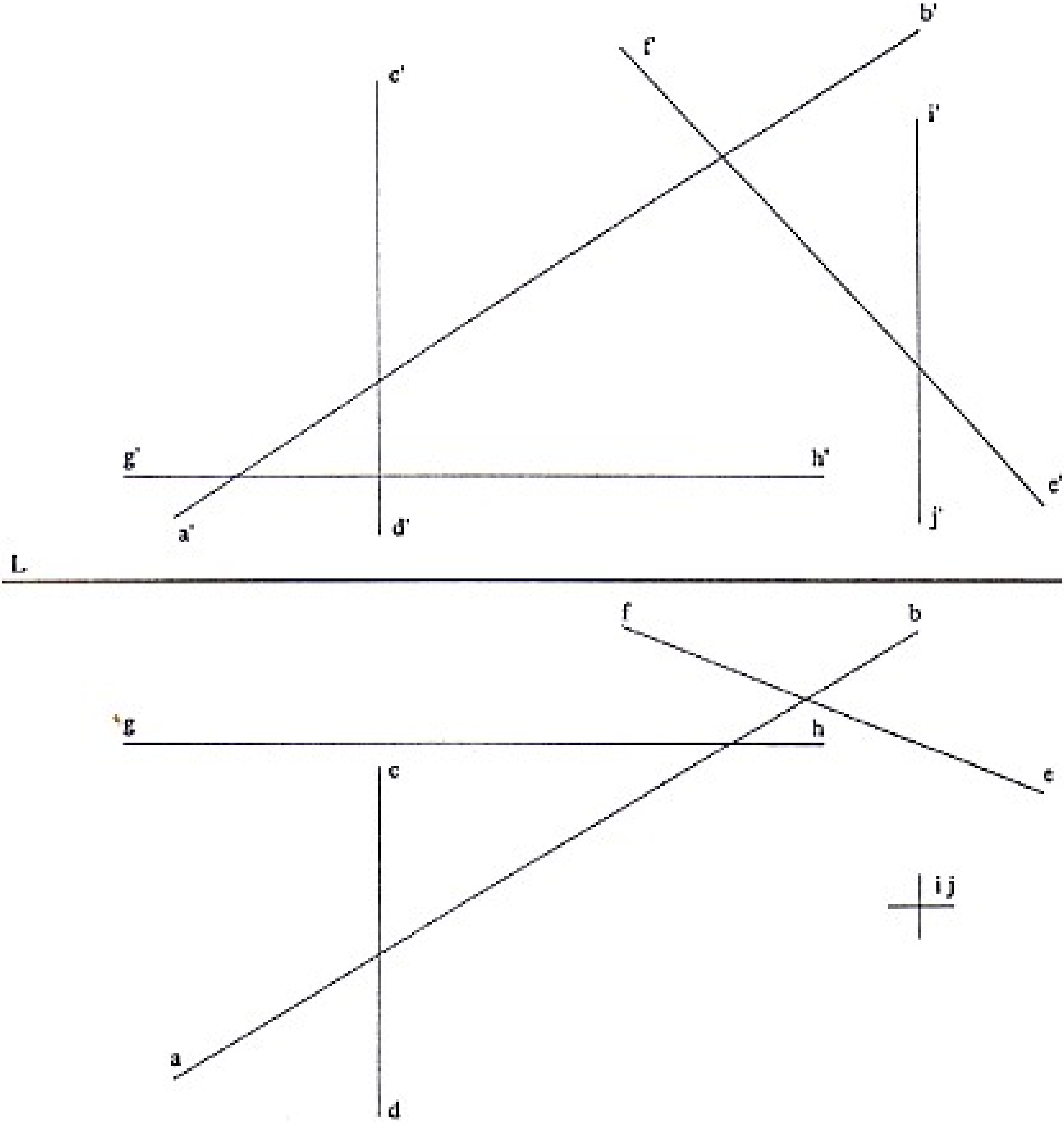
AB ______________________________ EF ____________________________

BC ______________________________ FG ____________________________

CD ______________________________ GH ____________________________

DE ______________________________ HI ____________________________

Exercices d'application :

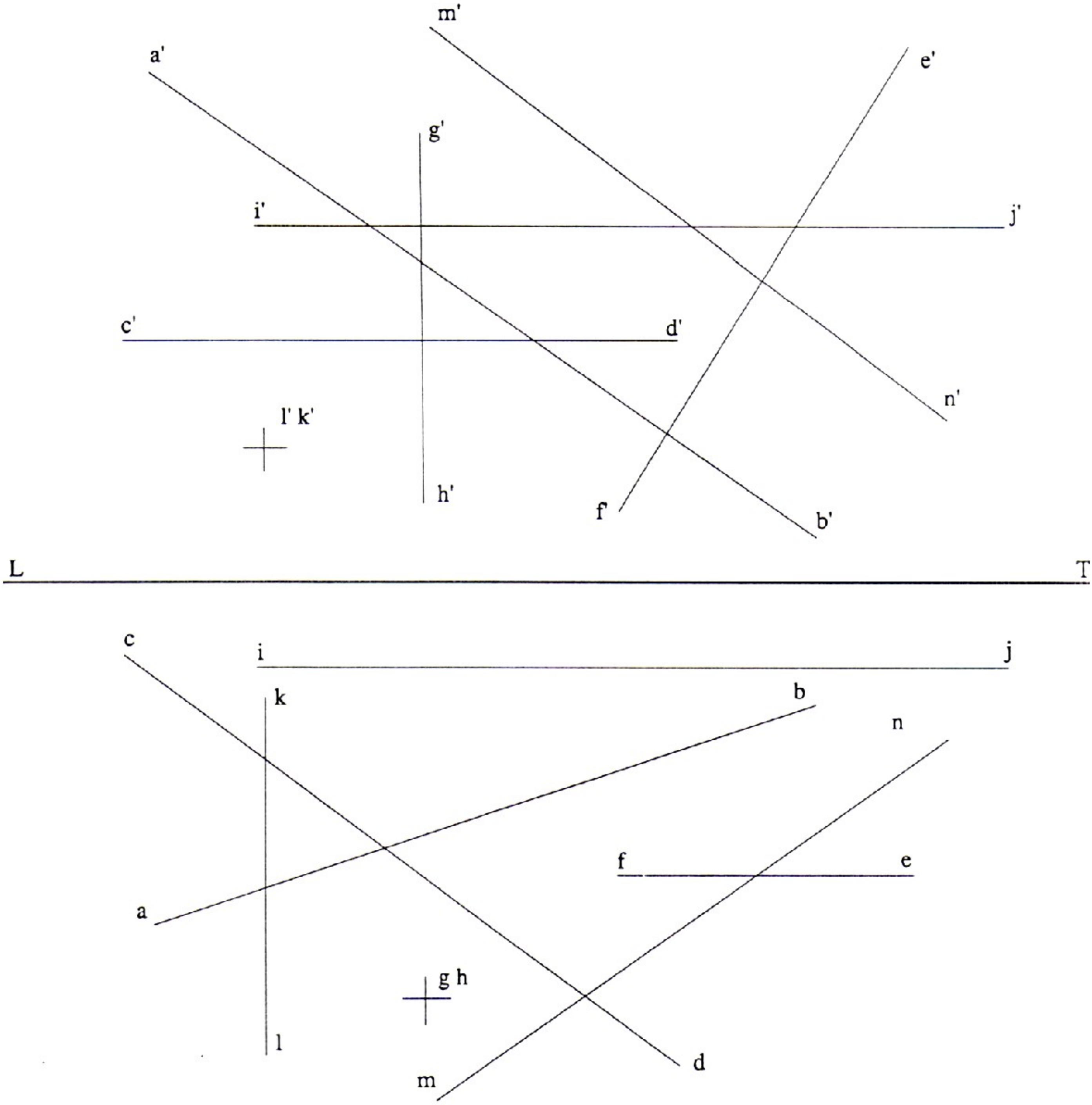


Travail demandé :

Inscrire V.G. (vraie grandeur) pour chacune des droites dans la case correspondant au plan de projection où cette droite est effectivement en V.G.

Indiquer le nom de la droite

	Plan frontal	Plan horizontal	Nom de la droite
AB			
CD			
EF			
GH			
IJ			



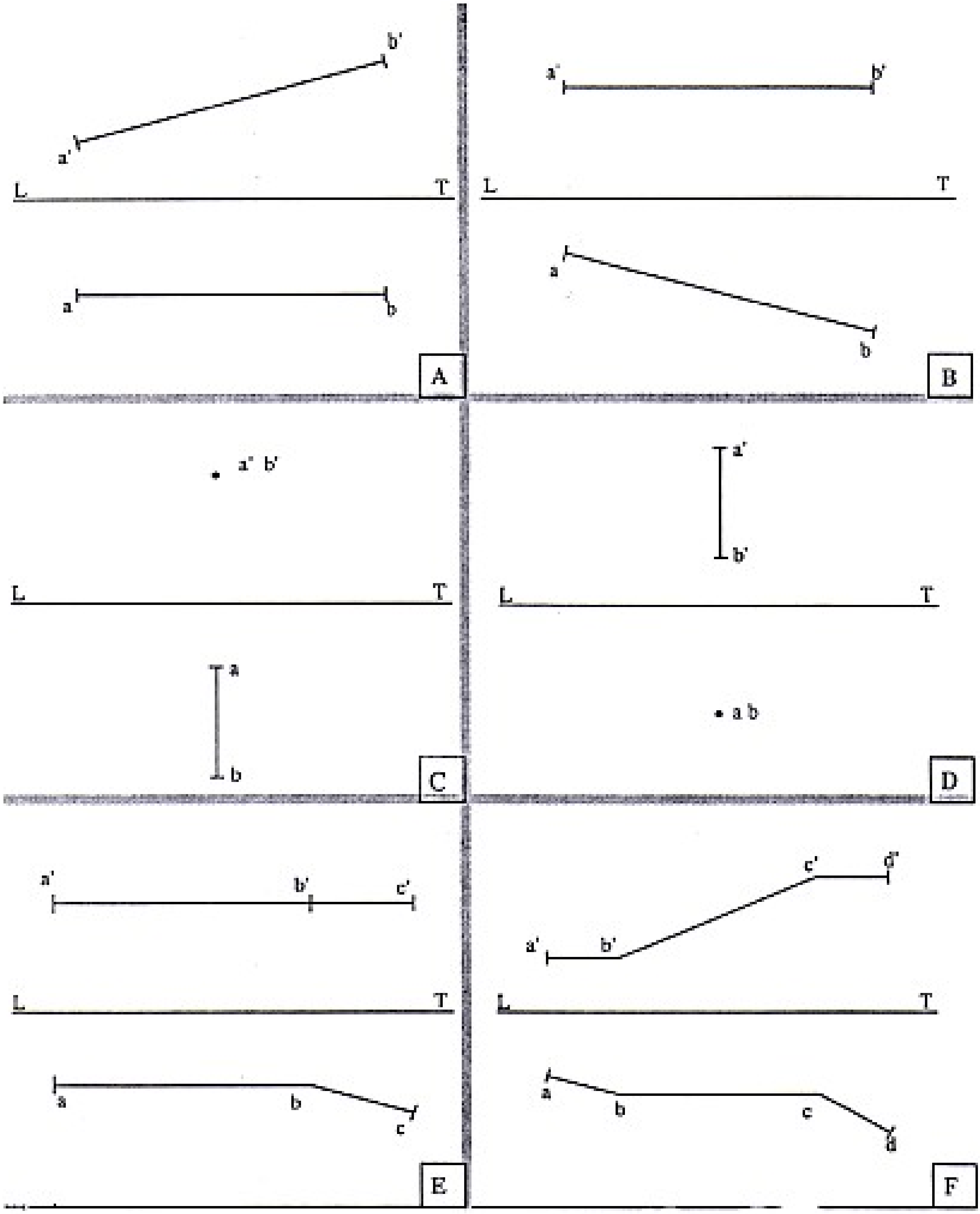
Travail demandé :

Inscrire V.G. (vraie grandeur) pour chacune des droites dans la case correspondant au plan de projection où cette droite est effectivement en V.G.

Indiquer le nom de la droite

	Plan frontal	Plan horizontal	Nom de la droite
AB			
CD			
EF			
GH			
IJ			
KL			
MN			

Répondre sur la fiche de réponse page suivante :



Fiche réponse

Cas A	La droite AB se projette en vraie grandeur sur le	**Plan frontal**
		Plan horizontal
Cas B	"	**Plan frontal**
		Plan horizontal
Cas C	"	**Plan frontal**
		Plan horizontal
Cas D	"	**Plan frontal**
		Plan horizontal
Cas E	La droite AB se projette en V G sur le plan :	
	La droite BC se projette en VG sur le plan :	
Cas F	La droite AB se projette en VG sur le plan :	
	La droite BC se projette en VG sur le plan :	
	La droite CD se projette en VG sur le plan :	

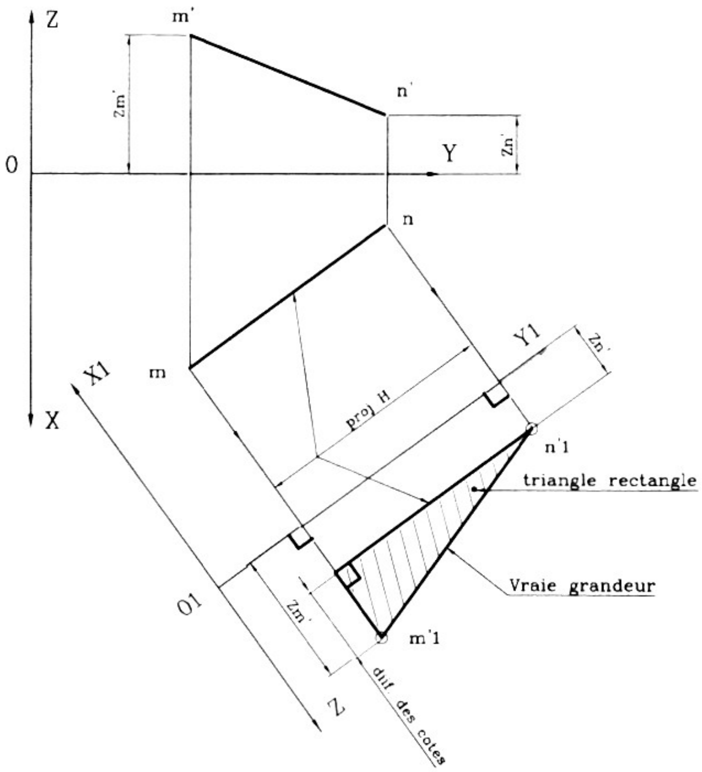
Nota : Pour les 4 premiers cas rayez la mention ne correspondant pas

RECHERCHE DE LA VRAIE GRANDEUR D'UNE DROITE QUELCONQUE

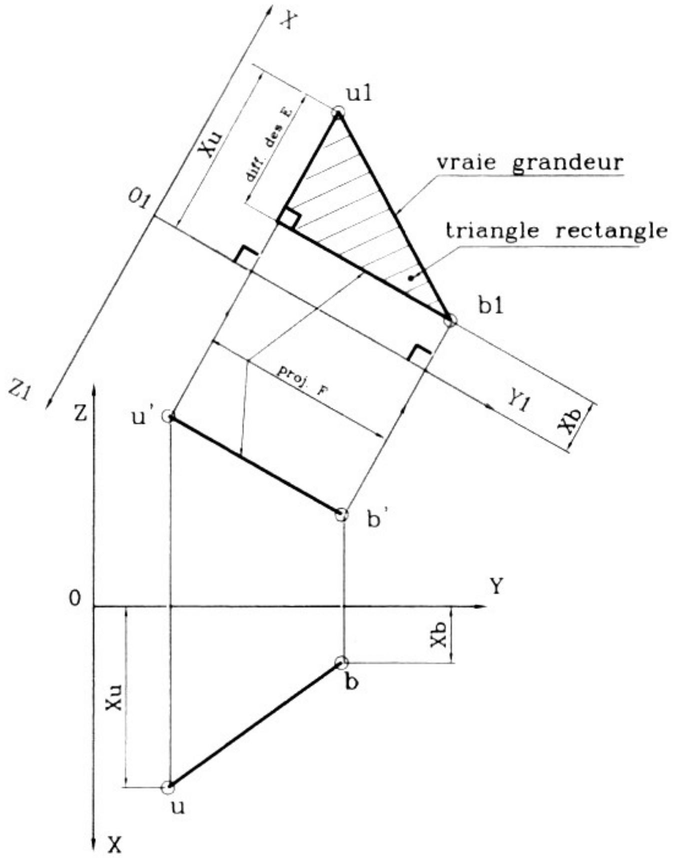
Les cas, les plus courants, de la recherche de la vraie grandeur d'un segment de droite sont:

PAR CHANGEMENT DE PLAN

Frontal :

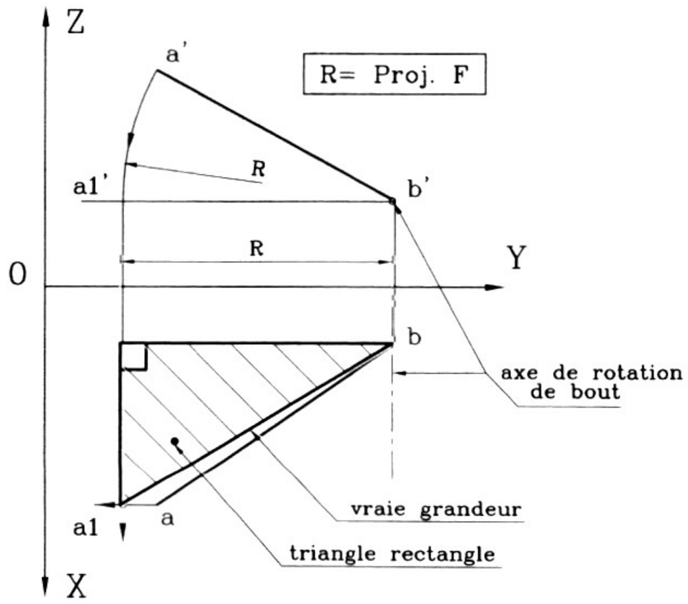


Horizontal :

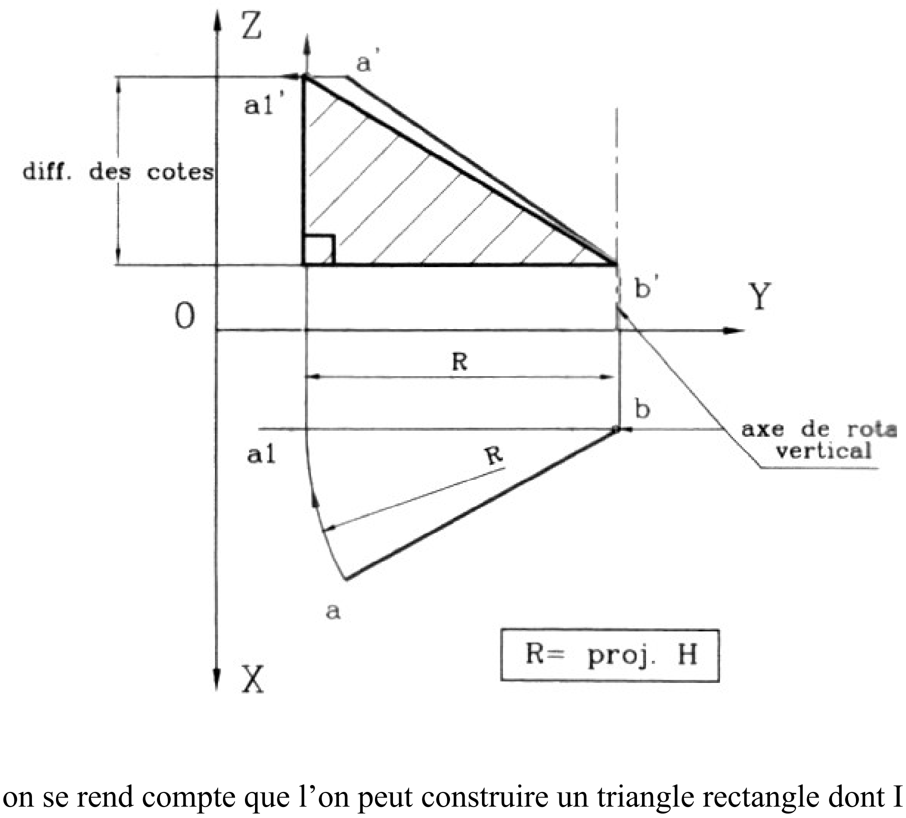


PAR ROTATION

Axe de bout :



Axe vertical :



Dans ces quatre cas, on se rend compte que l'on peut construire un triangle rectangle dont l'hypoténuse correspond à la vraie grandeur du segment de droite.

PAR RABATTEMENT

1- Droite rabattue sur le plan horizontal :

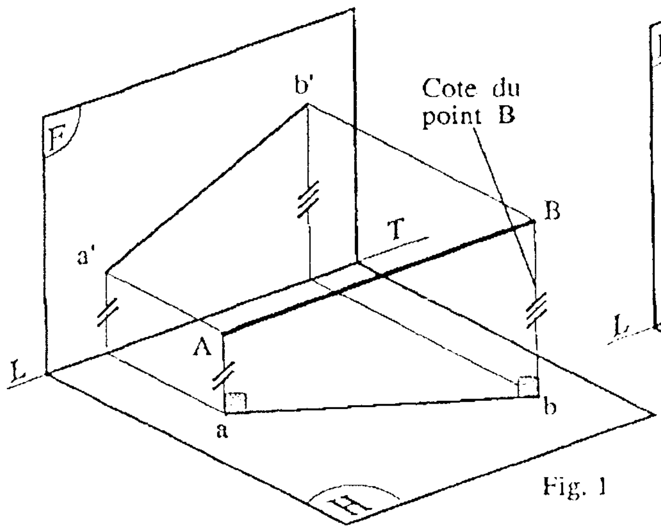


Fig. 1

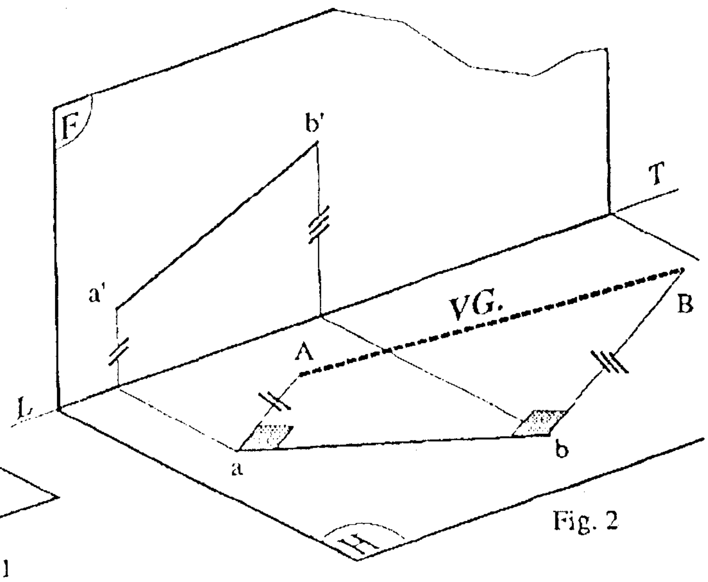
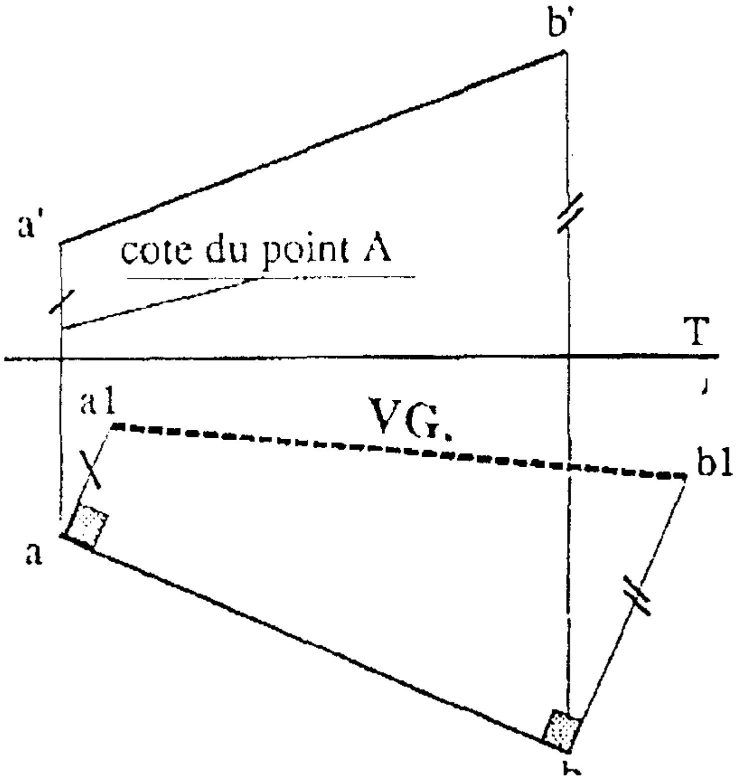


Fig. 2

EPURE

Il suffit, pour avoir la droite en VG, de tracer le trapèze rabattu sur le plan H. Pour cela:

1 - Tracer des perpendiculaires aux extrémités de la projection horizontale (a b) de la droite.
2 - Porter sur ces nouvelles projetantes (les 2 perpendiculaires) la cote de chaque point.
(Cette cote est prise sur la projection frontale de la droite).
3 - Joindre les points obtenus a1 et b1
Le segment al-b1 est la vraie grandeur de la droite



2- Droite rabattue sur le plan frontal :

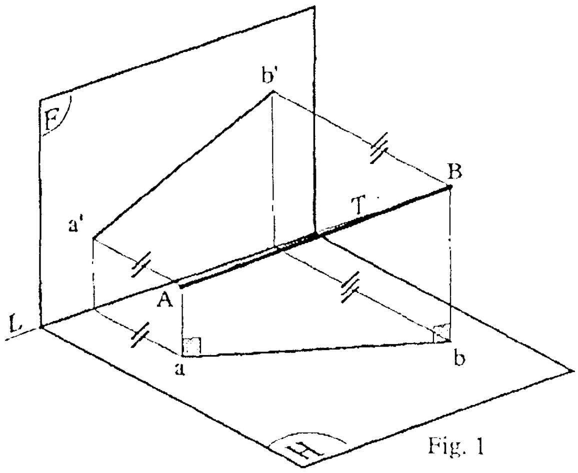


Fig. 1

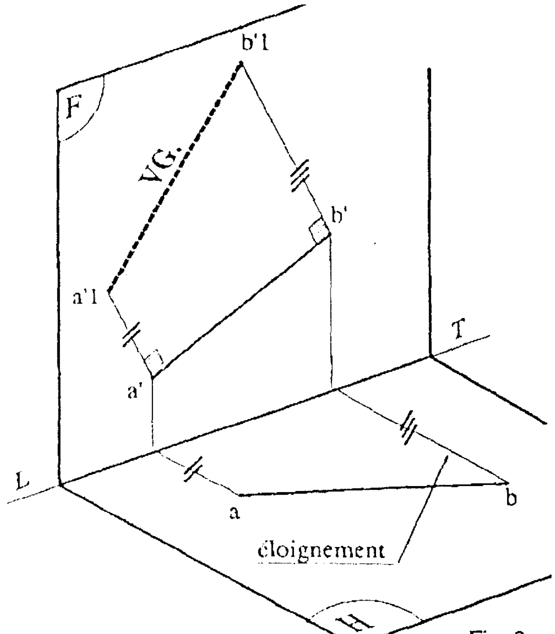
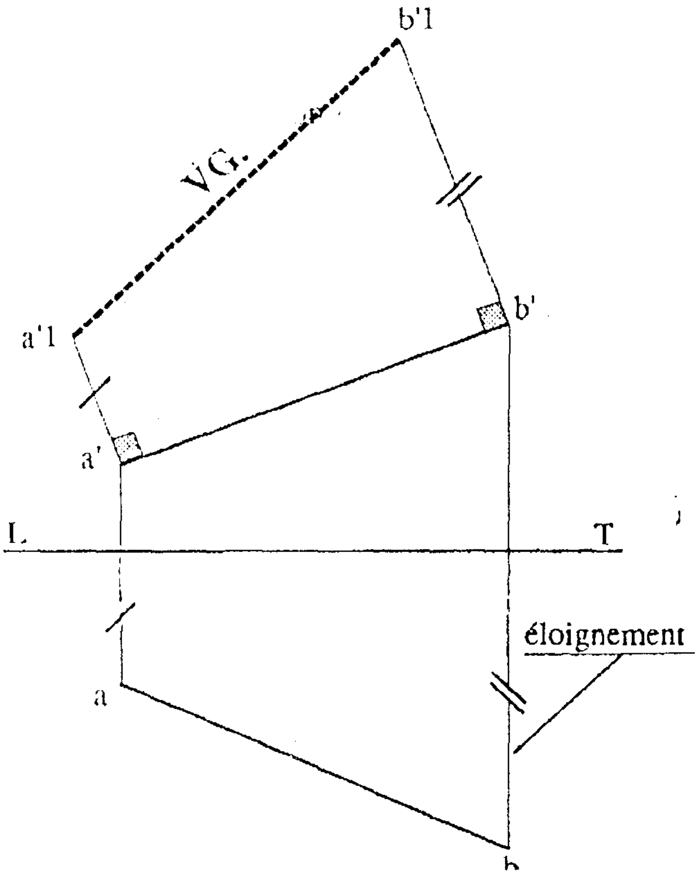


Fig. 2

EPURE

Sur le plan frontal, il suffit de rabattre le trapèze.Pour cela:

1 - Tracer des perpendiculaires aux extrémités de la projection frontale a' b'.
2 - Porter sur chaque perpendiculaire l'éloignement du point correspondant. Cet éloignement se mesure sur la projection horizontale de la droite.
3 - Joindre les points obtenus a'1 et b'1.
La droite a'1 b'1 est la vraie grandeur.



- **Application :**

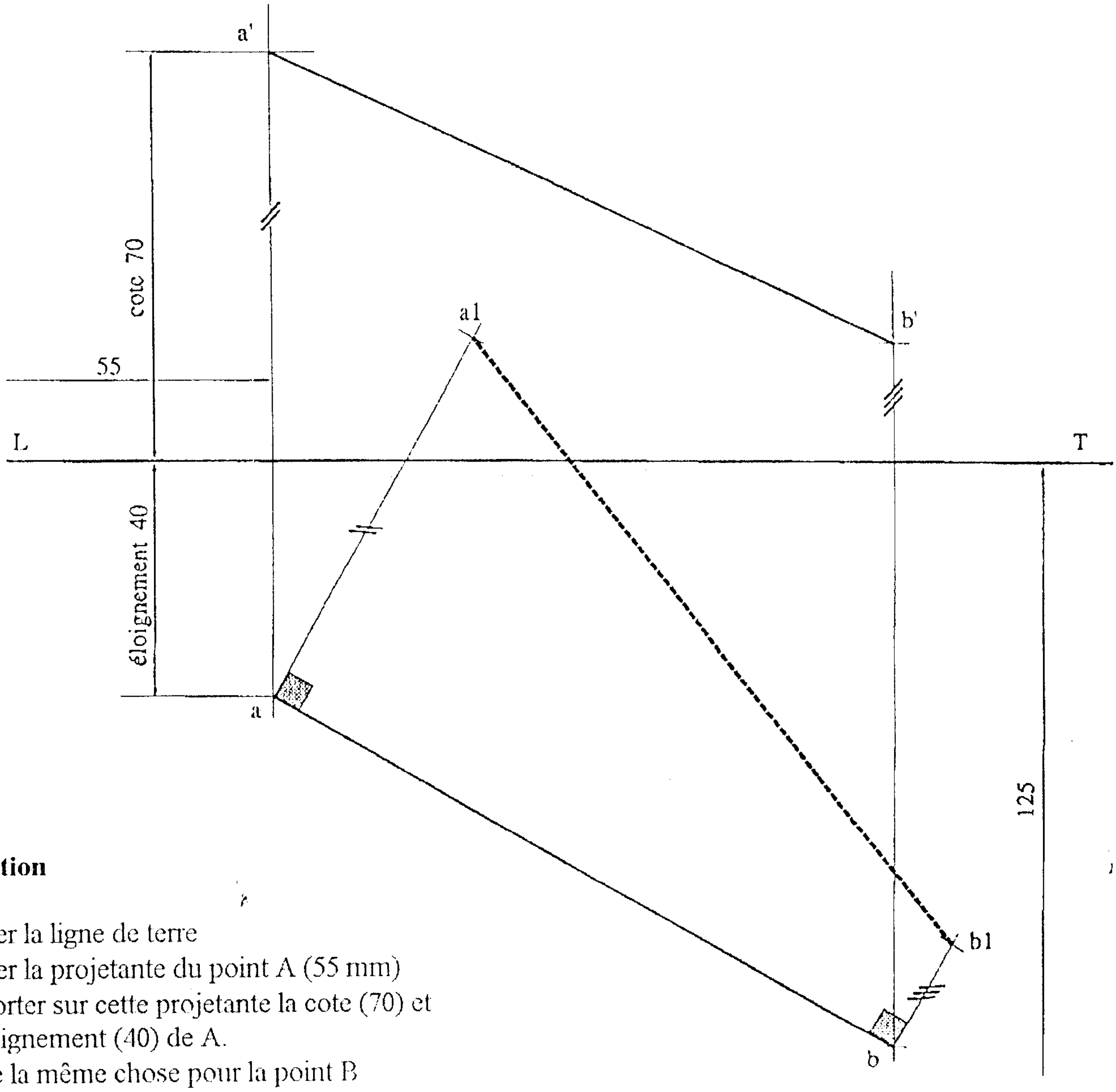
- Soit une droite AB située dans l'espace
- Les points A et B sont déterminés par les dimensions suivantes:

Point A: - cote = 70
- éloignement = 40 mm et se situe à 55 mm du bord gauche de la feuille .

Point B: - cote = 20
- éloignement = 100 mm et se situe 160 mm du bord gauche de la feuille.

La ligne de terre est à 125 mm du bas de la feuille.

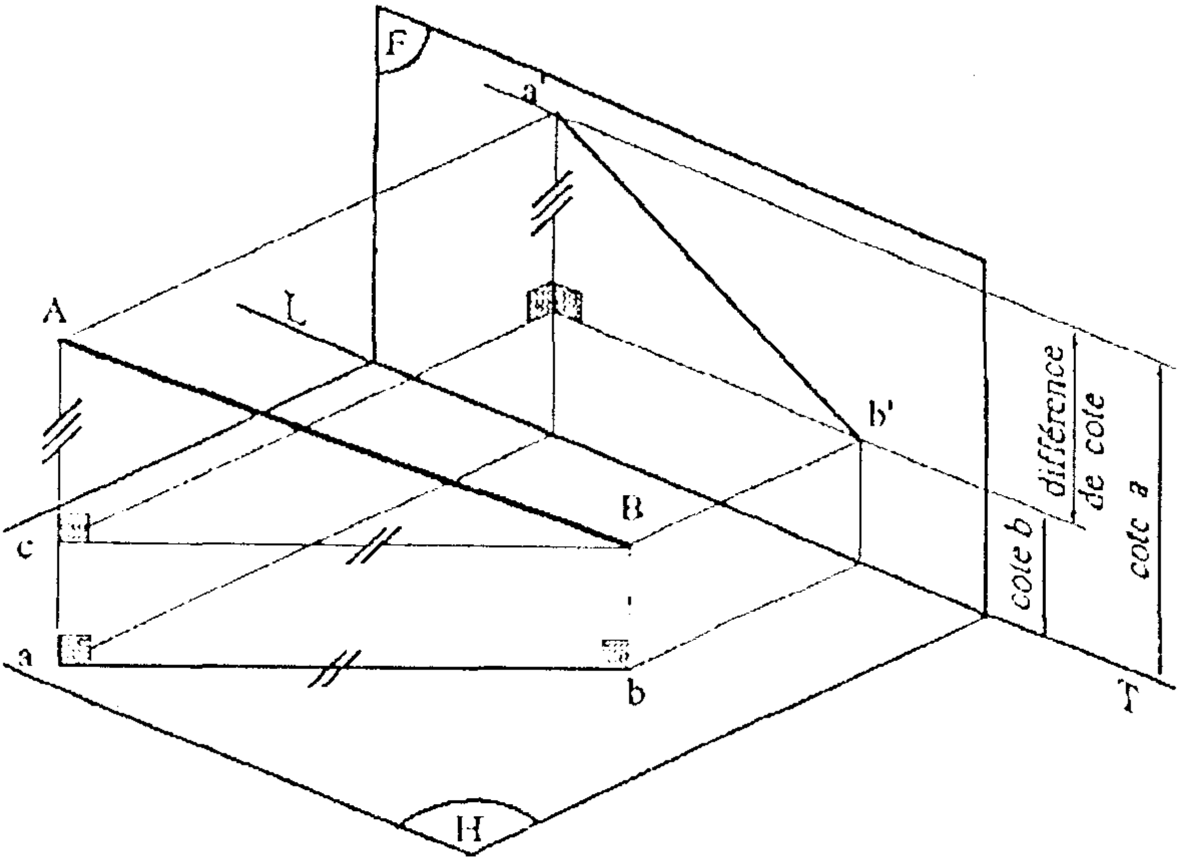
On vous demande: déterminer par rabattement sur le plan horizontal la VG de la droite AB



Explication

1 - Tracer la ligne de terre
2 - Tracer la projetante du point A (55 mm)
3 - Reporter sur cette projetante la cote (70) et l'éloignement (40) de A.
4 - Faire la même chose pour la point B
5 - Tracer les projections de la droite
6 - Faire le rabattement sur le plan horizontal

VRAIE GRANDEUR D'UNE DROITE : Méthode du triangle rectangle



Considérons la droite AB quelconque, elle se projette en raccourci sur le plan frontal en a'b' et sur le plan horizontal en ab.
Par B, menons une droite parallèle au plan H et qui coupe la projetante Aa en C.
Nous avons le triangle rectangle C A B dont l'hypoténuse est A B, **elle est en vraie grandeur.**

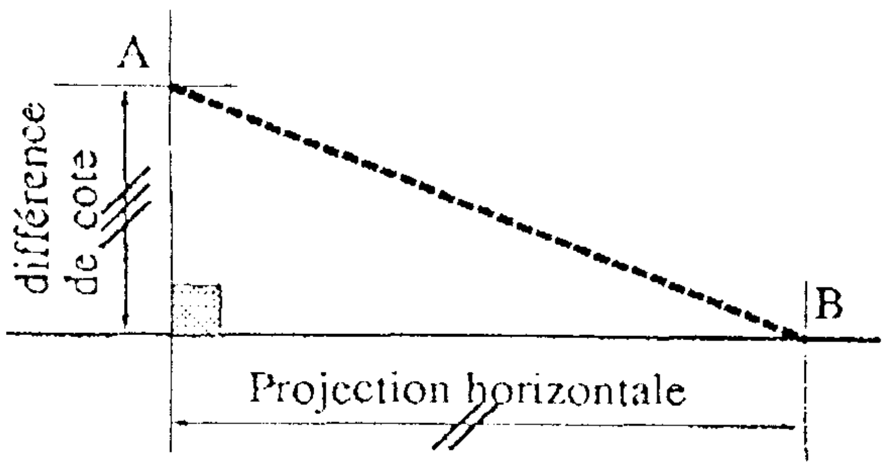
Conclusion

Pour retrouver la VG d'une droite, il suffit:

a - de tracer un angle droit

b - Sur le côté (horizontal) de porter la projection horizontale.

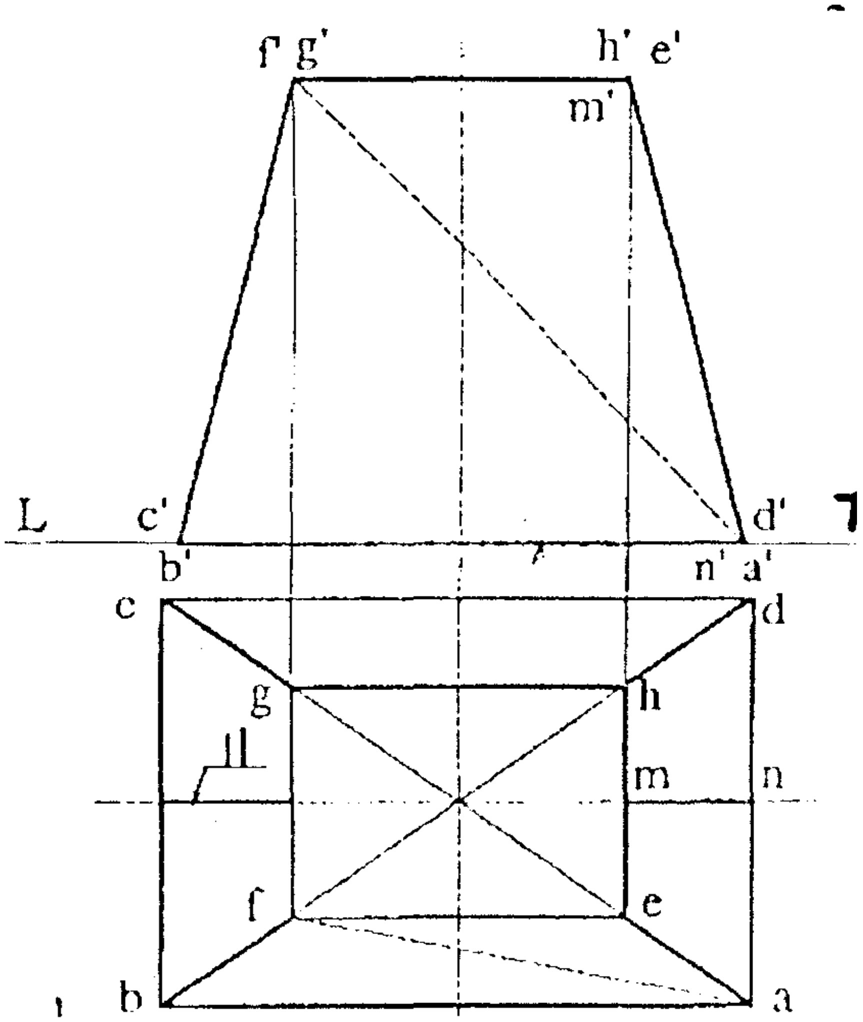
c - Sur l'autre côté (hauteur) de porter la différence de cote.

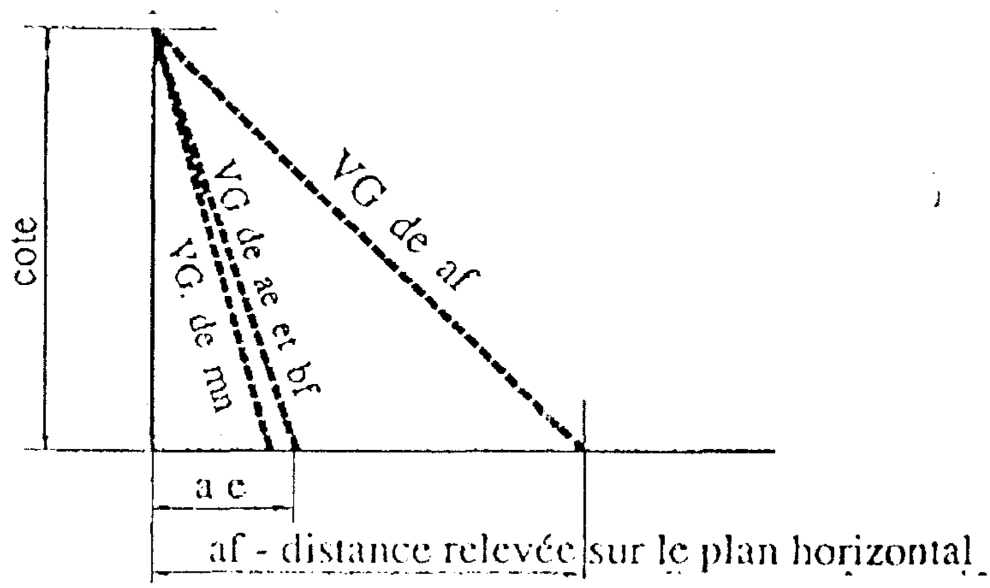


- **<u>APPLICATION</u>**

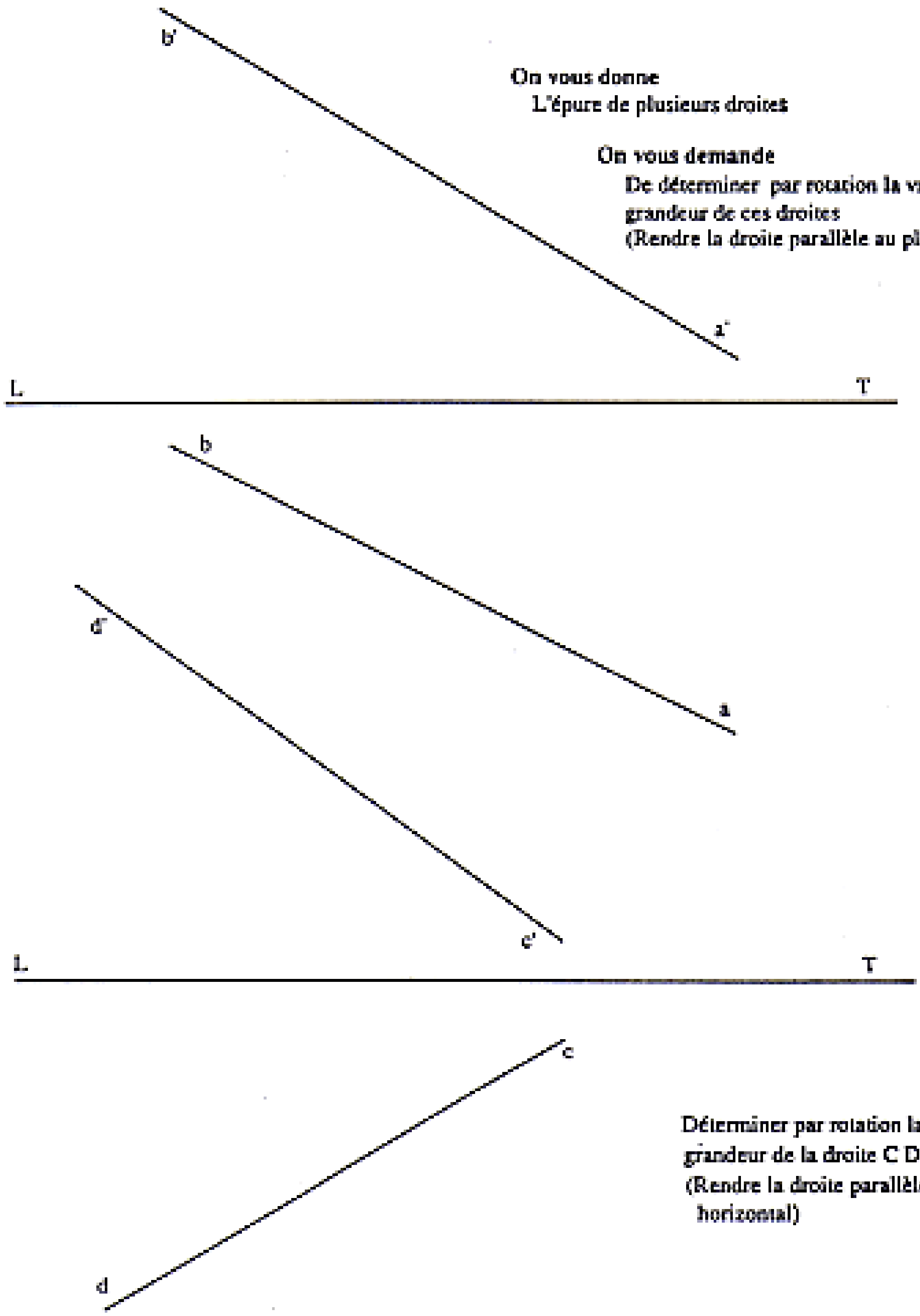
Rechercher les VG (a e ; b f ; m n ; f a) du tronc de pyramide ci-dessous .

1- Tracer 2 traits perpendiculaires (les côtés du triangle)
- Choisir une droite (a e). Relever au compas sa longueur sur le plan H et la reporter sur la perpendiculaire.
- Relever la cote (ou la différence de cote) sur le plan frontal et la reporter sur l’autre côte de la perpendiculaire.
- Joindre les 2 points (VG de la droite).





Exercices d’application :

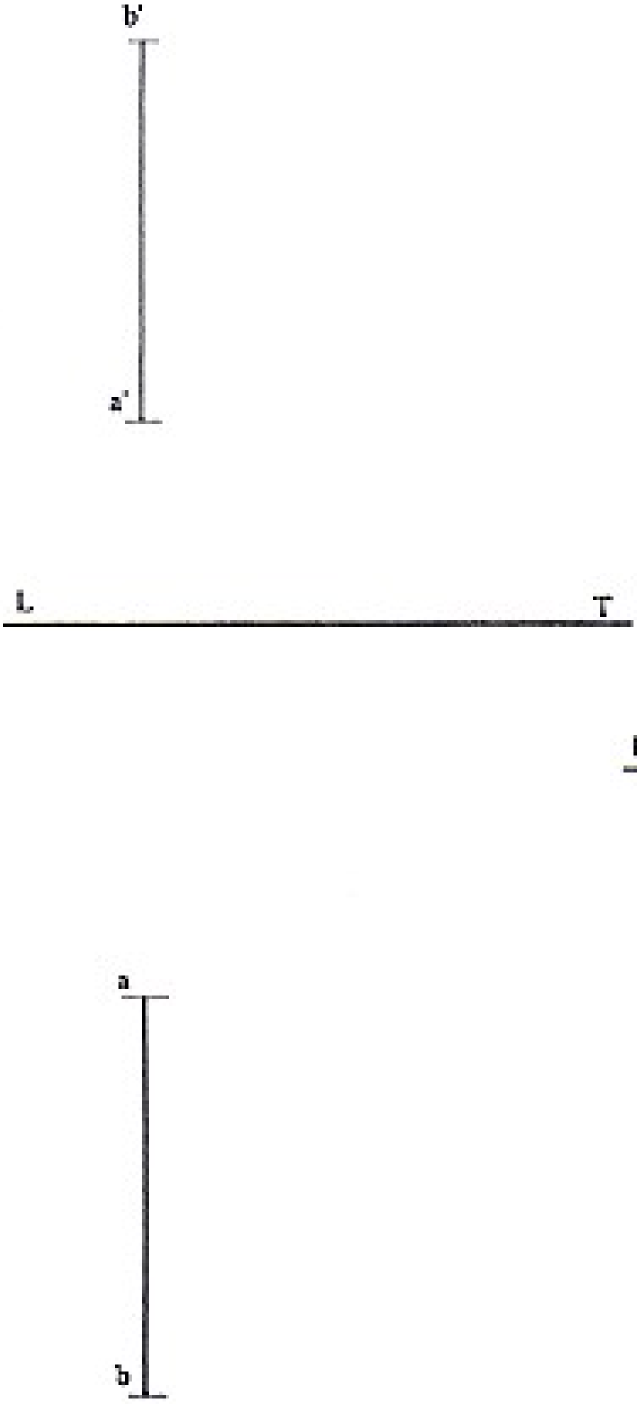


On vous donne
L'épure de plusieurs droites

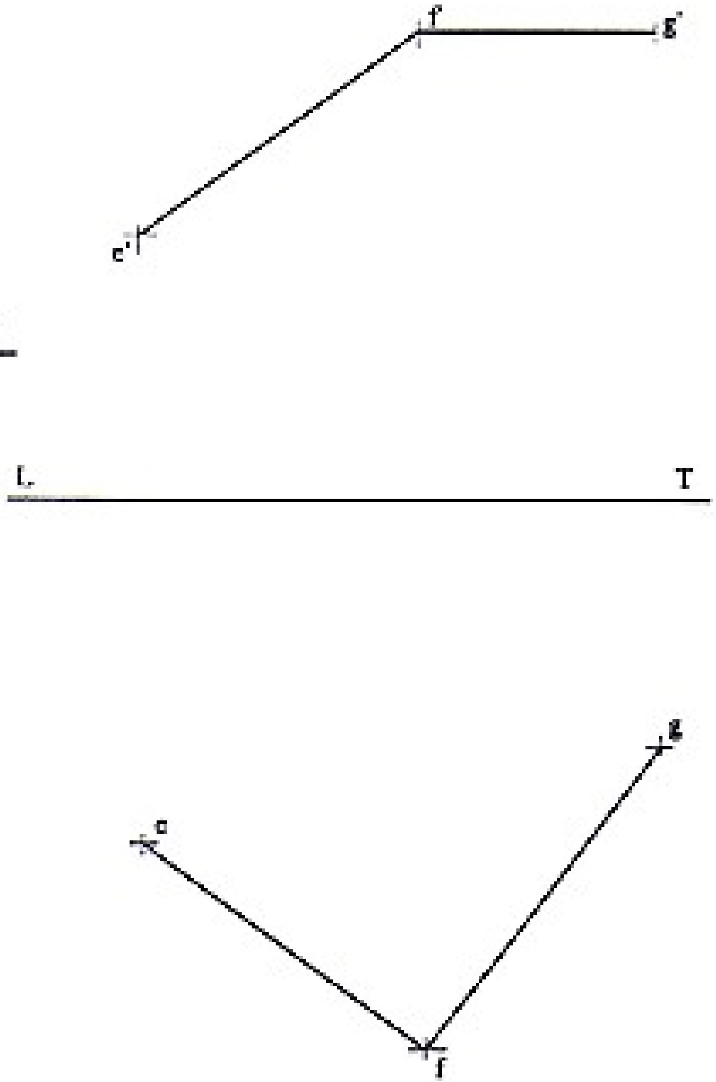
On vous demande
De déterminer par rotation la vraie grandeur de ces droites
(Rendre la droite parallèle au plan frontal)

Déterminer par rotation la vraie grandeur de la droite C D
(Rendre la droite parallèle au plan horizontal)

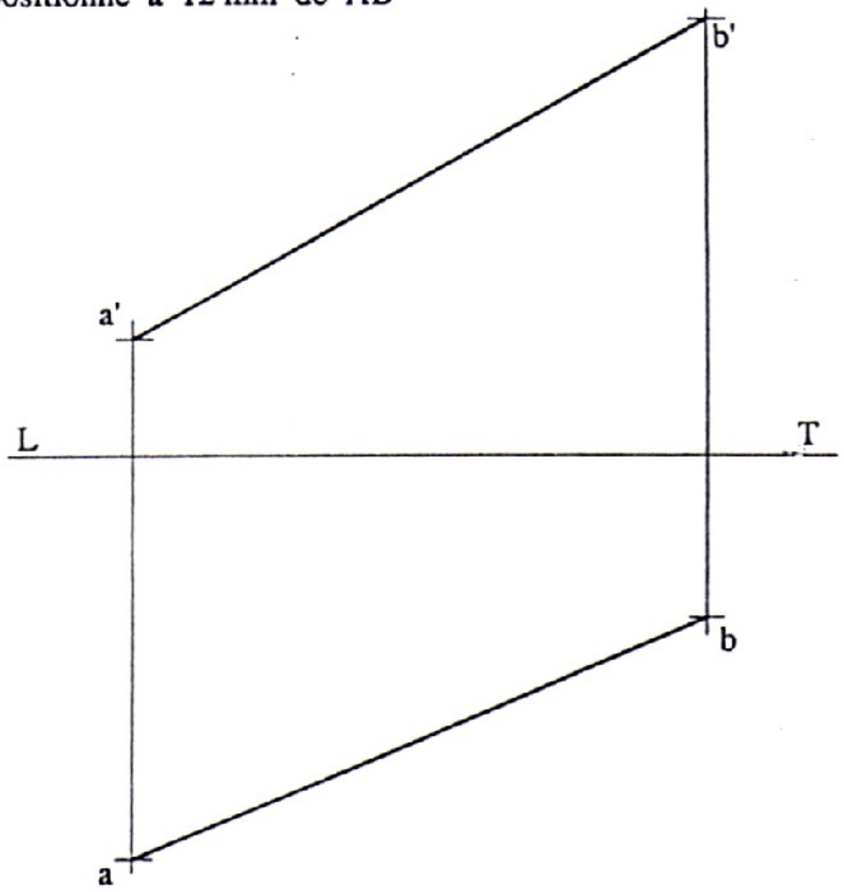
Déterminer la vraie grandeur de la droite A B
ci-dessous, par rotation et en l'amenant frontale

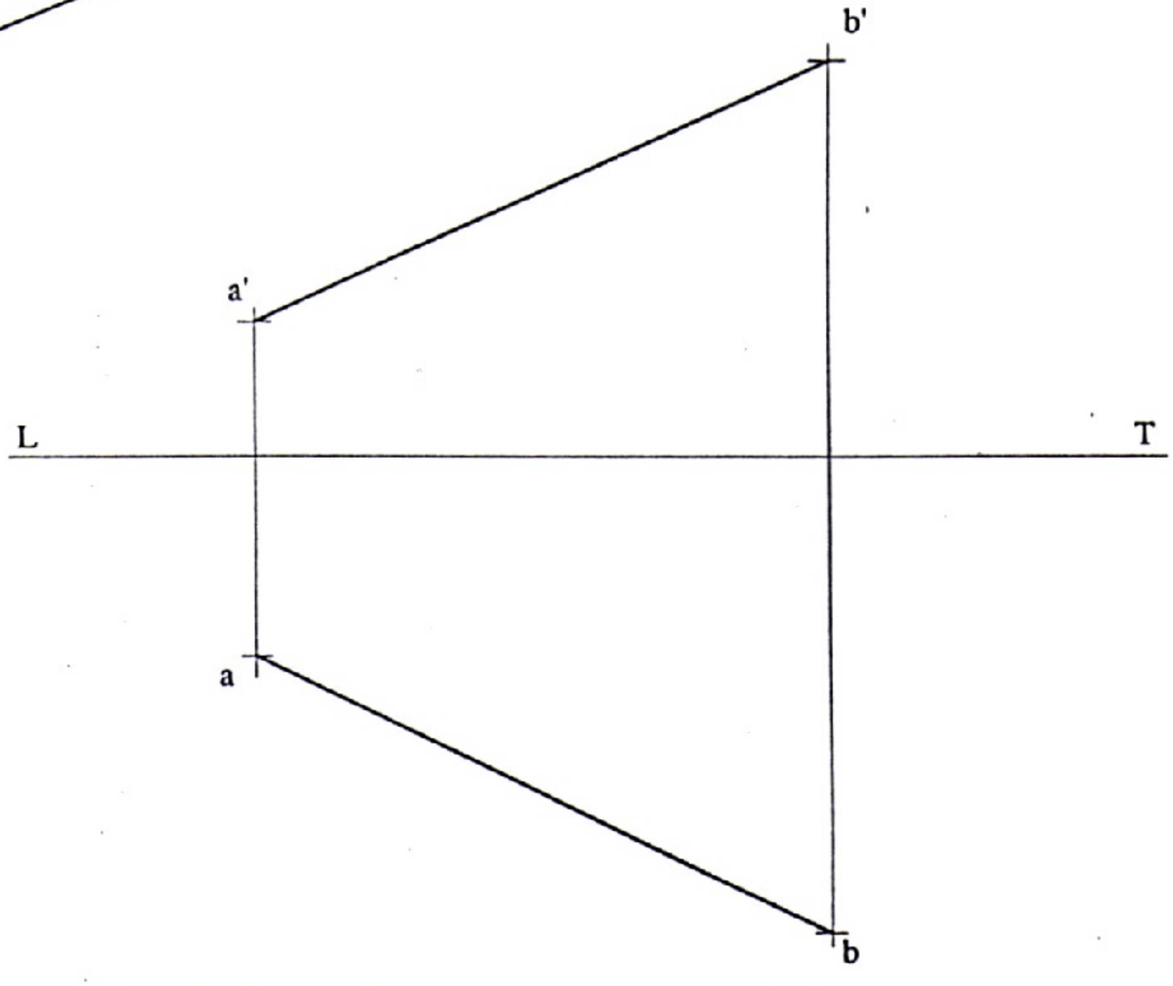


Retrouver la V G des 2 segments de droites :
ef et fg ci-dessous, par rotation et de manière
à les rendre horizontales



a) Rechercher la VG de la droite AB en utilisant un plan auxiliaire vertical positionné à 12 mm de AB





a) Rechercher la VG de la droite AB en utilisant un plan auxiliaire de bout positionné à 18 mm de AB

Exercices d'application :

1) On donne une droite AB , dont les points A et B ont les positions suivantes:

A | Cote = 30
éloignement = 75
et à 4Otnm du bord gauche

B | Cote = 70
éloignement = 28
et à l45mrn du bord gauche

Déterminer par changement de plan frontal la vraie grandeur de la droite AB. La ligne de terre se situe à 155 mm du haut de la feuille et le plan auxiliaire à 2Omm de AB.
Dégager I' épure.

2) On vous demande : sur feuille de dessin format A4
De déterminer par rabattement sur le plan frontal la VG de la droite AB déterminée par les dimensions Suivantes :

- Point A : - cote = 35
  - éloignement = 26
  - et se situe à70 du bord gauche de la feuille.

- Point B : - cote = 92
  - éloignement = 80
  - et se situe à 165 du gauche de la feuille.

Tracer la ligne de terre à 105 du bas de la feuille.

<u>Exercices d’application :</u>

On vous demande :

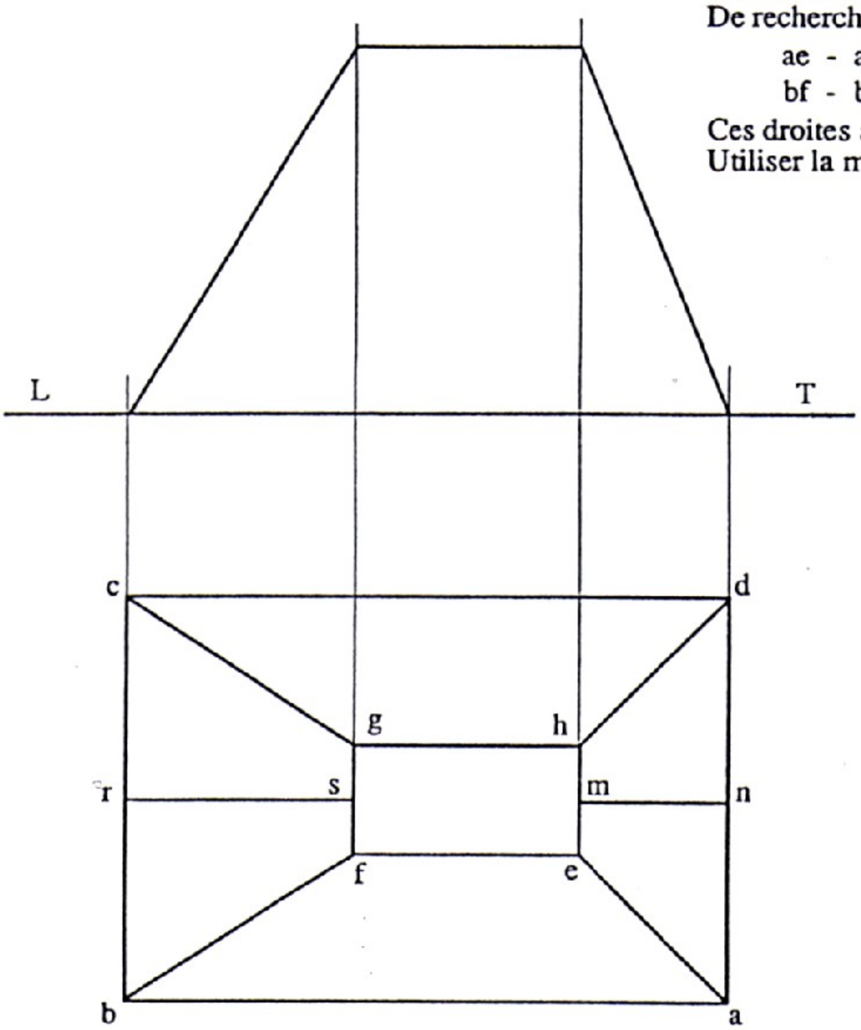
De rechercher la vraie grandeur des droites suivantes :

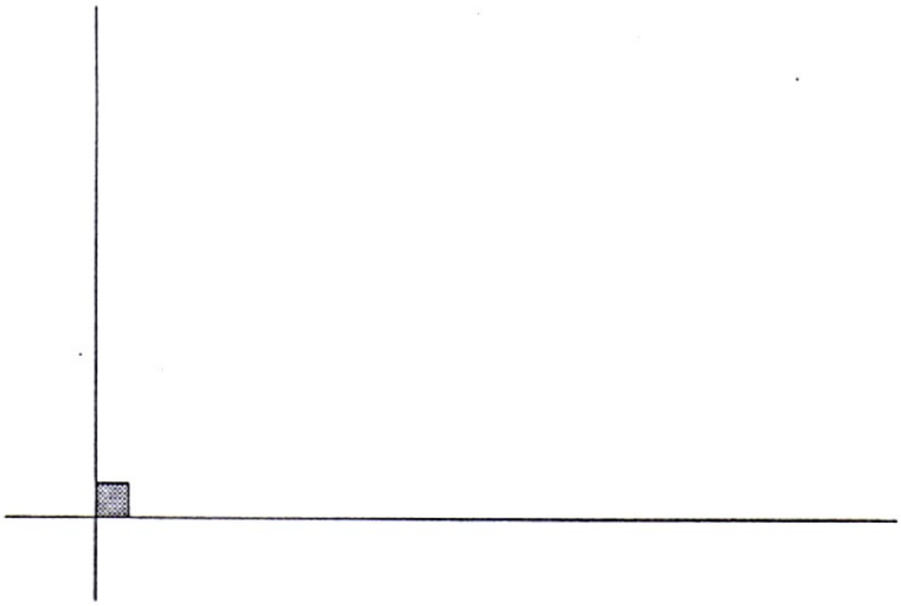
ae - am - mn - af

bf - bs - rs - ch

Ces droites appartiennent à la trémie ci-contre.

Utiliser la méthode du triangle rectangle

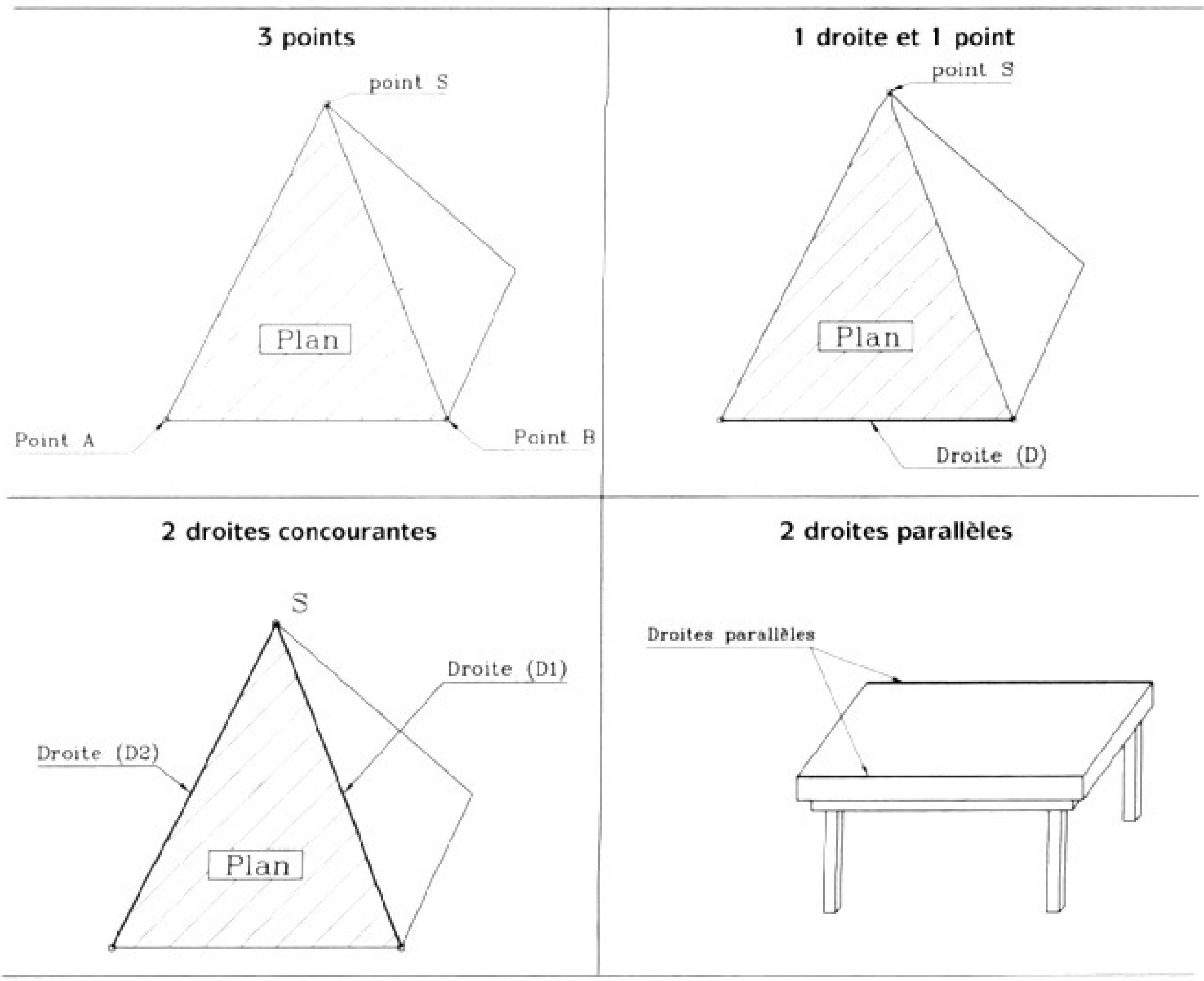




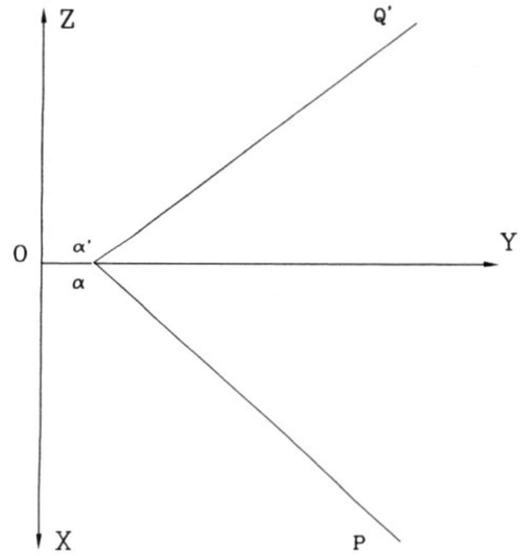
LE PLAN

DÉFINITION :

Un plan est défini par :



Un plan peut aussi être défini par ses traces.



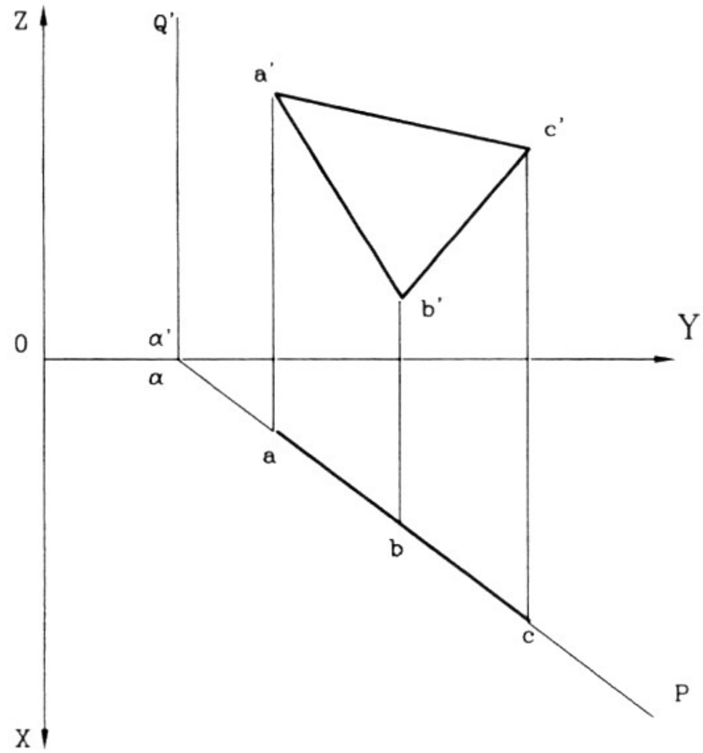
Traces d’un plan

Les traces d’un plan sont les droites d’intersection de ce plan avec les plans de projection (F) et (H).
La trace frontale est appelée (Q’). la trace horizontale (P).
Ces deux traces se rejoignent sur l’axe 0Y en un point alpha (α’, α)

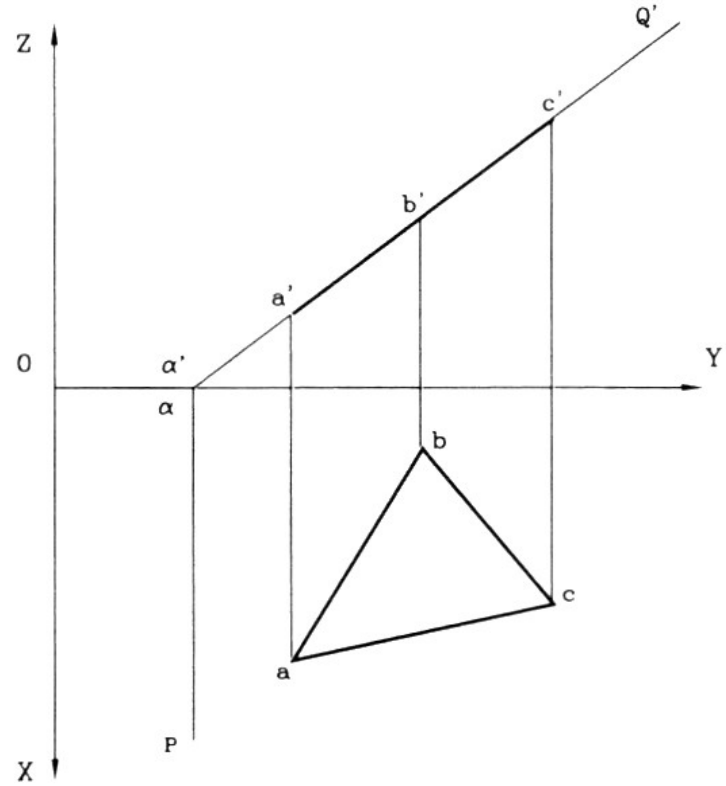
PLANS REMARQUABLES :

Plan vertical

Il est perpendiculaire au plan horizontal de projection.
Sa trace frontale (Q’) est parallèle à l’axe Z.

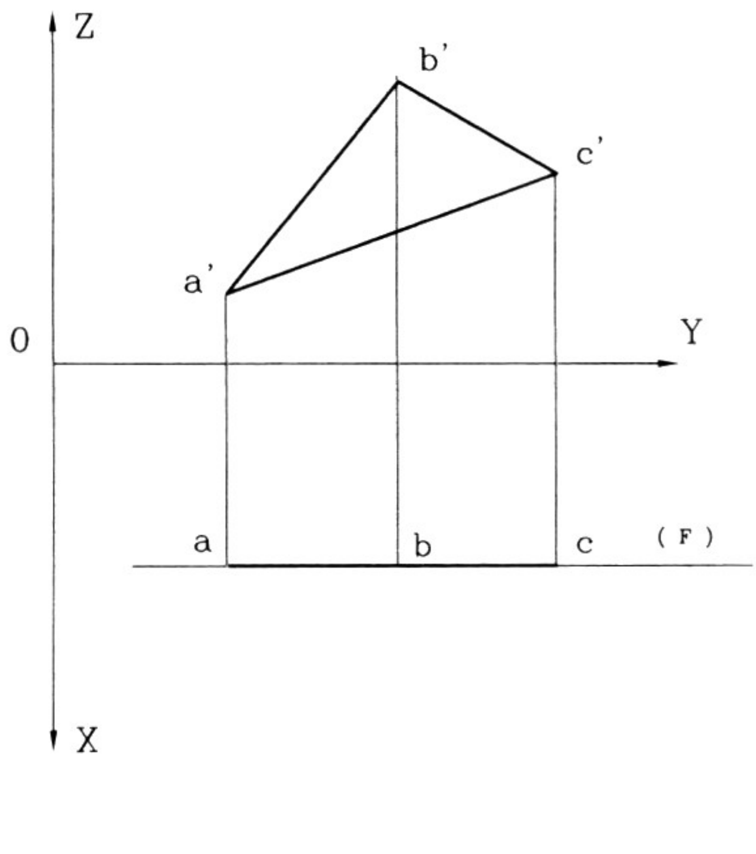


Plan de bout :
Il est perpendiculaire au plan frontal de projection.
Sa trace horizontale (P) est parallèle à l'axe X.



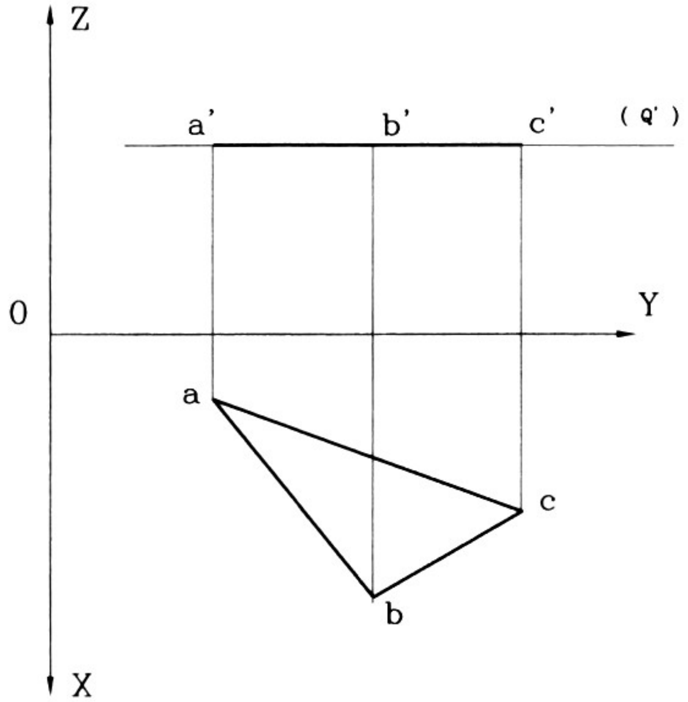
Plan frontal :

Il est parallèle au plan frontal de projection. Toutes les figures d'un plan frontal sont vues en vraie grandeur, dans le plan frontal de projection.
Le plan frontal ne possède pas de trace frontale. C'est un plan vertical particulier .



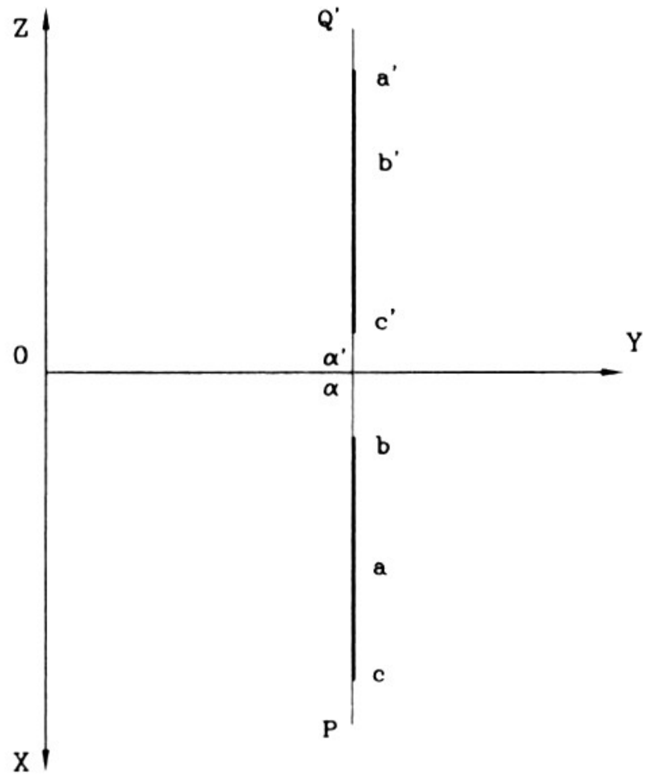
Plan horizontal :

Il est parallèle au plan horizontal de projection. Toutes les figures d'un plan frontal sont vues en vraie grandeur dans le plan horizontal de projection.
Le plan horizontal ne possède pas de trace horizontale. C'est un plan de bout particulier.



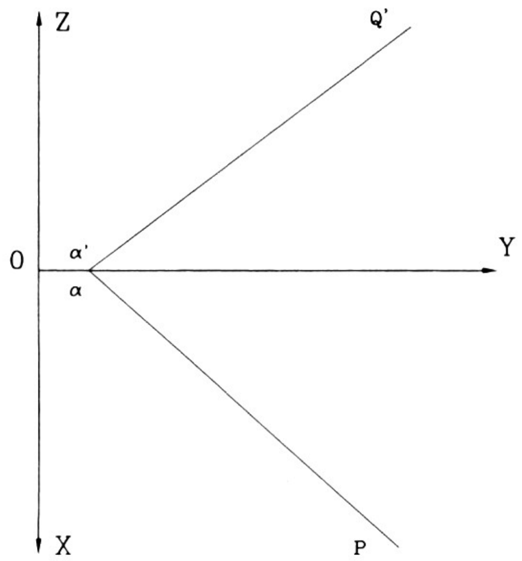
Plan de profil :

Il est perpendiculaire à l'axe Y.



Plan quelconque :

Comme son nom l'indique, ce n'est pas un plan remarquable. Ses traces (P) et (O') sont inclinées par rapport l'axe des Y. Les traces se rejoignent sur l'axe Yen un point alpha (α , α').
Les figures contenues dans un plan quelconque ne sont pas vues en vraie grandeur, ni dans le plan frontal, ni dans le plan horizontal.



EXERCICE 12
LE PLAN

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier si le stagiaire sait positionner et reconnaître un plan.

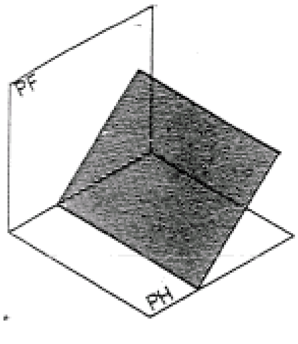
TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Répondre au questionnaire
- Utiliser la bonne terminologie

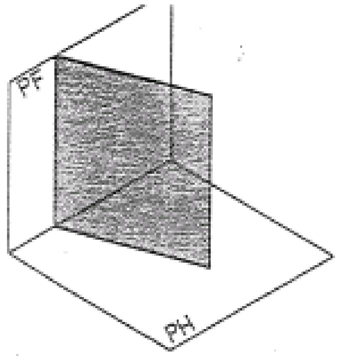
NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.
Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

Représenter l'épure des plans proposés en perspective et nommer chacun d'eux :



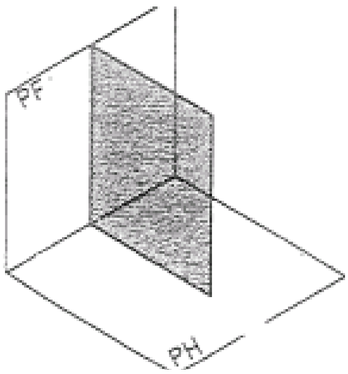
x ______________________ y

Plan:__________



x ______________________ y

Plan:__________



x ______________________ y

EXERCICE 13
L'ACQUISITION SUR LE PLAN

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier l'acquisition des données de géométrie descriptive

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Tracé de l'épure
- Recherche des vraies grandeurs

NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

Surface contenue dans un plan de bout orienté à 30°. La trace α P est situé à 20 mm du bord gauche de la feuille. La ligne de terre LT est située à 225 mm du haut de la feuille.

	Coordonnées des points		
	Eloignements		Ecartements
A	***25A***	***25 40***	***40***
B	***60B***	***60 60***	***60***
C	***35C***	***35 110***	***110***
D	***10 D***	***10 75***	***75***

<u>Travail demandé</u> :

1. ***Rechercher la surface contenue dans le plan de bout.***
2. ***Vraie grandeur de la surface ABCD par rabattement sur F.***
3. ***Vraie grandeur de la surface ABCD par rabattement sur H.***

APPLICATION : SURFACE PLANE ET SURFACE GAUCHE

RAPPEL :

Un plan est défini par:

- 3 points.
- 1 droite et un point,
- 2 droites concourantes,
- 2 droites parallèles,

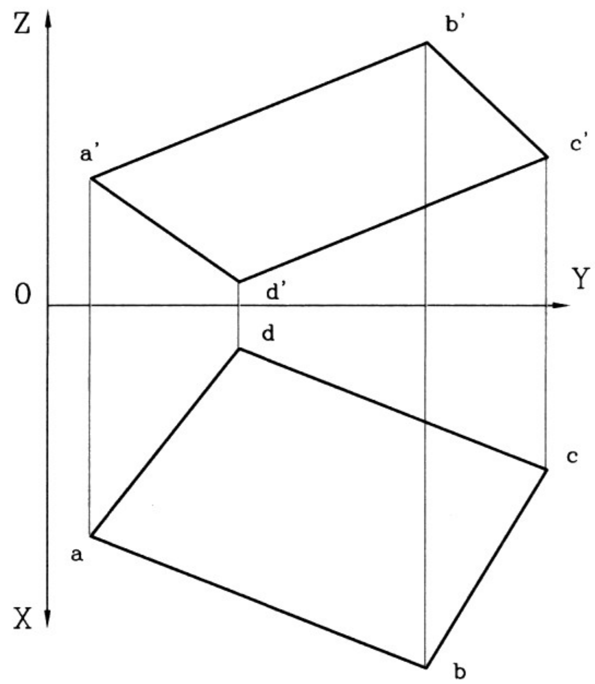
} ces deux cas revenant à 3 points.

CONTRAT

Lorsqu'une figure comporte plus de 3 points, il faut vérifier si cette surface est plane.

Une surface est définie par les points A,B,C et D. On demande de contrôler si cette surface est plane.

I[er]. CAS



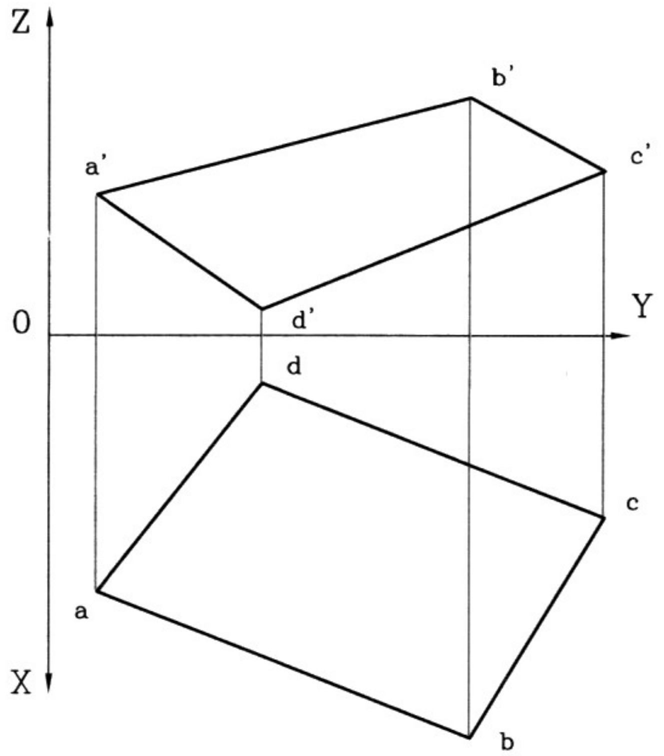
MÉTHODE :

Le traceur:

- Joint les quatre points dans les deux projections,
- Voit que deux droites (AB) et (CD sont parallèles dans les deux projections.
- En déduit que la surface est plane.

RAPPEL: lorsque deux droites (non de profil) sont parallèles dans deux projections, elles sont parallèles dans l'espace.

2er. CAS



MÉTHODE :

Le traceur:

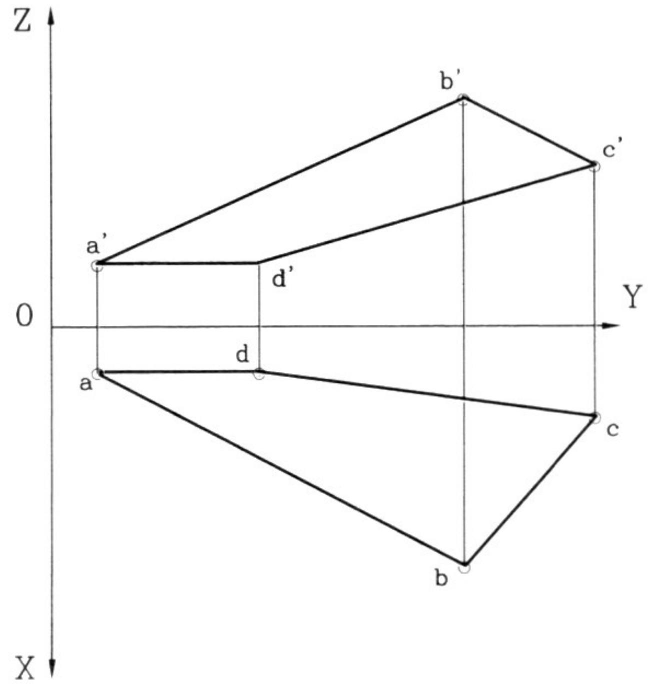
- Joint les quatre points, dans les deux projections.
- S'aperçoit que deux droites (AB) et (CD) sont parallèles dans la projection horizontale, mais pas en projection frontale,
- En déduit que les deux droites ne sont pas parallèles dans l'espace et que la surface n'est pas plane.

Dans ce cas, la surface est dite « gauche », il faut s'imposer un pli suivant l'une ou l'autre diagonale (la surface est décomposée en deux triangles, donc deux surfaces planes).

CONTRAT

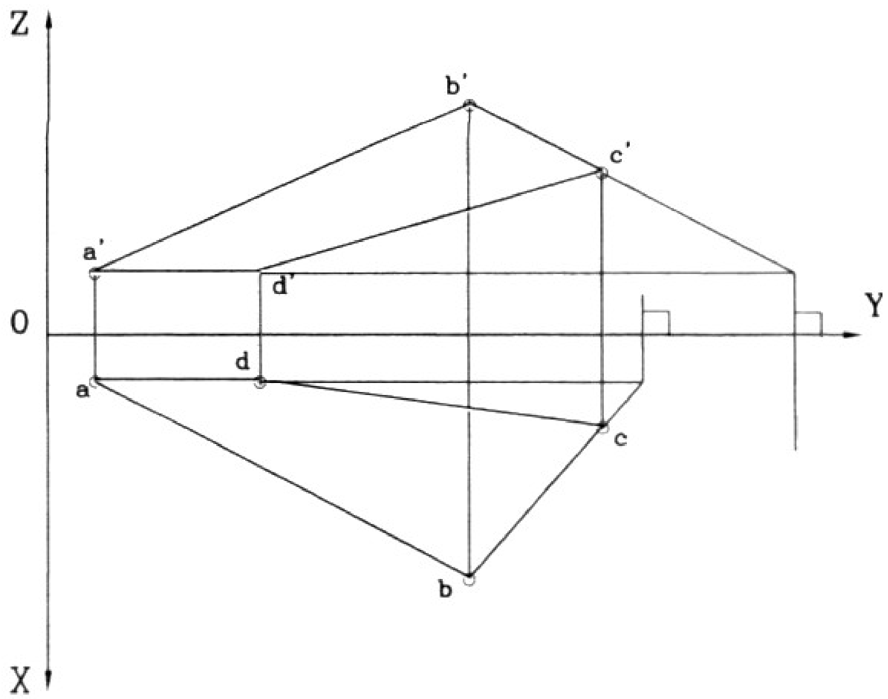
On demande de contrôler que les surfaces, définies ci-après par quatre points, sont planes.

3er. CAS

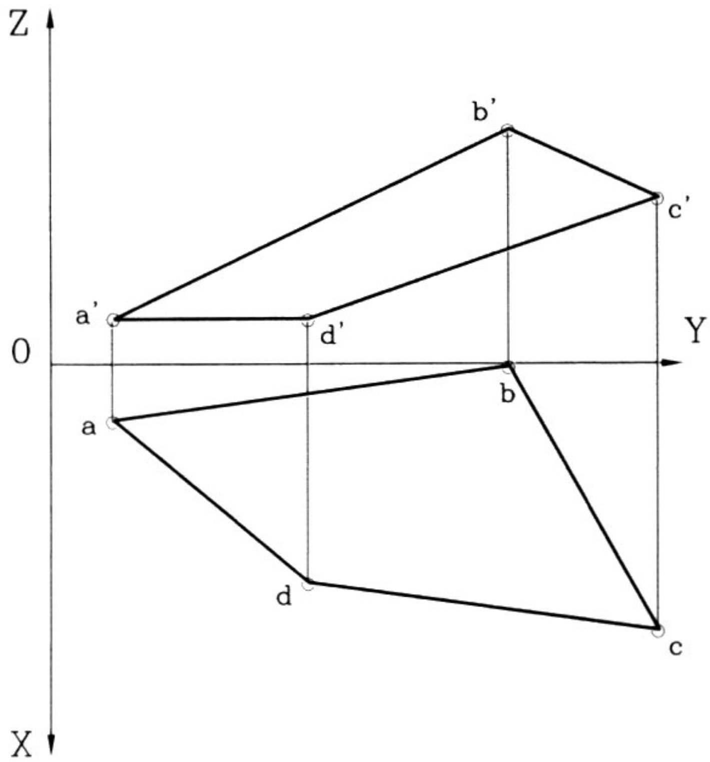


MÉTHODE :

Le traceur contrôle que deux droites, non adjacentes, de la surface sont concourantes.
Ici, il prolonge les droites (AD) et (BC) dans les deux projections et vérifie si leur intersection se situe sur une même ligne de rappel.
Ce n'est pas le cas, **la surface est « gauche »**



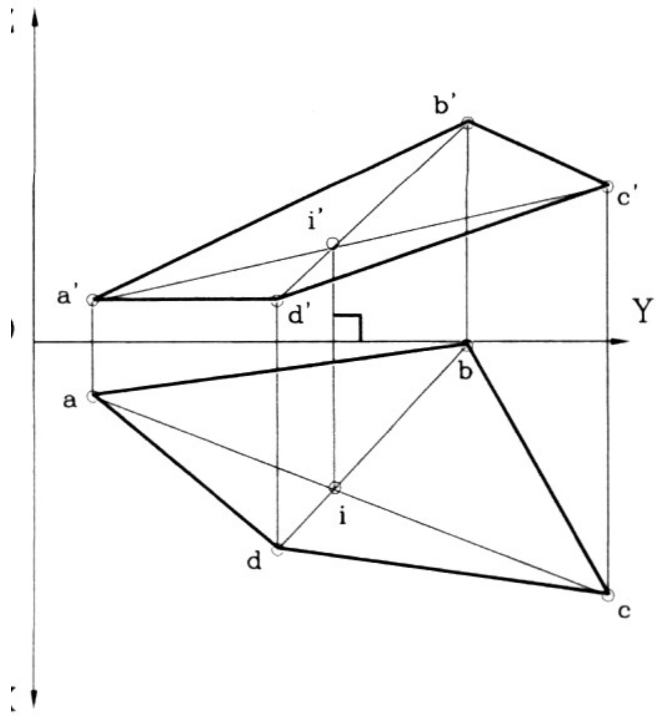
4er. CAS



MÉTHODE :

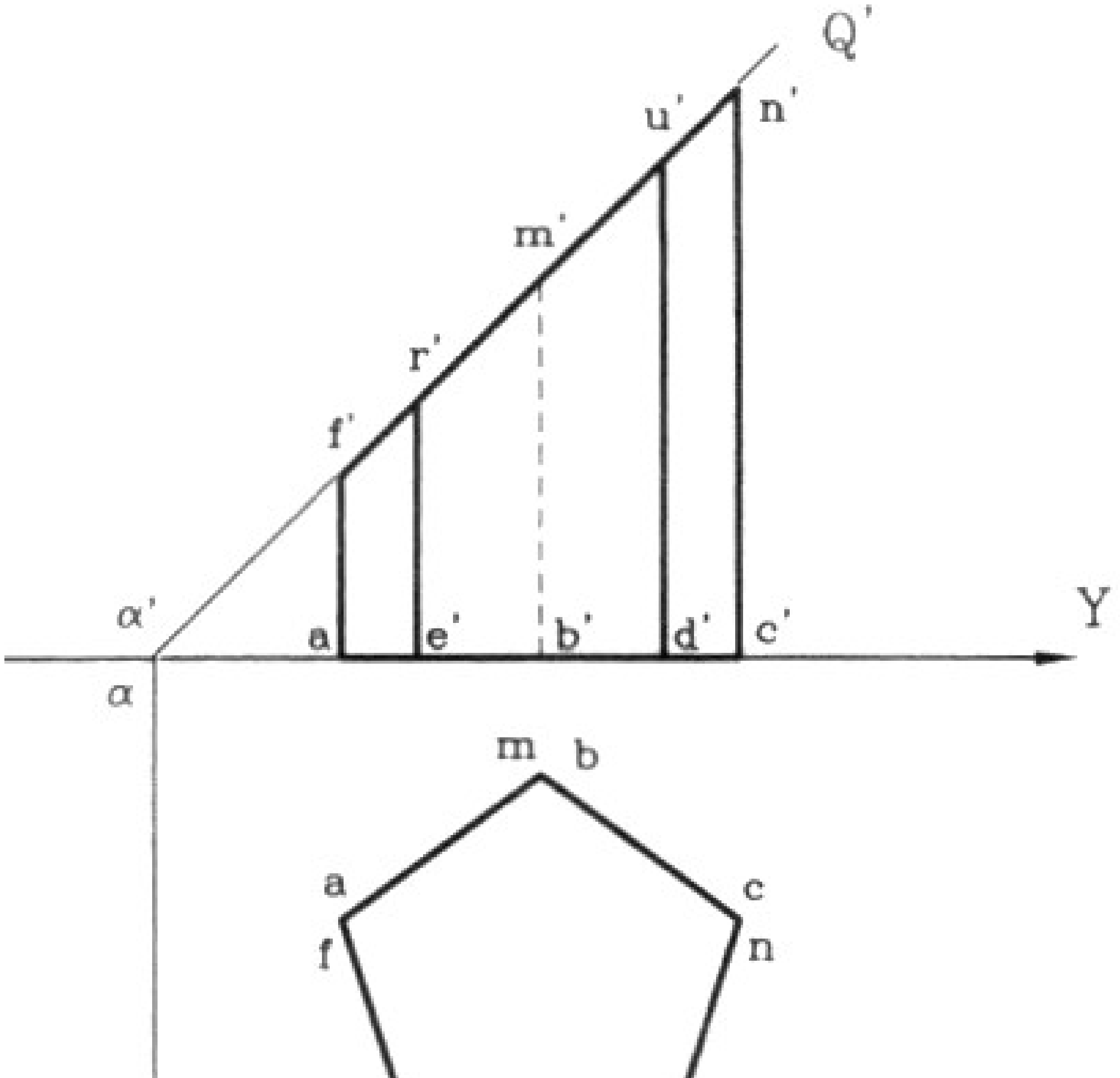
Les droites composant la surface se coupant hors des limites de l'épure, le traceur vérifie que les diagonales de la surface sont concourantes.
Dans le cas présent, les intersections des droites (AC) et (BD) sont situées sur une même ligne de rappel.
Le point I est bien l'intersection des deux diagonales. **La surface est plane.**

RAPPEL: deux droites concourantes définissent un plan.



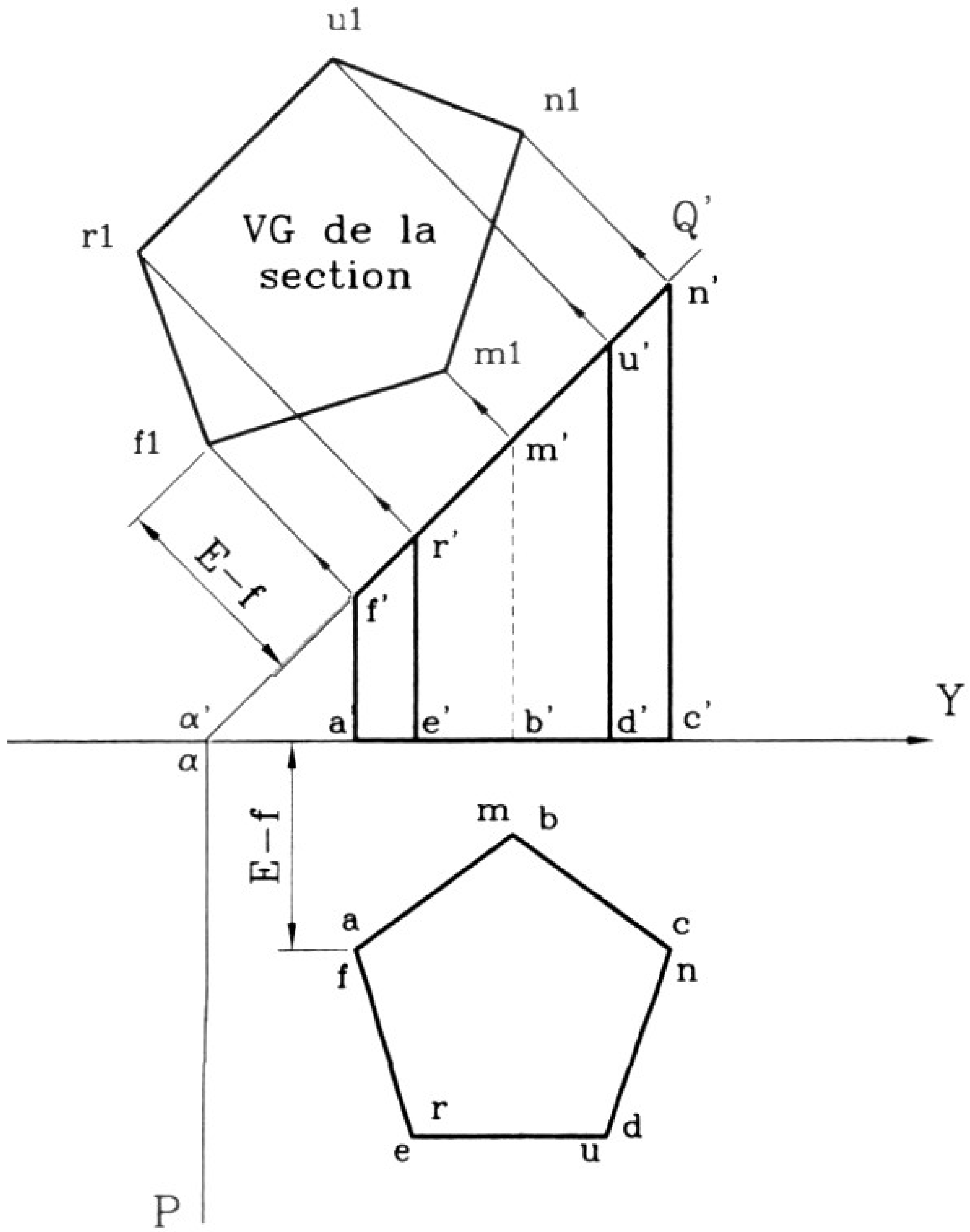
RABATTEMENT D'UN PLAN DE BOUT SUR UN PLAN FRONTAL

CONTRAT



Un prisme droit à base pentagonale est coupé par un plan (P} « de bout » défini par ses traces (α P) et (α' Q').
On demande de rechercher la vraie grandeur de l'intersection du prisme et du plan (P).

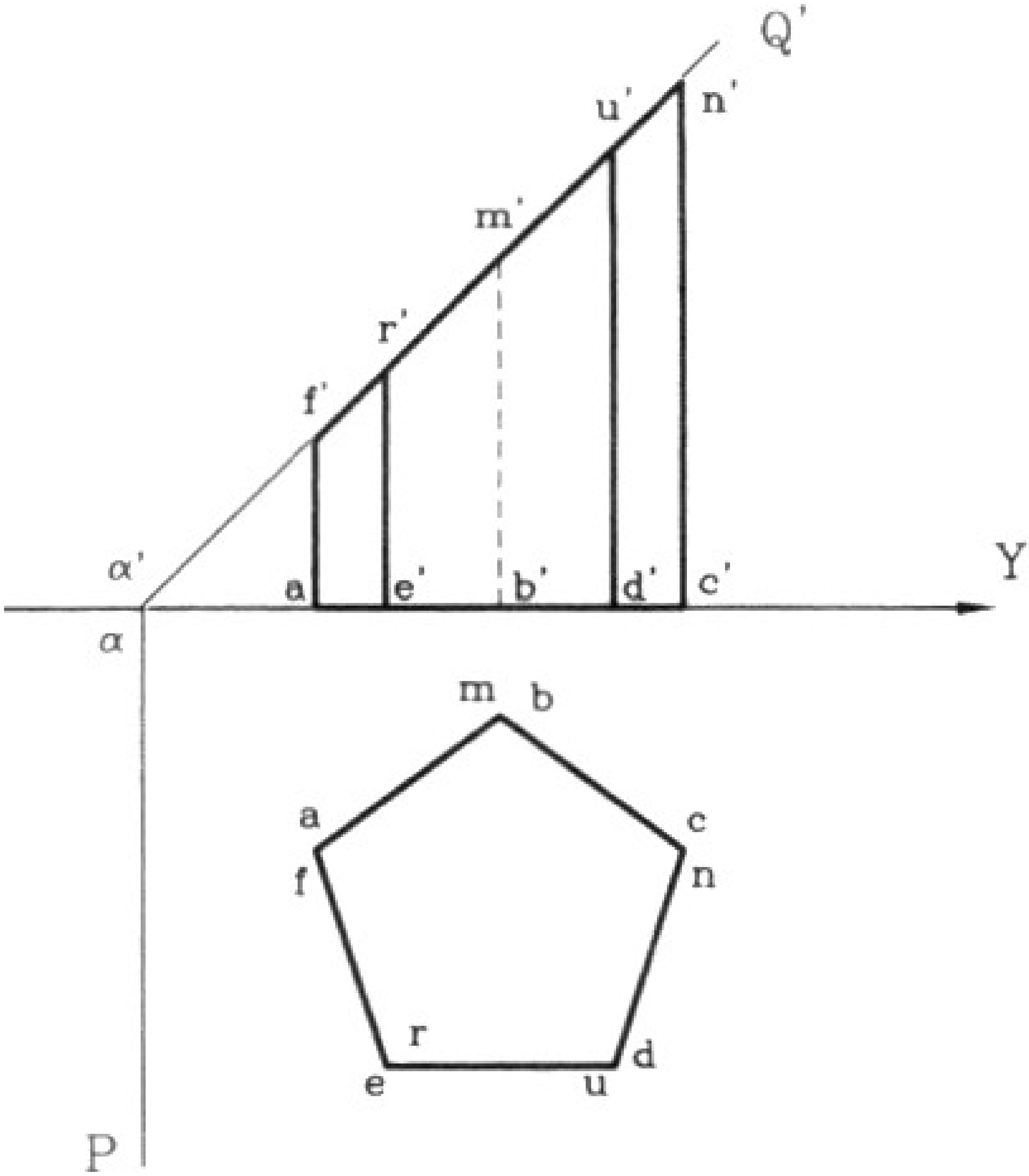
METHODE :



Le rabattement d'un plan « de bout » s'effectue autour d'une charnière « frontale • particulière (Q').
Pendant le rabattement tous les points conservent leur éloignement.
Le traceur, pour obtenir la vraie grandeur de la section, projette les points, perpendiculairement à l'axe (Q'), dans le plan rabattu, où ils conservent leur éloignement.

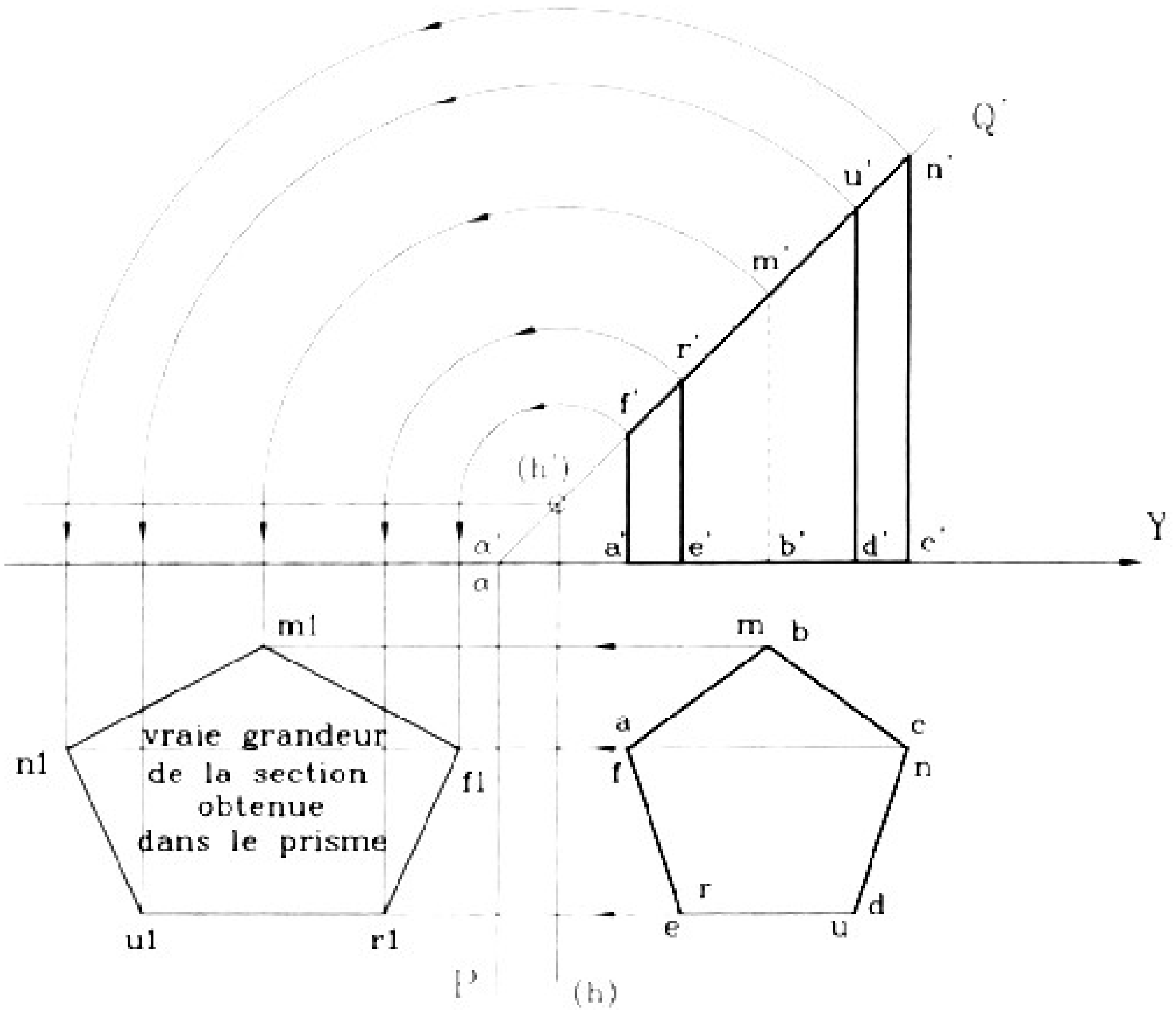
RABATTEMENT D'UN PLAN DE BOUT SUR UN PLAN HORIZONTAL

CONTRAT



Un prisme droit à base pentagonale est coupé par un plan (P} « de bout » défini par ses traces (α P) et (α' Q').
On demande de rechercher la vraie grandeur de l'intersection du prisme et du plan (P).

METHODE

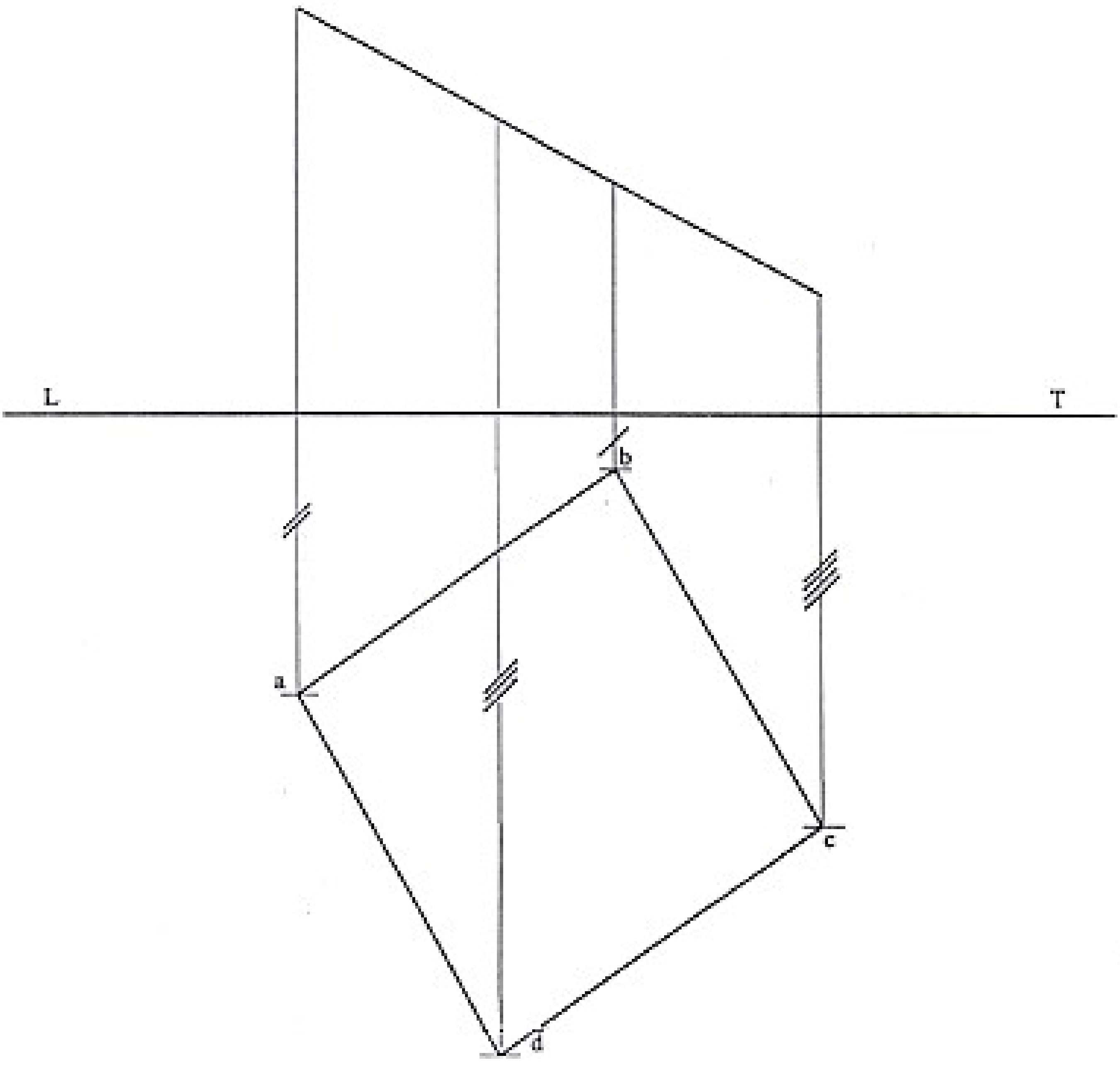


Le rabattement d'un plan « de bout » s'effectue autour d'une charnière « de bout » (h', h).
Pendant le rabattement tous les points conservent leur éloignement,

• Le traceur, pour obtenir la vraie grandeur de la section :

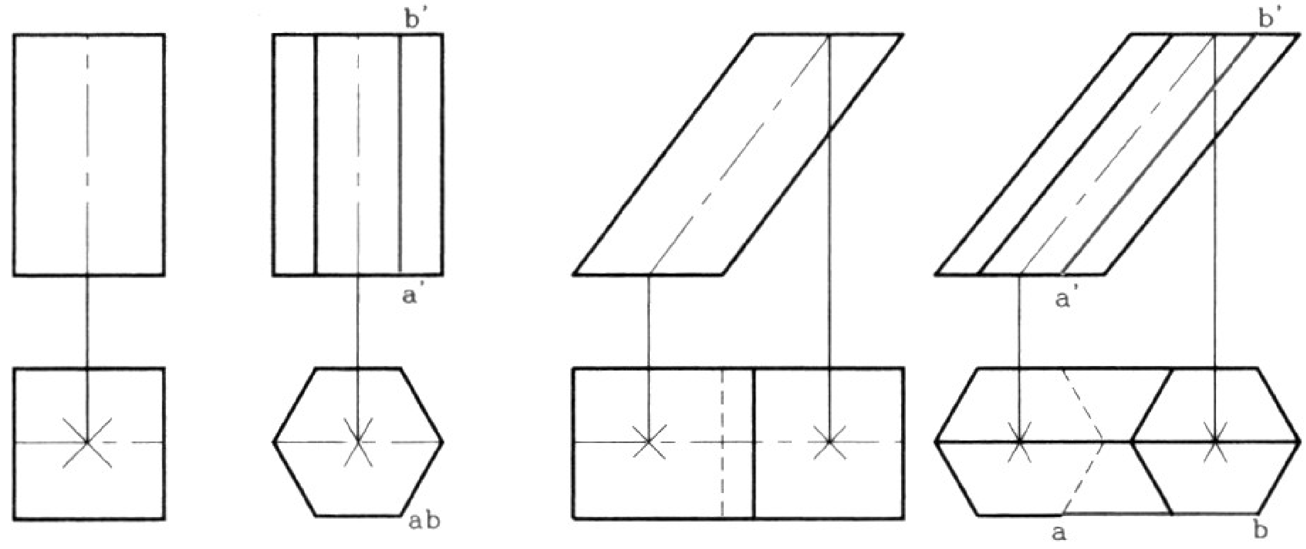
- implante une charnière (h, h') « de bout »;
- fait pivoter, autour de (h'), les différents points de cette section jusqu'au moment où ils ont une cote égale à celle de (h') ;
- projette alors les points, perpendiculairement à l'axe (0Y), dans la projection horizontale, ils conservent leur éloignement.

1) Rechercher la vraie grandeur de la figure a b c d , par un rabattement sur le plan frontal
2) Comment peut-on appeler cette figure , pourquoi 7



LE PRISME

Le prisme est un solide constitué de plans organisés autour d'une base polygonale.



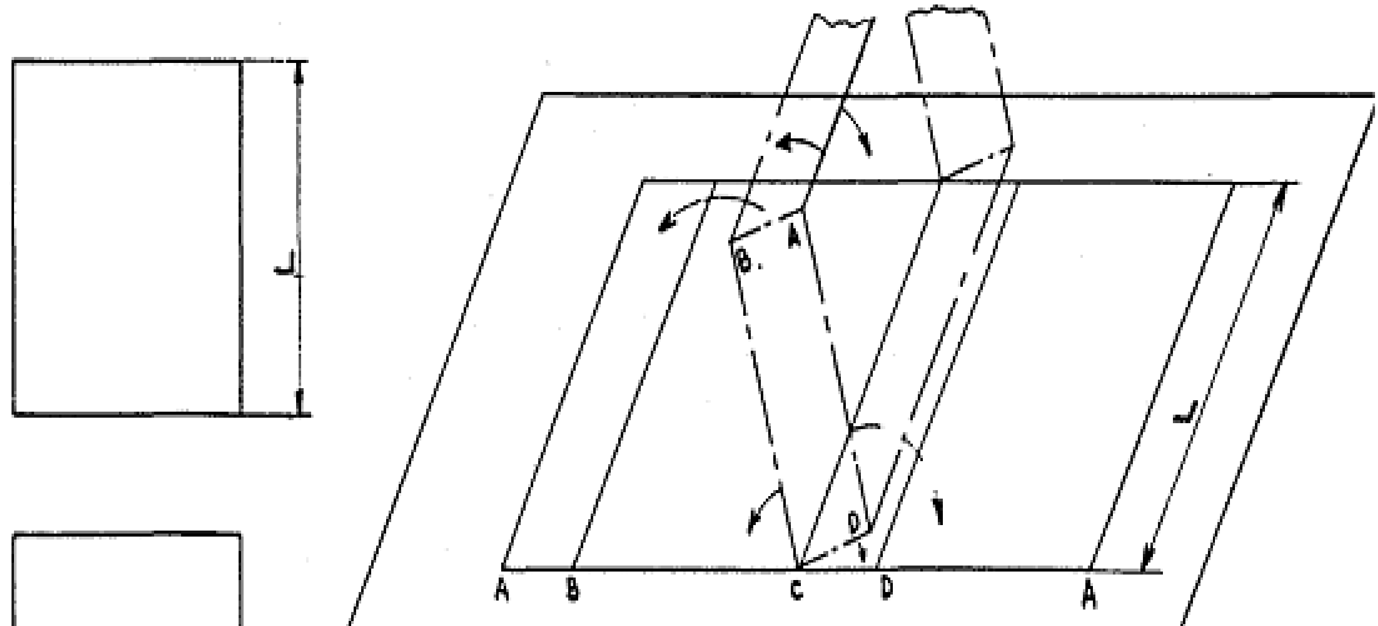
Prisme droit

Prisme oblique

- L'axe du prisme passe par le centre de gravité de la base polygonale.
- Les plans sont parallèles à l'axe.
- Une arête du prisme est l'intersection de deux plans, exemple : arête (A-B).

Exemple : Prisme droit a base rectangulaire

Lorsqu'on ouvre ce prisme, il s'applique sur une surface plane, suivant un rectangle dont la longueur est égale au périmètre de base du prisme et la largeur égale à la hauteur du prisme.
En principe la ligne d'assemblage ne se place pas sur une arête mais sur une surface plane.



AB + BC + CD + DA = Périmètre de base

Prisme coupé par un plan de bout (fig. 3 et 4)

Le prisme (fig. 3) est à base quelconque.

Développement (fig. 4)

- Porter successivement sur une droite la longueur du polygone de base (MA + AB + BC + CD + EF + FM)
- Aux points M , A , B , C , D , E , F , élever des perpendiculaires .
- Relever sur la projection frontale la longueur des arêtes : (m'1' , a'2' , c'4' , d'5', etc.) et les porter au développement sur les perpendiculaires correspondantes
- Joindre les points (1, 2, 3, etc.) par une ligne brisée.

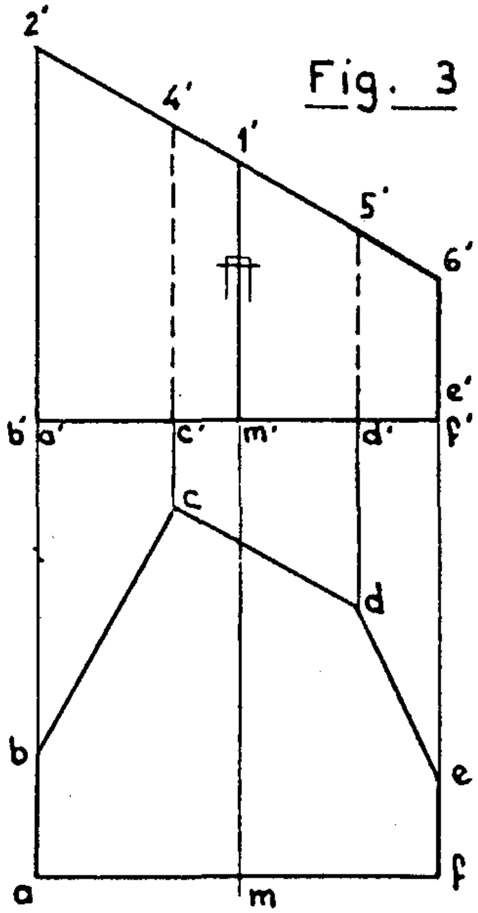
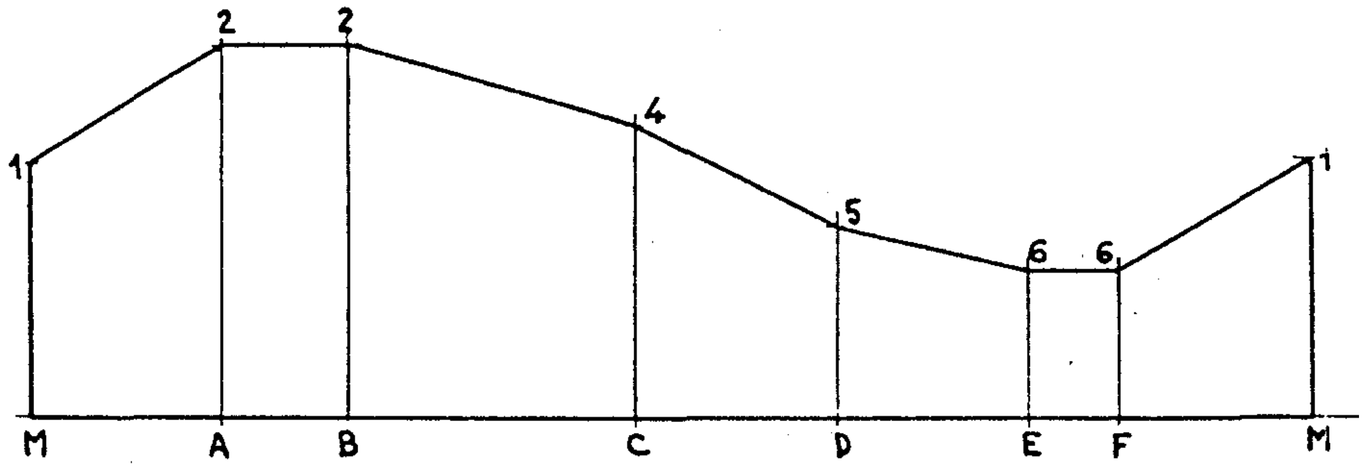


Fig. 3



_ FIG : 4 _

Prisme coupé par 2 plans de bout (fig. 5 et 6)

Le prisme (fig. 5) est à base triangulaire, mais quelque soit la forme de la base, le principe reste identique.

- Tracer une section droite (mn) perpendiculaire aux arêtes.
  Cette section peut être tracée à un emplacement quelconque.
- Porter sur une droite les longueurs de la section droite.
- Puis procéder comme précédemment mais en portant les longueurs des arêtes au—dessus et en dessous de la droite mn.

FIG: 5

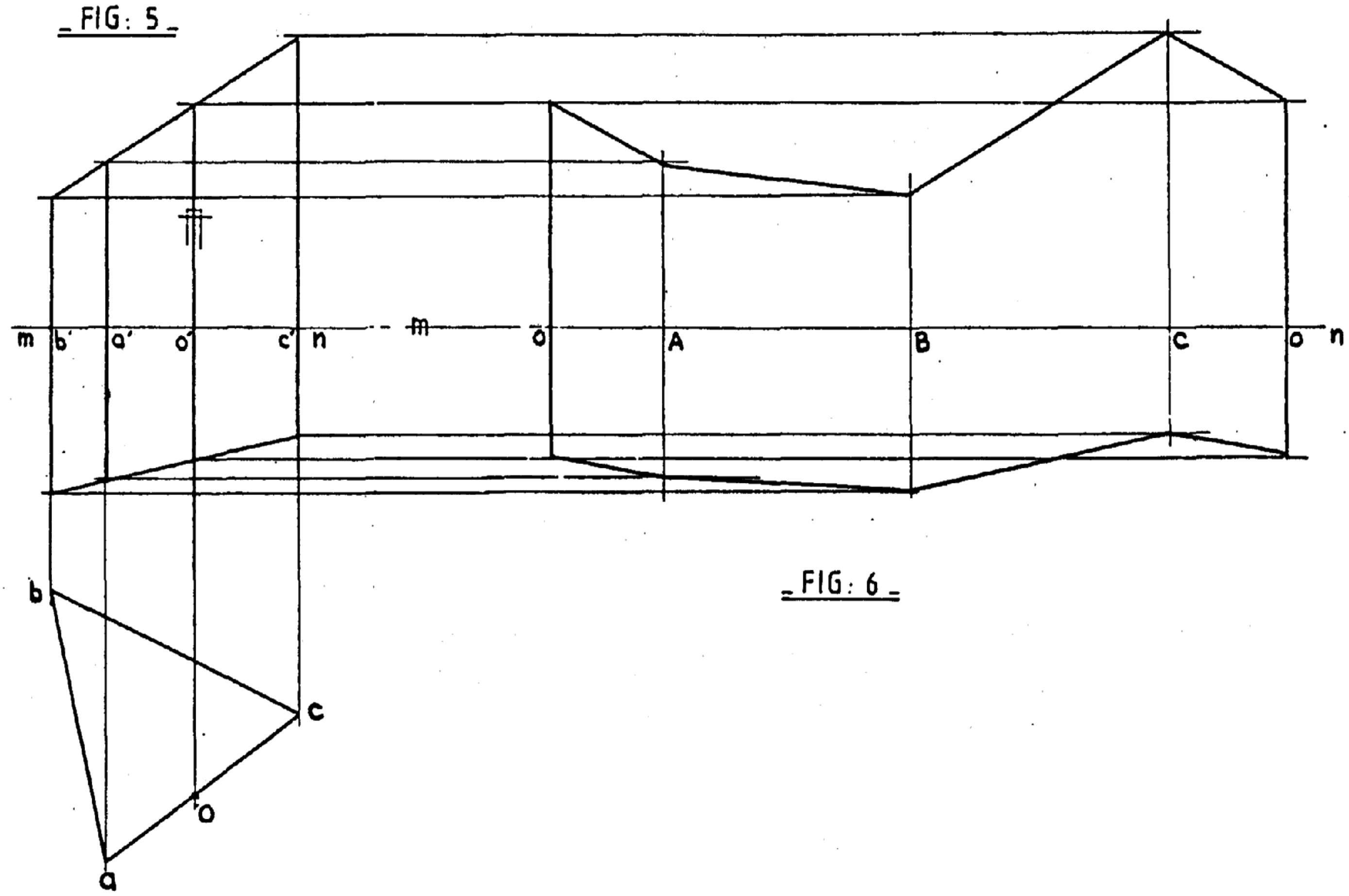


FIG: 6

LE PRISME OBLIQUE

GÉNÉRALITÉS :

Dans un prisme droit toutes les faces latérales sont des rectangles mais les faces latérales d'un prisme oblique sont des parallélogrammes, les transformées des bases ne sont pas, comme pour le prisme droit, des droites ; ce sont des lignes brisées qui ne peuvent pas servir d'éléments de départ dans la construction du développement.

Principe et méthode de traçage.

1) Couper le prisme par un plan déterminant une section droite.
2) Chercher la vraie grandeur de cette section.
3) Développer le prisme en partant de la section droite.

NOTA.

- La connaissance de la section droite est indispensable à la réalisation du prisme ; elle constitue, en effet, le gabarit de pliage.

ÉPURE :

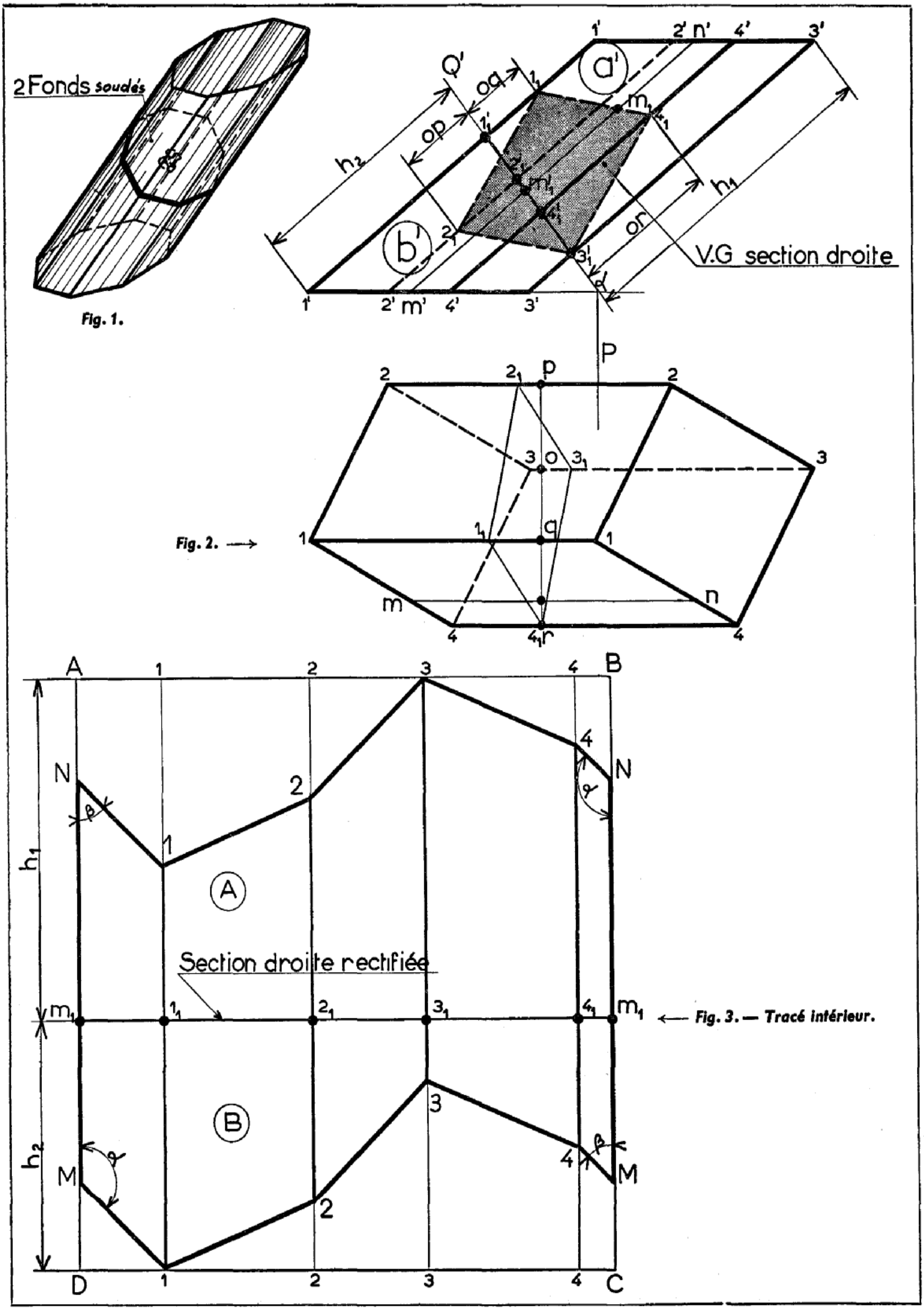
Elle est exécutée suivant les cotes intérieures (tôle mince) .
Sur la figure 2 les bases sont horizontales, les arêtes frontales, donc projetées en vraie grandeur en élévation. Un plan perpendiculaire aux arêtes est un plan de bout P α Q'. La projection frontale de la section droite est un raccourci total confondu avec la trace α Q' du plan de bout; sa projection horizontale est un raccourci partiel (représentée sur la figure 2, elle est inutile pour l'établissement de l'épure).

La vraie grandeur de la section droite s'obtient par l'un des procédés étudiés précédemment ; le plus simple, dans le cas de la figure 2 est un rabattement de cette section dans le plan frontal (comme pour un changement de plan horizontal, on conserve la projection frontale et les éloignements). Nous avons pris pour axe de rotation la trace frontale α Q' en supposant que le plan frontal passe par l'arête 3.

DÉVELOPPEMENT :

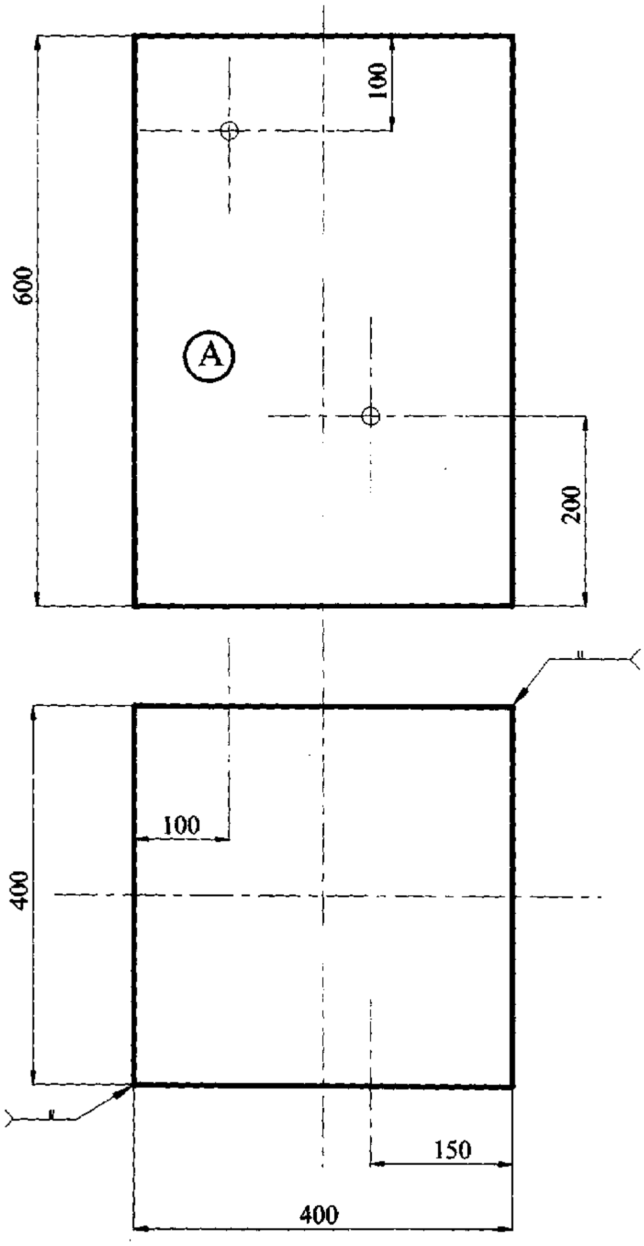
Le développement peut être inscrit dans un rectangle ayant pour largeur le périmètre de la section droite et pour hauteur h1 + h2 (longueurs de la plus grande arête des troncs de prisme droits A et B). Après traçage du rectangle reporter sur les bases AB et CD (fig. 3) les côtés de la section droite en partant de la ligne d'assemblage (point m_1) et en portant attention au sens du numérotage selon que l'on désire le tracé à l'intérieur ou à l'extérieur. Le développement (fig. 3) est prévu selon « tracé intérieur ».

Représenter la transformée de la section droite en menant une parallèle à AB et CD en portant h_1 à partir de AB ou h_2 à partir de CD.
De chaque point m_1 1_1... etc. de la section droite rectifiée, reporter sur l'arête correspondante les deux parties de celle-ci prises sur l'épure à partir de la section α Q'. En joignant les points obtenus successivement on obtient les transformées des bases.

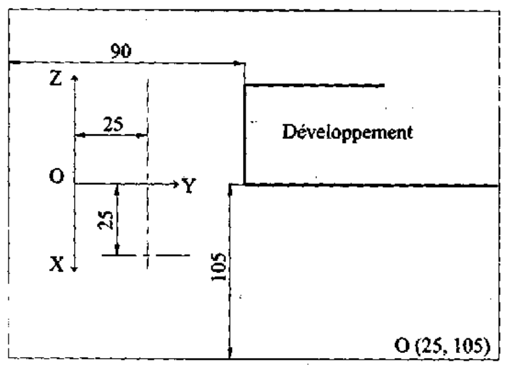


Exercice de traçage : Prisme percé

Le solide A est un prisme régulier droit réalisé en tôle d'épaisseur 1 mm et percé de deux trous de diamètre 10 mm.
Il est mis en forme sur presse-plieuse en deux éléments. Les cotes sont indiquées à l'intérieur du prisme.



Votre épure et le développement de A
à l'échelle 1/10 sur un format A4 horizontal



Corrigé de l'exercice de traçage : Prisme percé

Épure et développement

L'épure :

Identification des droites :

La section normale du prisme est en V.G en projection horizontale.

Les arêtes A, B, C, D sont en V.G en projection frontale.

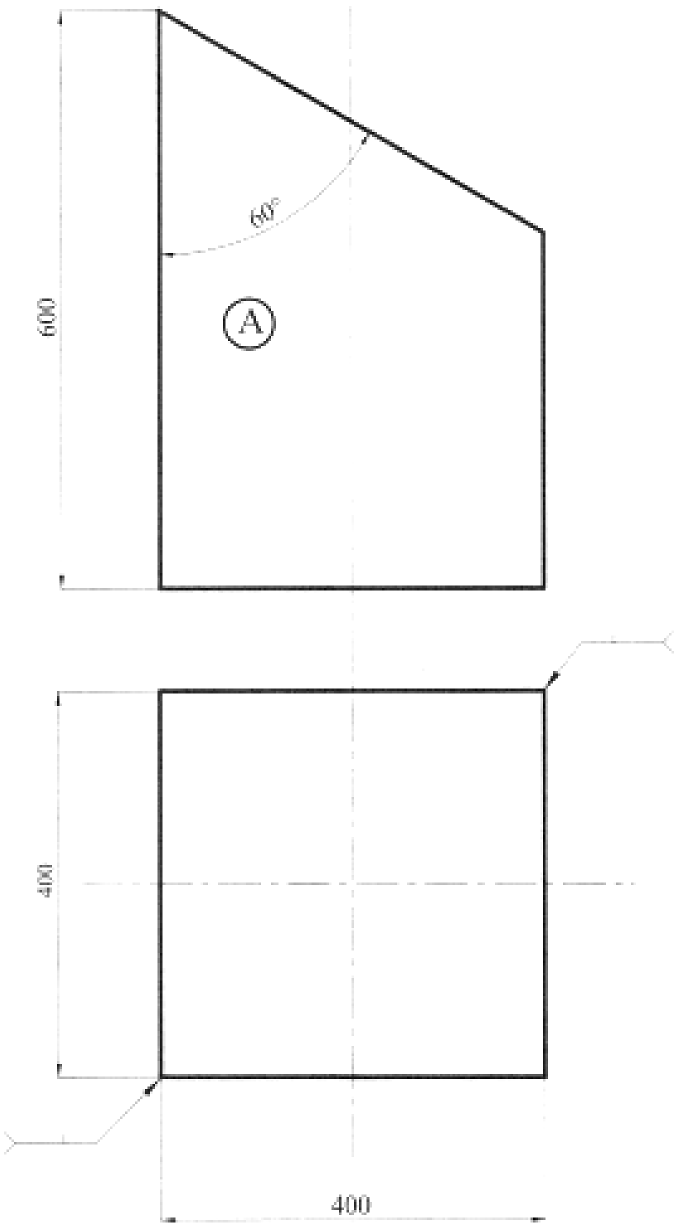
Le développement :

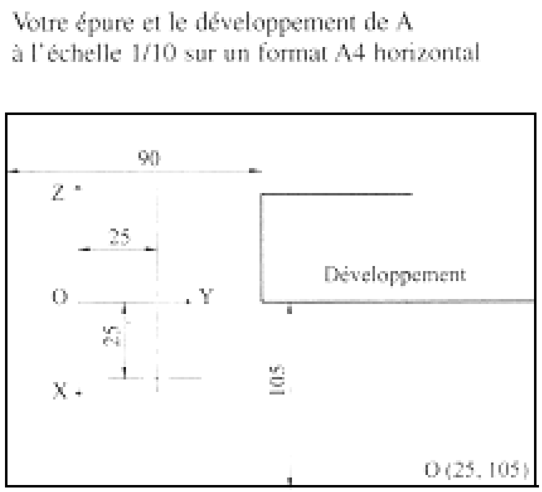
Le traceur doit développer le prisme au tracé intérieur pour guider le pliage

(Il utilisera l'abaque de pliage pour déterminer le M et implanter les carrés de pliage, voir « Memotech Structures Métalliques » page 238. Dans cet exemple l'épaisseur est de 1mm ; le M est sa valeur)

Exercice de traçage : Prisme tronqué

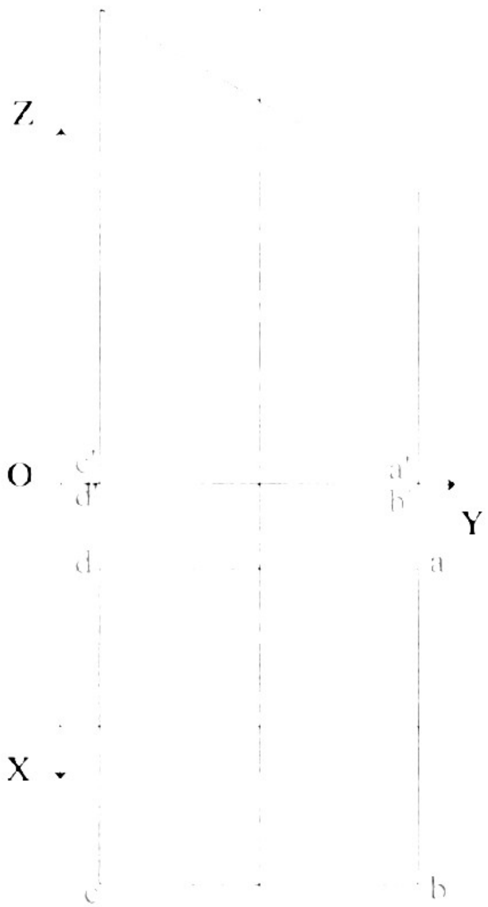
Le solide A est un prisme régulier droit réalisé en tôle d'épaisseur 1 mm.
Il est mis en forme sur presse-plieuse en deux éléments. Les cotes sont indiquées à l'intérieur du prisme.

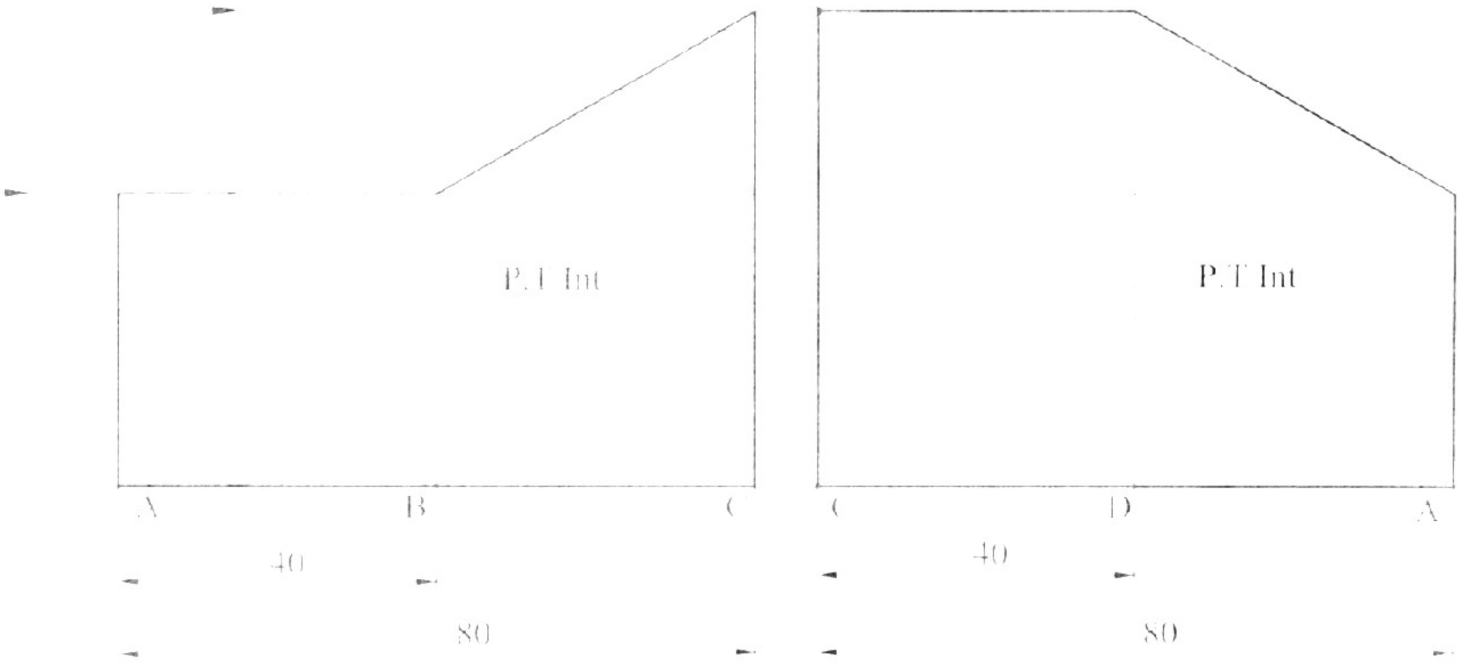




<u>Corrigé de l'exercice de traçage</u> : Prisme tronqué

<u>Épure et développement</u>





L'épure :

Identification des droites :

La section normale du prisme est en V.G en projection horizontale.
Les arêtes A, B, C, D sont en V.G en projection frontale.

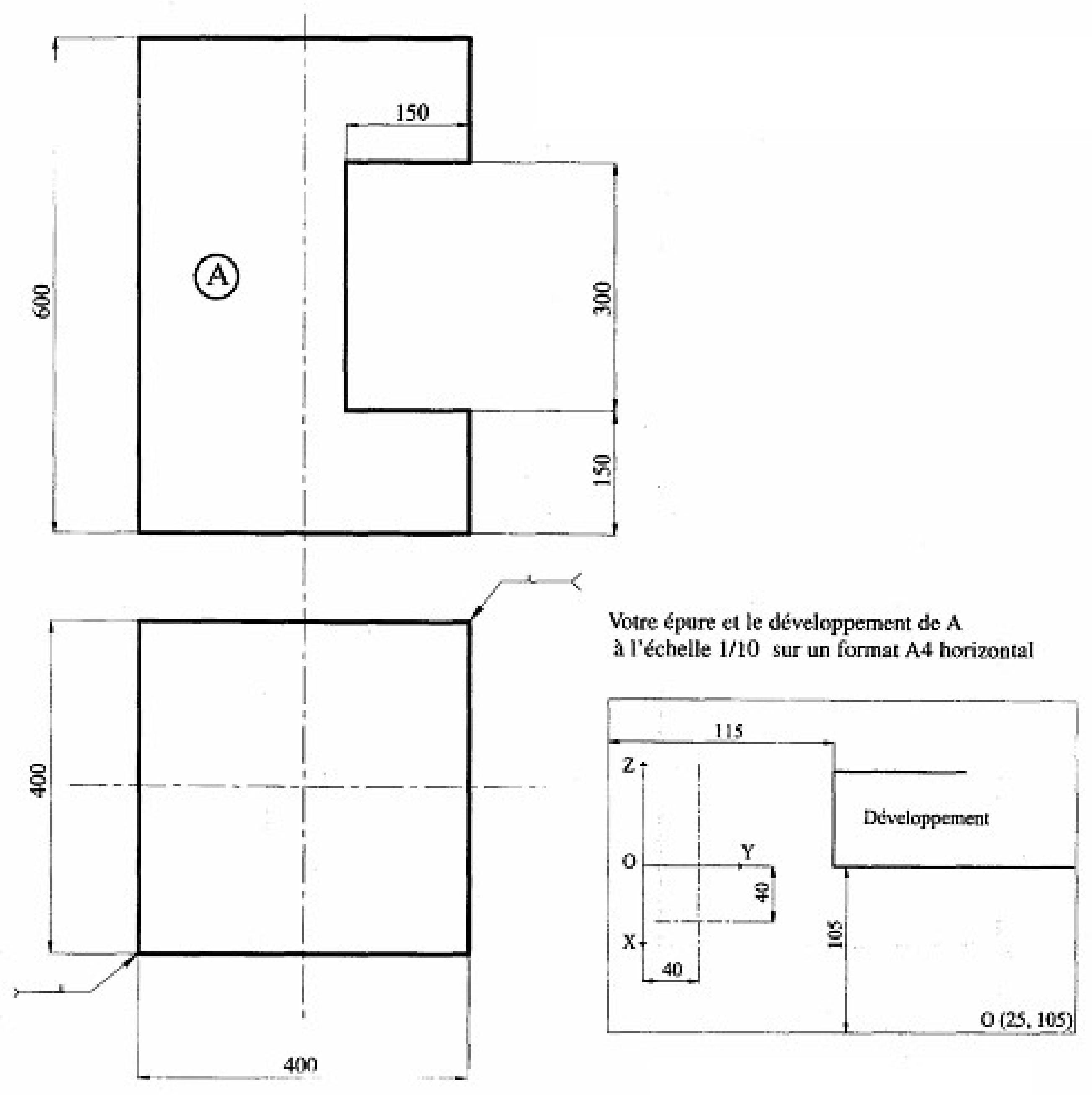
Le développement :

Le traceur doit développer le prisme au tracé intérieur pour guider le pliage.

(Il utilisera l'abaque de pliage pour déterminer le Δl et implanter les carres de pliage. voir « Mémotech Structures Métalliques » page 238.
Dans cet exemple l'épaisseur est de 1mm ; le Δl a sa valeur.)

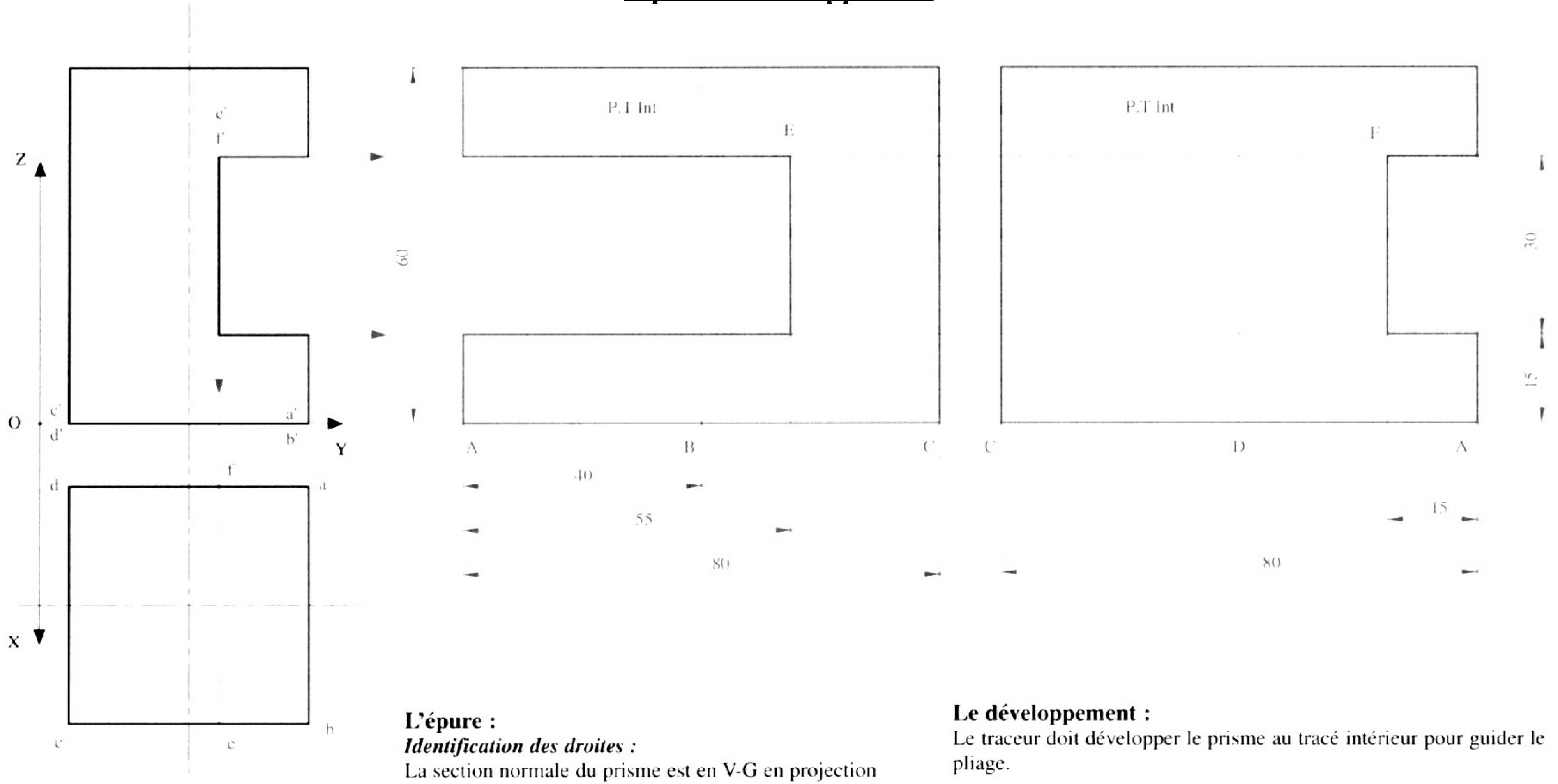
<u>Exercice de traçage</u> : Prisme pénétré

Le solide A est un prisme régulier droit réalisé en tôle d'épaisseur 1 mm.
Il est mis en forme sur presse-plieuse en deux éléments.
Les cotes sont indiquées à l'intérieur du prisme.



Corrigé de l'exercice de traçage : Prisme pénétré

Épure et développement



L'épure :

Identification des droites :

La section normale du prisme est en V-G en projection horizontale.

Les arêtes A, B, C, D sont en V.G en projection frontale.

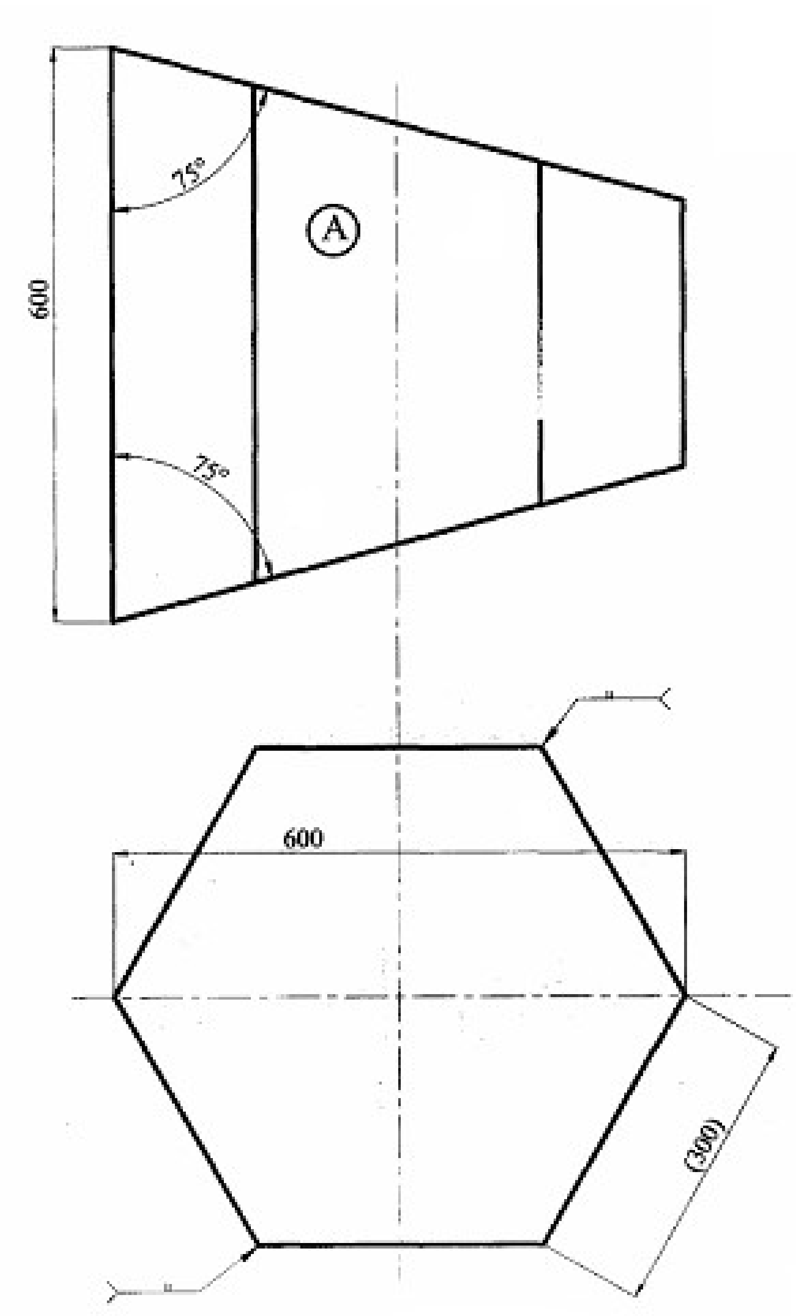
Le développement :

Le traceur doit développer le prisme au tracé intérieur pour guider le pliage.

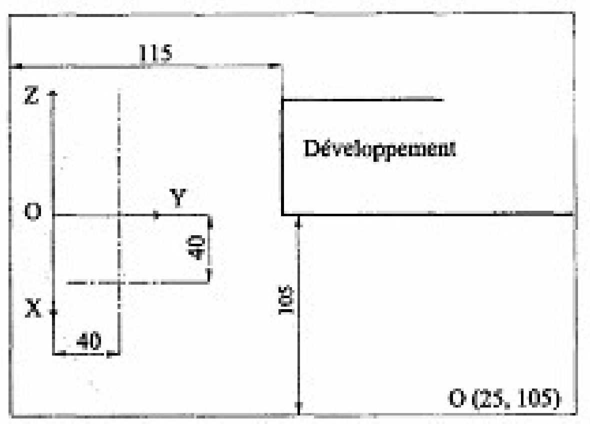
(Il utilisera l'abaque de pliage pour déterminer le Δl et implanter les carres de pliage, voir « Mémotech Structures Métalliques » page 238. Dans cet exemple l'épaisseur est de 1mm ; le Δl a sa valeur.)

Exercice de traçage : Prisme tronqué à base hexagonale

Le solide A est un prisme régulier droit réalisé en tôle d'épaisseur 1 mm.
Il est mis en forme sur presse-plieuse en deux éléments.
Les cotes sont indiquées à l'intérieur du prisme.

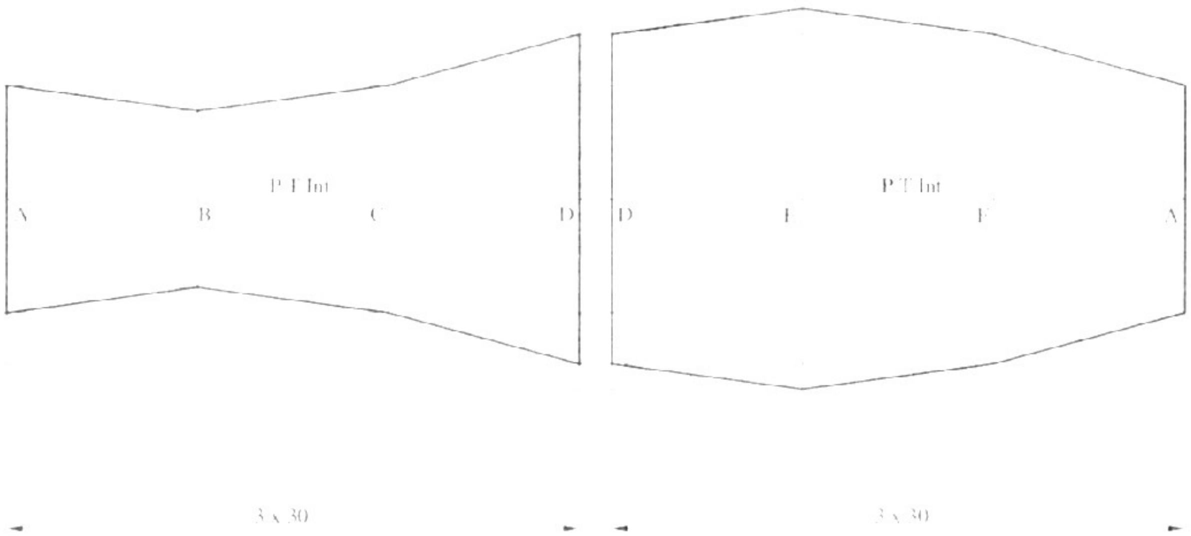


Votre épure et le développement de A
à l'échelle 1/10 sur un format A4 horizontal



<u>Corrigé de l'exercice de traçage</u> : Prisme tronqué à base hexagonale

<u>Épure et développement</u>



L'épure :

Le traceur implante une section normale du prisme (ici à mi-hauteur), qui lui permet de situer les arêtes A, B, C, etc.

Identification des droites :

La section normale est en V-G en projection horizontale. Les arêtes A, B, C etc.. sont en V.G en projection frontale.

Rappel : La section normale d'un prisme ou d'un cylindre est contenue dans un plan orthogonal à son axe.
Ce plan est perpendiculaire à l'axe en V.G.

Le développement :

Le traceur doit développer le prisme au tracé intérieur pour guider le pliage.

(Il utilisera l'abaque de pliage pour déterminer le Δl et implanter les carres de pliage, voir « Mémotech Structures Métalliques » page 238.
Dans cet exemple l'épaisseur est de 1mm ; le Δl a sa valeur.)

EXERCICE 14
LE PRISME OBLIQUE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

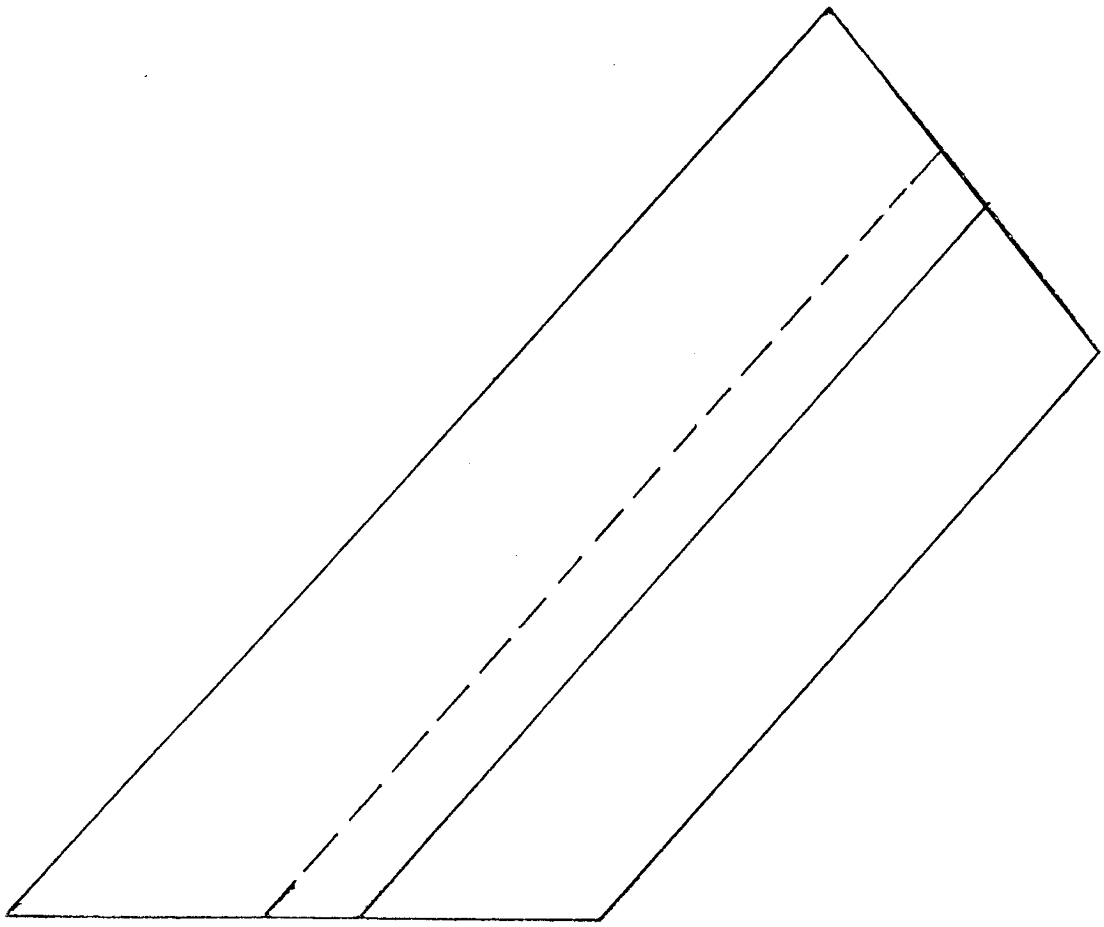
- Développement prisme oblique
- Recherche vraies grandeurs section normale
-
-
-
-

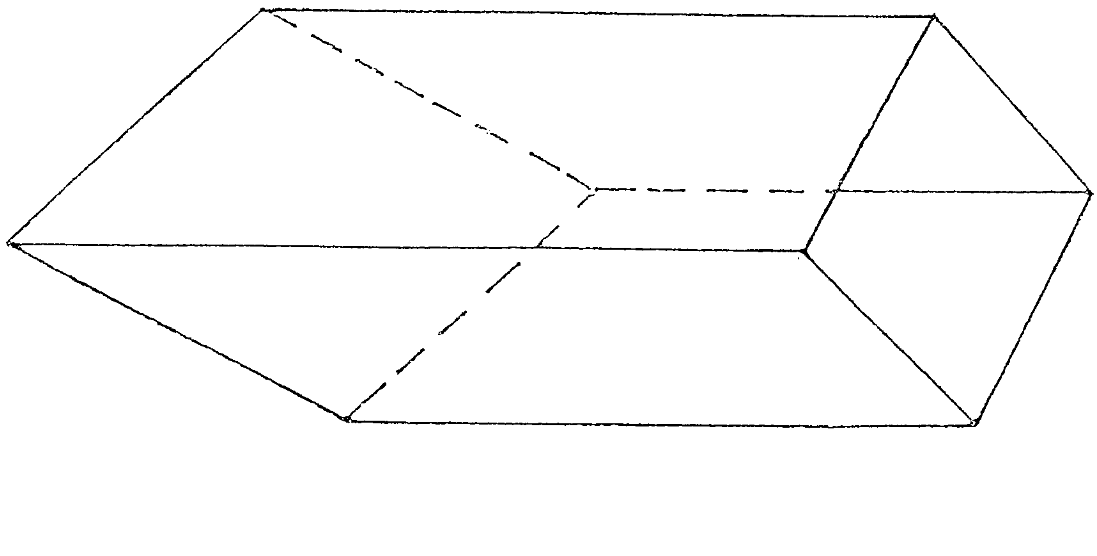
TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Compléter l'épure
- Repérer les arrêtes
- Rechercher la vraie grandeur de la section normale sur les 2 projections
- Développement du prisme (tracé intérieur)
-
-
-
-
-
-
-
-

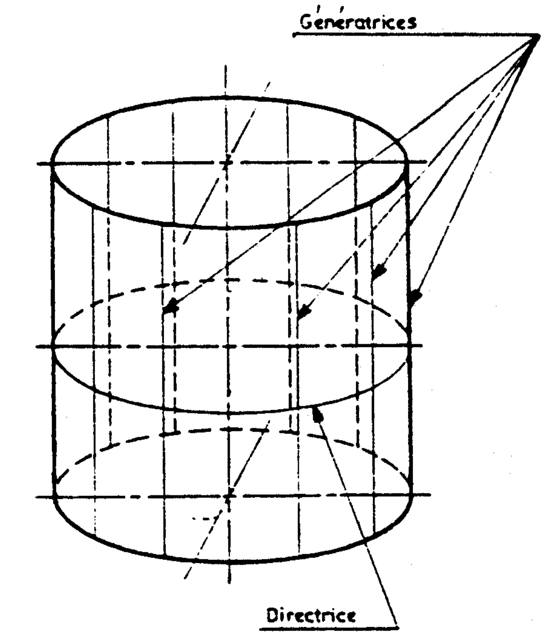
NOTA *: Documents à caractères pédagogiques.*
Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.
Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

PRISME OBLIQUE





LE CYLINDRE DROIT

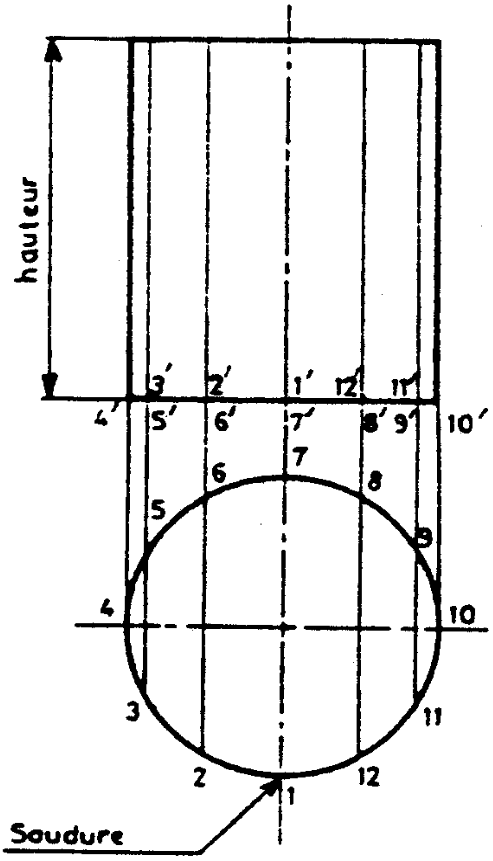


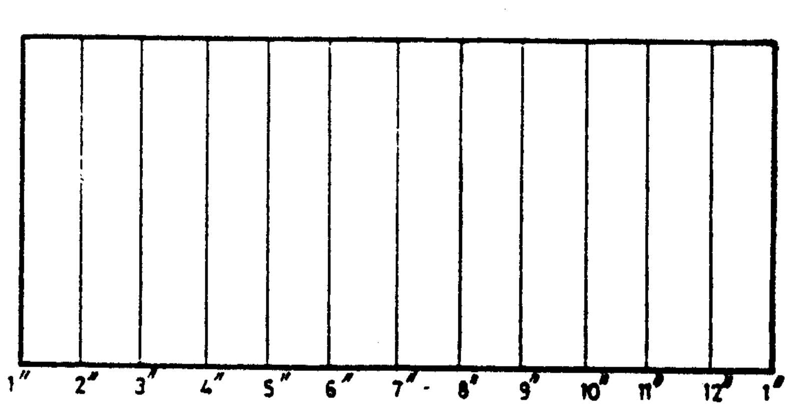
I- DEFINITION

Les surfaces cylindriques sont des solides engendrés par une droite génératrice qui se déplace en restant parallèle à elle-même et en s'appuyant sur une courbe appelée directrice.

Lorsque la génératrice est perpendiculaire au plan de la directrice, le cylindre est droit.

Lorsque la directrice est une circonférence : cylindre droit à base circulaire (on dit aussi cylindre de révolution).





2.1 Epure

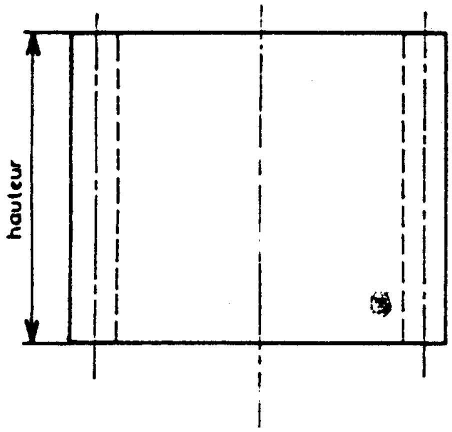
- Tracer les vues de face et de dessus ;
- Diviser la section droite en un nombre de parties égales.
- Par les points de division obtenus 1, 2, 3, 4, etc.. faire passer des génératrices.

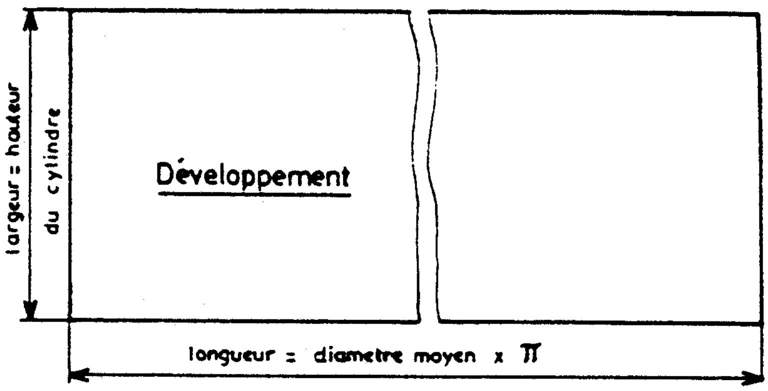
2.2 Développement

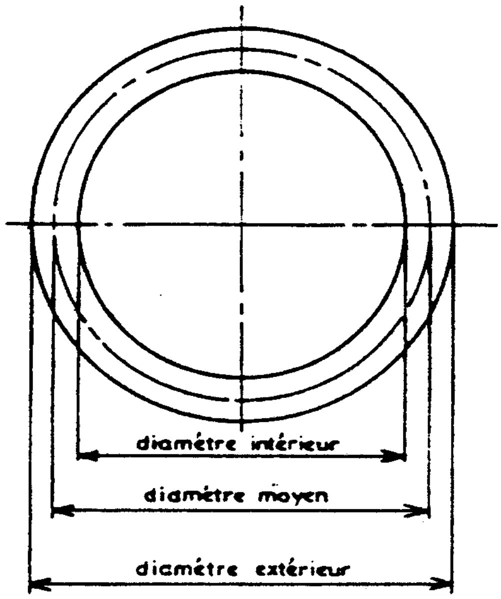
Tracer une droite 1" « 1" » de longueur développée de la circonférence de base du cylindre.

- Elever des perpendiculaires des points 1" « 1" » extrémités de cette droite égales à la hauteur du cylindre, puis joindre les points.

DEVELOPPEMENT D'UN CYLINDRE DROIT







INITION :

éveloppement d'un cylindre droit est un rectangle
nt pour largeur la hauteur du cylindre et pour
gueur le périmètre de sa base

2 . LONGUEUR DU DEVELOPPEMENT

Les dimensions à porter sur l'épure sont celles prises en « fibre neutre » et les longueurs à porter sur les développements en découlent.

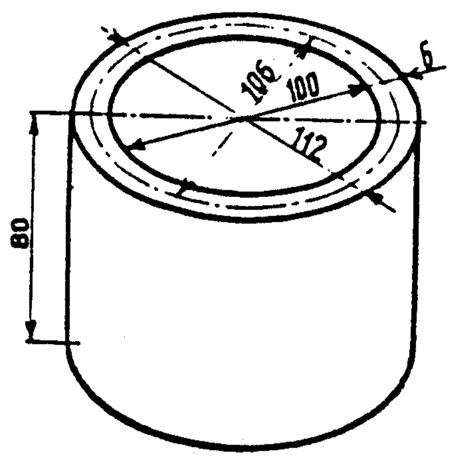
'our trouver la longueur du développement
u cylindre, on prend comme diamètre, dans le calcul « Le diamètre
noyen » du cylindre.

2.3 Exemple : Soit à tracer le développement d'une virole de conduite ayant 1,20 m de diamètre intérieur et 36 mm d'épaisseur

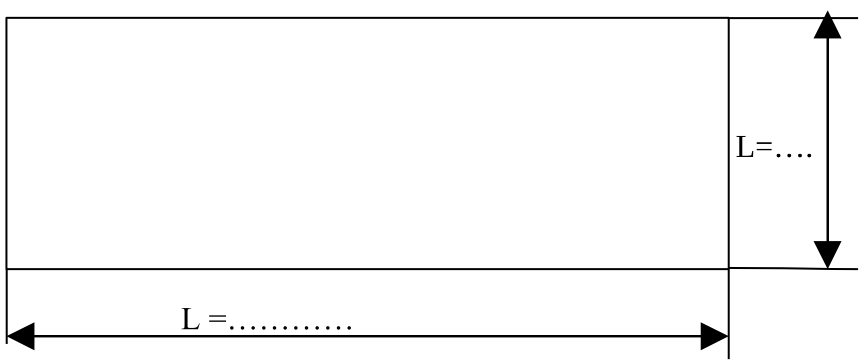
- **Le diamètre moyen vaut** : **1200 mm + 36 = 1236 mm**

- **Le développement à une longueur de** : **1236 x 3,14 = 3883 mm**

3. EXERCICE D'APPLICATION



Déterminer les dimensions du développement du cylindre ci-contre :



CYLINDRE DE RÉVOLUTION COUPÉ PAR UN PLAN DE BOUT

1. EPURE ET DEVELOPPEMENT (fig. 16 et 17)

Faire les vues de face et de dessus. Diviser la circonférence de base en parties égales, 12 par exemple.

Elle est exécutée suivant le diamètre moyen ; le rectangle capable ABCD a pour longueur (π d m) et pour hauteur, la plus grande génératrice. Diviser les côtés BC et AD en autant de parties égales qu'il y a de génératrices, numéroter (en tenant compte du sens du cintrage), et tracer celles-ci en joignant les points correspondants ; porter les longueurs des génératrices prises sur l'épure (elles sont en vraie grandeur dans la projection frontale puisqu'elles sont verticales) ; il ne reste plus qu'à joindre les points obtenus par une courbe pour obtenir la transformée de la section elliptique.

DÉVELOPPEMENT

Assimilé au prisme droit coupé par un plan oblique, son développement se fait dans les mêmes conditions: les arêtes sont remplacées par un certain nombre de génératrices régulièrement espacées, définissant un système régulier de génératrices. Puisque sa section est une ligne courbe, sa transformée ne sera pas une ligne brisée; on démontre que cette transformée est une sinusoïde ; c'est-à-dire une courbe analogue à la représentation graphique des variations du sinus .

L'assemblage se fait soit sur la plus petite génératrice (assemblage soudé), soit sur une génératrice moyenne dans les cas d'agrafage ou de rivetage, ou encore, lorsqu'il y a plusieurs éléments à reproduire. Dans ce dernier cas, il y a économie de métal et de temps de découpage (une coupe pour deux éléments) (fig. 18).

RECHERCHE DE LA VRAIE GRANDEUR DE LA SECTION OBLIQUE

L'ellipse a pour grand axe la droite joignant l'extrémité supérieure de la plus grande à celle de la plus courte génératrice, c'est-à-dire la droite AB dont la projection frontale a'b' est en vraie grandeur sur l'épure. Le petit axe, perpendiculaire au grand axe en son milieu est égal au diamètre du cylindre et sa projection horizontale est cd.

L'ellipse est généralement tracée d'après ses projections : la projection frontale a'b' est un raccourci total et la projection horizontale un raccourci partiel confondu avec la projection horizontale du cylindre, soit le cercle de base. En joignant les points 6-8, 5-9, etc, on obtient des droites de bout dont les projections frontales sont les points 6', 8', 5', 9' etc., et aussi les éloignements de ces points en supposant que le plan frontal passe par l'axe AB (fig. 16).

Que l'on cherche la vraie grandeur par rotation, par changement de plan ou par rabattement sur le plan frontal, la construction revient toujours à reproduire la projection frontale et à élever des perpendiculaires de ses différents points sur lesquelles on reporte les éloignements.

Pratiquement on commence par tracer le rectangle capable MNPQ (fig. 20) ayant pour longueur le grand axe (projection frontale) et pour largeur le petit axe (diamètre).

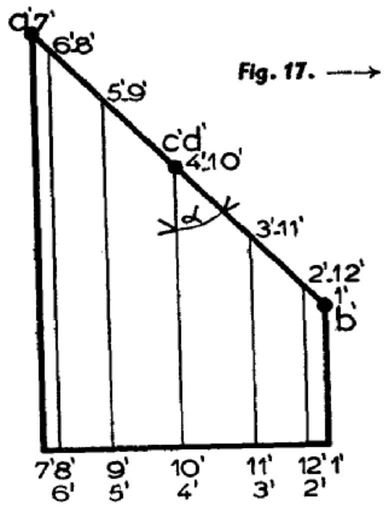
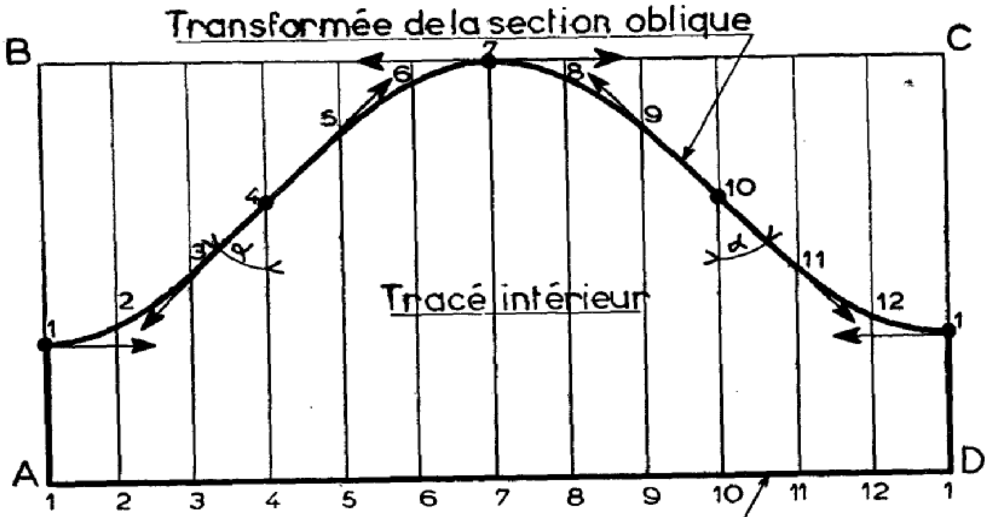


Fig. 17. →



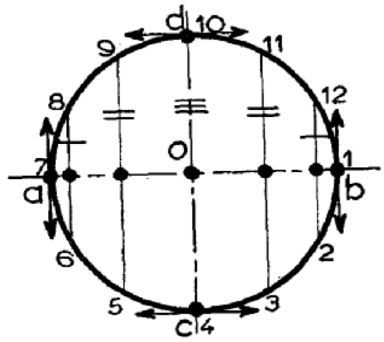


Fig. 16.

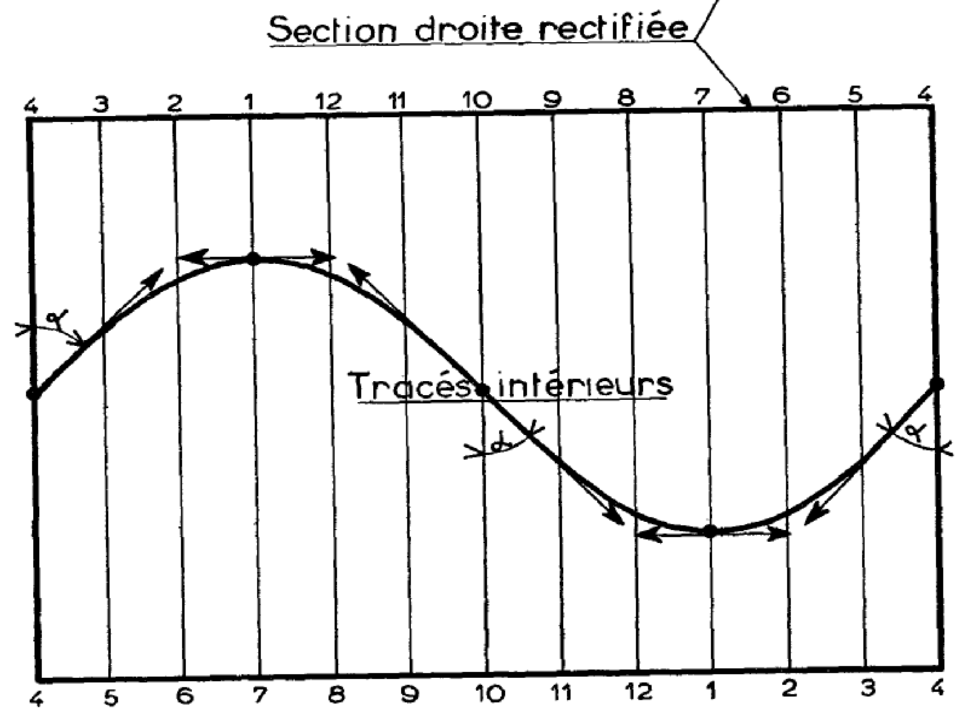
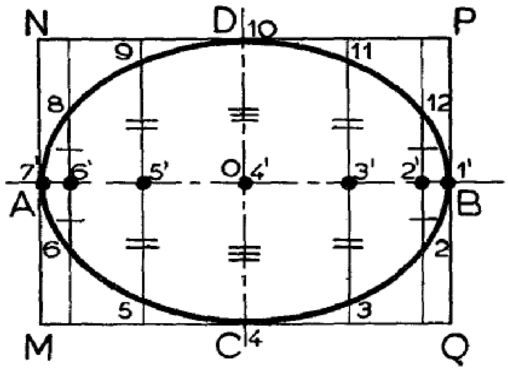
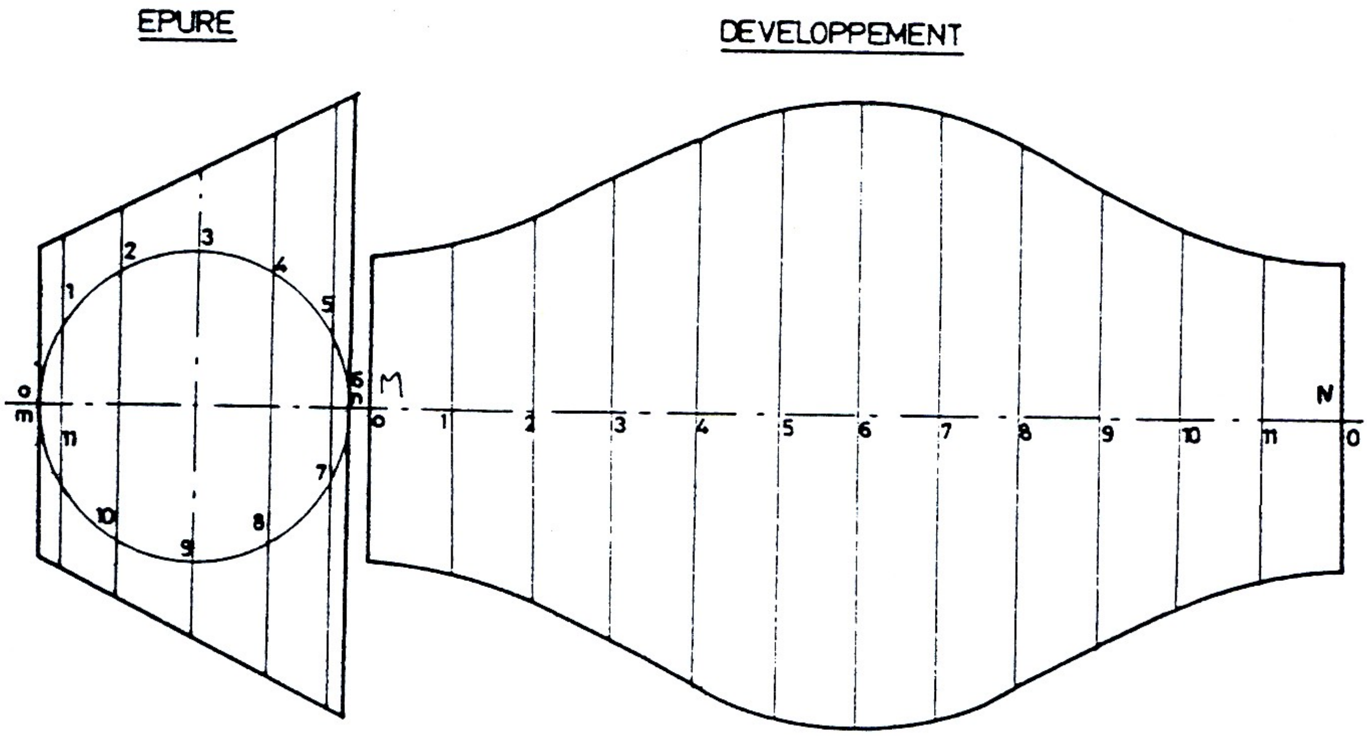


Fig. 18.



← **Fig. 20.**

CYLINDRE COUPE PAR DEUX PLANS OBLIQUES



1. DEFINITION

C'est un cylindre droit coupé par deux plans obliques par rapport à la section droite.

2. METHODE DE TRACAGE

- Tracer une section droite mn (on appelle section droite d'un solide une section perpendiculaire à l'axe de ce solide. Cette section peut être tracée en un point quelconque de l'axe). Supposer cette section rabattue dans le prolongement de l'axe : c'est une circonférence d'un diamètre égal au diamètre du cylindre.

- Diviser cette circonférence en parties égales et tracer les génératrices.

- Développer la section droite et diviser en autant de parties égales que sur l'épure, tracer les perpendiculaires à la transformée de mn par ces points de division.

- Relever les longueurs des génératrices au-dessus et au-dessous de mn et les reporter sur le développement de part et d'autre de la transformée.

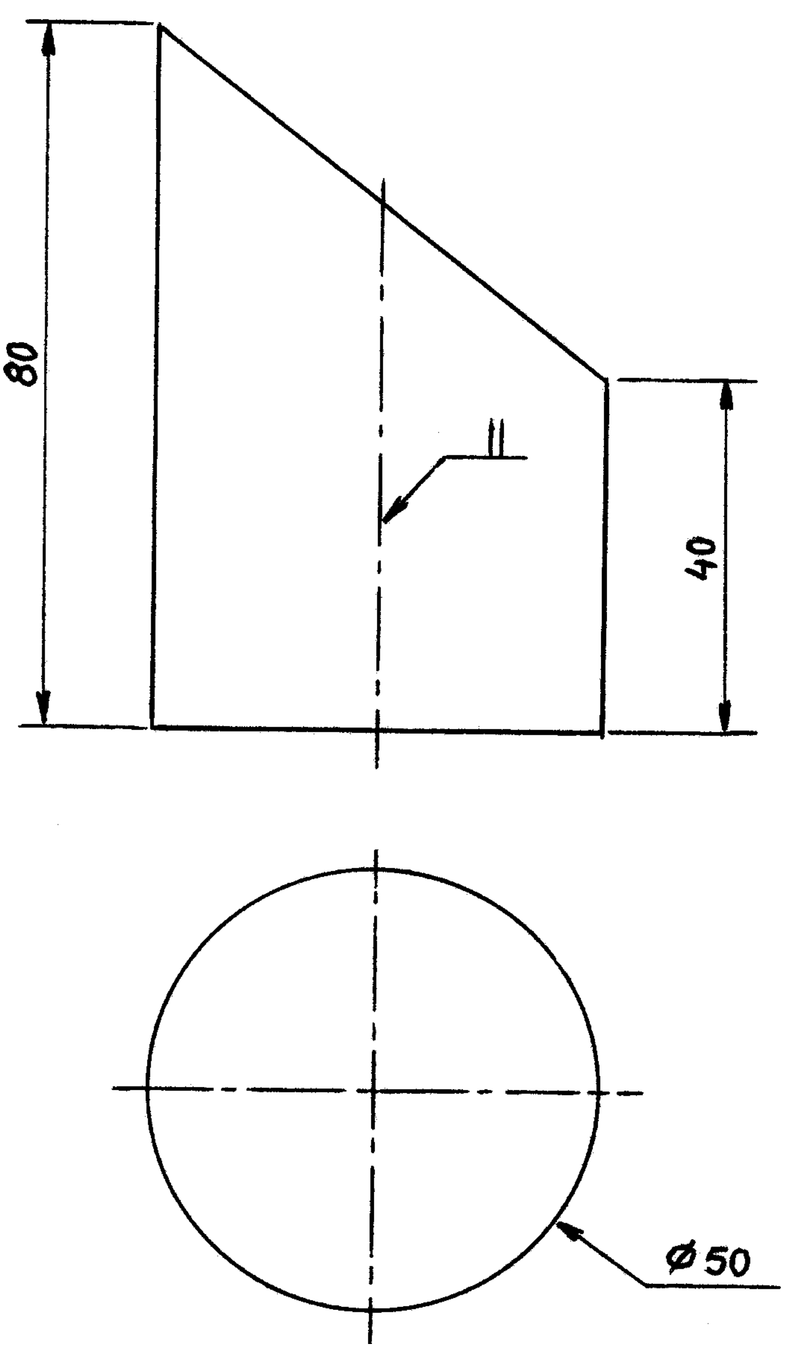
EXERCICE D'APPLICATION

CYLINDRE DROIT COUPE PAR UN PLAN OBLIQUE

TRAVAIL DEMANDE :

Sur format A4

- Compléter l'épure
- Chercher le développement
- Déterminer la vraie grandeur de la section oblique.

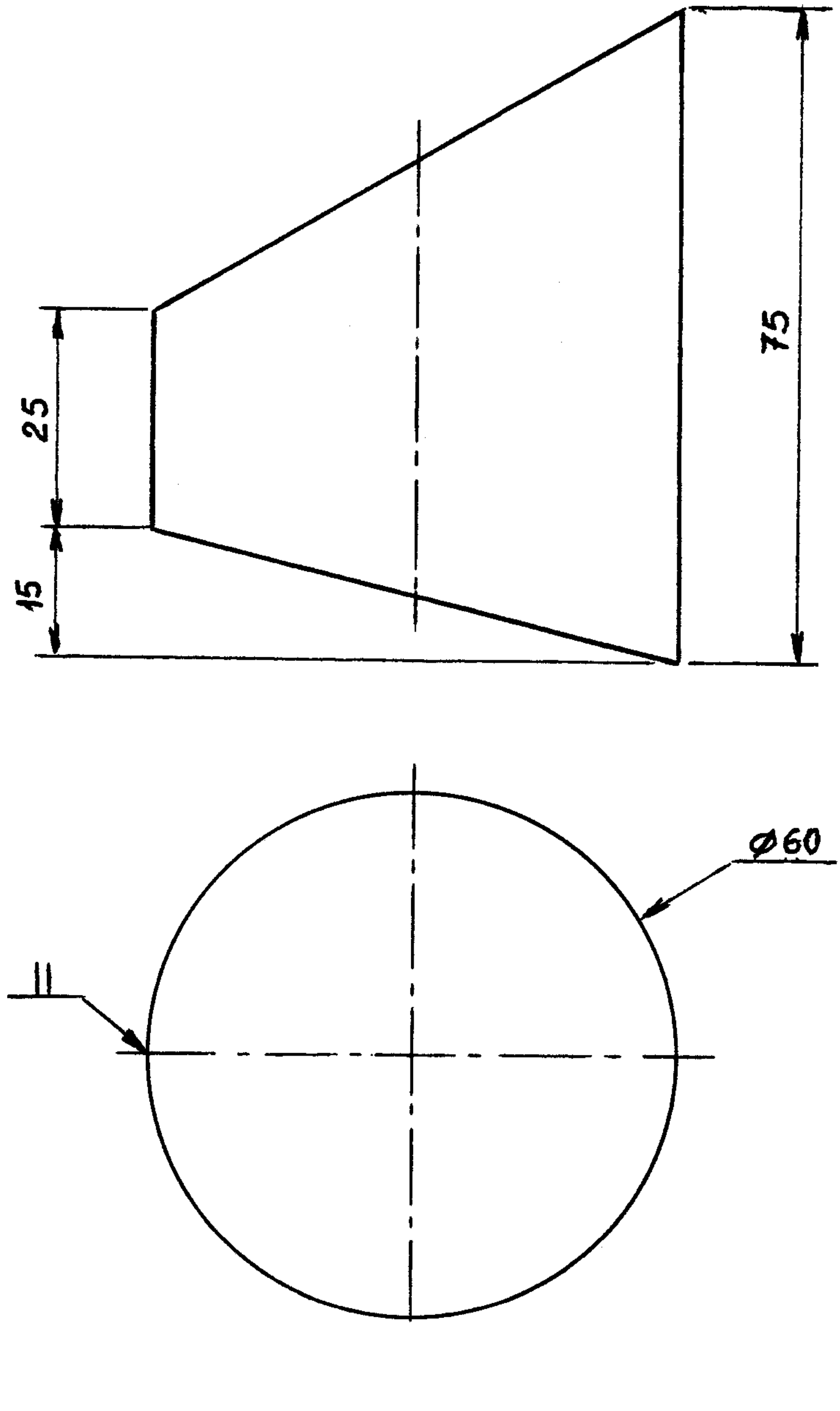


CYLINDRE COUPE PAR 2 PLANS OBLIQUES

TRAVAIL A FAIRE :

Sur format A4 :

- Compléter l'épure
- Chercher le développement



LE CYLINDRE OBLIQUE A BASES CIRCULAIRES

Sections planes.

Toutes les sections par des plans parallèles aux bases sont des cercles égaux aux cercles des bases (fig. 1). Si le plan sécant P α Q' tourne autour de son axe de bout P α , les sections ne sont plus circulaires, elles sont elliptiques ; toutes ces ellipses ont pour grand axe la médiatrice de bout de α Q' , c'est-à-dire le diamètre du cercle de base. Le petit axe diminue de plus en plus jusqu'à ce que la section soit perpendiculaire aux génératrices Cette section :α n' est une section droite ou section normale, c'est donc la plus petite section plane du cylindre.

En continuant à faire tourner le plan sécant dans le sens de la flèche, le petit axe de l'ellipse grandit de plus en plus en passant par une position r' où il égale le grand axe, c'est-à-dire que la section est devenue circulaire. Toutes les sections parallèles à α r' sont circulaires.

La projection d'un tronc de cylindre oblique à bases antiparallèles sur un plan perpendiculaire aux plans des bases est un trapèze isocèle. Ce trapèze est inscriptible dans un cercle projection de la sphère circonscrite au tronc de cylindre.

Développement.

Il s'obtient d'une manière identique à celle du prisme oblique c'est-à-dire que le cylindre est assimilé à deux troncs de cylindres droits à base elliptique commune, placés bout à bout. L'épure est toujours réalisée suivant le diamètre moyen.

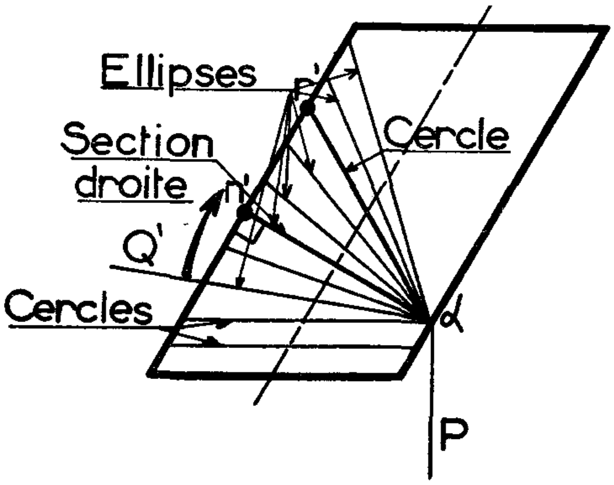


Fig. 1.

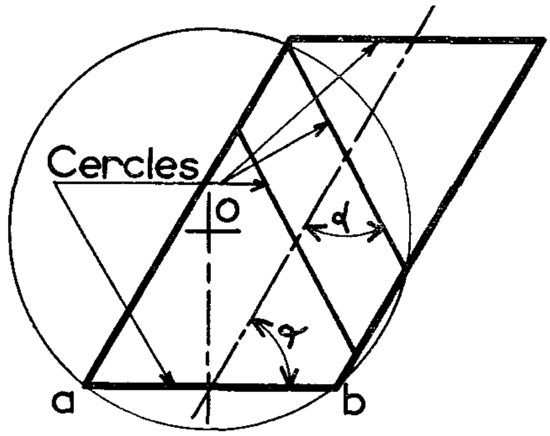


Fig. 2.

A - L’AXE DU CYLINDRE EST PARALLÈLE A L’UN DES PLANS DE PROJECTION

Sur l’épure (fig. 3) le cylindre étant frontal, les génératrices sont projetées en vraie grandeur sur le plan frontal. Tracer les génératrices en divisant les bases en parties égales.

Recherche de la vraie grandeur de l’ellipse de section droite.

Située dans un plan de bout, l’ellipse est projetée en raccourci total en élévation et en raccourci partiel en vue de dessus. Son petit axe CD, confondu en élévation avec le raccourci total est frontal donc en vraie grandeur suivant c’d’. Le grand axe AB étant perpendiculaire au milieu de CD est de bout, il est projeté suivant o’ (raccourci total) et ab (vraie grandeur); il est égal au diamètre de la base du cylindre.

Nous avons trouvé la vraie grandeur de l’ellipse (fig. 3) en la rendant frontale par une rotation autour de l’axe frontal x’y’ confondu avec son petit axe. Après rabattement dans le plan frontal, les ordonnées 5e, 6f, ao, 8g, 9h, etc., qui étaient horizontales, ont décrit un quart de cercle et sont devenues frontales, leurs projections se confondent avec celles des génératrices de même numéro.

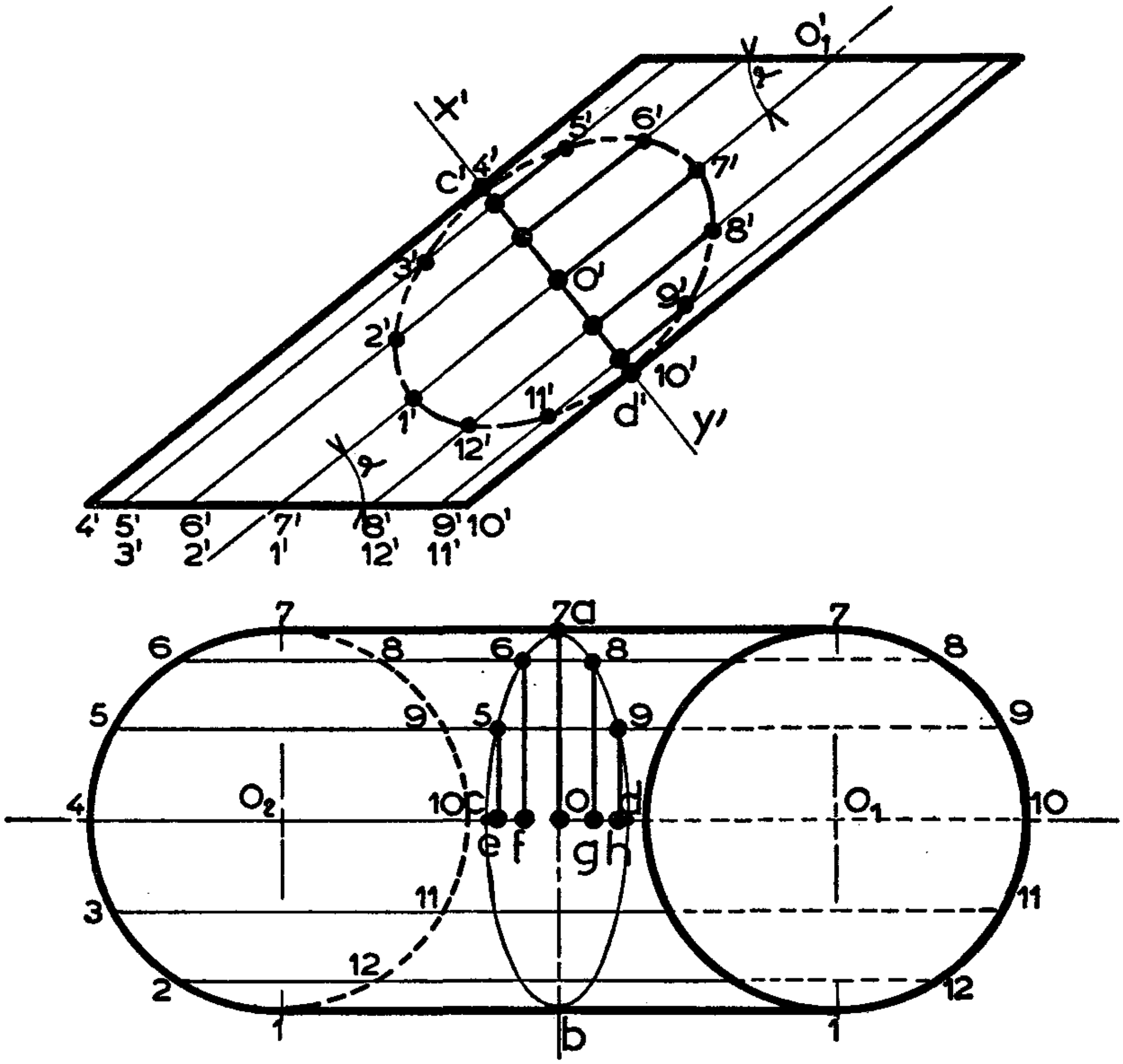


Fig. 3.

DÉVELOPPEMENT

Le rectangle capable a pour dimensions d'une part le périmètre de l'ellipse; d'autre part la somme des parties les plus longues des génératrices situées de part et d'autre de la section droite.

Pour connaître le périmètre de l'ellipse on peut en mesurer un quart, vérifier sur d'autres quarts et multiplier par quatre la longueur trouvée. On relève le périmètre de l'ellipse à l'aide d'une règle souple ou d'une bande de papier, on numérote chacun de ses points comme la génératrice qui le contient car les génératrices, régulièrement espacées sur les cercles de bases ne déterminent pas des divisions égales sur l'ellipse.

Après construction du rectangle capable et de la section droite rectifiée, repérer les génératrices passant par les axes de l'ellipse en divisant les côtés AB et CD en quatre parties égales. Numéroter en tenant compte du sens du développement (tracé intérieur sur la fig. 4). Reporter ensuite les divisions intermédiaires 2, 3, avec l'aide de la bande qui a servi à mesurer le quart de l'ellipse. Les autres points 5, 6—8,9—11, 12, sont reportés avec le compas en partant des génératrices 4, 7, 10.

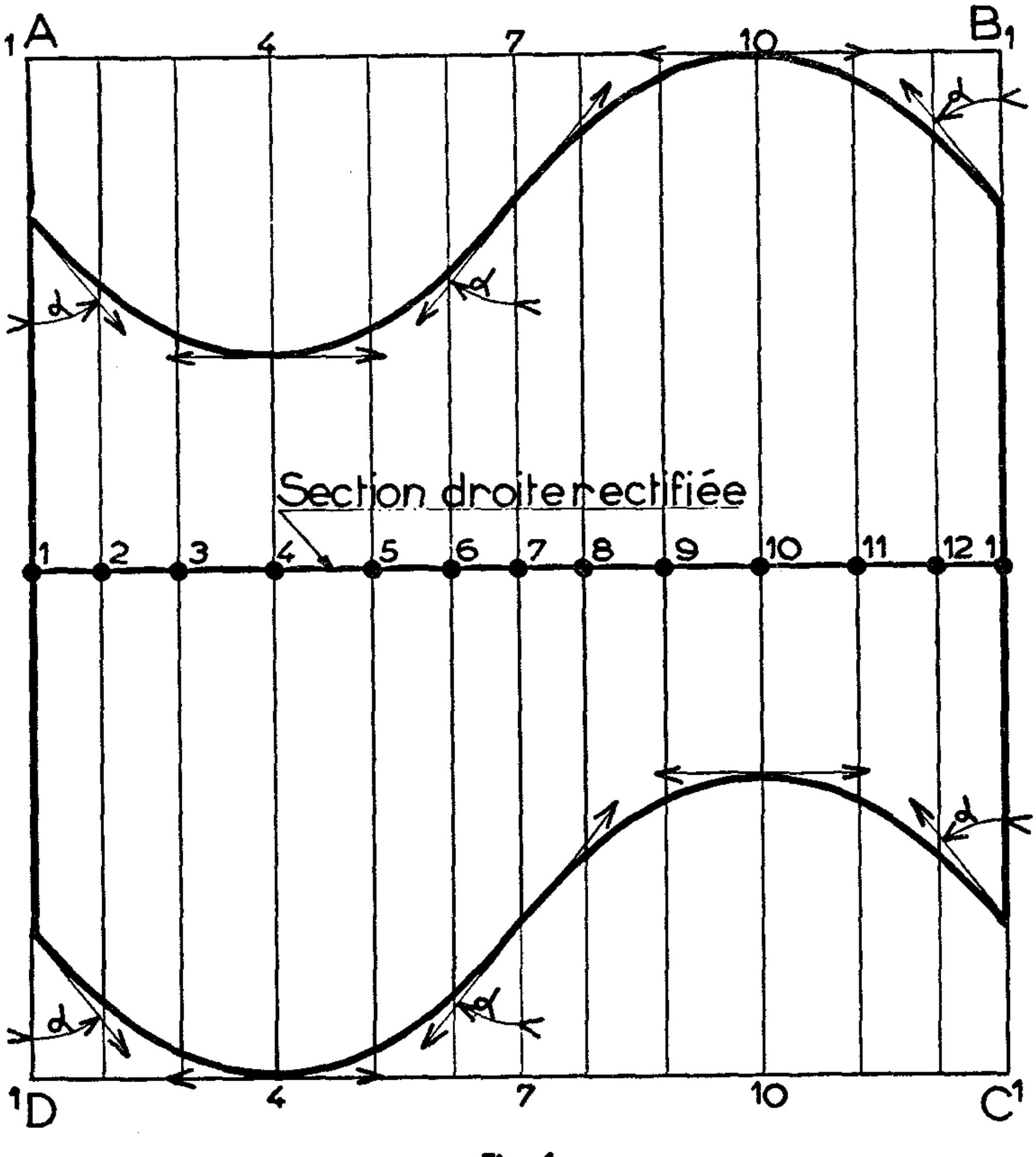


Fig. 4.

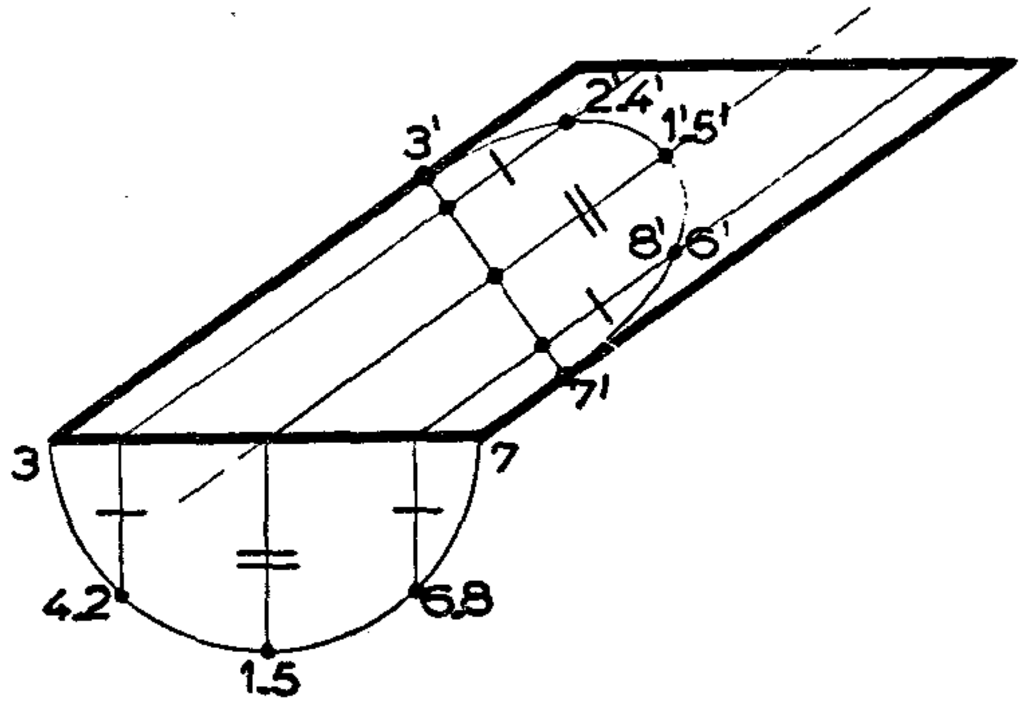


Fig. 5.

Après traçage des génératrices, partir de la section droite rectifiée pour porter sur chacune d'elles les longueurs relevées de part et d'autre de x'y' (fig. 3).

Joindre par une courbe les points de chaque génératrice pour obtenir les courbes transformées des deux bases qui sont des courbes sinusoïdales.

REMARQUE.

Pour obtenir la vraie grandeur de la section droite il est inutile de tracer sa projection horizontale. Pratiquement on ne fait qu'un demi-rabattement de la base qui donne les éloignements de tous les points par rapport au plan frontal passant par l'axe du cylindre. Nous avons ainsi obtenu sur la figure 5 une demi-ellipse de section droite.

B - L'AXE DU CYLINDRE EST OBLIQUE A TOUS LES PLANS DE PROJECTION

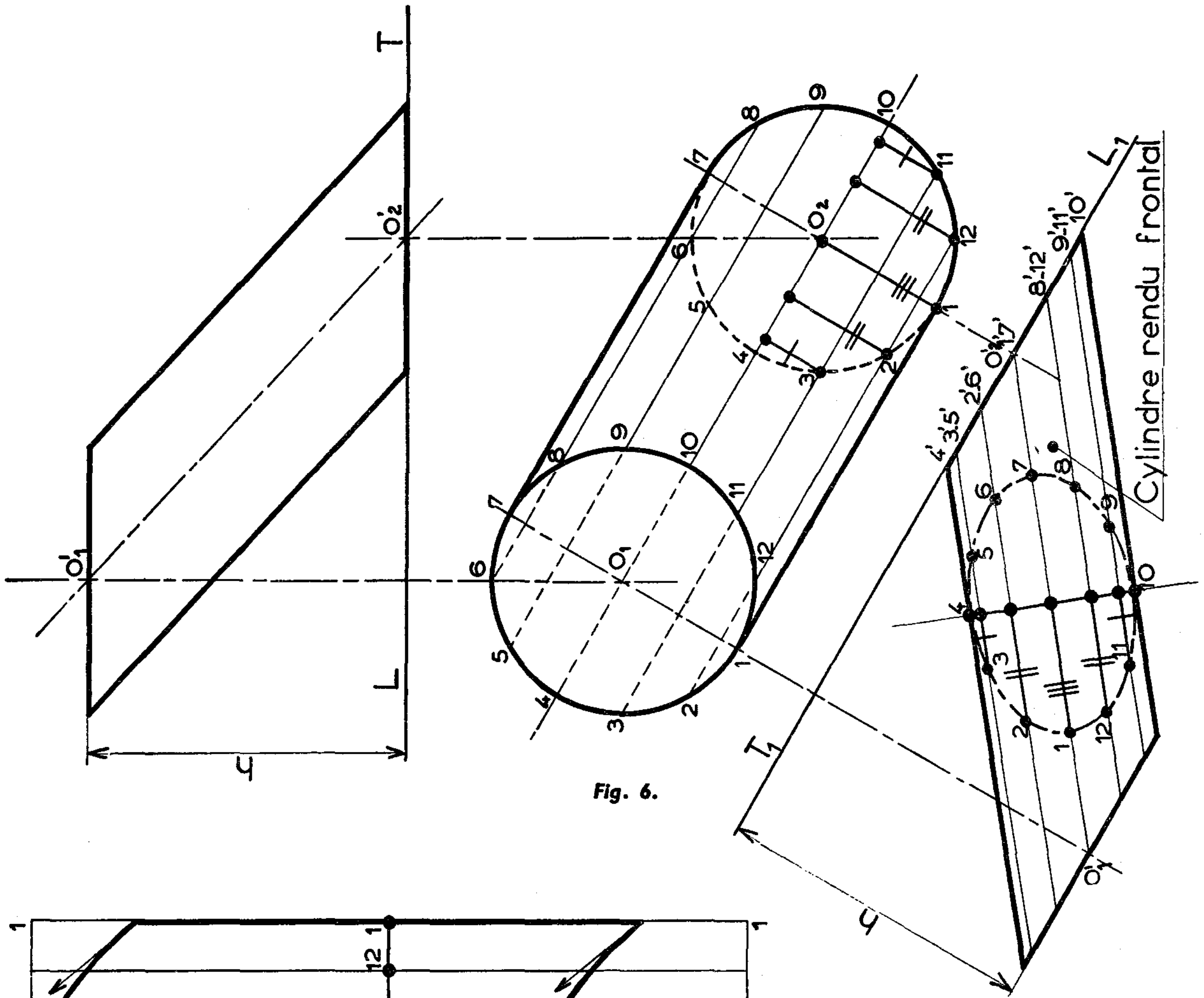
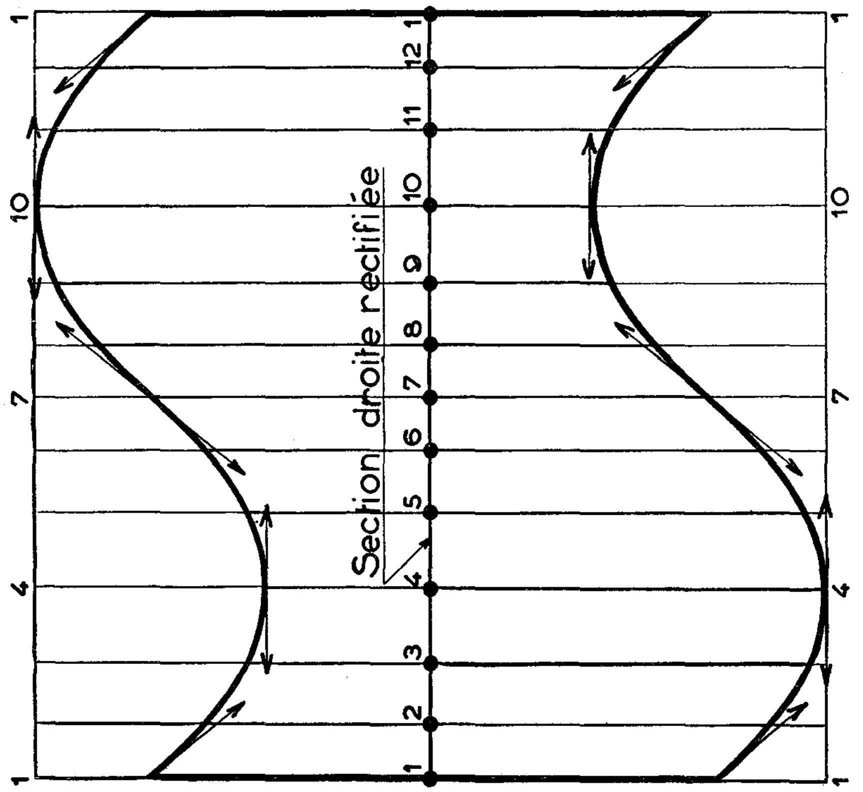


Fig. 6.



Faire un changement de plan pour obtenir les éléments du cylindre en vraie grandeur. Sur l'épure (fig. 6), le cylindre est rendu *frontal* par changement de plan de projection frontal; se rappeler que la ligne de terre auxiliaire L_1T_1 est parallèle à la projection horizontale et que les cotes ne changent pas.

En considérant les deux projections du système L_1T_1 nous retrouvons le cas étudié sur l'épure précédente (fig. 3).

Nota. — Un cylindre oblique à base elliptique ou quelconque se développe selon la même méthode : recherche des vraies grandeurs des génératrices et de la section droite.

Fig. 7. — Tracé extérieur.

La transformée gauche de la figure est celle de la base reposant sur LT (ou L_1T_1).

LES COUDES CYLINDRIQUES

Les coudes cylindriques sont destinés à raccorder deux cylindres de même diamètre et de directions différentes.

A - COUDE A DEUX ÉLÉMENTS

Un tel coude est défini par : son diamètre, l'angle α formé par les axes des deux éléments et la longueur de ces axes, nommée tige.

ÉPURE (fig. 1)

a) tracer les deux axes formant l'angle α et porter sur cet axe la longueur des tiges oa et ob;
b) en a et en b élever des perpendiculaires aux axes;
c) du point d'intersection o et des points a et b comme centres, tracer un cercle (ou simplement des arcs de cercle) du diamètre moyen du cylindre; ce cercle représente la projection d'une sphère;
d) les tangentes aux cercles donnent le contour apparent du coude et la droite cd, qui passe par le point o, est la projection de l'intersection des deux éléments, elle est bissectrice de l'angle aob. Les deux éléments sont donc identiques : ce sont des cylindres de révolution coupés par un plan oblique (de bout sur la figure 1).

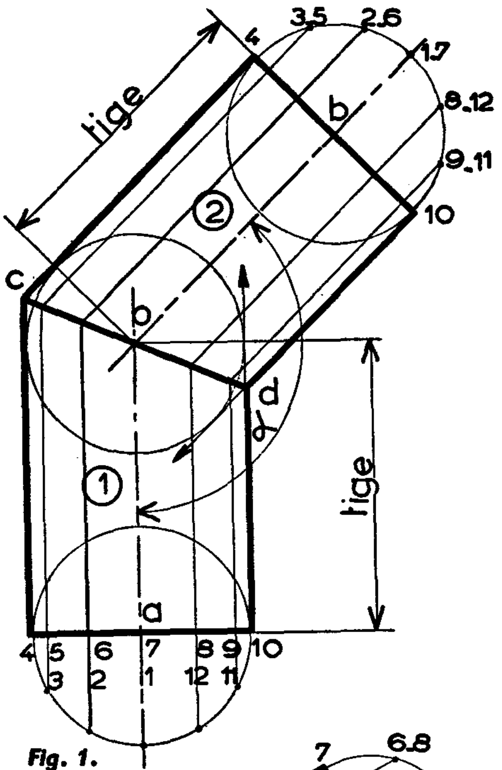


Fig. 1.

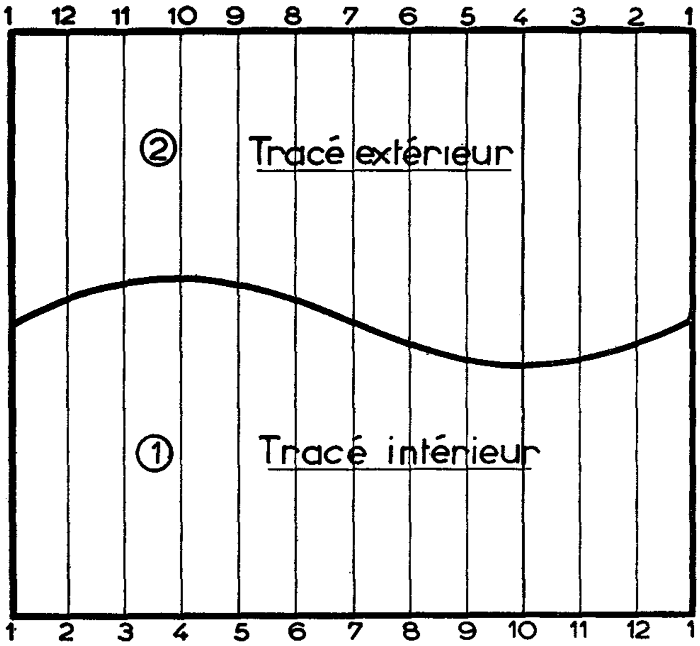


Fig. 2.

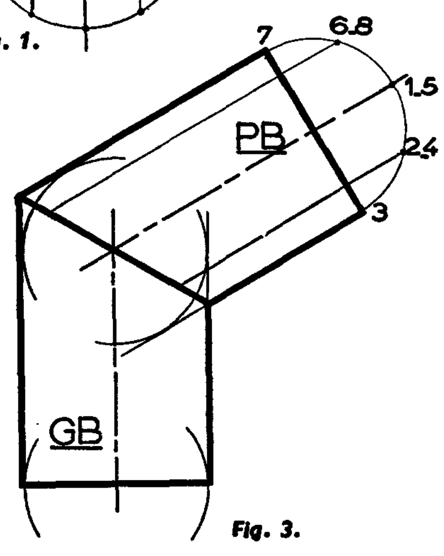


Fig. 3.

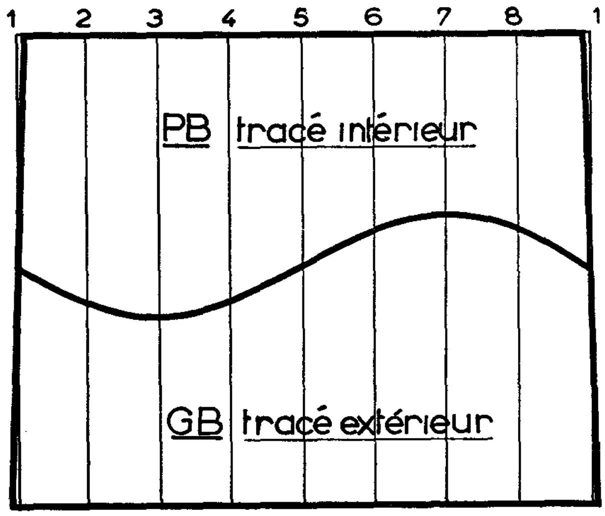


Fig. 4.

DÉVELOPPEMENT

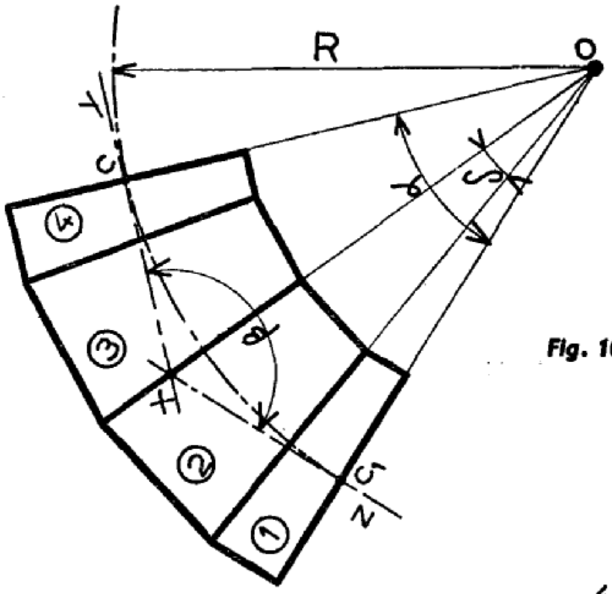
Le développement n'offre rien de particulier (voir chapitre précédente). Si l'assemblage des deux éléments est effectué par soudage suivant cd, ce qui est le cas général, le rectangle capable a pour dimension d'une part, le périmètre de la section droite et d'autre part, la somme des longueurs des deux tiges (fig. 2). L'assemblage de chaque élément se fait toujours sur une génératrice moyenne.

B - LES COUDES A PLUS DE DEUX ÉLÉMENTS

Ces coudes sont définis par : le diamètre de leur section, le rayon R du coude pris sur l'axe, l'angle au centre α le nombre d'éléments. La figure 9 représente un coude dont l'angle α est de 45°, l'angle β ou angle des deux cylindres à raccorder est son supplément soit 135°. Ce coude est constitué d'une part, par deux éléments entiers 2 et 3 qui sont des cylindres de révolution coupés par deux plans obliques à l'axe et symétriques à un plan de section droite et, d'autre part, par deux demi-éléments 1 et 4. Nous dirons qu'un tel coude est à trois éléments. Nous verrons plus loin, lors de l'établissement de l'épure, que les deux demi- éléments permettent d'assurer au coude des extrémités constituées par des sections droites circulaires et que leur nécessité résulte du principe énoncé précédemment.

Généralement, dans une installation (ventilation, chauffage, aspiration de poussières, etc.) on rencontre de nombreux coudes de même diamètre mais d'angles différents. Il y a intérêt à construire ces coudes en utilisant le même élément de base (coudes de même aspect, économie de temps). L'élément qui convient le mieux, parce qu'il permet la réalisation d'un grand nombre de coudes à angles usuels, est celui dont l'angle δ , angle formé par les deux sections, est de 15° (fig. 9). Le tableau ci-dessous donne les angles des coudes obtenus en fonction du nombre d'éléments.

α	β	Nombre d'éléments
15	165	1
30	150	2
45	135	3
60	120	4
75	105	5
90	90	6
105	75	7
120	60	8
135	45	9
150	30	10
165	15	11
180	0	12



← *Fig. 9.*

Fig. 10 →

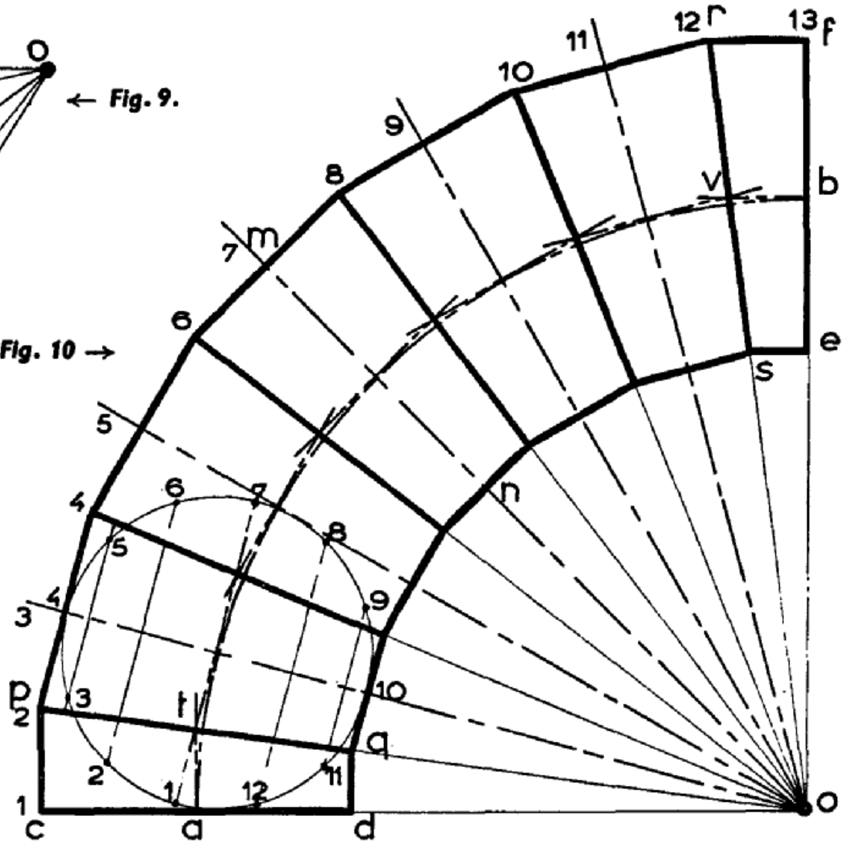


Fig. 12. — Les points représentent des coups de pointeau destinés à repérer les sections droites et les génératrices courtes, moyennes et longues.

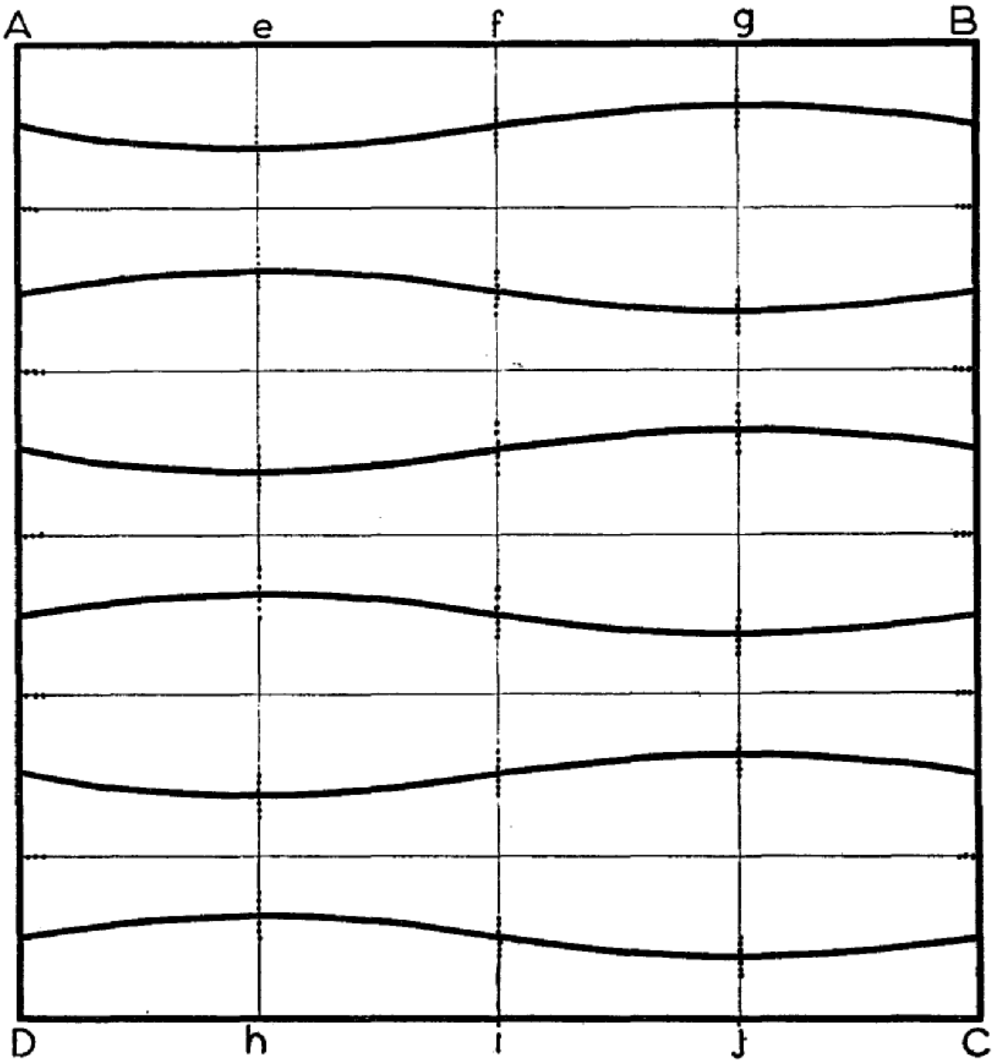
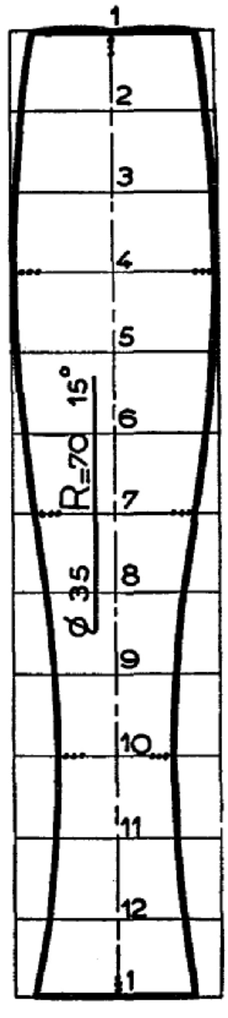


Fig. 11. →



ÉPURE

Tracer l'arc axial de rayon R, le diviser en deux fois autant de parties égales que l'on désire d'éléments, c'est-à-dire 12 (fig. 10). Joindre chaque point de division au centre o. De part et d'autre de a et de b porter le rayon du cylindre et élever des perpendiculaires à cd en c, a, d et à ef en e, b, f, jusqu'à leurs rencontres avec le rayon suivant soit 2 et 12. Reporter les points p ou r, t ou v , q ou s sur les rayons de numéro pair pour déterminer les éléments du coude. Les rayons de numéro impair donnent les sections droites: mn = cd = ef= diamètre des cylindres à raccorder

REMARQUE.

Pratiquement, il est inutile de tracer le coude en entier ; un seul élément suffit ; on pourrait même se contenter d'un demi-élément, mais nous préférons opérer sur un élément complet, ce qui permet de vérifier la symétrie des demi-génératrices par rapport à la section droite.

DÉVELOPPEMENT

Faire un rabattement de la section droite ; diviser celle-ci en parties égales pour inscrire des génératrices sur l'élément. Développer un élément (fig. 11) qui, découpé soigneusement, servira de gabarit de reproduction. Tracer le rectangle capable (fig. 12) ayant pour dimensions d'une part, le développement de la section droite, et d'autre part, la somme des génératrices moyennes des éléments soit, pour le coude de la figure 10, 6 fois la génératrice 1. Commencer par la reproduction d'un demi-élément.

RACCORDS ET COUDES COMPOSES DE CYLINDRES OBLIQUES A BASES CIRCULAIRES

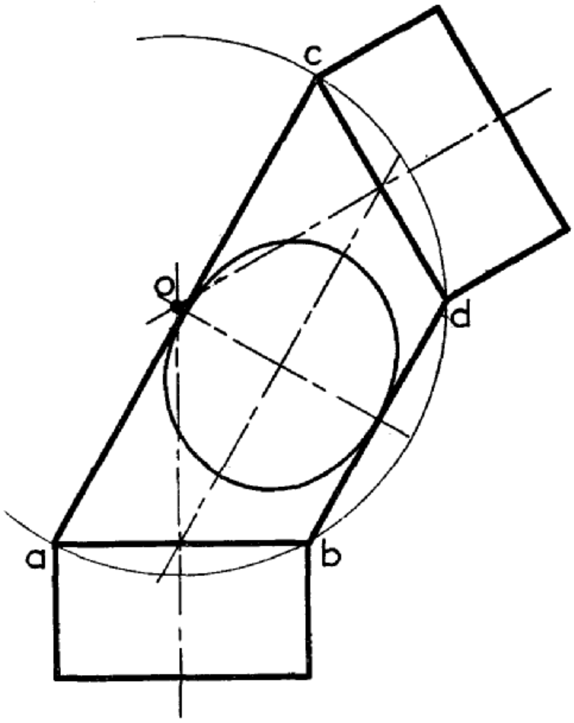


Fig. 15.

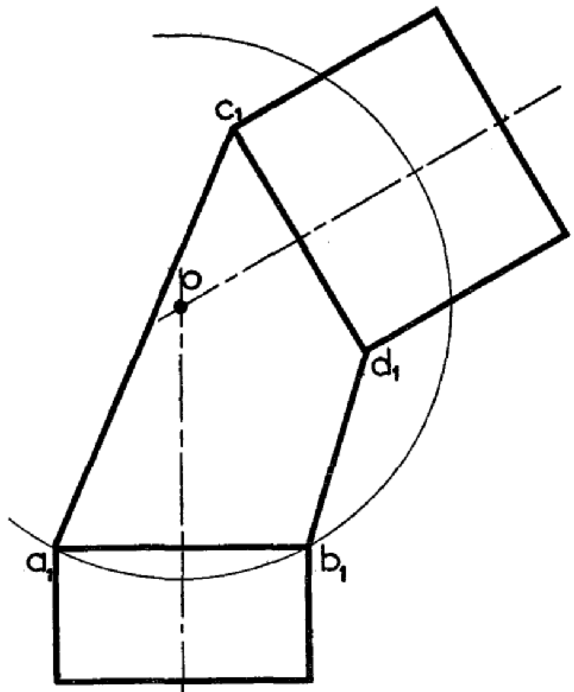


Fig. 16. — Le solide $a_1b_1d_1c_1$ n'est pas un cylindre, sa projection n'est pas inscriptible dans un cercle, a_1c_1 et b_1d_1 ne sont pas parallèles.

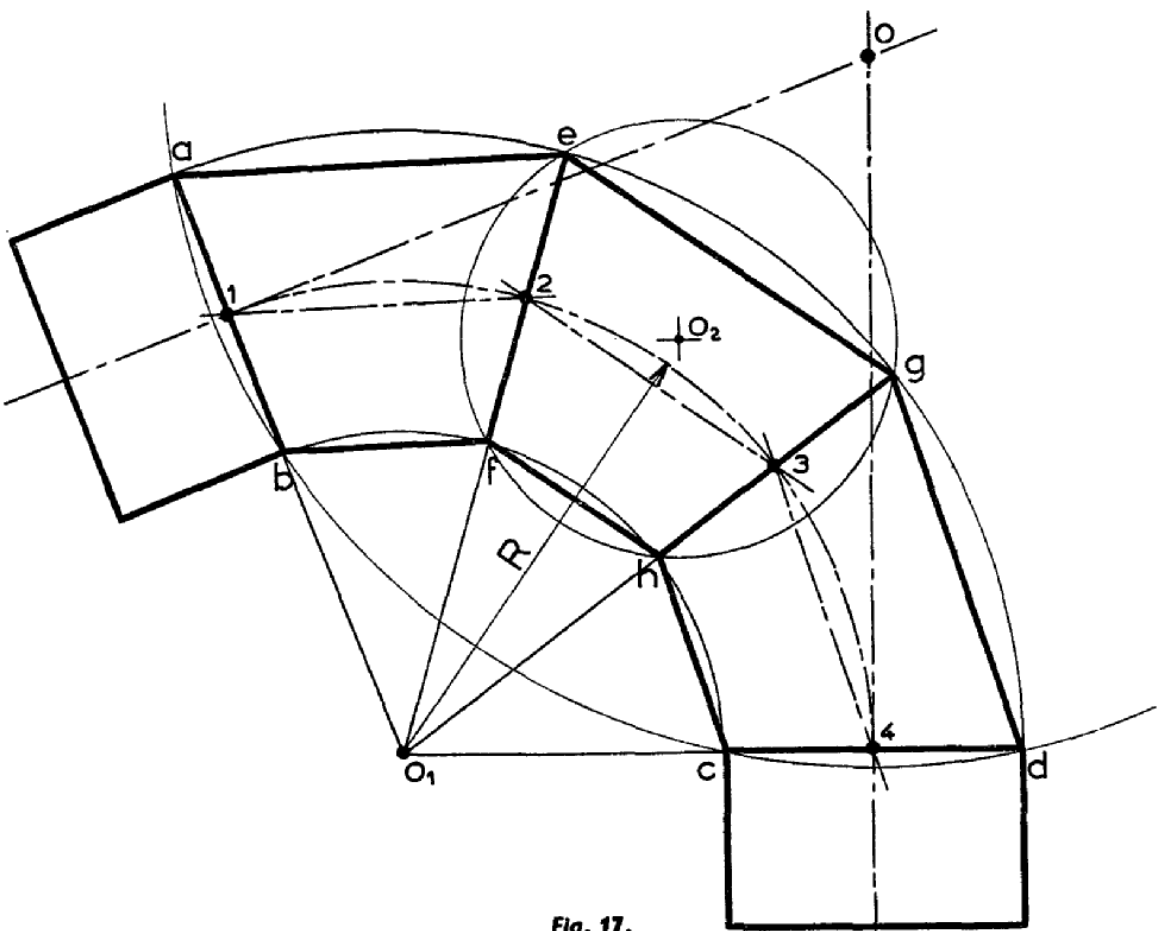


Fig. 17.

1- Raccordement de deux cylindres dont les axes sont parallèles

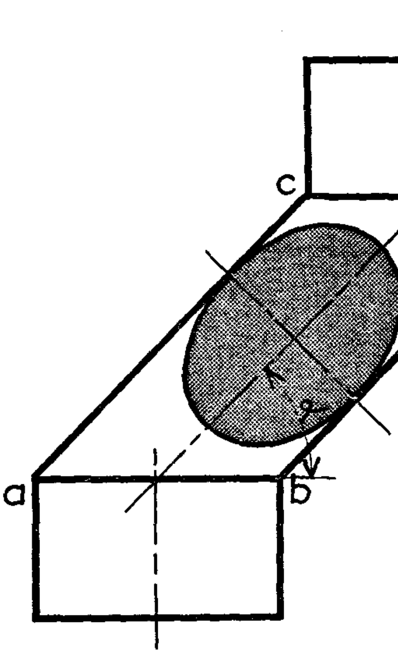


Fig. 13.

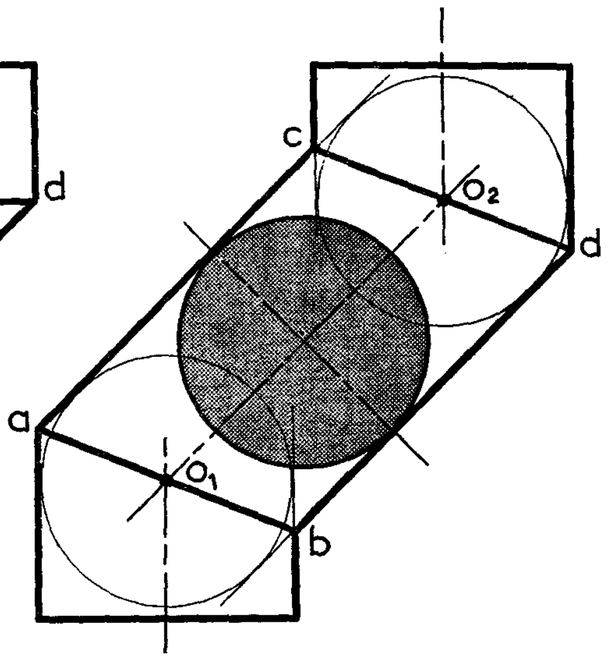


Fig. 14.

Les deux cylindres de même rayon sont raccordés par un cylindre oblique à bases circulaires parallèles (fig. 13).
Ce raccord est moins rationnel que le raccord de la figure 14 tracé suivant la méthode des sphères bi-tangentes : la section droite de celui-ci reste constante, alors que la section droite du cylindre oblique du premier raccord est une ellipse d'autant plus aplatie que l'angle α est plus petit.

2 – Raccordement de deux cylindres dont les axes sont concourants.

Le raccord est un cylindre oblique à sections anti-parallèles.
Nous avons vu qu'un tel cylindre est inscriptible dans une sphère. Le centre de la sphère est l'intersection o des deux axes des cylindres à raccorder. On ne peut se donner qu'une seule base :ab ou cd (fig.15et16).

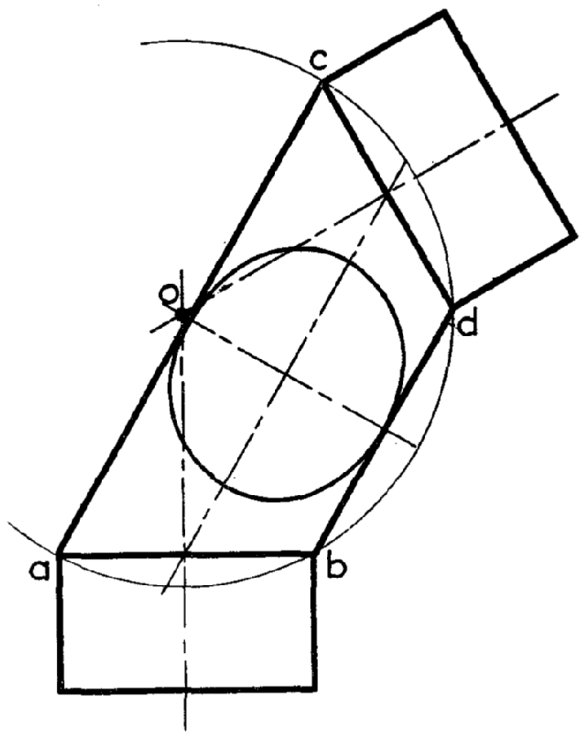


Fig. 15.

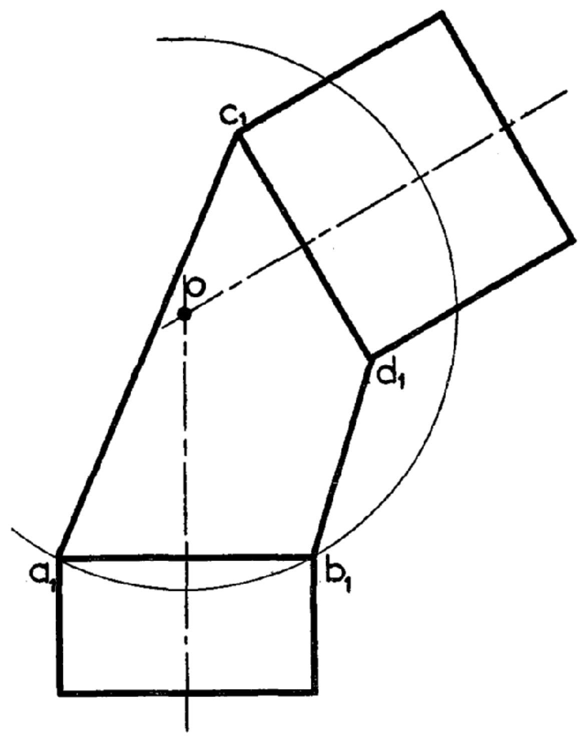


Fig. 16. — Le solide $a_1b_1d_1c_1$ n'est pas un cylindre, sa projection n'est pas inscriptible dans un cercle, a_1c_1 et b_1d_1 ne sont pas parallèles.

3 - Coude a éléments nombreux

Site le rayon axial R est donné (fig. 17) s'assurer que les sections ab et cd sont situées sur un arc de cercle (projection d'une sphère) de centre o.
Diviser l'arc 1,4 en autant de parties égales que l'on désire d'éléments; les intersections, situées sur les rayons issus de o_1 , passent par les points de division.
Les points e, g se trouvent sur l'arc de centre o_1 et de rayon o_1 a ; les points f, h, sur l'arc de centre o_1 et de rayon o_1 b.

Vérification.
Chaque élément doit être inscrit dans une sphère donc sa projection doit être inscriptible dans un cercle.
Exemple : l'élément eghf est inscriptible dans la sphère de centre 0_2.

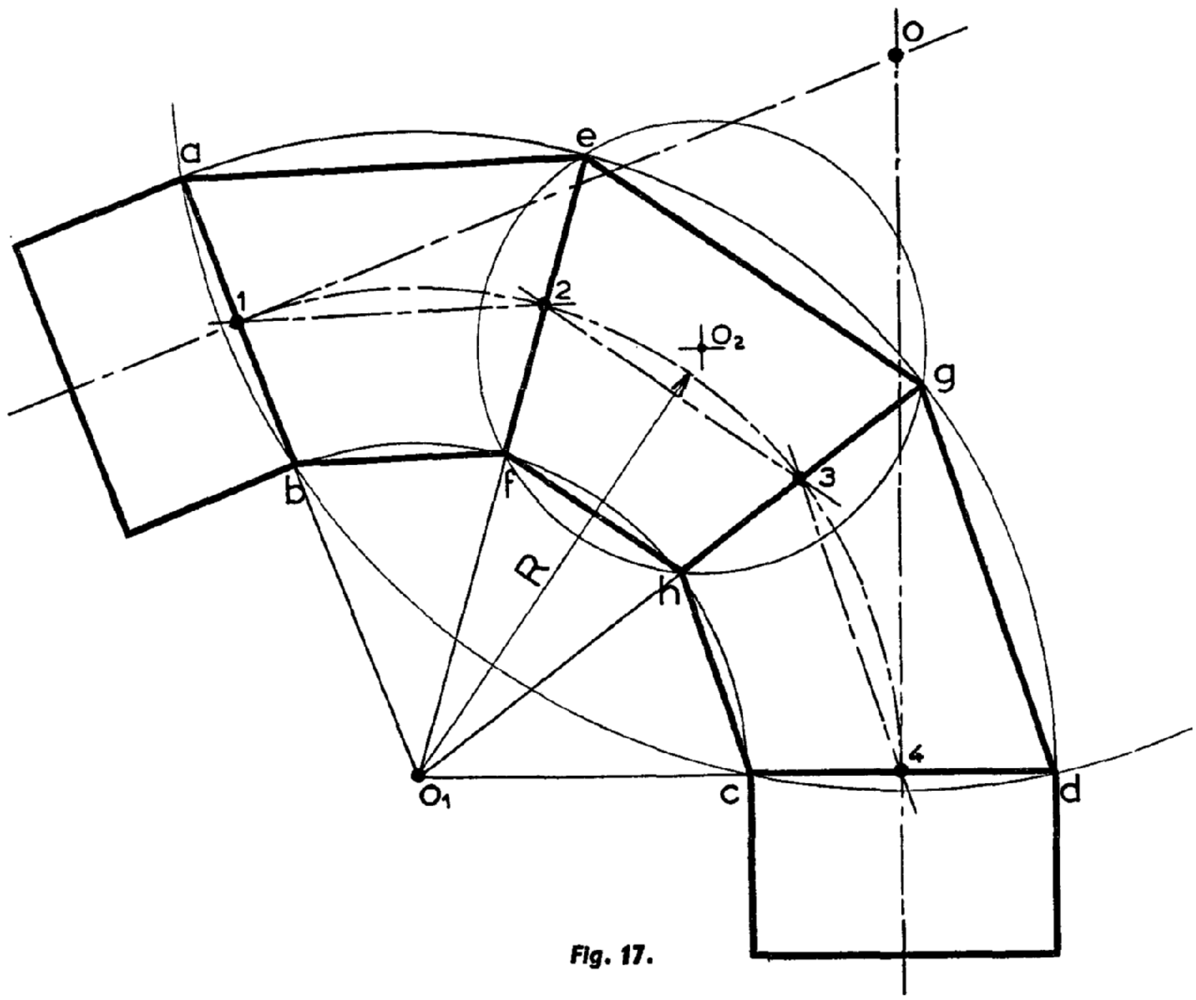


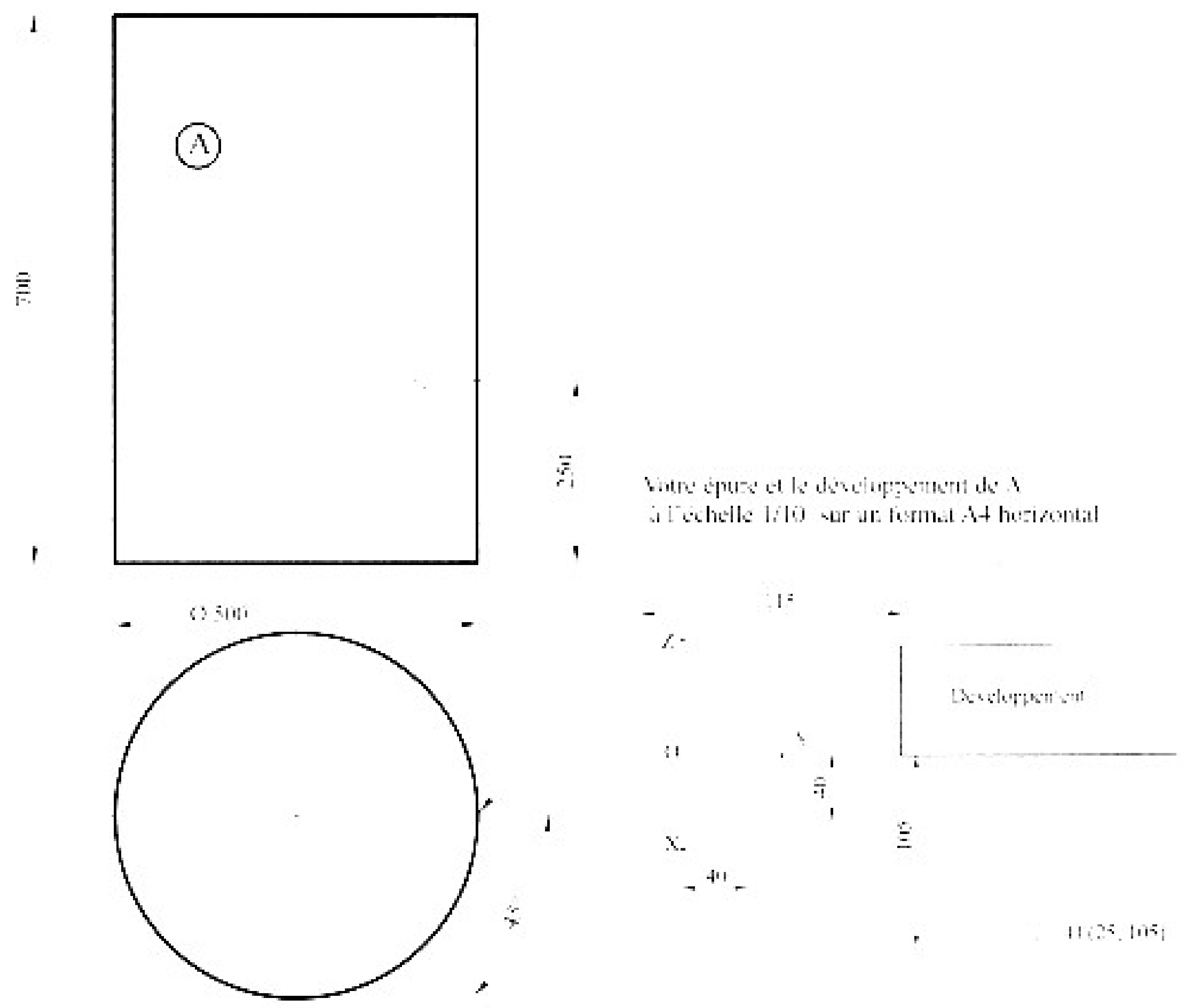
Fig. 17.

DÉVELOPPEMENT :

Développer un élément. Les transformées des bases anti-parallèles d'un cylindre oblique étant des sinusoïdes Identiques, il est possible et avantageux d'inscrire les développements les uns dans les autres comme il est indiqué sur la figure 12.

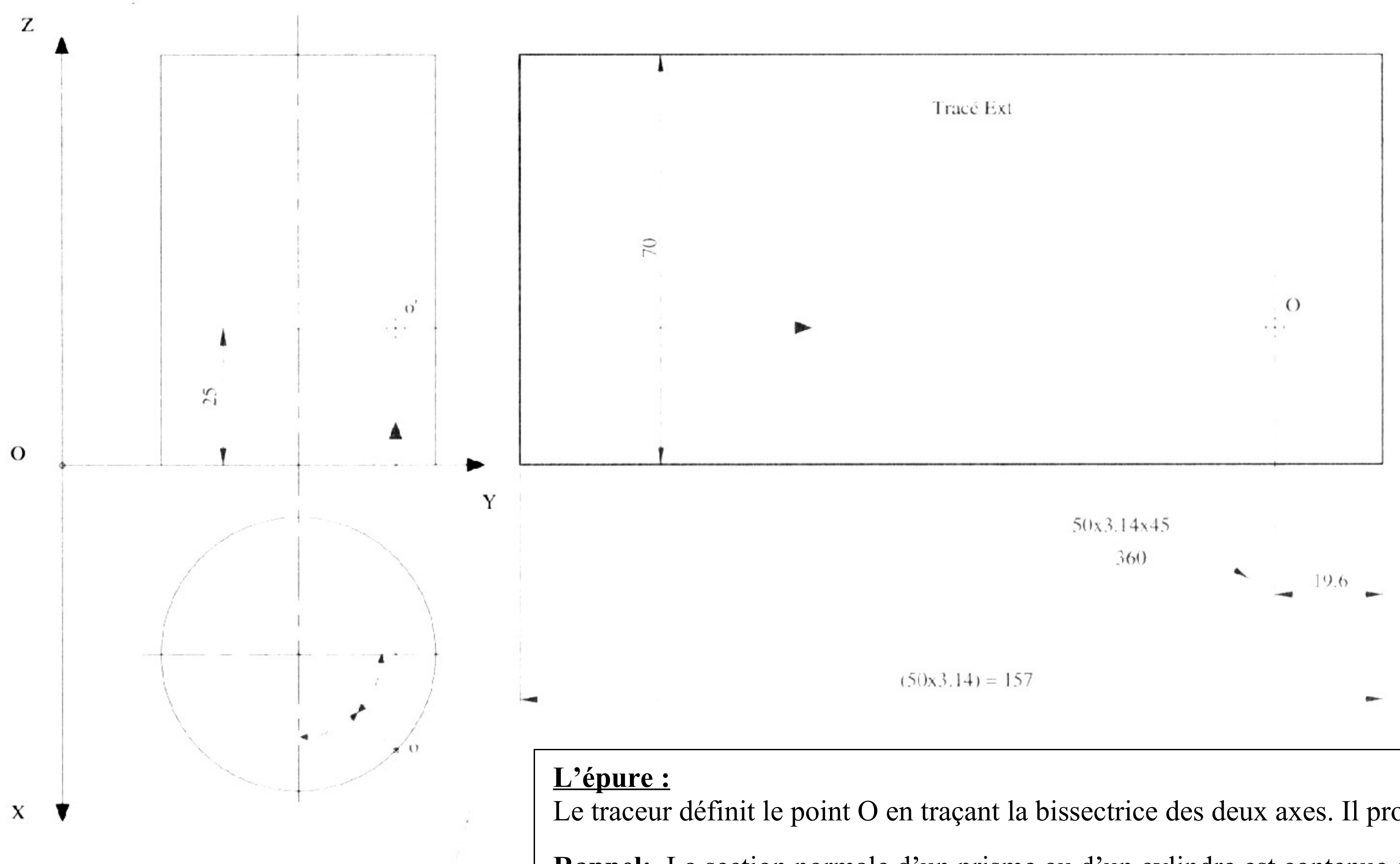
Exercice de traçage : Cylindre percé

Le solide A est un cylindre de révolution percé d'un trou de diamètre 10 mm.
Les coordonnées du trou sont définies par rapport à la section normale inférieure du cylindre d'une part, et par sa position angulaire par rapport à la soudure d'autre part.
Les cotes sont indiquées à la fibre neutre.



Corrigé de l'exercice de traçage : Cylindre percé

Épure et développement



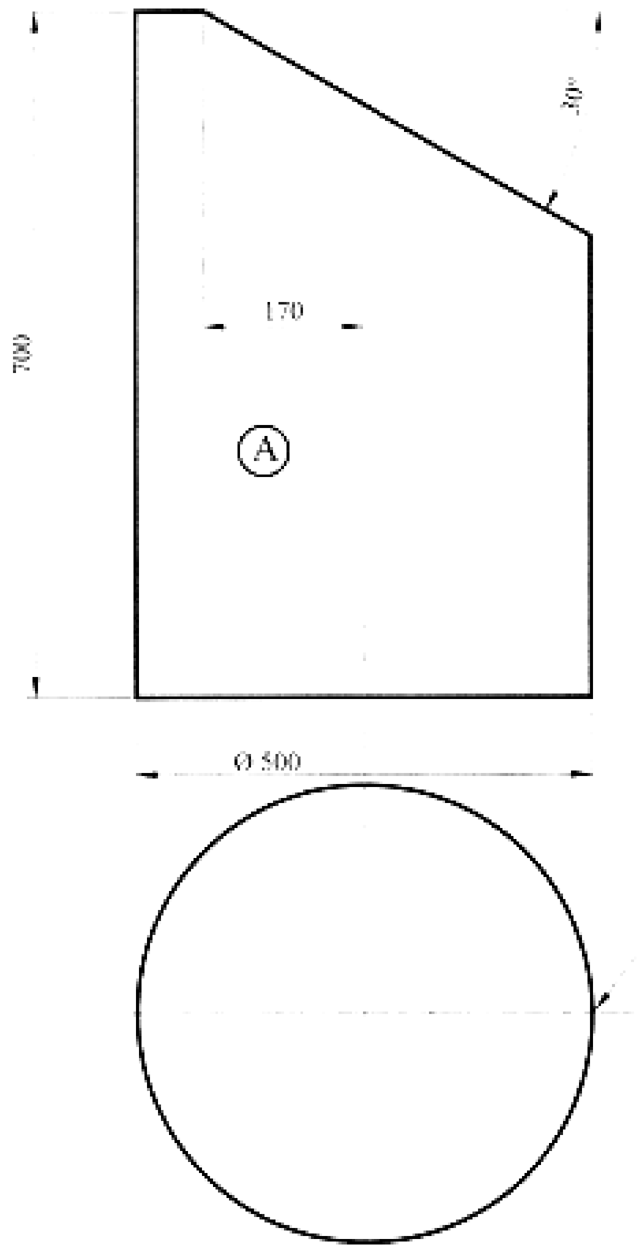
L'épure :
Le traceur définit le point O en traçant la bissectrice des deux axes. Il projette le point o en o'.

Rappel: La section normale d'un prisme ou d'un cylindre est contenue dans un plan orthogonal à son axe. Ce plan est perpendiculaire à l'axe en V.G.

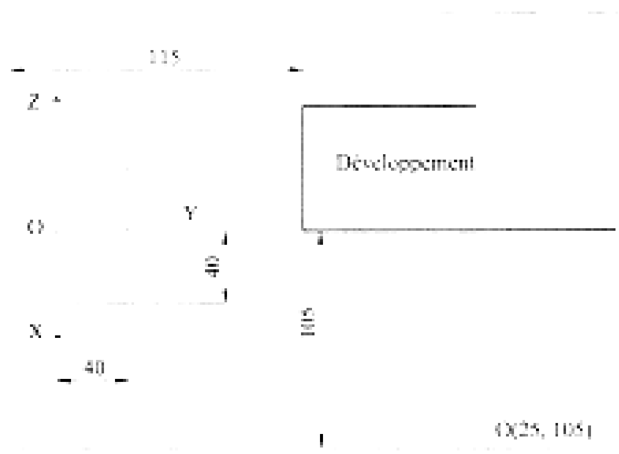
Le développement:
Il lui suffit d'installer le point O en reportant le 1/8 de la transformée de la section.

Exercice de traçage : Cylindre tronqué

Le solide A est un cylindre de révolution limité par un plan de bout.
L’inclinaison du plan de bout est de 30° par rapport au plan horizontal.
Les cotes sont indiquées à la fibre neutre.

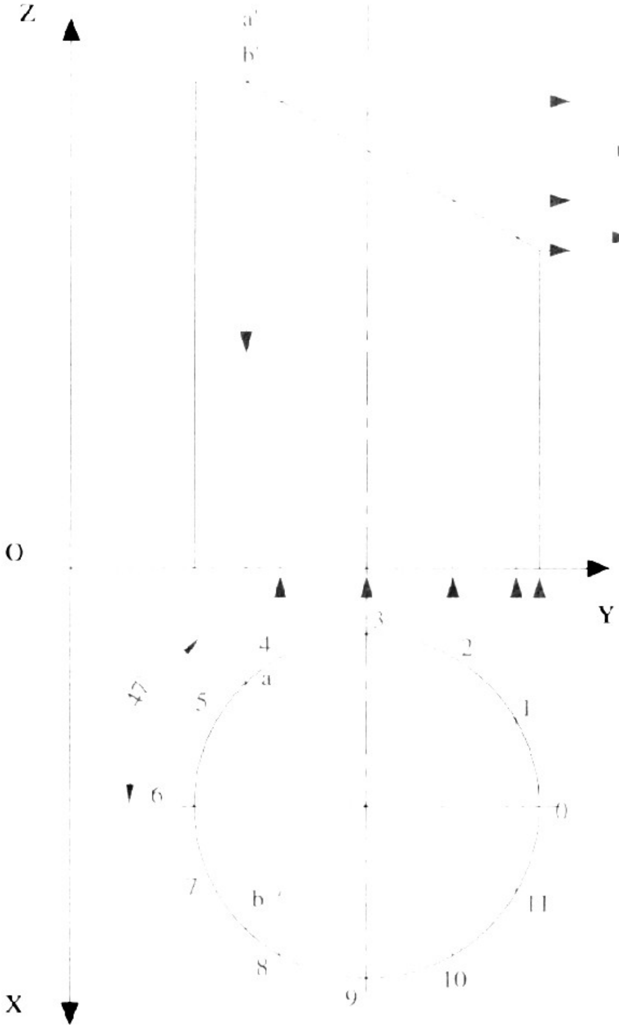


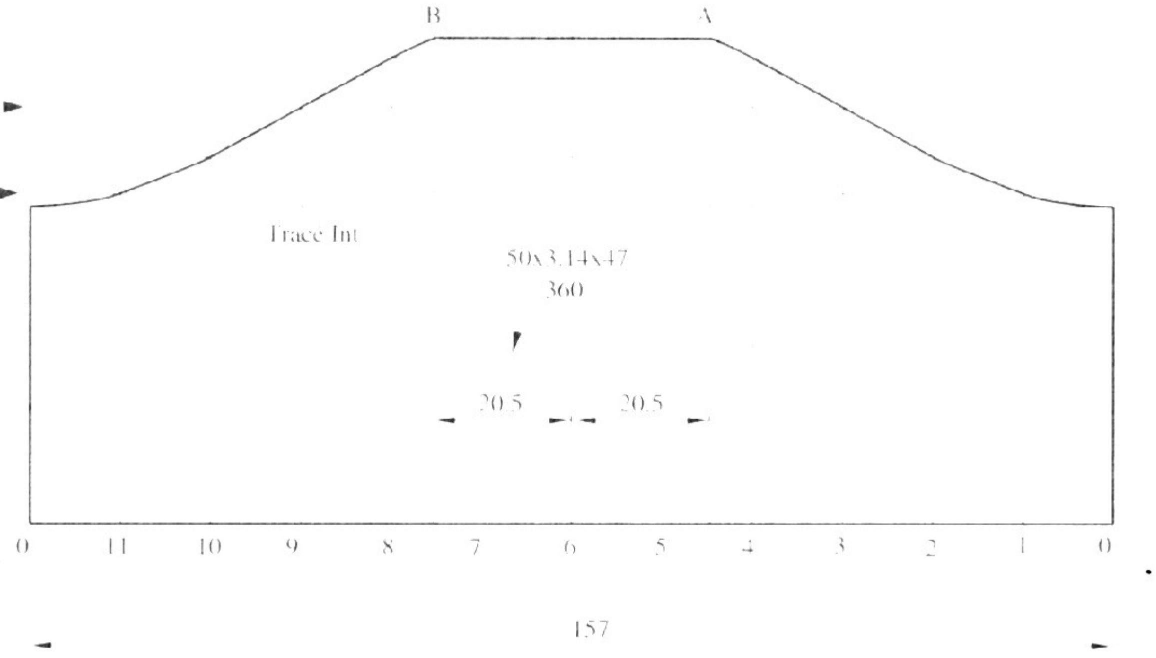
Votre épure et le développement de A
à l’échelle 1/10 sur un format A4 horizontal



Corrigé de l'exercice de traçage : Cylindre tronqué

Épure et développement





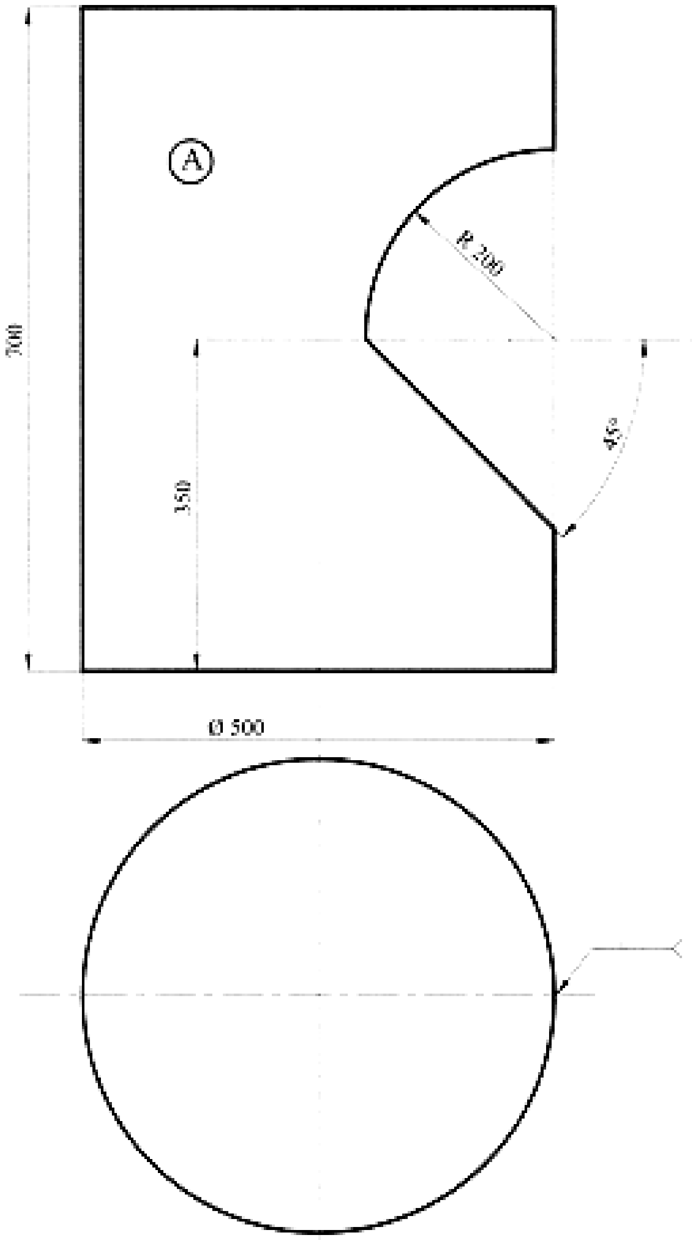
L'épure
Le traceur établit un système régulier de génératrices sur le cylindre. (12 divisions égales dans cet exemple) Il projette les points a', b' pour définir a et b.

Identification des droites:
La section normale est en V-G en projection horizontale. Les génératrices sont en V.G en projection frontale.

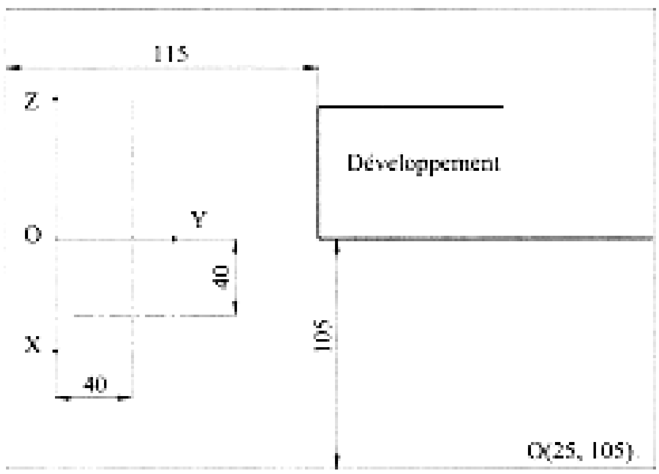
Le développement:
Le traceur développe le cylindre au tracé intérieur.
Il implante les génératrices A et B extérieures au système régulier après avoir mesuré l'angle de 47° en PH.

<u>**Exercice de traçage :**</u> Cylindre pénétré

Le solide A est un cylindre de révolution ouvert par une section définie par le rayon de 200 et l'angle de 45°.
Les cotes sont indiquées à la fibre neutre.

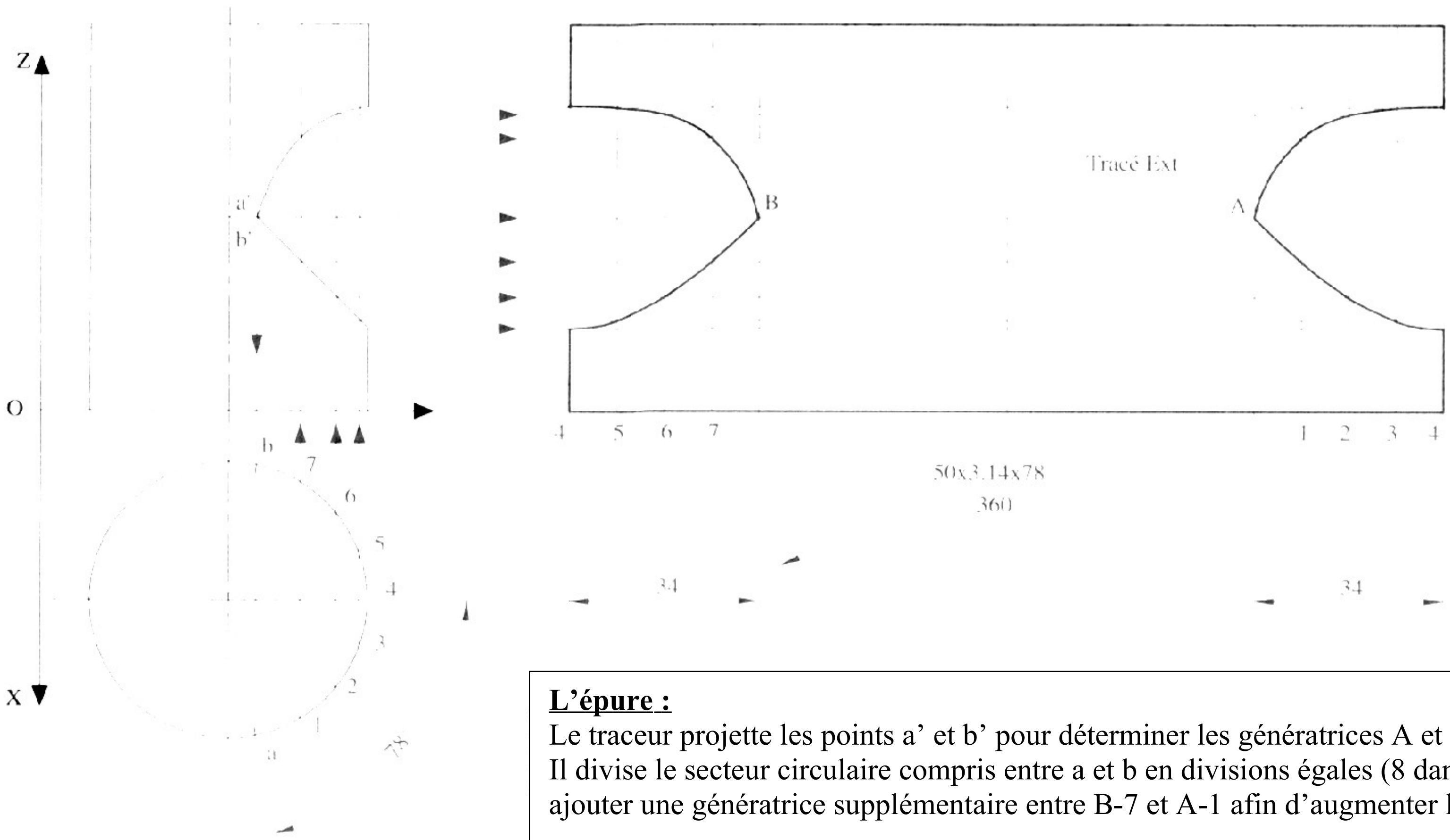


Votre épure et le développement de A
à l'échelle 1/10 sur un format A4 horizontal



Corrigé de l'exercice de traçage : Cylindre pénétré

Épure et développement



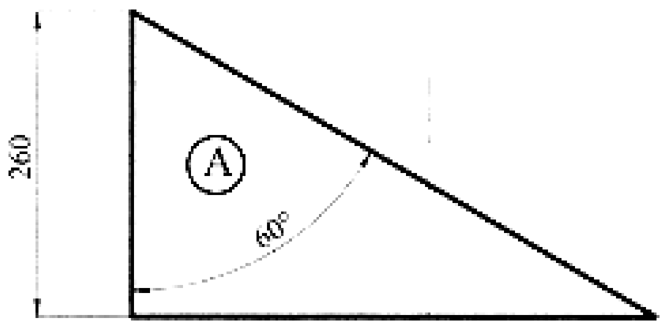
L'épure :
Le traceur projette les points a' et b' pour déterminer les génératrices A et B.
Il divise le secteur circulaire compris entre a et b en divisions égales (8 dans cet exemple. Il peut ajouter une génératrice supplémentaire entre B-7 et A-1 afin d'augmenter la précision.)

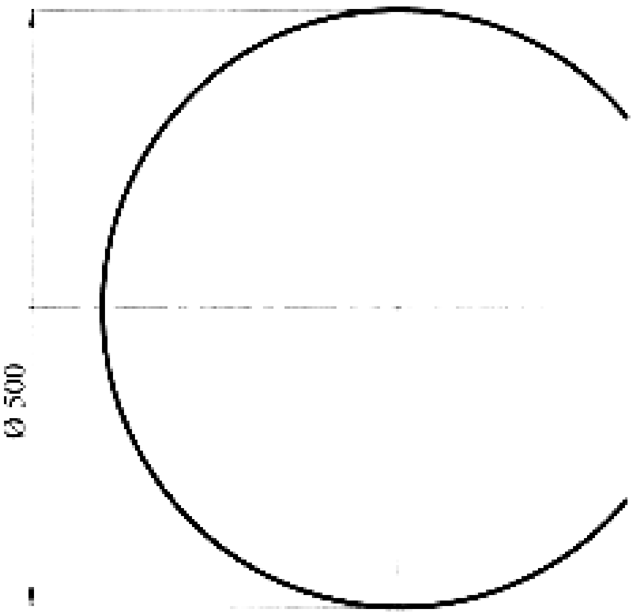
Identification des droites:
La section normale est en V-G en projection horizontale. Les génératrices sont en V-G en projection frontale.

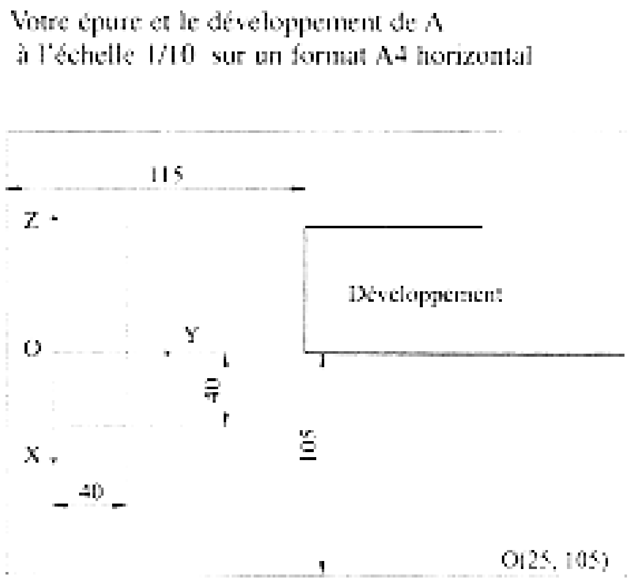
Le développement:
Il implante les génératrices A et B après avoir mesuré l'angle de 78° en PH.

Exercice de traçage : Onglet cylindrique

Le solide A est un onglet cylindrique issu d'un cylindre de révolution de diamètre 500, limité par un plan de bout.
Les cotes sont indiquées à la fibre neutre.

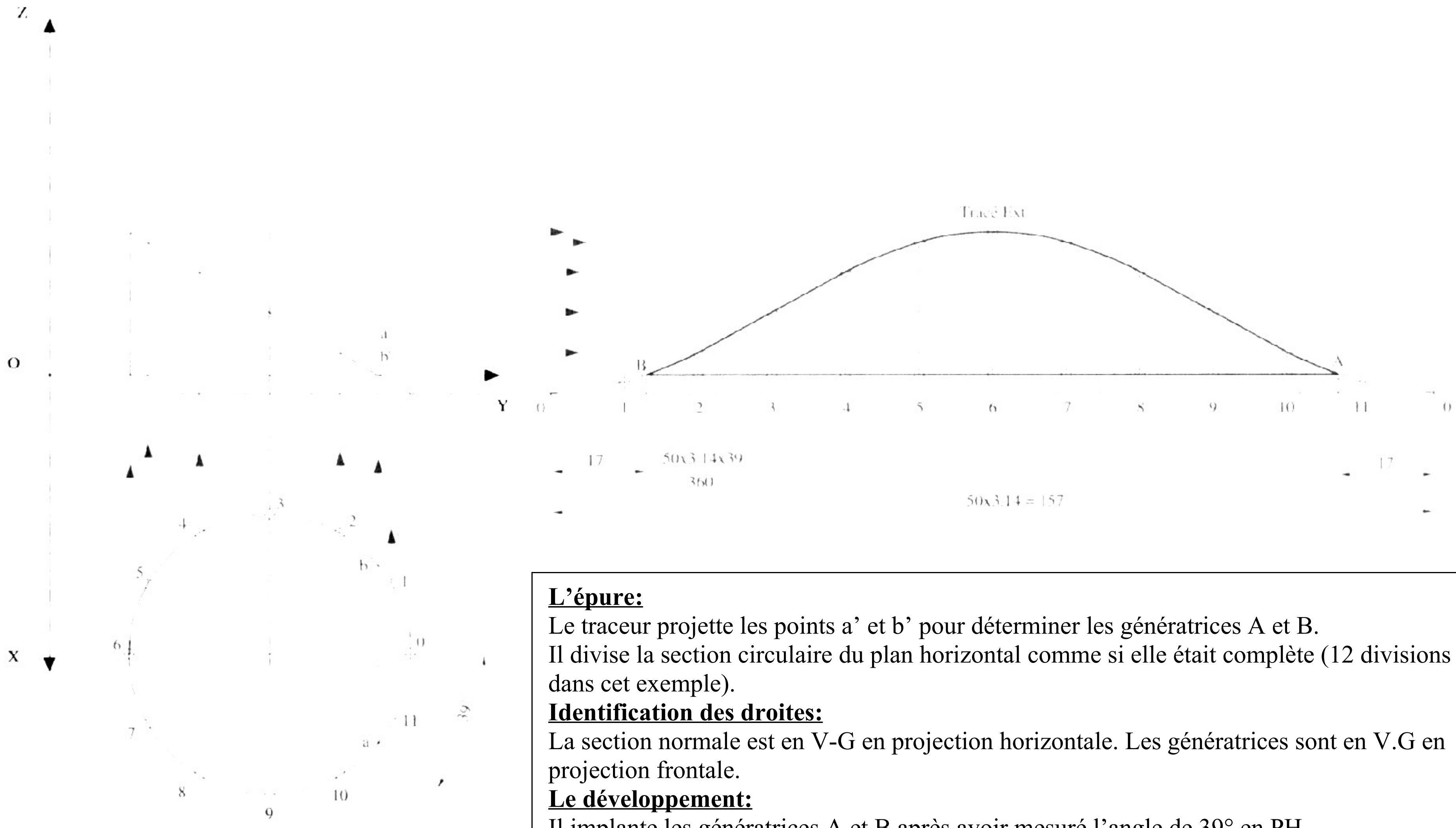






Corrigé de l'exercice de traçage : Onglet cylindrique

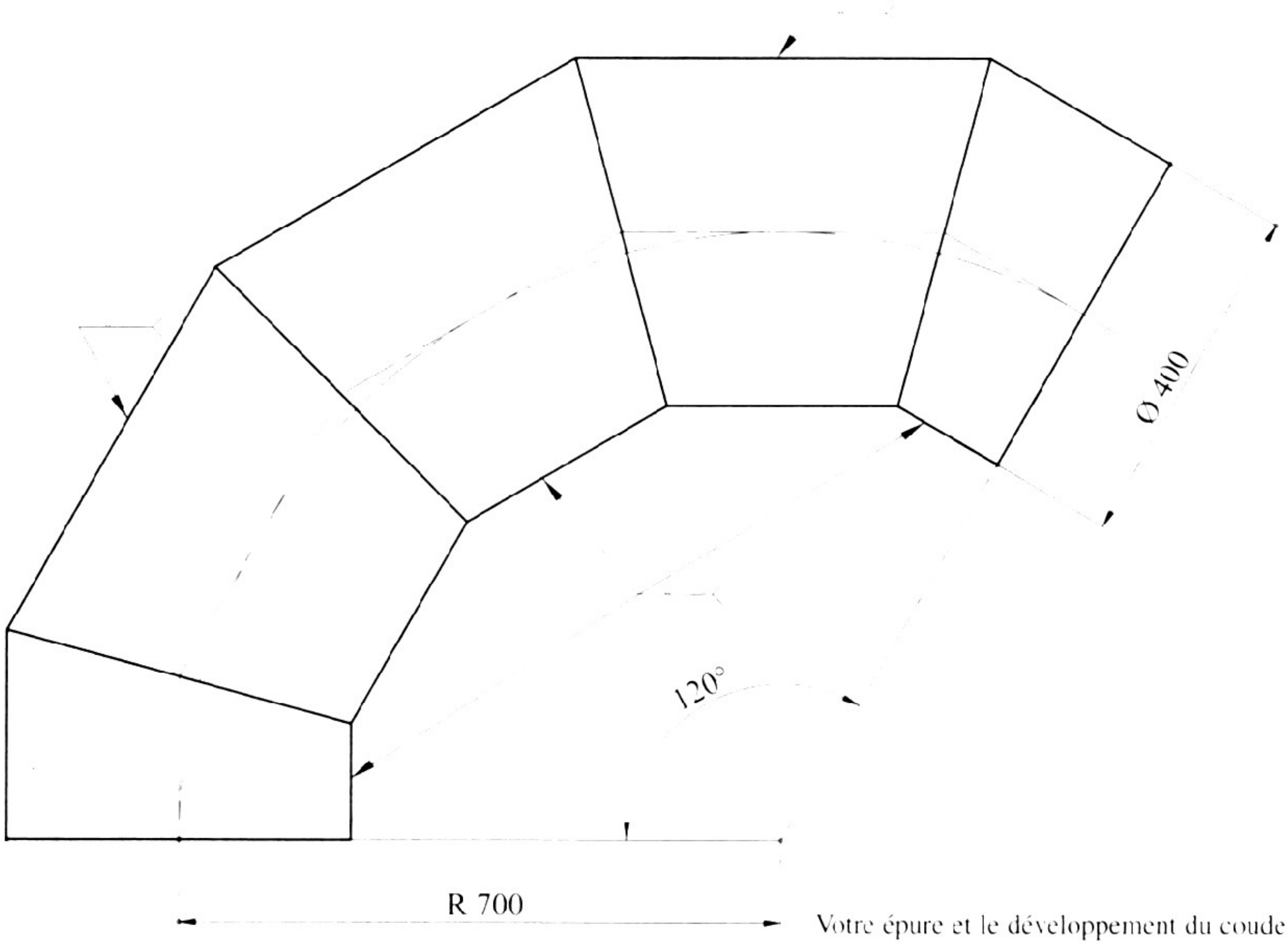
Épure et développement



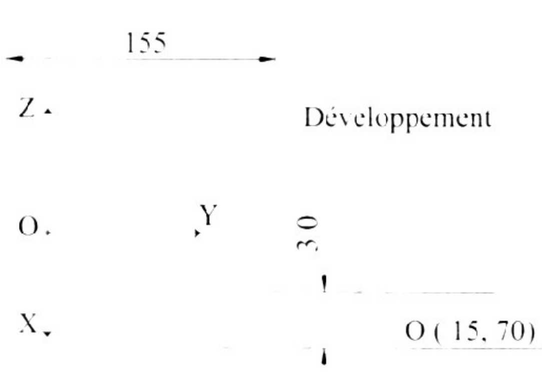
L'épure:
Le traceur projette les points a' et b' pour déterminer les génératrices A et B.
Il divise la section circulaire du plan horizontal comme si elle était complète (12 divisions dans cet exemple).
Identification des droites:
La section normale est en V-G en projection horizontale. Les génératrices sont en V.G en projection frontale.
Le développement:
Il implante les génératrices A et B après avoir mesuré l'angle de 39° en PH.

Exercice de traçage : Coude cylindrique

Coude cylindrique à 4 éléments.
Les soudures seront sur des génératrices alternées.
Les cotes sont indiquées à la fibre neutre.



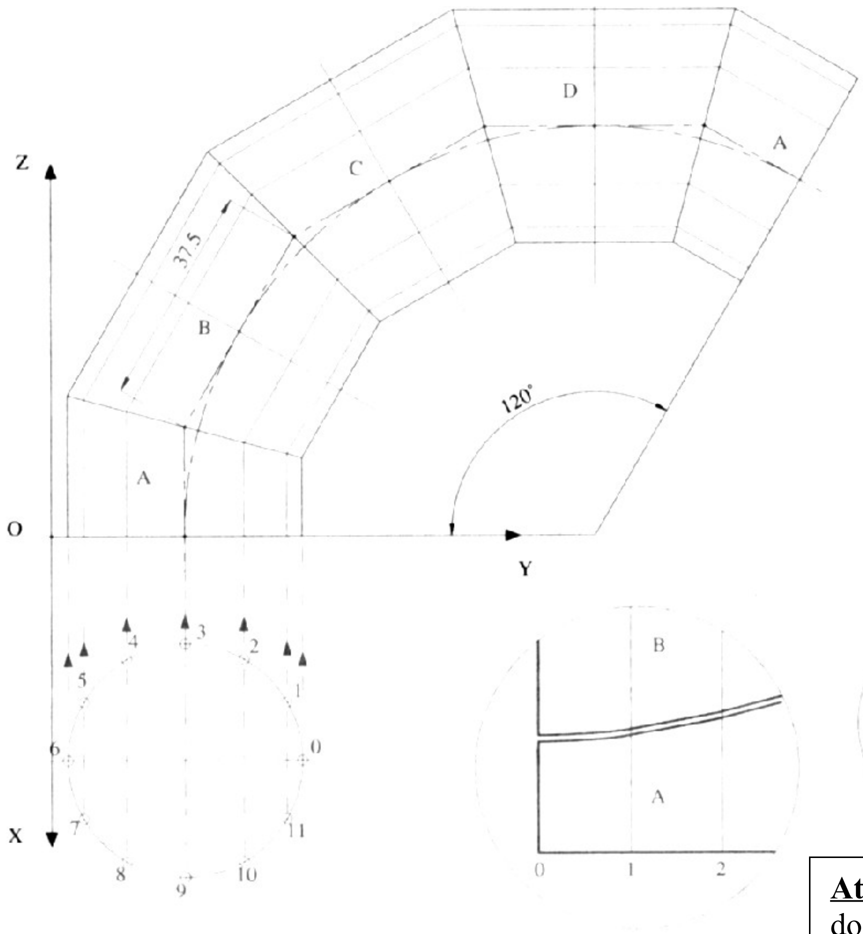
Votre épure et le développement du coude
à l'échelle 1/10 sur un format A4 horizontal

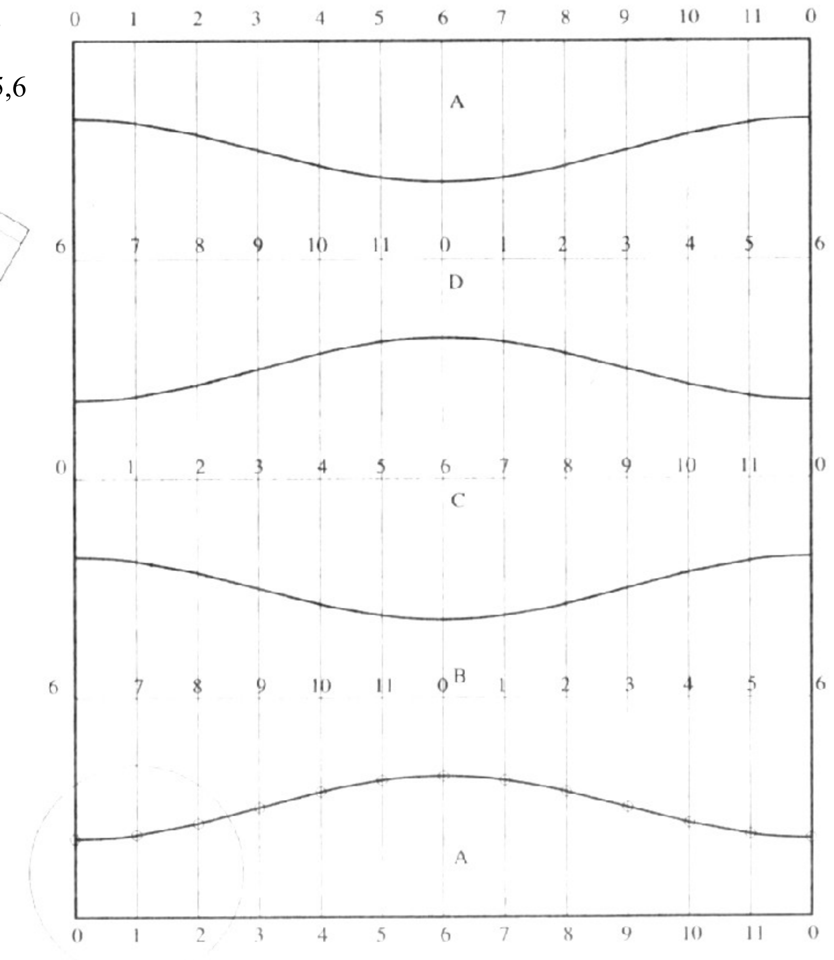


Corrigé de l'exercice de traçage : Coude cylindrique

Épure et développement

Le traceur doit définir les parties cylindriques A B C D qui constituent le coude.
Les soudures sur des génératrices alternées permettent la complémentarité des éléments développés.
Les dimensions du flan capable sont, dans le cas de l'exemple. 3,14 x40 = 125,6 en largeur et 4 fois la valeur d'un axe, soit 37,5 x 4 = 150.



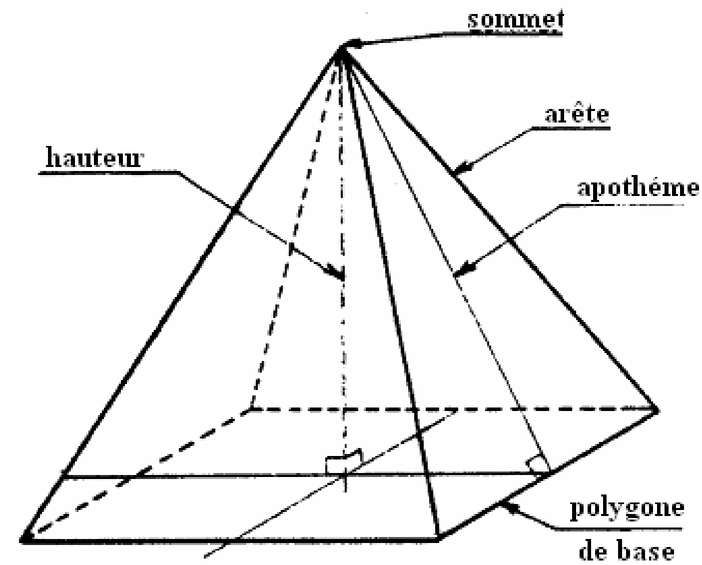


Attention : Si les éléments sont débités par découpage thermique,le traceur doit prévoir un décalage égal à la largeur de la saignée comme illustré sur le détail.

PYRAMIDE REGULIERE DROITE

1. DEFINITION

La pyramide est un solide qui a pour base un polygone quelconque et dont les faces sont des triangles ayant un sommet commun opposé à la base.



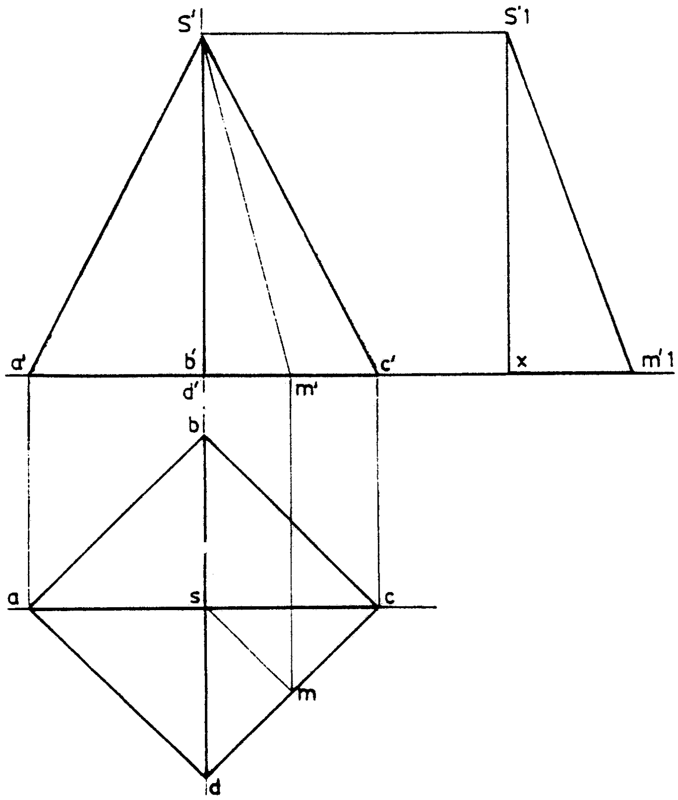
2. EPURE

2. 1 Tracer l'élévation et la vue de dessus.

- Les arêtes sont égale entre elles, carrées du pied de la perpendiculaire ;
  s a = s b = s c = s d .son arête de front est en vraie grandeur en élévation

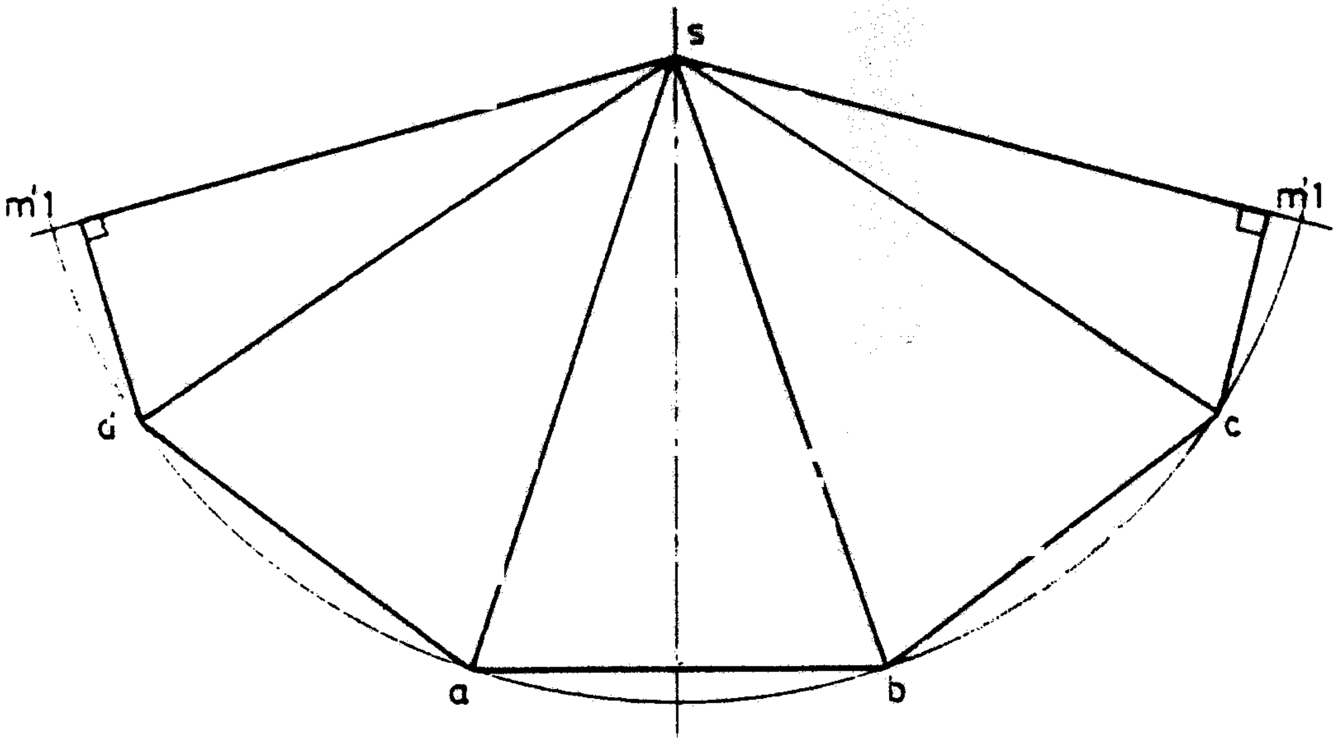
2 . 2 Chercher la vraie grandeur de l'apothème.

- La vraie grandeur de la ligne d'assemblage s'obtient en dehors de l'épure en partant sur un trait carré d'une part, sa projection horizontale sm en xm' 1 d'autre part la différence de cotes (hauteur de la pyramide) en xs'1.

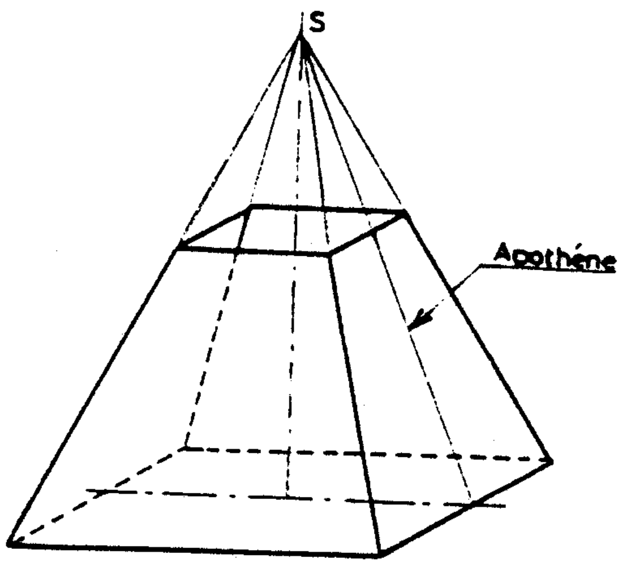


3. DEVELOPPEMENT :

- Les arêtes concourantes vers un même point et étant égales sont rayons d'une même circonférence.
  - Prendre un point s' et décrire un arc de rayon s' a' (vraie grandeur de l'arête).
  - Sur cet arc, porter **cb = ba = ad** = côté du carré de base, joindre les points c, b, a, d.
  - Tracer les arêtes **sa, sb, sc, sd.**
  - De **c** et **d** avec une ouverture de compas égale à la moitié du côté du carré de base d'écrire deux arcs de cercle.
  - De **s'** avec **s' 1 m'1** comme rayon, décrire deux autres arcs qui coupent les deux premiers.
  - Joindre c m'1, dm'1 et s'm'1. sm est perpendiculaire à dc sur l'épure, s'm'1 est perpendiculaire à dm'1 et à cm'1 sur le développement.



TRONC DE PYRAMIDE DROITE

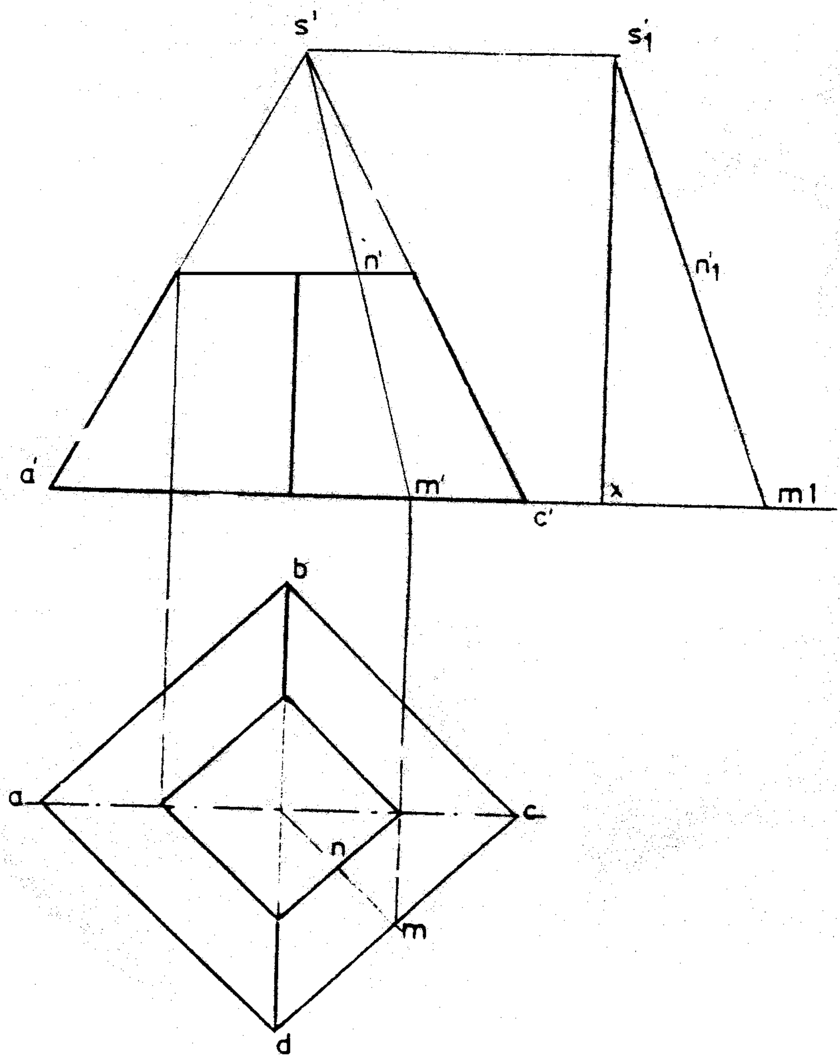


1 . DEFINITION

C'est une pyramide coupée par un
Plan parallèle à la base.

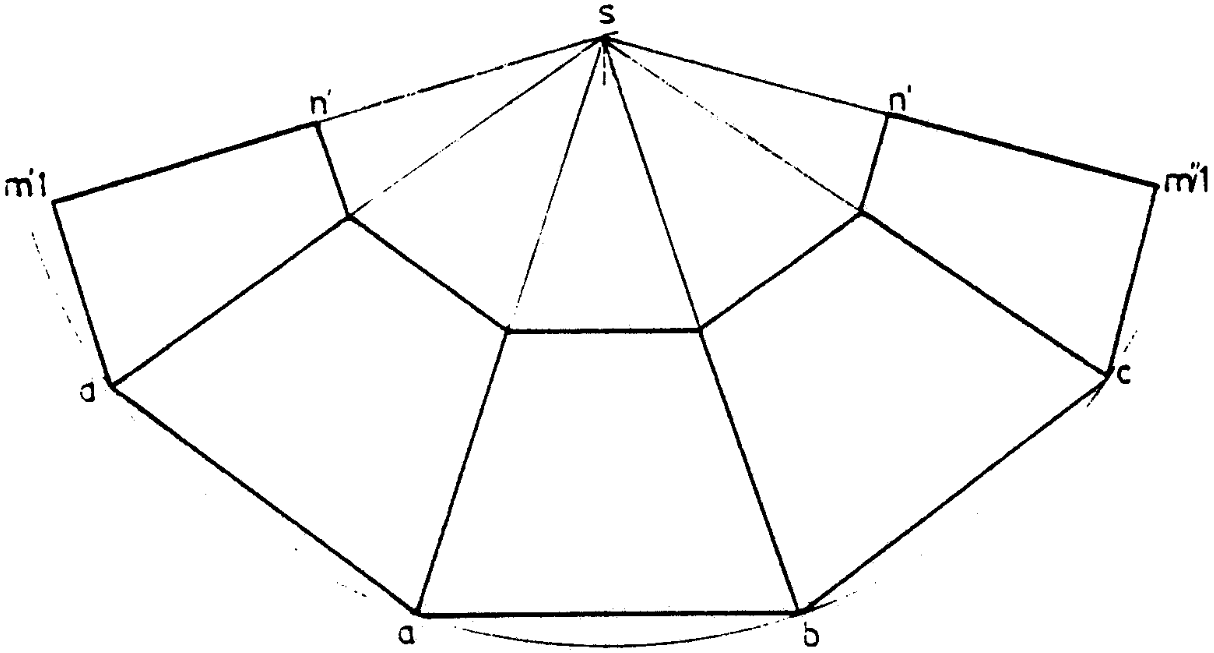
2. EPURE.

- Tracer l'élévation et la vue de dessus. La section obtenue est un polygone semblable à celui de la base. Il se projette en vraie grandeur en vue de dessus.



3. <u>DEVELOPPEMENT</u>.

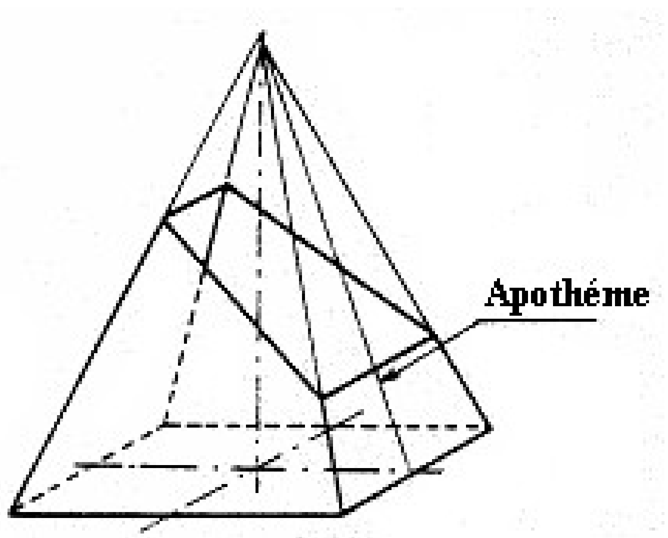
- Exécuter le développement de la pyramide (comme la dernière planche)
- Relever en élévation la distance s'a' sur l'arête de front et de s' sur le développement, reporter cette dimension sur les arêtes s'a, s'b, s'c, s'd ; en élévation déplacer n' jusqu'au n'1.
- Relever s'1 n'1 et le reporter au développement s'm'1.



PYRAMIDE DROITE COUPEE PAR UN PLAN OBLIQUE

1. DEFINITION :

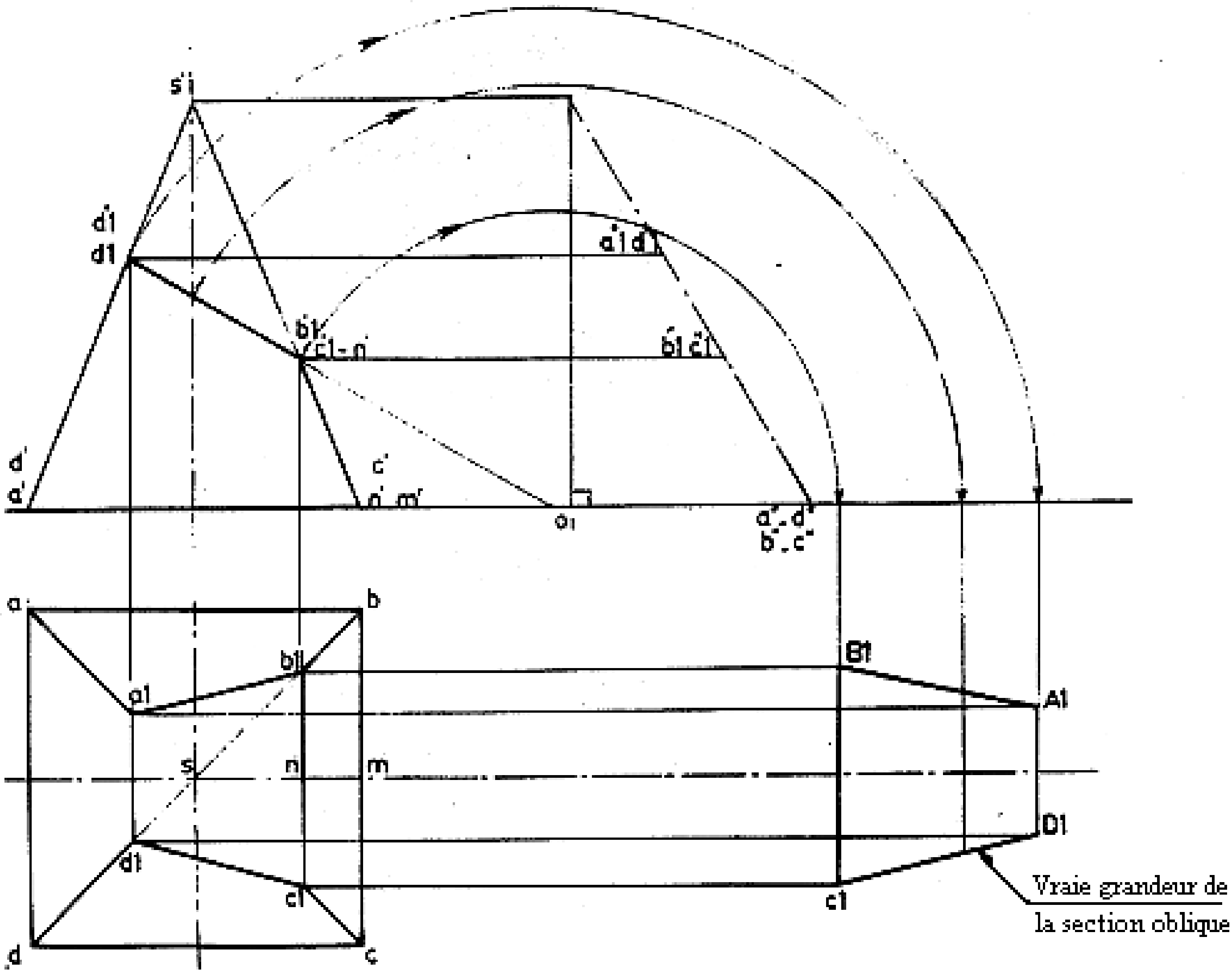
C'est une pyramide coupée par un plan oblique.



2 EPURE

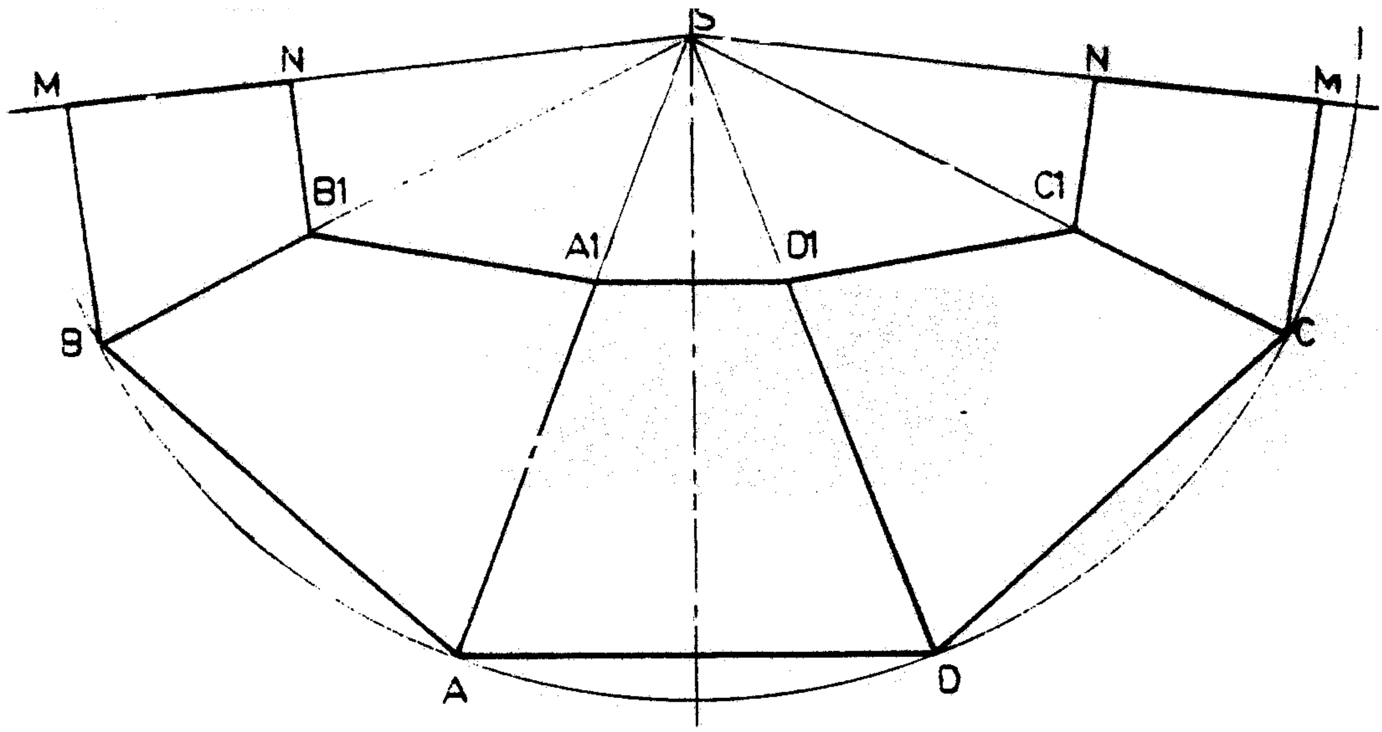
2.1 Etablir l'épure d'une pyramide droite coupée par un plan oblique, chercher la vraie grandeur des arêtes.

2.2 Pour obtenir la vraie grandeur de la section oblique, rabattre autour du point 0, le plan de bout sur le plan Horizontale. Prolonger les arcs de cercle par des droites qui coupent les lignes de rappel issues de a1, b1, c1, d1 en A1, B1, C1, D1,

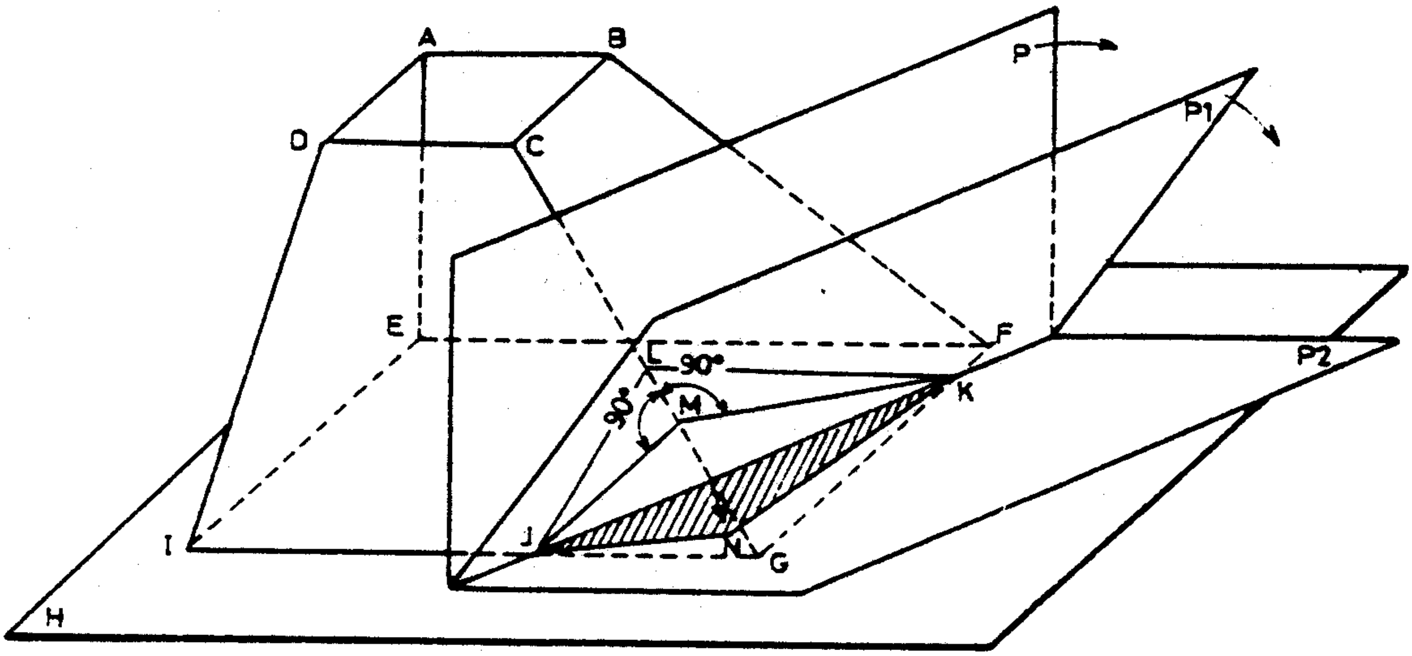


3. DEVEPOLLEMENT

- Tracer le développement de la pyramide
- Déterminer les vraies grandeurs des arêtes a'' a ''1 =.D'' d''1 et c'' c''1= b'' b''1.
- Porter ces longueurs sur le développement - N - B', A', D', C'.
- La ligne d'assemblage n' m' (Apothème) est en vraie grandeur en vue de face.
- De la vue de face porter la longueur s' n' sur le développement et joindre les points NB1, B1A1, A1D1, D1 C1 et C 1 N.


S
M
N
N
M
B1
C1
A1
D1
B
C
A
D

VRAIE GRANDEUR DE L'ANGLE DE PLIAGE



1. DEFINITION :

C'est un dièdre qui détermine la vraie grandeur de l'angle de pliage.

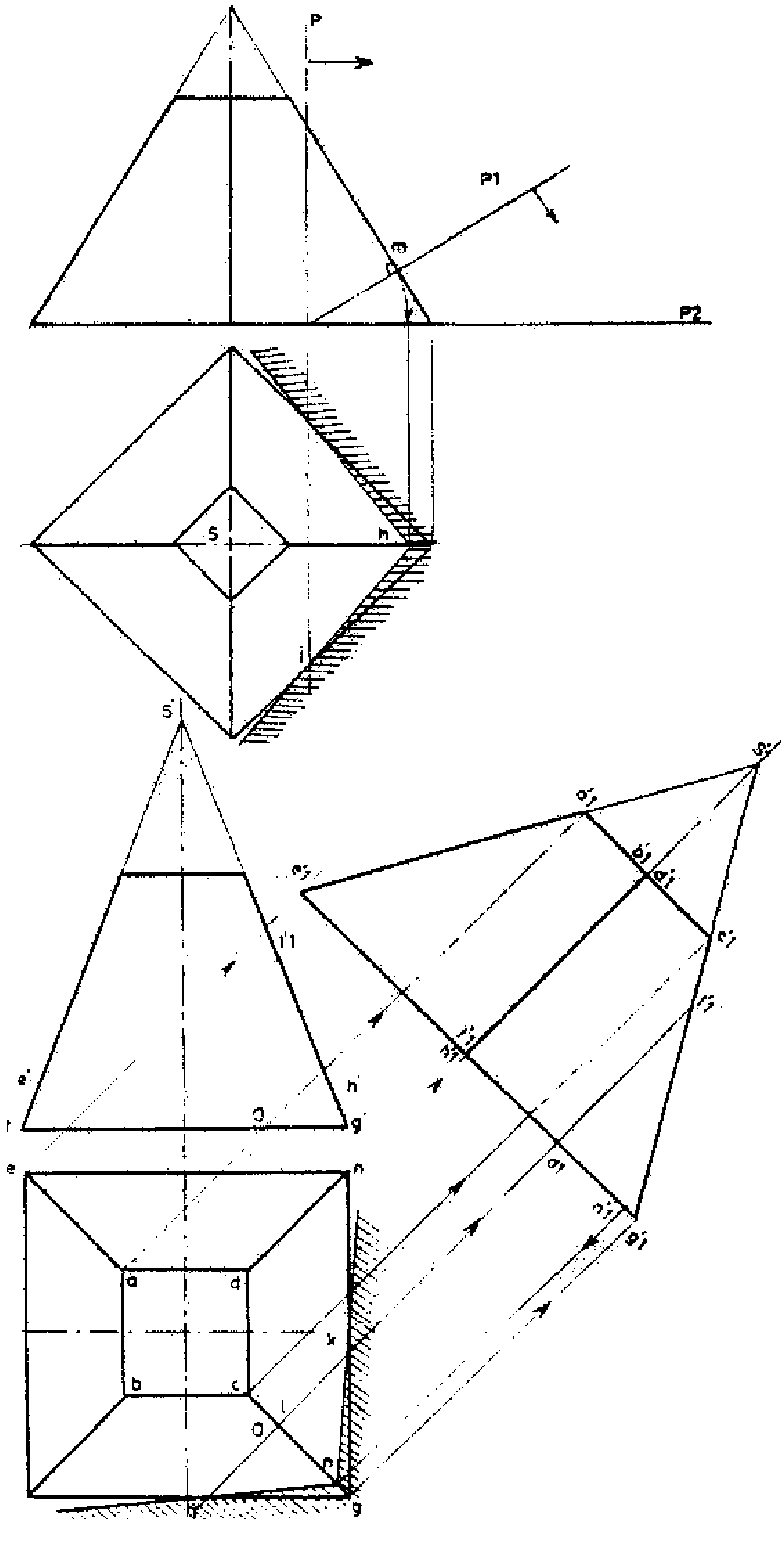
2. PRINCIPE.

Faire passer un plan vertical P perpendiculaire à la projection horizontale de l'arête ; le faire tourner autour de sa trace J K avec le plan H jusqu'a ce qu'il occupe la position p1 perpendiculaire à l'arête CG, Il détermine un triangle JMK qui est le gabarit de pliage ce dernier se projette en raccourci dans le plan H ;

3. RECHERCHE DE LA VRAIE GRANDEUR DE L'ANGLE DE PLIAGE :

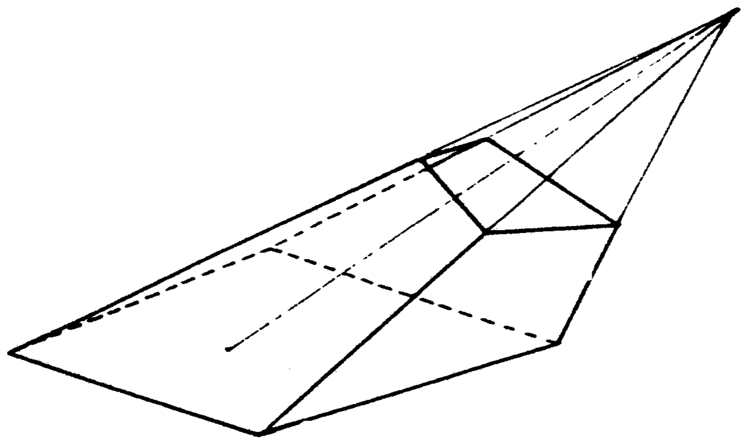
3. 1 L'arête est parallèle à un plan de projection. Elle y est vue en vraie grandeur en c' g' faire passer un plan de bout P1 perpendiculaire à c' g' et le rabattre en P2 Le triangle knj, vu en vraie grandeur donne l'angle de pliage knj.

3.2 L'arête n'est parallèle à aucun plan de projection. Il est possible de tracer la projection du dièdre sur un plan Vertical auxiliaire, parallèle à la projection horizontale cg de L'arête, et d'opérer ensuite comme dans le premier cas, ce tracé est long et on lui préfère une « réduction » du procédé que l'on superpose aux vues déjà existantes.



P
P1
m
P2
S
h
i
s'
e'1
a'1
b'1
d'1
c'1
f'1
h'1
a1
n'1
g'1
f'1
e'
h'
f
g'
e
n
a
d
k
b
c
l
g

PYRAMIDE OBLIQUE



1. **DEFINITION :**

La pyramide oblique est un solide qui a pour base un polygone régulier ou irrégulier les arêtes n'ont pas la même longueur, les faces latérales sont des triangles scalènes et l'axe est oblique par rapport à la base.

2. EPURE

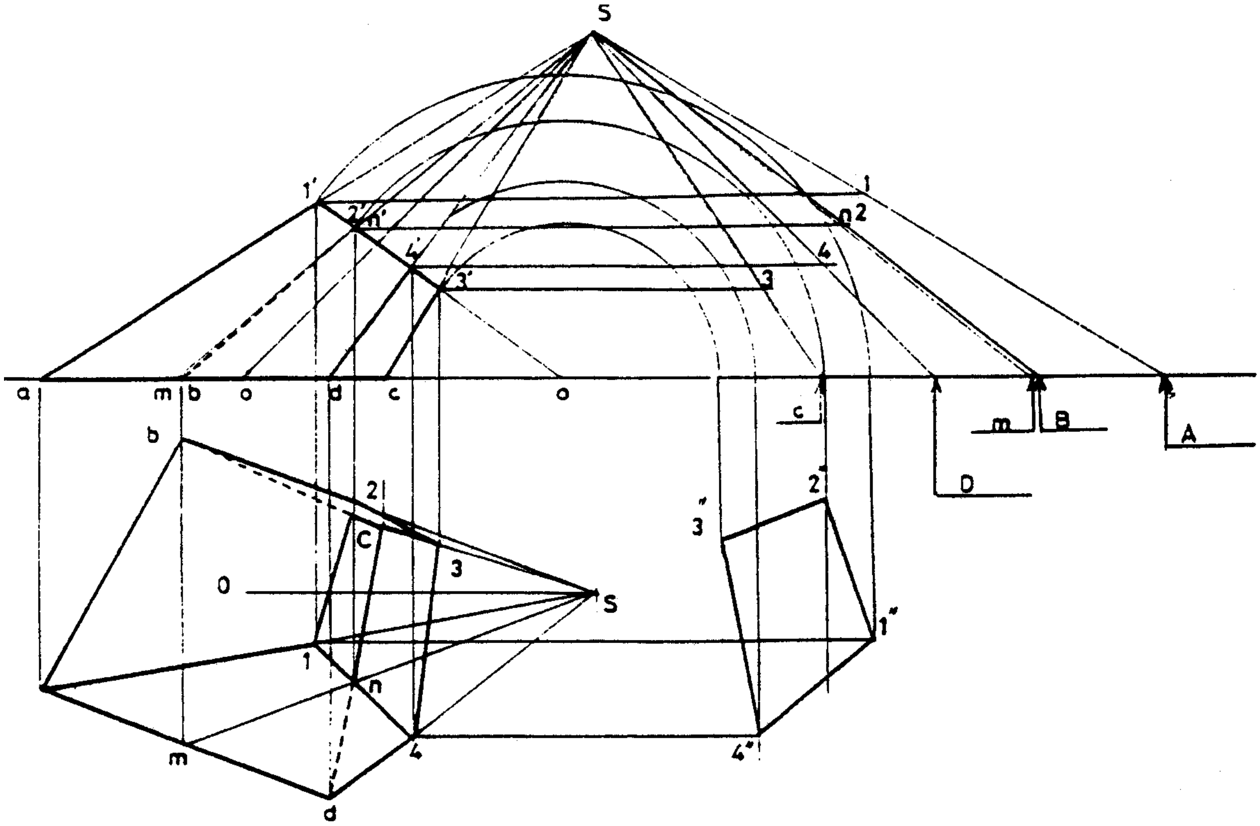
2.1 Etablir l'épure de la pyramide oblique coupée par un plan de bout

2.2 Chercher les vraies grandeurs des arêtes et de la ligne d'assemblage.

3. DEVELOPPEMENT DE LA SECTION OBLIQUE

3.1 Rabattre autour du point 0. le plan de bout sur le plan horizontal

3.2 Prolonger les arcs de cercle par des droites, qui coupent les lignes
Le rappel, issues de 1, 2, 3, 4 en 1'', 2'', 3'', 4''.



4. DEVELOPPEMENT DE LA PYRAMIDE OBLIQUE COUPEE PAR UN PLAN DE BOUT

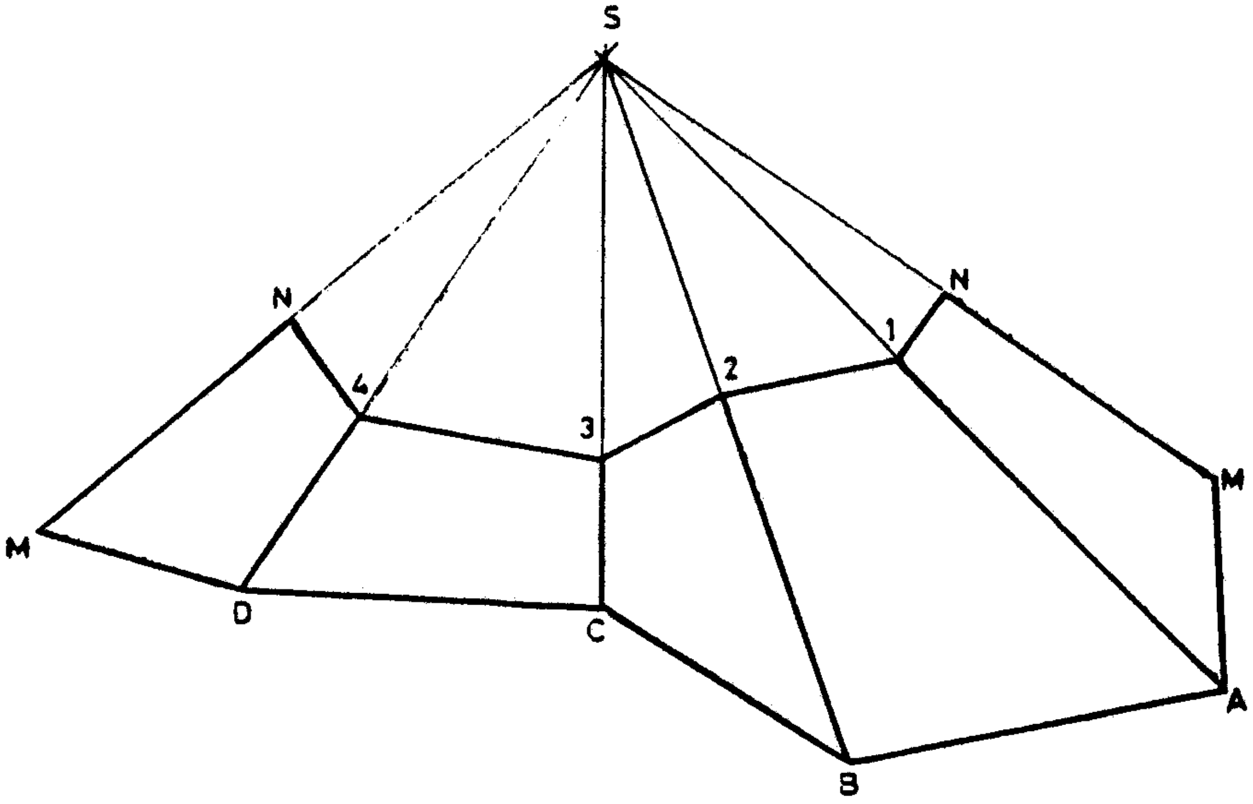
4.1 Construire un premier triangle s' c' b' (on en connaît les trois côtés en vraie grandeur).

4.2 Partant de s' avec s' d' (vraie grandeur de l'arête suivante) Comme rayon, décrire un arc de cercle de c' avec cd (cote du Polygone de base) comme rayon, décrire un autre arc qui coupe Le premier en d'.

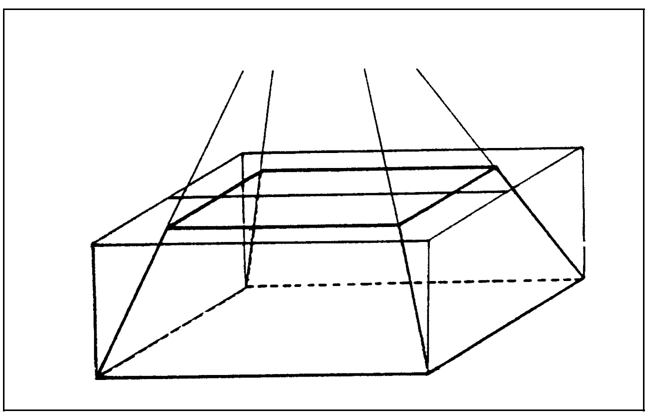
4.3 Recommencer la même opération pour chacun des triangles

4.4 On termine de chaque côté par les deux demi -faces s' d' m' et s' a' m'.

4.5 Relever sur les vraies grandeurs les distances s' 1', s' 2' … etc. Et les reporter au développement sur les arêtes correspondantes.



SOLIDE EN FORME D'AUGE

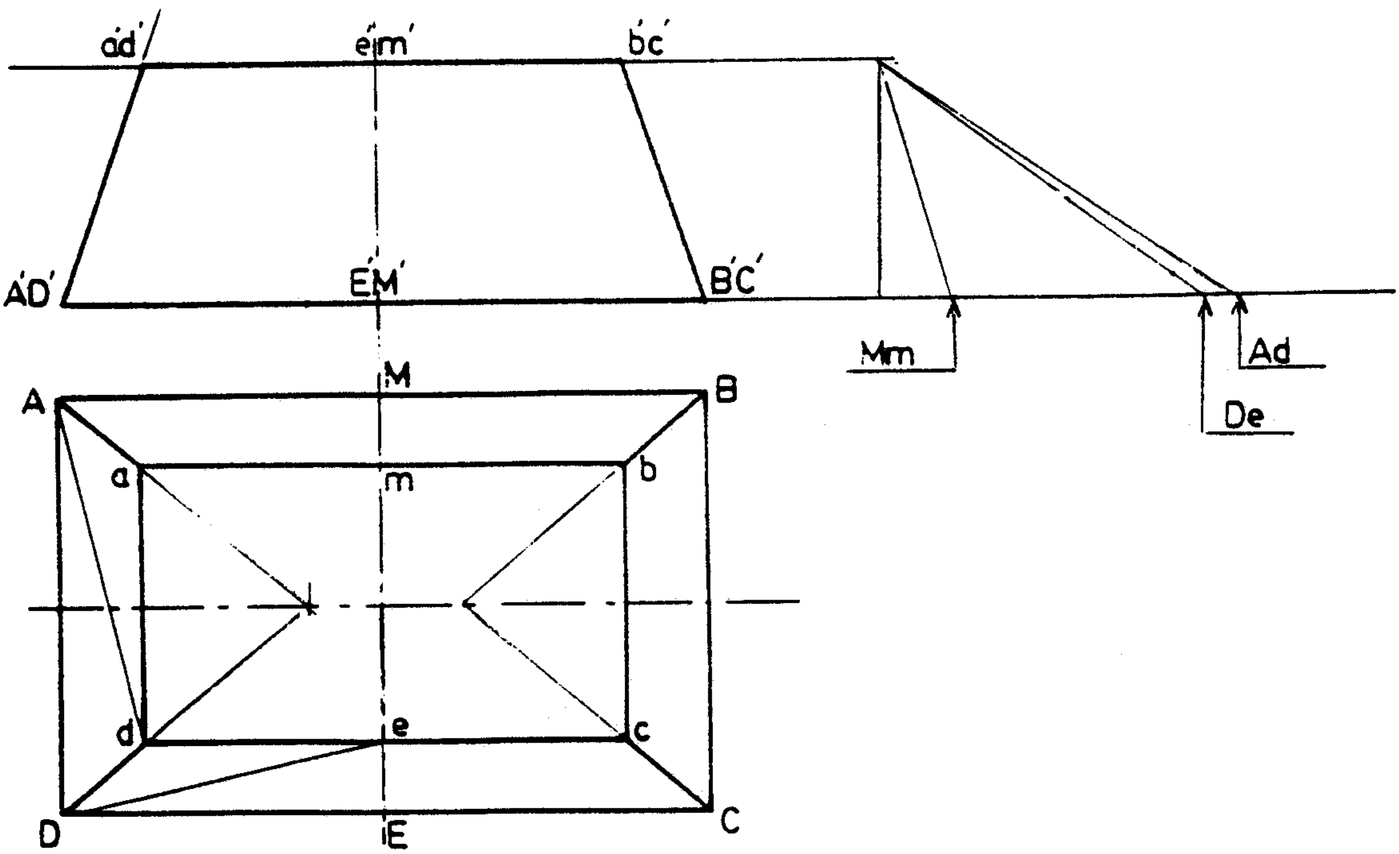


1. **DEFINITION :**

Ce sont des solides qui ont des faces Planes et n'appartiennent plus à une pyramide mais à des solides appelés « ponton » ou « tas de sable »

_2 . EPURE.

- Les arêtes prolongées donnent deux points de rencontre m et n
- Les deux bases sont en vraie grandeur en vue de dessus, les faces latérales sont constituées par des trapèzes isolés symétriques deux à deux et obliques.
- La ligne d'ouverture est suivant   Ee Hauteur du trapèze de bases DC, dc et divise ce trapèze en deux parties égales.
- Tracer les diagonales Ad et Dc et chercher leurs vraies grandeurs.
- Chercher la vraie grandeur des arêtes et de la ligne d'assemblage Ee = MN



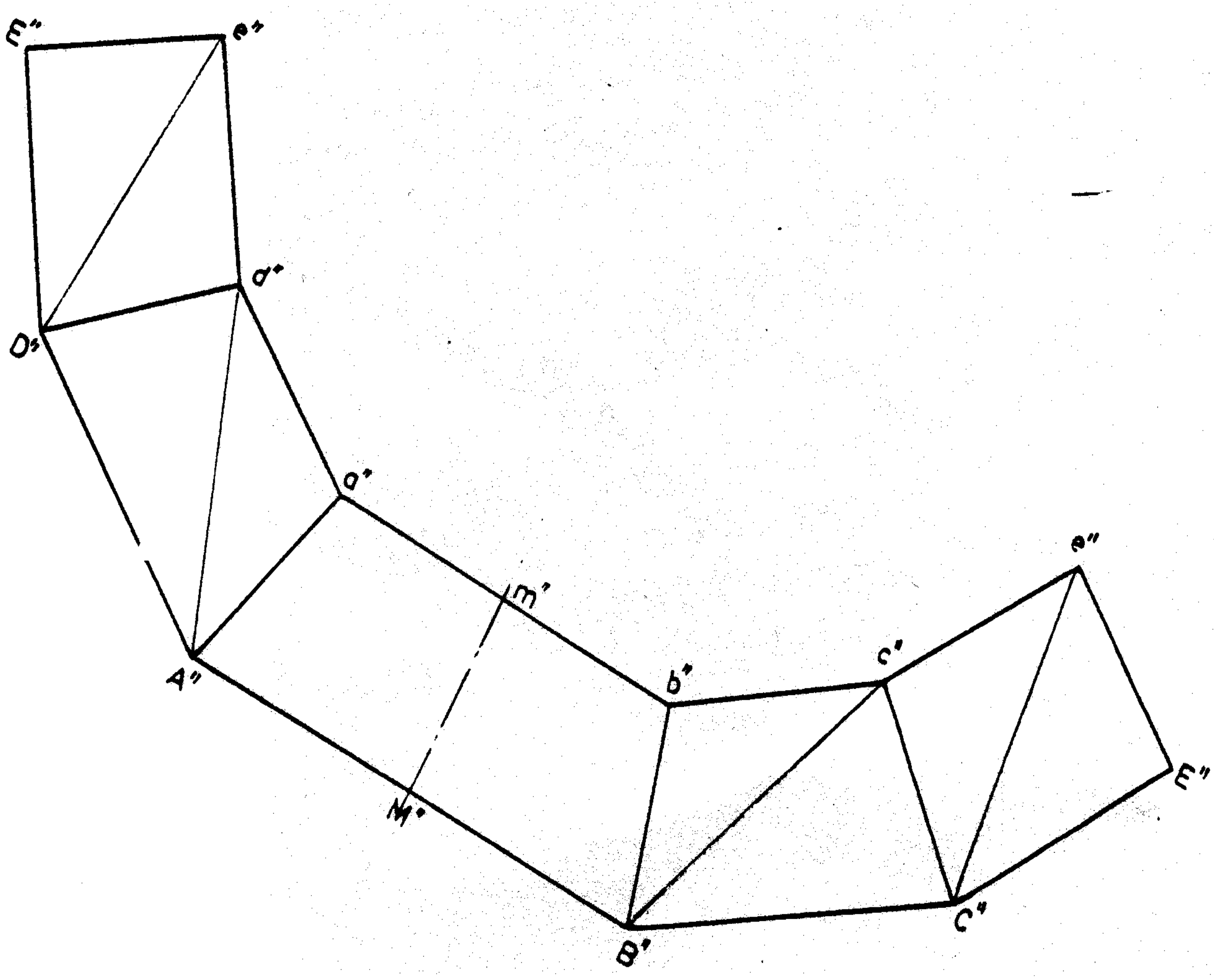
3. DEVELOPPEMENT.

3.1 Tracer une droite, porter la base AB, prendre le milieu M de AB, de ce point, élever une perpendiculaire et porter la vraie grandeur Mm au point m '' obtenu ; élever une perpendiculaire et porter de part et d'autre la moitié de ab en m'' a'' et m'' b'' , joindre les points A'', B'', b'', a''.

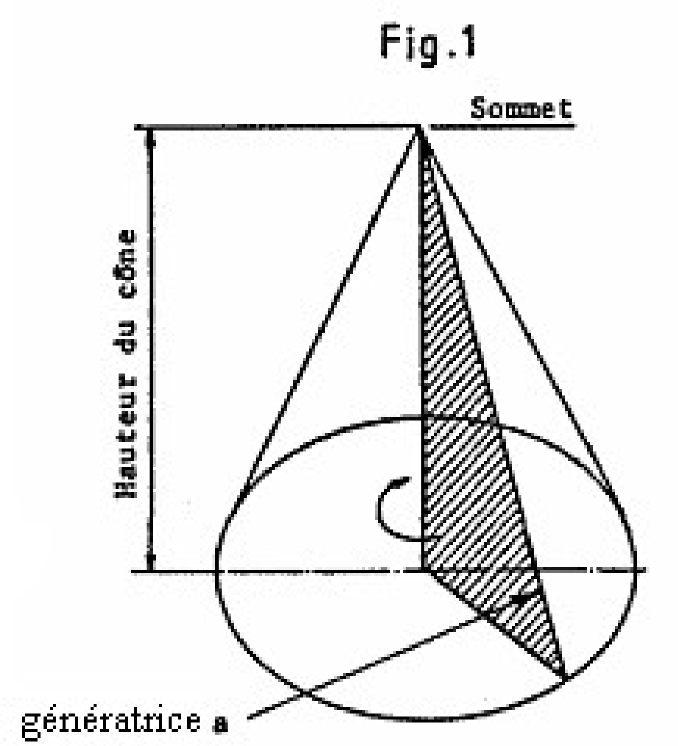
3.2 du point B'' avec une ouverture du compas égale à BC et AD, tracer un arc de cercle de même pour A''. Du point b'' avec une ouverture du compas égale à bc et ad, tracer un arc de cercle de même pour a''
Du point A'' porter la vraie grandeur de la diagonale Ad qui détermine le point d'' , ensuite porter la vraie grandeur de l'arête dD qui détermine le point D'', joindre les points pour obtenir le trapèze isocèle A'', D'', a'', d'', Même tracé pour l'autre trapèze B'',   C'', b'', c''.

3.3 Du point D'' porter la distance DE et tracer un arc de cercle
Du point d'' porter la distance d e et tracer un arc de cercle.
Du point D'' porter la vraie grandeur de la diagonale d e qui détermine le point e,
ensuite du point e porter la vraie grandeur e E qui détermine E'', joindre les points D'' E'' e'

Même tracé pour les autres faces, ces faces étant symétriques deux à deux par rapport à Mm,



CONE ET TRONC DE CONE DROIT



Le cône de révolution (ou cône droit) est un solide engendré par la rotation d'un triangle rectangle autour, de l'un des côtés de l'angle droit (fig. 1).
Le rôle de l'angle droit servant d'axe de rotation est la hauteur du cône et l'hypoténuse est une génératrice.
La base du cône droit est un cercle. Toutes les sections perpendiculaires à l'axe, sont parallèles à la base, elles déterminent également des cercles.
Toutefois les génératrices sont égales entre elles et se rejoignent au sommet du cône.

Epure et développement d'un cône droit :

- Tracer la projection F du cône (fig. 2), c'est un triangle isocèle. Les génératrices qui limitent le c6ne s'appellent : Génératrices du contour apparent.
- Prendre un point S , quelconque.
- Décrire de ce point S un arc de cercle de rayon R égal à la longueur d'une génératrice.
- Calculer la longueur de la base du cône.

Deux procédés nous permettent de limiter le développement (Fig. 3)

a) - Porter au réglet souple, la longueur de la base du cône (π D) sur l'arc de rayon R
- Joindre les 2 points obtenus sur l'arc au point S .

b) - Calculer l'angle au centre α

Longueur de la circonférence pour l'angle de 360° = $2\,\pi\,R$

Angle au centre pour un arc de 1 mm de longueur = $\dfrac{360°}{2\,\pi\,R}$

Angle au centre pour la longueur de la base du cône = $\dfrac{360° \times \pi\,D}{2\,\pi\,R}$ soit : $\alpha = \dfrac{180° \times D}{R}$

- Tracer l'angle α
  - Suivant la pente du cône il est quelquefois plus facile de tracer l'angle β qui est égal à 360° - α

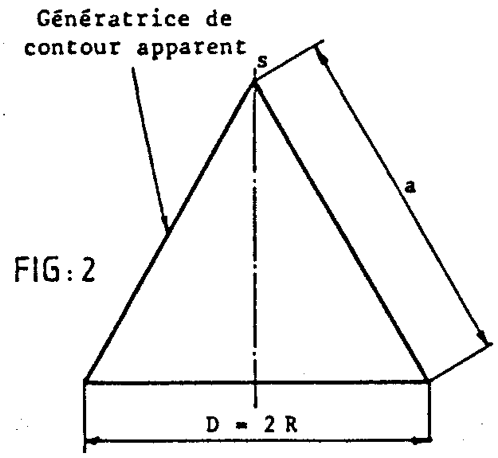


FIG : 2

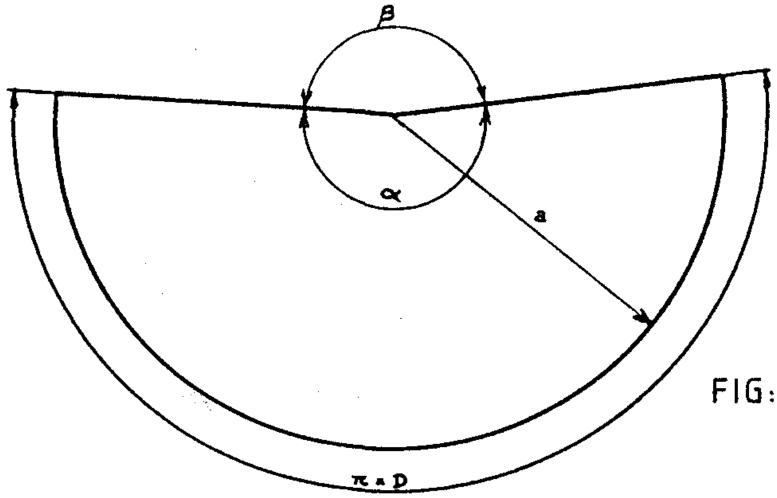


FIG : 3

Epure et développement d'un tronc de cône

Le tronc de cône est un cône coupé par un plan parallèle à la base. (fig. 4)

- Tracer la projection F du tronc de cône, puis prolonger les génératrices de contour apparent jusqu'à leur rencontre avec l'axe.

Développer le grand cône obtenu, puis retrancher le petit cône de rayon r. (fig. 5)

- Ou pour calculer directement la valeur angulaire α appliquer :

$$\alpha = \frac{360° \times (r2 - r1)}{a}$$

Fig : 4

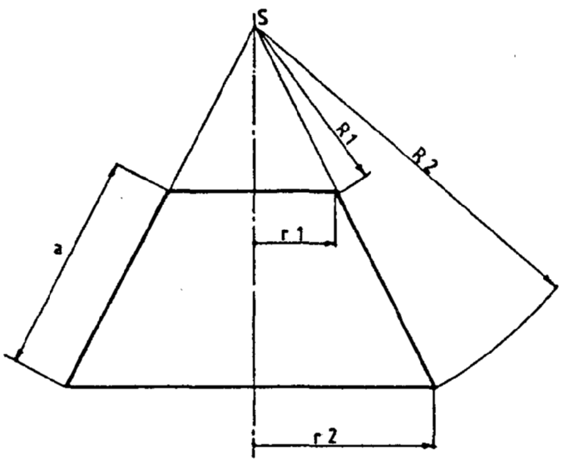
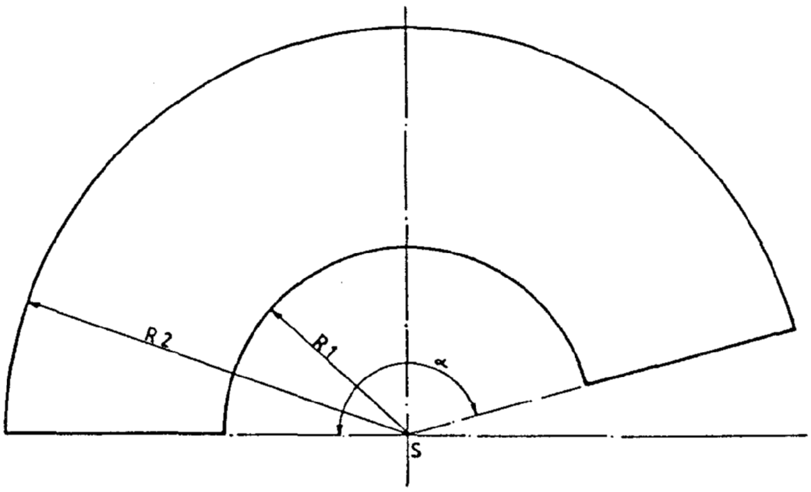


Fig : 5



Cas particulier :

Un cône ayant un angle au sommet de 60° se développe suivant un 1/2 cercle.

L'angle au centre = 180°.

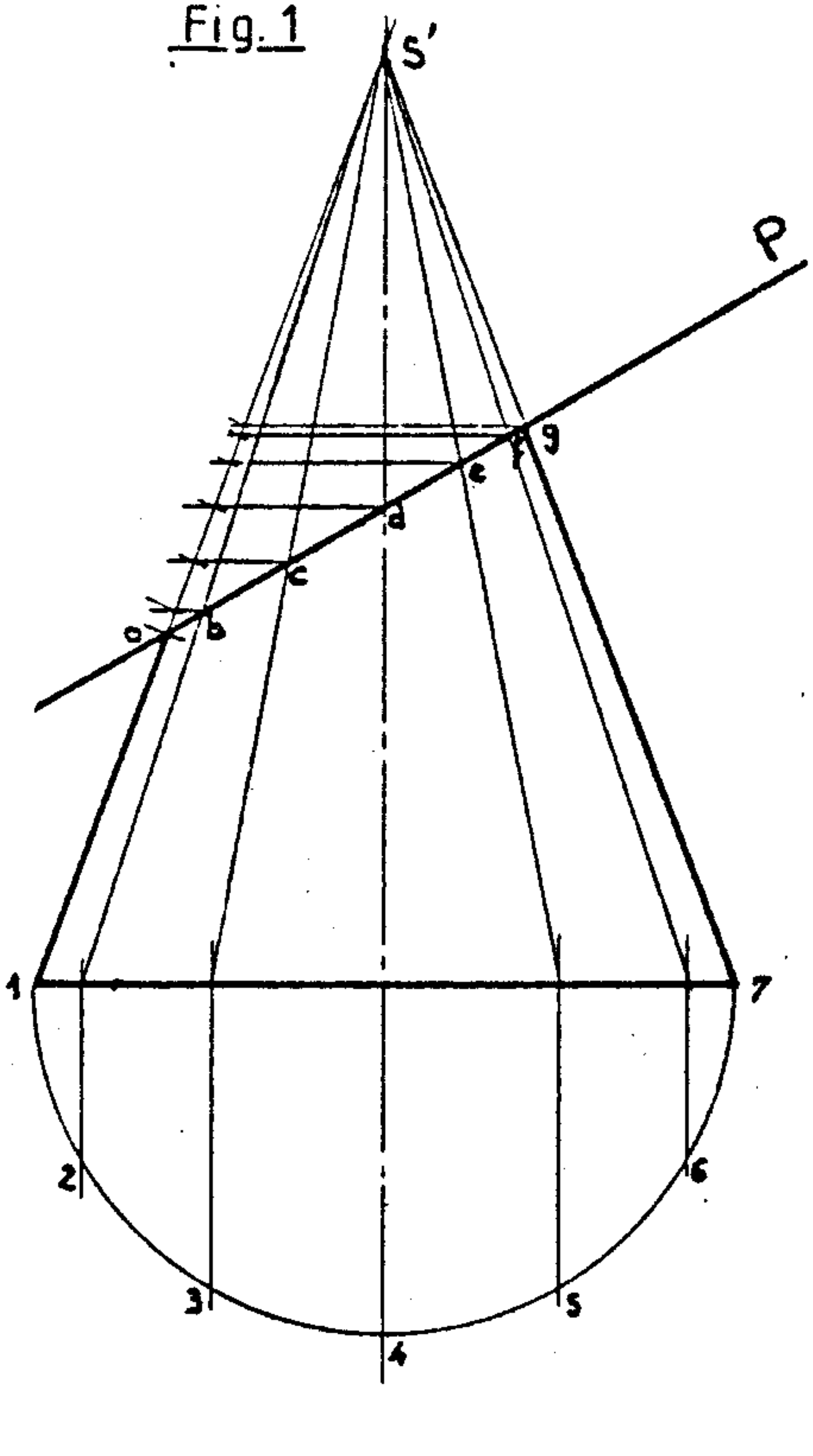
CONE DROIT COUPE PAR UN PLAN DE BOUT

1) Un plan P coupe un cône droit et enlève le sommet :

Epure (fig. 1) :

- Tracer le projection F et prolonger les génératrices du contour apparent pour déterminer le sommer(S).
- Etablir un système de génératrices
- Rechercher les V.G. des génératrices, pour cela : amener les points d'intersection b c d e g suivant les parallèles à la base jusqu'à leur rencontre avec la génératrice du contour apparent.
  Voir la démonstration de recherche des V.G. fig 2, la génératrice S1 est amenée par rotation dans un plan F, à ce moment la V.G. de S1 est confondue avec le contour apparent. Le point a qui se trouve sur S1 tourne en même temps et vient en a1.

Fig. 1



Développement :
- Développer le cône complet.
- Diviser la longueur de base autant de parties égales que sur l'épure et tracer les génératrices sur le développement.
- Porter sur les génératrices correspondantes les V.G. relevées en projection F.
- Joindre les points.

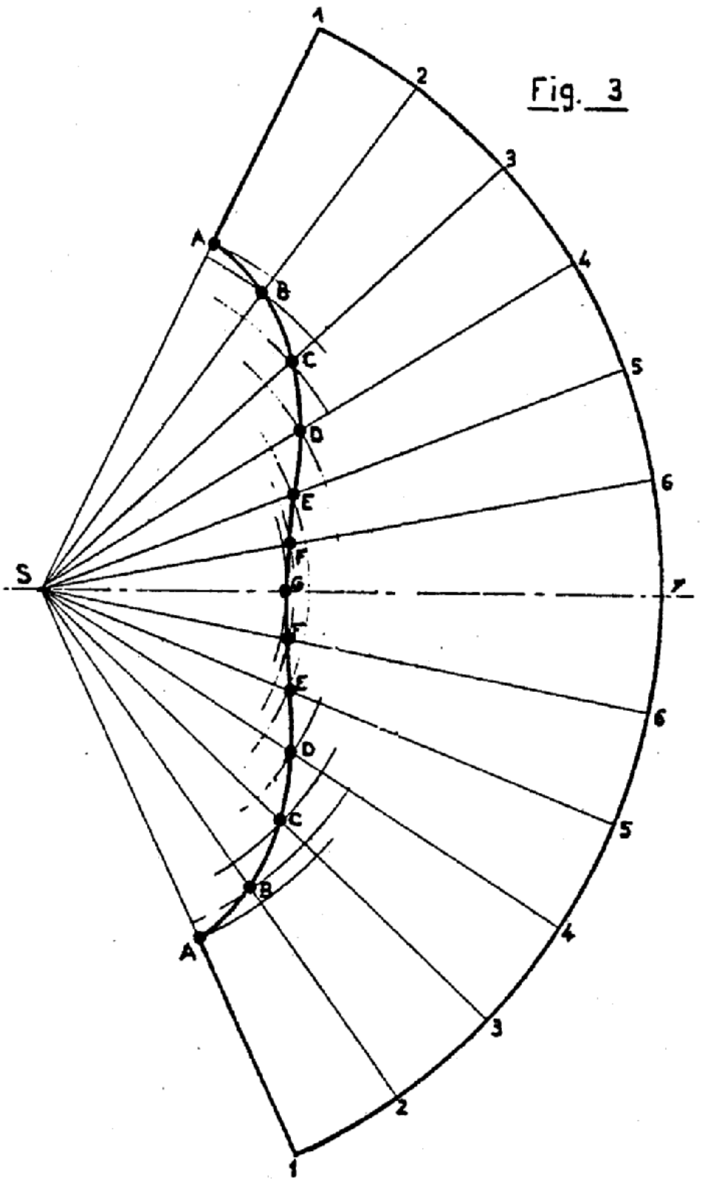


Fig. 3

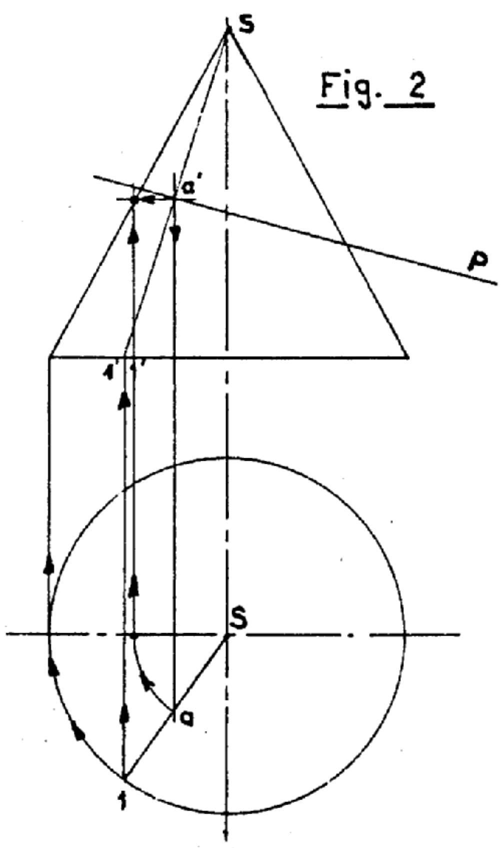


Fig. 2

2) Un plan P coupe un cône droit et enlève la base :

Epure (fig. 4) :

Développement (fig. 5) :

- Déterminer la base du cône droit (perpendiculaire à l'axe), puis procéder comme précédemment.

Fig. 4

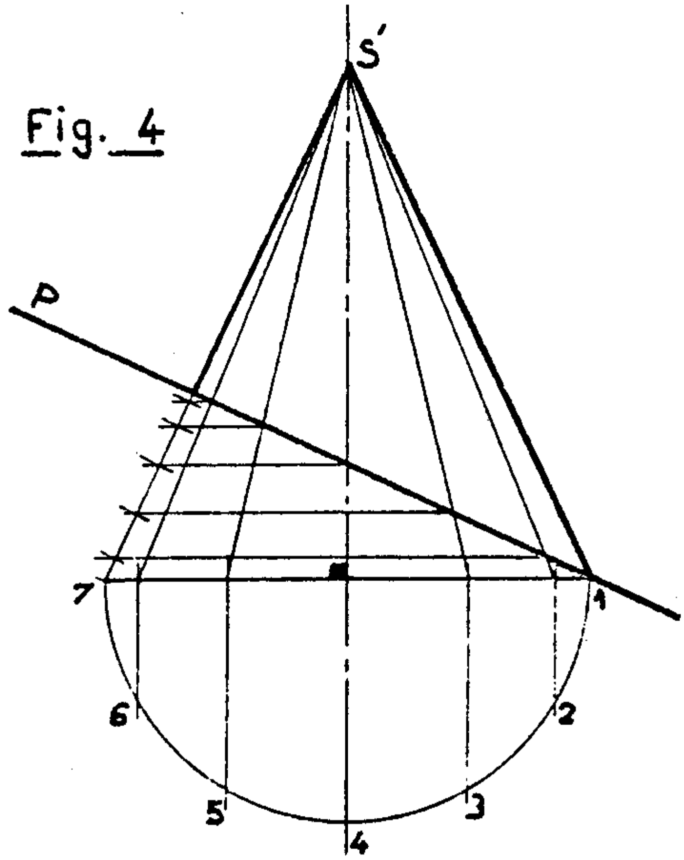
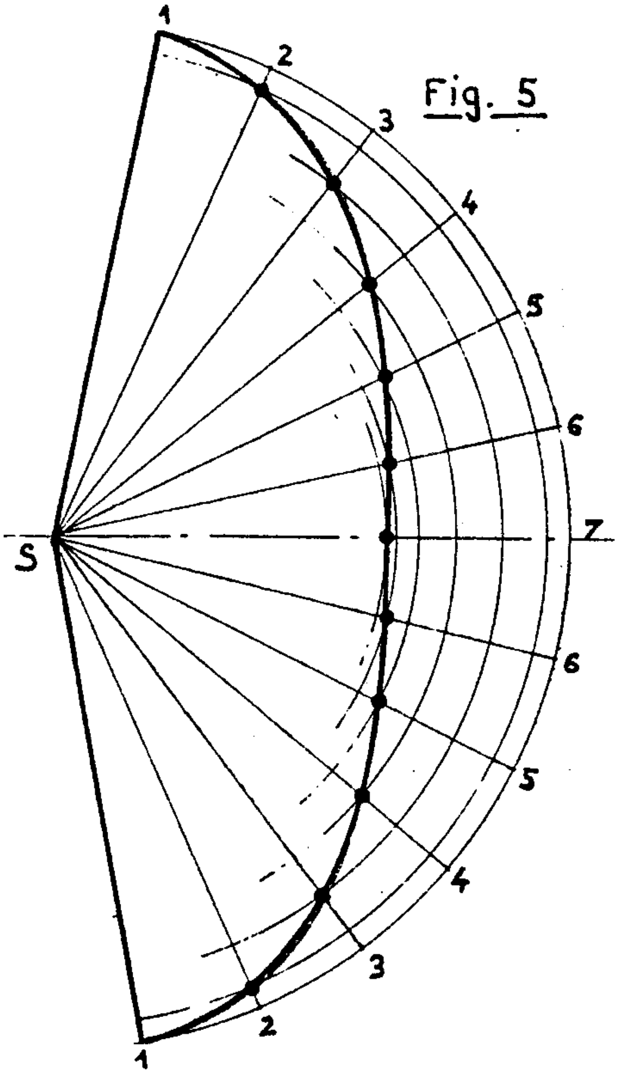


Fig. 5



CONE ET TRONC DE CONE OBLIQUE

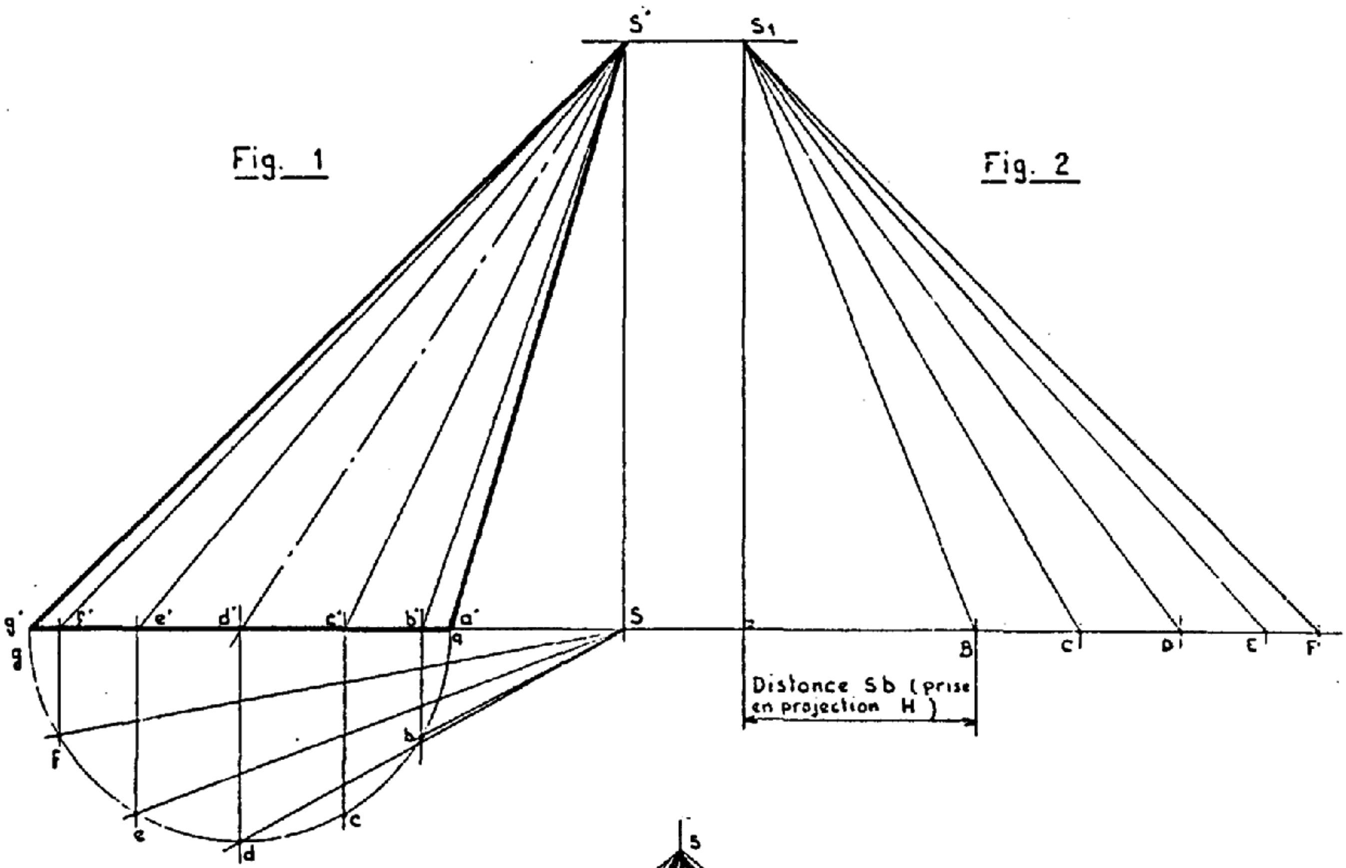
Cône oblique à bases circulaires

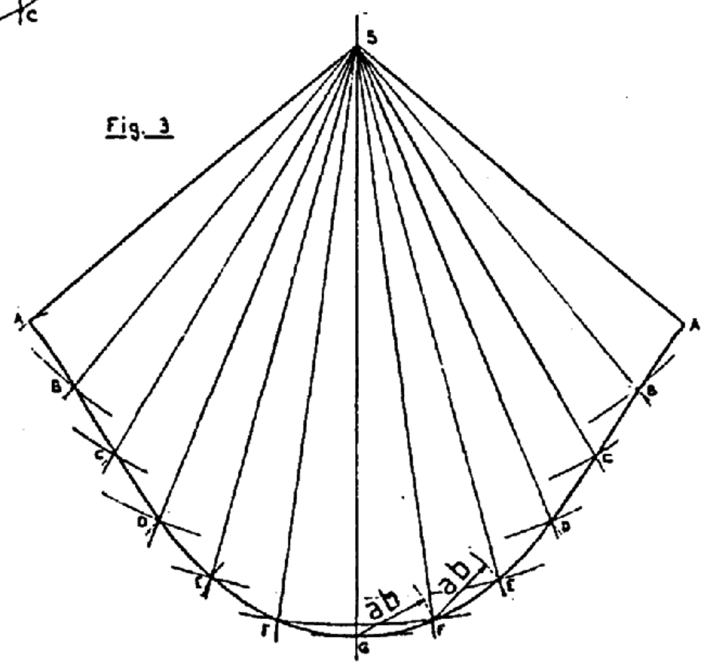
Epure :

- Tracer la projection F et 1/2 rabattement (fig.l)
- Tracer un certain nombre de génératrices.
- Rechercher les V.G. des génératrices, utiliser un trait carré pour dégager l'épure. (fig. 2).

Développement :

- Tracer l'axe du développement, diamétralement opposé à la ligne d'assemblage, positionner le sommet S sur cet axe.
- De S comme centre décrire des arcs de cercle ayant respectivement pour rayon la longueur (en V.G.) des génératrices (S B, S C etc.), puis avec une ouverture de compas égale à a b (division de base) déterminer les points F, E , D , C, etc. (fig.3)





Tronc de cône oblique

Après avoir tracé les projections du tronc de cône, prolonger les génératrices du contour apparent jusqu'à leur rencontre. (fig. 4).
Développer comme précédemment le cône oblique.
Pour obtenir le développement (fig. 5) du tronc de cône oblique, il suffit de retrancher la partie supérieure.

FIG : 4

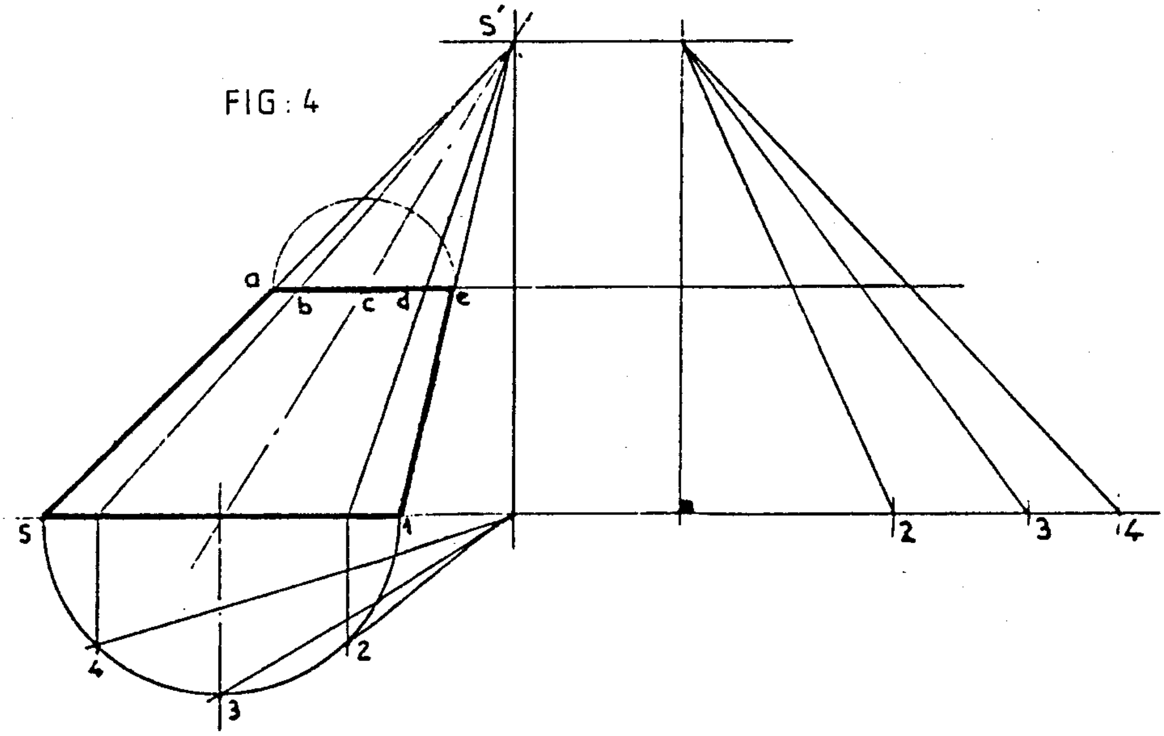
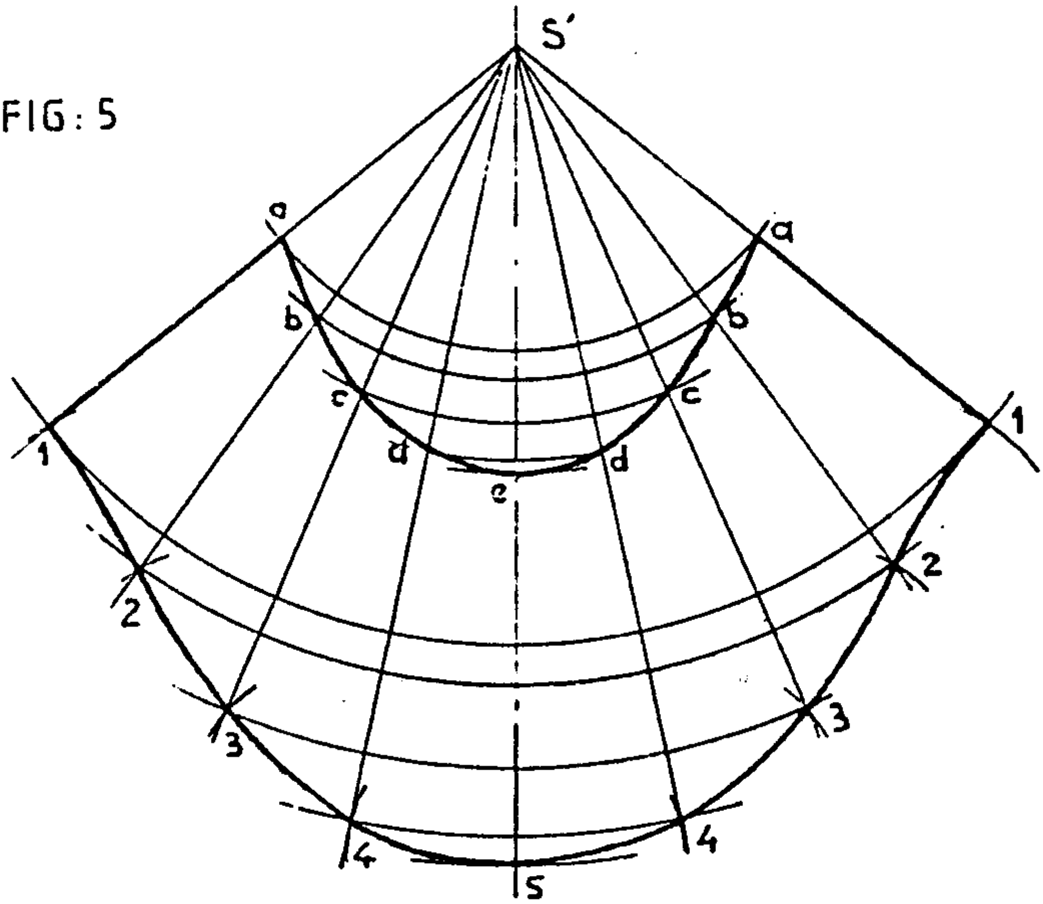


FIG : 5

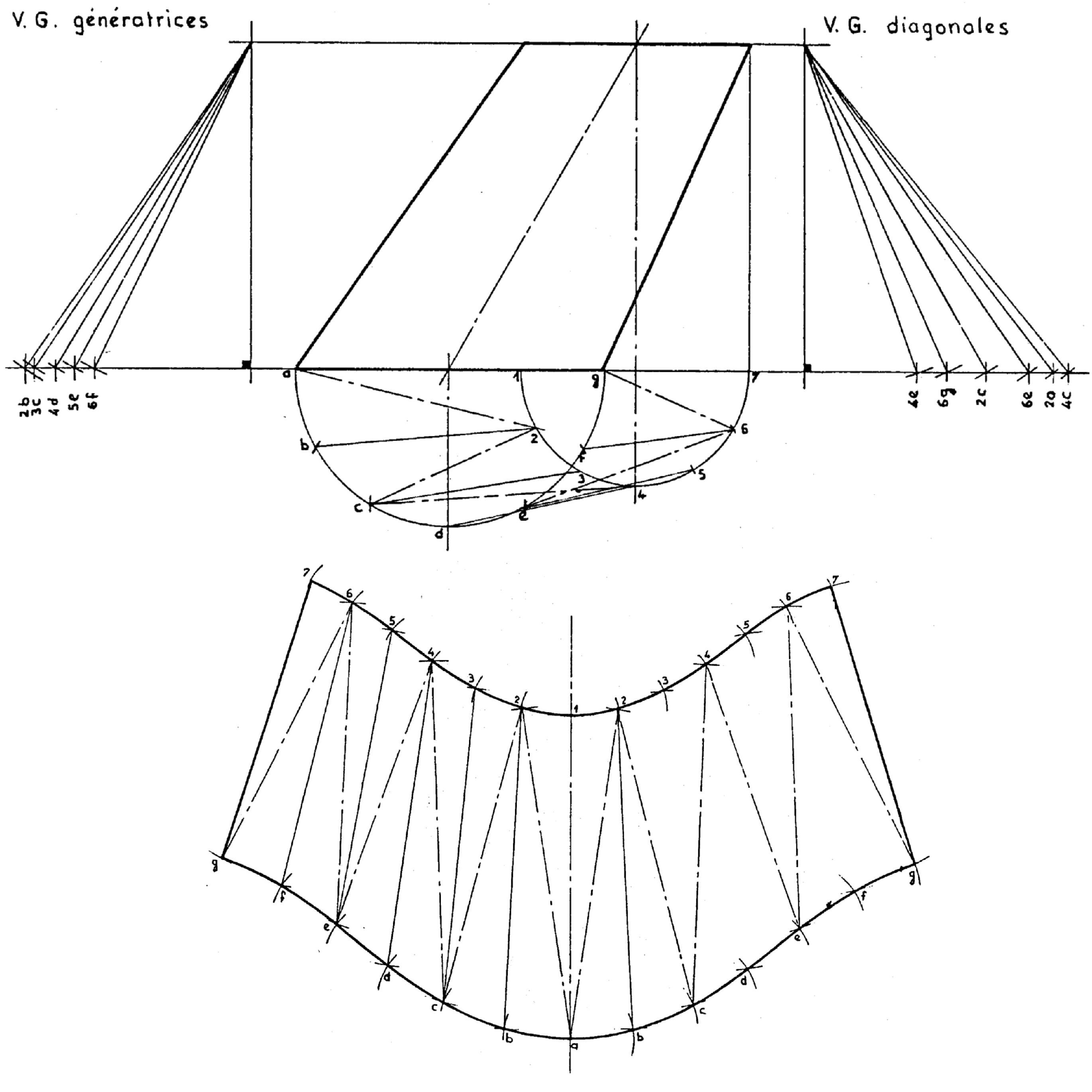


TRONC DE CÔNE OBLIQUE À BASES PARALLÈLES ET SOMMET INACCESSIBLE

- Tracer la projection F et le 1/2 rabattement de la projection H .
- Diviser les bases en autant de parties égales, grande base : a , b , c , d , etc. petite base : 1 , 2 , 3 , etc.
- Déterminer les, génératrices en joignant al , b2 , c3 , etc.
- Décomposer la surface en petits triangles, pour cela tracer les diagonales a2 , 2c , c4 , etc.

Attention ces diagonales ne sont pas des droites, donc il faut dans un but de précision tracer de nombreuses génératrices.

- Rechercher les V.G. des génératrices et des diagonales sur des échelles différentes, bien repérer.
- Commencer le développement par la génératrice opposée à la ligne d'assemblage et porter de part et d'autre les triangles en V.G. définis par les diagonales et les génératrices.
  Il est souhaitable de disposer de 3 compas pour ce développement.
  Le 1er destiné à relever et à porter les V.G.
  Le 2e réglé à la valeur des divisions de la grande base.
  Le 3e à la valeur des divisions de la petite base.
- Contrôler la longueur des courbes du développement.

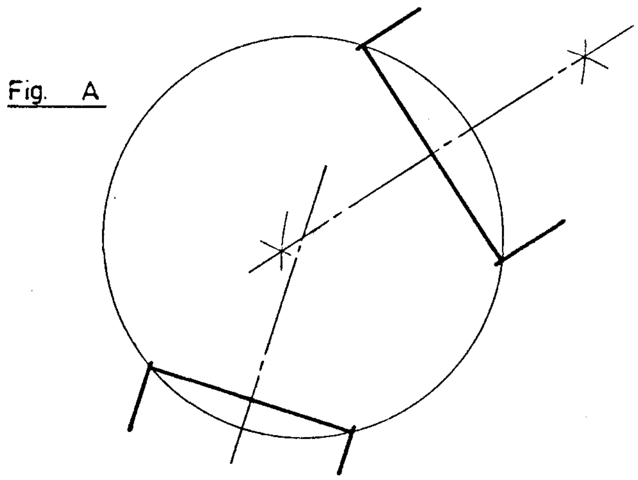


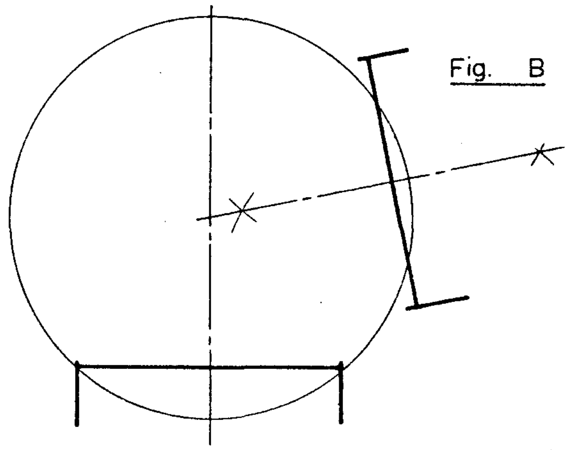
RACCORD CONIQUE À SECTIONS ANTIPARALLÈLES
SOMMET INACCESSIBLE

On désigne sous le nom de section antiparallèle, une section qui tout en n'étant pas parallèle à la base donne cependant un cercle.

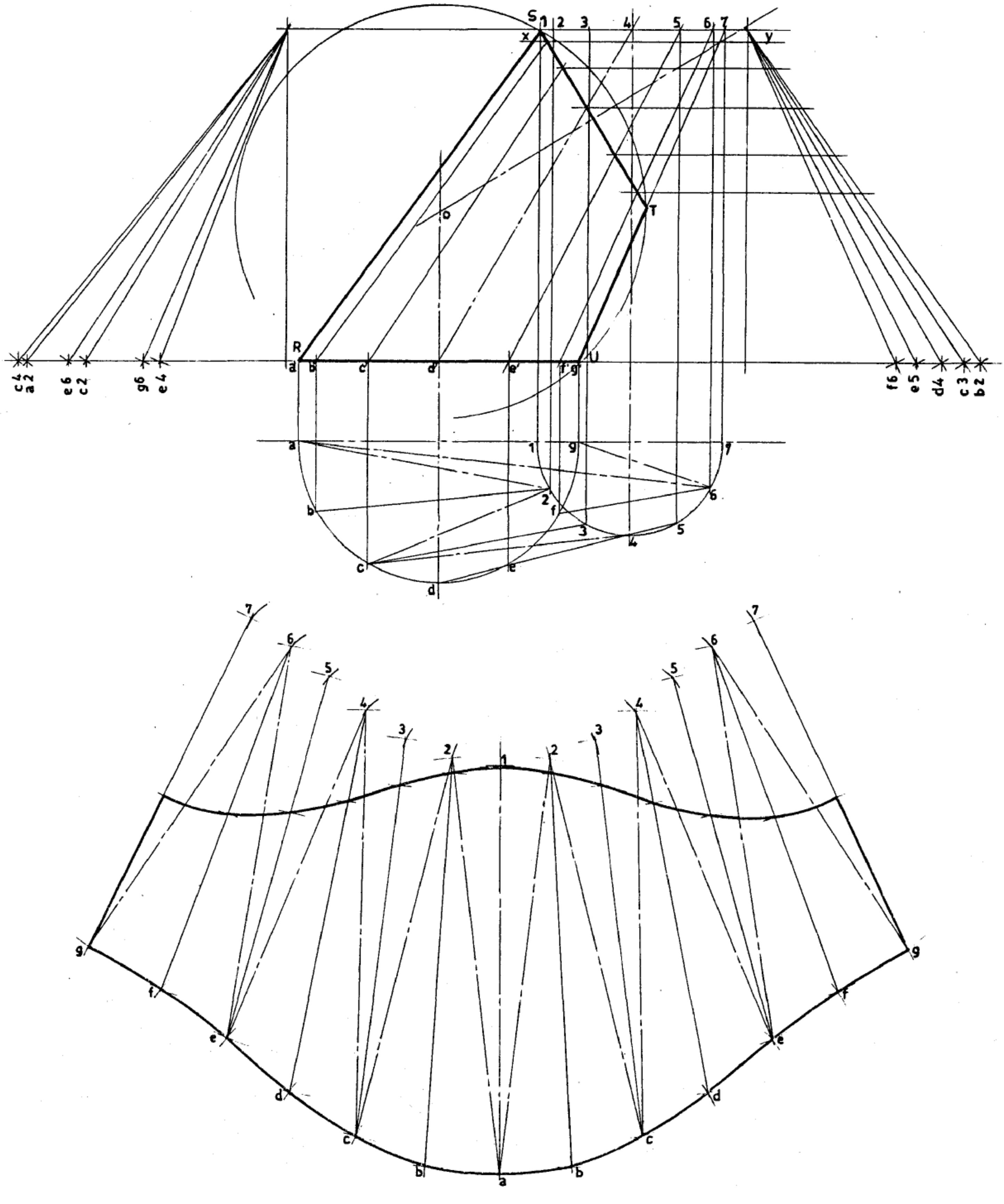
- Tracer la projection F en suivant les indications données, c'est un quadrilatère R S T U inscrit dans un cercle.
- Faire passer par S , un plan x y parallèle à la base et prolonger le contour apparent T U jusqu'à sa rencontre avec x y . Ce qui détermine une section circulaire parallèle à la base.
- Tracer un 1/2 rabattement de la projection H , puis un système régulier de génératrices.
- Développer cette partie (tronc de cône oblique) par la méthode de triangulation.
- Il faut retirer du développement l'onglet ajouté ; pour cela tracer les génératrices sur la projection F , rechercher les V. G. et les reporter au développement.

Dans la pratique le chaudronnier a surtout à raccorder deux orifices circulaires de diamètres différents situés dans des plans concourants. Il s'agit donc de vérifier si cette surface est bien un cône. Pour cela élever une perpendiculaire suivant l'axe de chaque section.
Par le point de rencontre O , tracer un cercle qui doit passer par les 4 points : fig. A. Si le cercle ne passe pas (fig. B) la surface n'est pas conique.





Epure et développement :



Les coudes coniques

Les coudes coniques sont destinés à raccorder deux éléments cylindriques ou coniques de diamètres différents. Ils peuvent être constitués d'un ou de plusieurs éléments coniques.
Sauf le coude à un élément conique, raccordant deux sections circulaires parallèles , Ils peuvent être construits en utilisant une des deux méthodes suivantes : la méthode des sphères bi-tangentes qui détermine des éléments constitués par des cônes de révolution et la méthode des sphères sécantes qui détermine des éléments constitués par des troncs de cônes obliques à bases circulaires anti-parallèles.

Méthode des sphères bi-tangentes :

A. - COUDE A UN SEUL ÉLÉMENT CONIQUE :

DONNÉES :

- l'angle α formé par les axes des deux cylindres à raccorder ; les diamètres D et d des cylindres; les centres o_1 et o_2 (situés sur les axes des cylindres) des sphères tangentes (fig. 1).

ÉPURE (fig. 1) :

Tracer deux cercles, l'un de centre O1 et de diamètre D, l'autre de centre 02 et de diamètre d. Ces deux cercles sont les projections des sphères tangentes d'une part à un élément cylindrique, d'autre part à l'élément conique de raccordement.
Tracer les tangentes communes extérieures aux deux cercles. En joignant leurs points d'intersection a, b et c, d avec les génératrices de contour apparent des cylindres, on détermine la projection de l'élément conique.
Composition du coude: deux cylindres de révolution coupés par un plan oblique et un cône de révolution coupé par deux plans obliques.

REMARQUES.

-1. Les intersections ab et cd ne passent pas par les centres des sphères.
-2. L'axe du cône de révolution passe par les centres o_1 et o_2 mais pas par les milieux m et n des sections ab et cd ; la ligne m n n'est pas une génératrice, il faut donc éviter d'y placer le joint qui sera prévu, de préférence, sur la génératrice la plus courte ; s'il était placé sur la génératrice dont la projection coïncide avec l'axe il n'aboutirait pas aux points m et n par lesquels on fait généralement passer le joint des éléments cylindriques.
-3. Si les axes des cylindres à raccorder sont parallèles, les sections ab et cd sont également parallèles entre elles (fig. 2).

DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLÉMENT CONIQUE :

Établir une base circulaire du cône en prenant le symétrique a_1 de a par rapport à l'axe (fig. 1). Faire un demi rabattement de la base a a_1 pour inscrire des génératrices.
Si le sommet est accessible, développer le cône de base a a_1 , tracer les génératrices et porter sur celles-ci les vraies grandeurs en partant du sommet (fig. 3).
Si le sommet est inaccessible, développer d'abord un tronc de cône de révolution après avoir tracé une deuxième base c c_1 (fig. 1) parallèle à la base a a_1 .

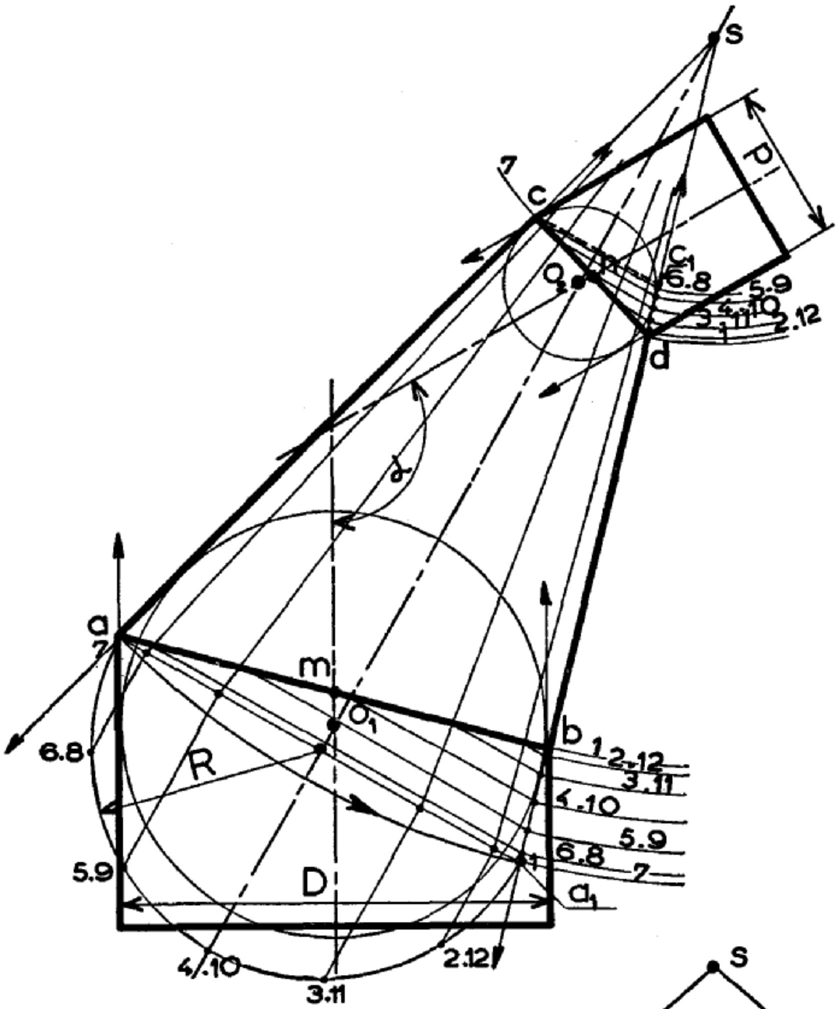


Fig. 1.

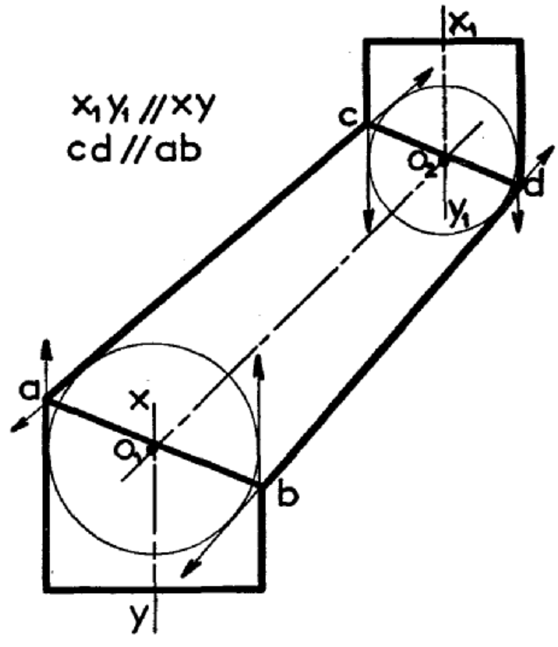


Fig. 2.

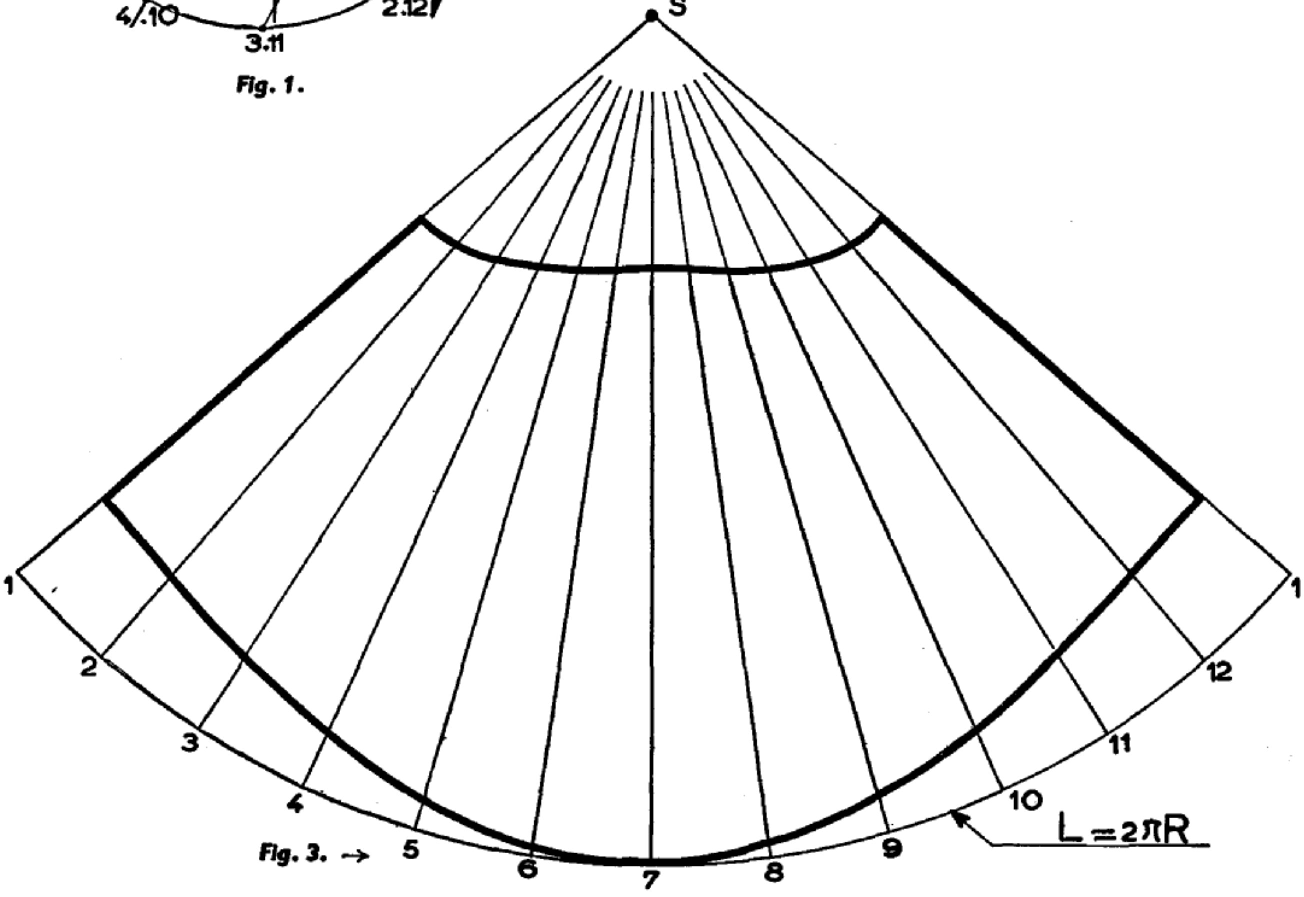


Fig. 3. →

B. – COUDE A PLUSIEURS ÉLÉMENTS CONIQUES

DONNÉES : (fig. 4)

D, d , α , R m , nombre d'éléments coniques.

ÉPURE : (fig. 5)

Tracer l'arc axial de rayon Rm et l'angle β (β = 180° - α) . Tracer les axes des deux cylindres perpendiculairement aux rayons 01 et 04.

NOTA. — Pour obtenir des éléments coniques d'égale conicité il faut que l'arc axial soit divisé en parties égales et que les rayons des sphères soient en progression arithmétique.

On divise donc l'arc 1,4 en autant de parties égales que l'on désire d'éléments coniques soit trois pour la figure 5. Les points 1, 2, 3, 4 sont les centres des sphères bi-tangentes; les droites 1-2, 2-3, 3-4, sont les axes des éléments coniques. Les sphères 1 et 4 ont respectivement pour rayon $R = \frac{D}{2}$ et $r = \frac{d}{2}$. Les rayons des sphères 2 et 3 s'obtiennent:

a) Par le calcul : R— r = 23,75 —8,75 = 15; diminution par élément $\frac{15}{3}$ = 5 - r2 = 18,75 , r3 = 13,75.

b) Graphiquement : en deux points quelconques m et n d'une droite x y (fig. 6) porter perpendiculairement à x y R en m1 et r en n4 . Diviser mn en 3 parties égales et élever des perpendiculaires en p et q; on obtient r2 = p2 et r3 = q3.

Des points 1, 2, 3, 4 pris comme centres (fig. 5) tracer les cercles de rayons correspondants. Mener les tangentes communes extérieures aux cercles consécutifs et joindre deux à deux leurs points d'intersection. Comme dans le cas du coude à un seul élément conique, les intersections (ellipses) ab, cd, etc., ne passent pas par le centre des sphères.

Tous les éléments coniques appartiennent à un même cône de révolution qui se reconstitue de la façon suivante: sur une droite xy (fig. 7), porter successivement les axes 1-2,2-3,3-4, puis de 1 comme centre, tracer un cercle, de rayon R et, de 4, un cercle de rayon r. Les tangentes communes sm et sn à ces deux cercles sont les deux génératrices de contour apparent du cône; en chercher, si possible, le sommet.

Vérification : les arcs de rayons r2 et r3 doivent être tangents aux génératrices sm et sn.

Déterminer sur l'épure (fig. 5) une section droite du cône en abaissant de i par exemple, une perpendiculaire ij à l'axe 1-2; reporter cette section sur la figure 7 en repérant sa position par rapport au point 1. Inscrire l'élément 1 dans le cône en reportant Jb en J1b1, ia en i1 a1 , a c en a1c1 et bd en b1d1. Inscrire ensuite l'élément 2 mais inversé par rapport à 1 en portant df en c1f1 et ce en d1e1 ; faire de même pour l'élément 3.

Vérifier l'exactitude des longueurs des sections correspondantes des figures 5 et 7 : a1b1 = ab, c1d1 = cd, etc.

3 Eléments coniques

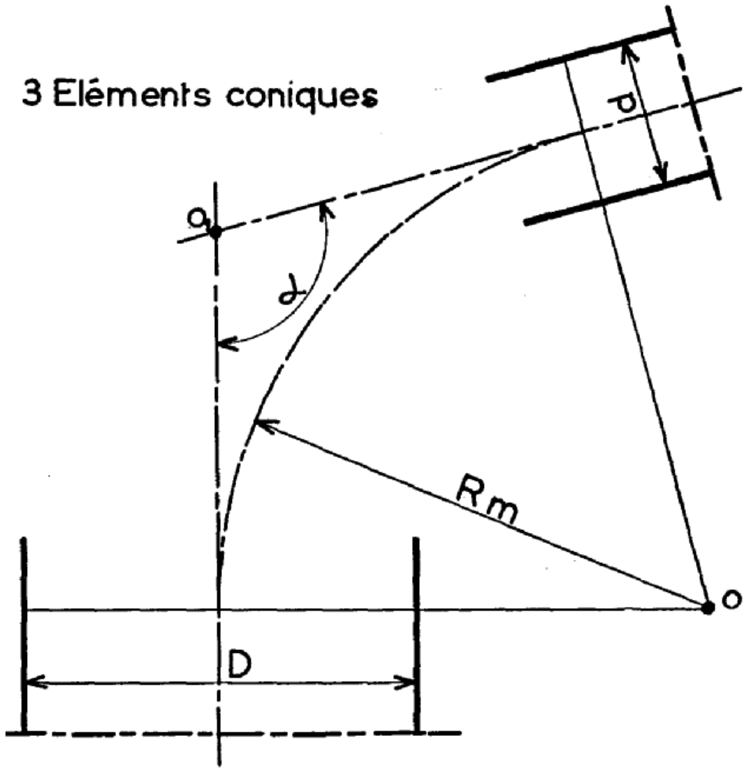


Fig. 4.

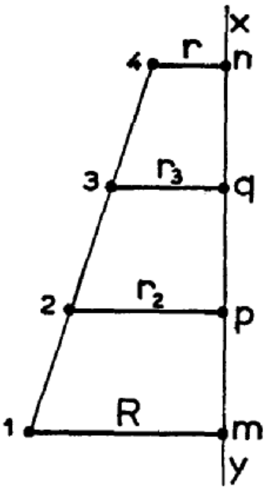


Fig. 6.

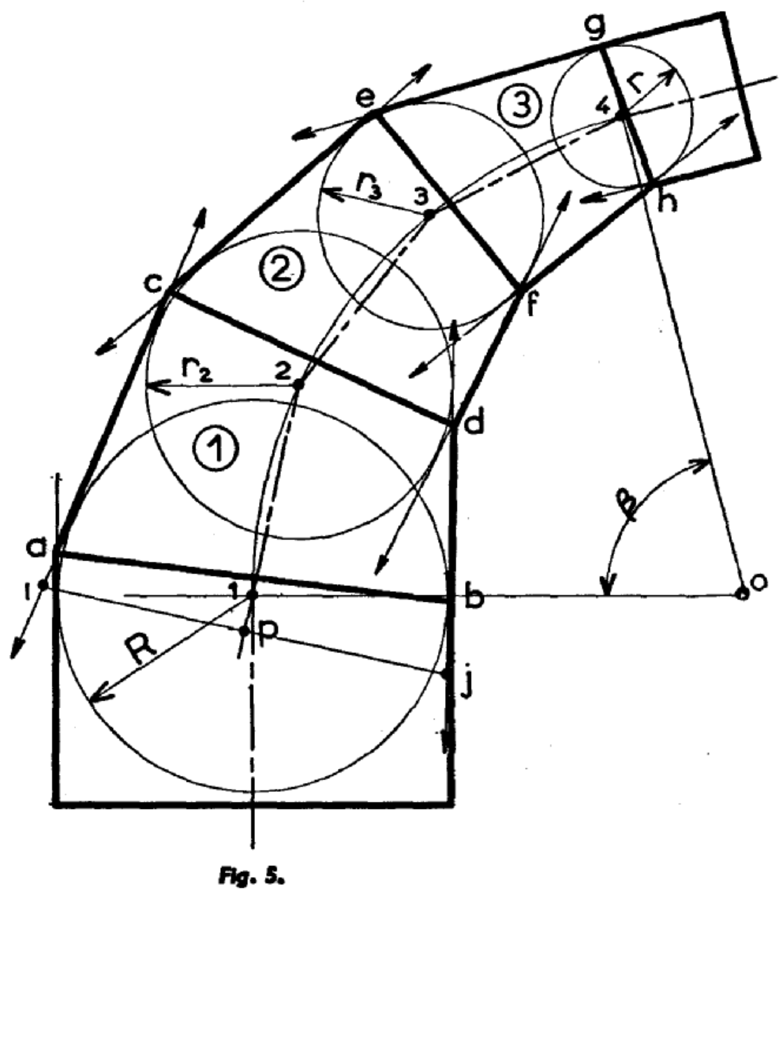


Fig. 5.

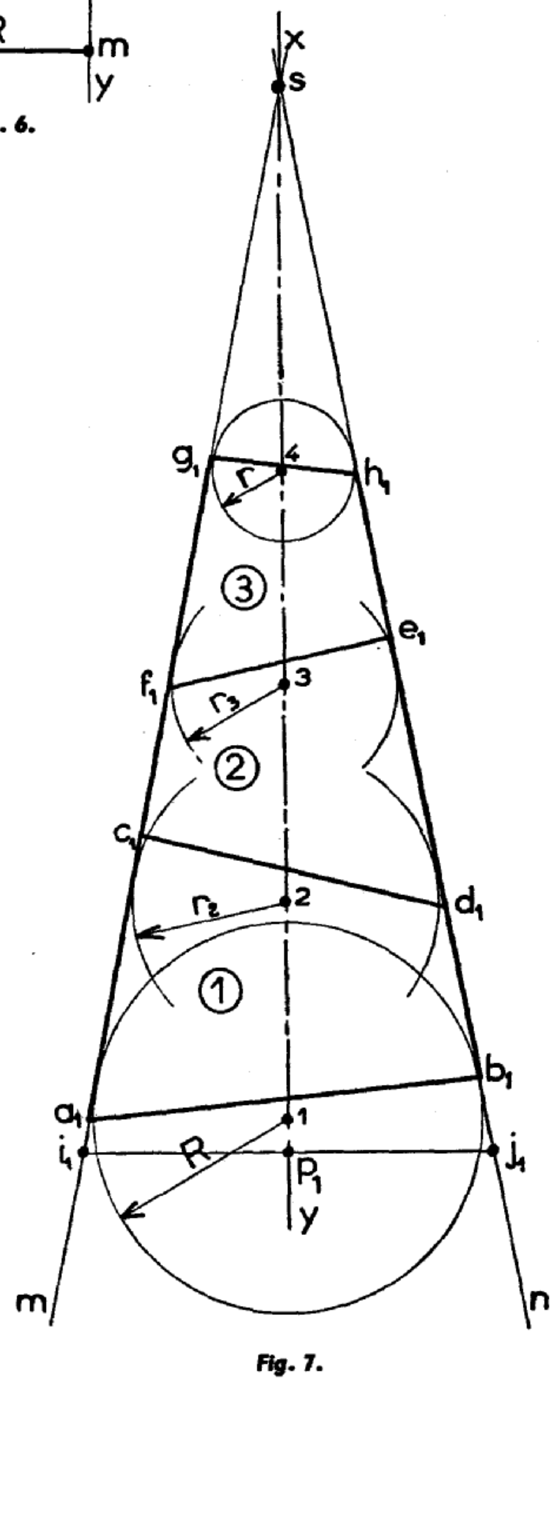


Fig. 7.

DÉVELOPPEMENT DES ÉLÉMENTS CONIQUES

Sur l'épure (fig. 8) rabattre une demi-section droite de rayon R1 ; tracer des génératrices, en chercher la vraie grandeur pour chaque élément en ramenant tous les points sur une génératrice de contour apparent.

Développer le cône de sommet S et de rayon de base R1 ; inscrire les génératrices et porter sur chacune d'elles les vraies grandeurs relevées sur l'épure.

REMARQUES.

-1. Le développement pris dans un seul cône tel qu'il est réalisé à la figure 9 est rapide et économise de la matière d'oeuvre; cependant, il n'est applicable que lorsque le coude est construit par soudure bout à bout (cas le plus fréquent).
Les soudures des joints de chaque élément se trouvent alternativement sur la plus petite et sur la plus grande génératrice.

Le développement est exact lorsque le découpage est effectué à la cisaille; il est encore admissible dans le cas du découpage au chalumeau lorsque le trait de coupe est étroit et régulier. Dans les autres cas il convient de développer élément par élément.

- 2 . Comme dans le cas du coude à un seul élément conique, seules les génératrices de contour apparent sont dans le prolongement l'une de l'autre.

- 3. L'épure étant établie suivant la fibre neutre, les éléments (2 et 3 par exemple) se présentent, après cintrage, comme il est Indiqué sur la figure 10; or, pour obtenir un coude aux dimensions exactes (longueur et angle) il faut que les deux sections cd et c1d1 coïncident; ii est donc nécessaire, avant d'effectuer les chanfreins indispensables pour le soudage, de supprimer les parties excédentaires (parties grisées).

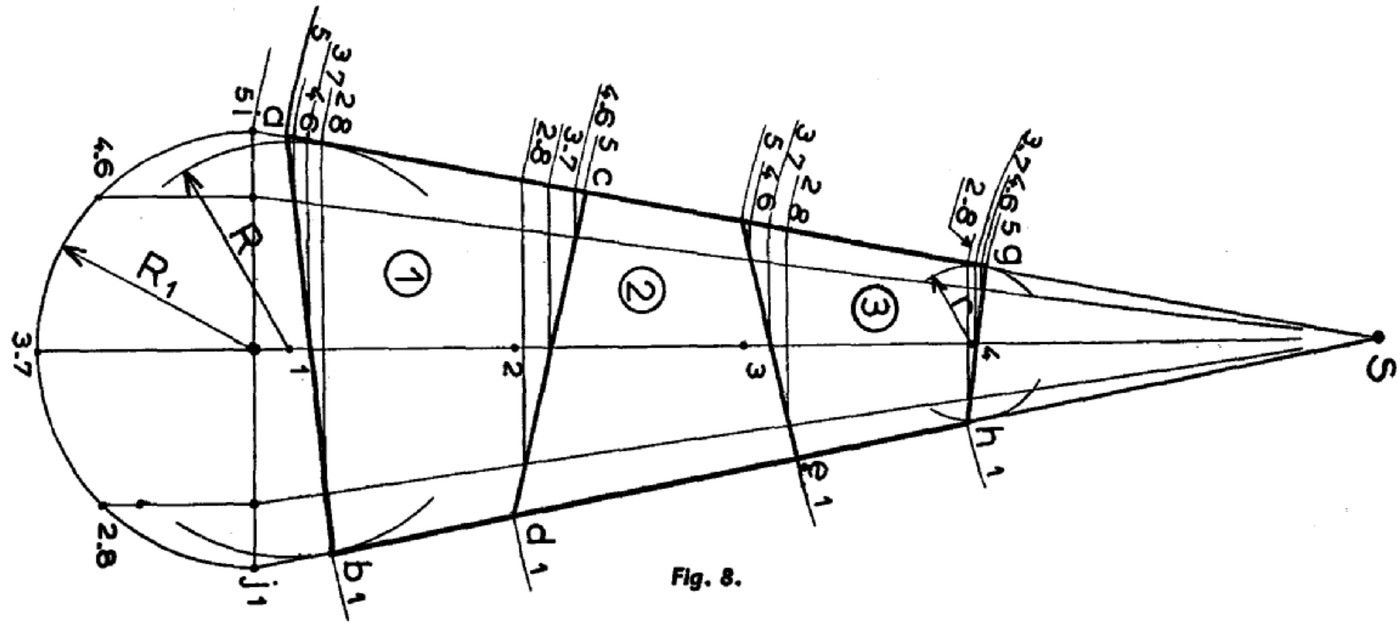


Fig. 8.

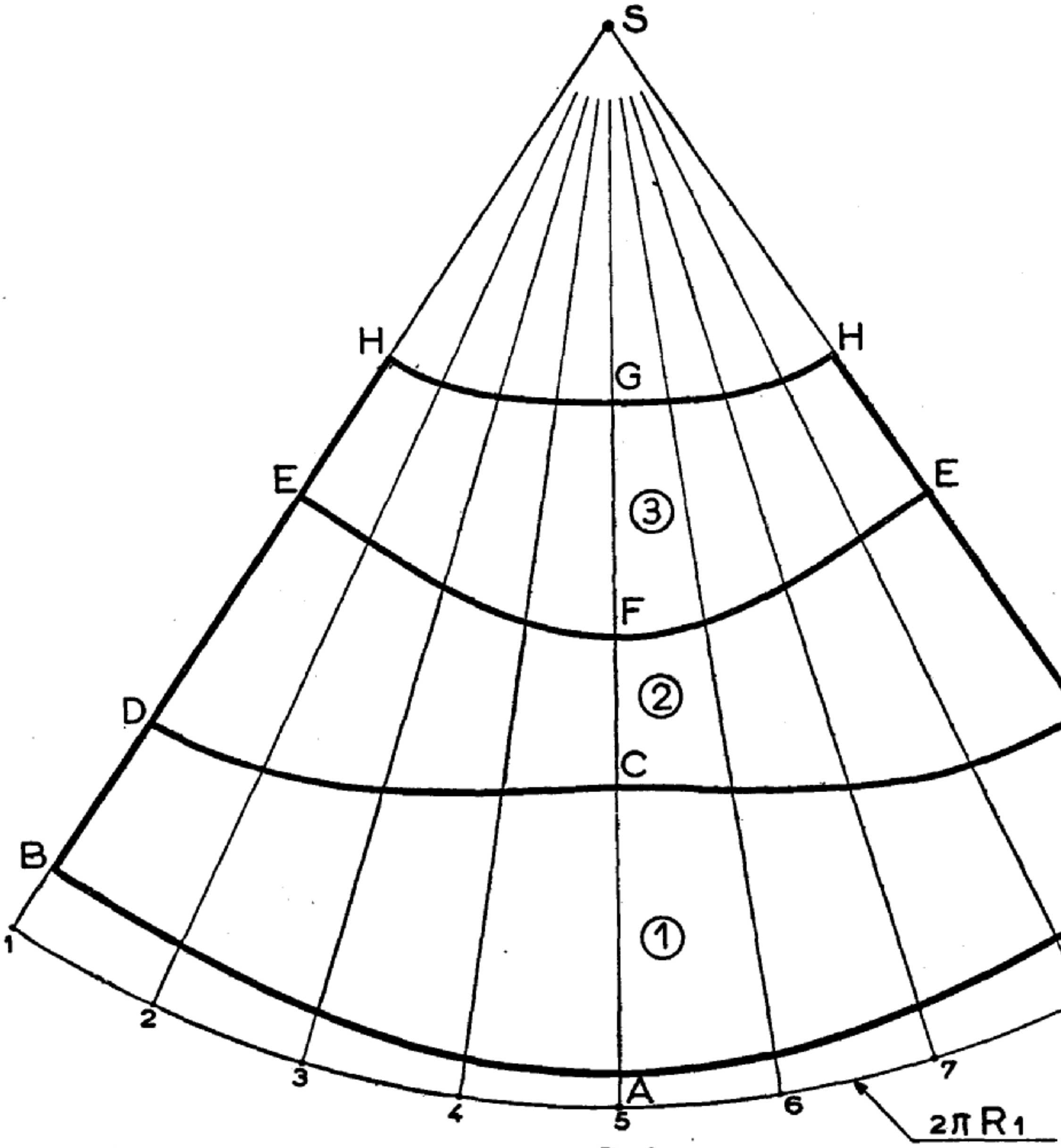


Fig. 9.

Les petites erreurs inévitables commises au cours du traçage, du découpage et du cintrage, ainsi que les déformations dues à l'assemblage (soudage ou agrafage) contribuent à rendre problématique la réalisation d'un coude à angle exact. Pratiquement on exécute tous les assemblages sauf un; ensuite on assemble provisoirement l'ensemble, on vérifie l'angle et l'on fait les retouches nécessaires sur le dernier élément à assembler.

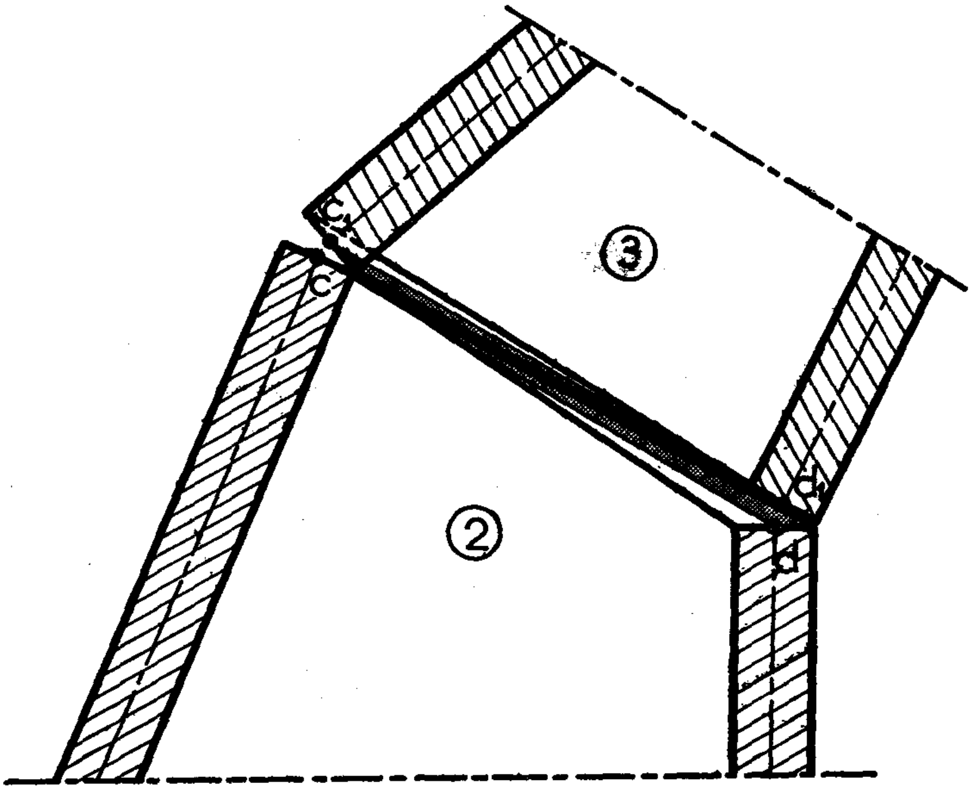


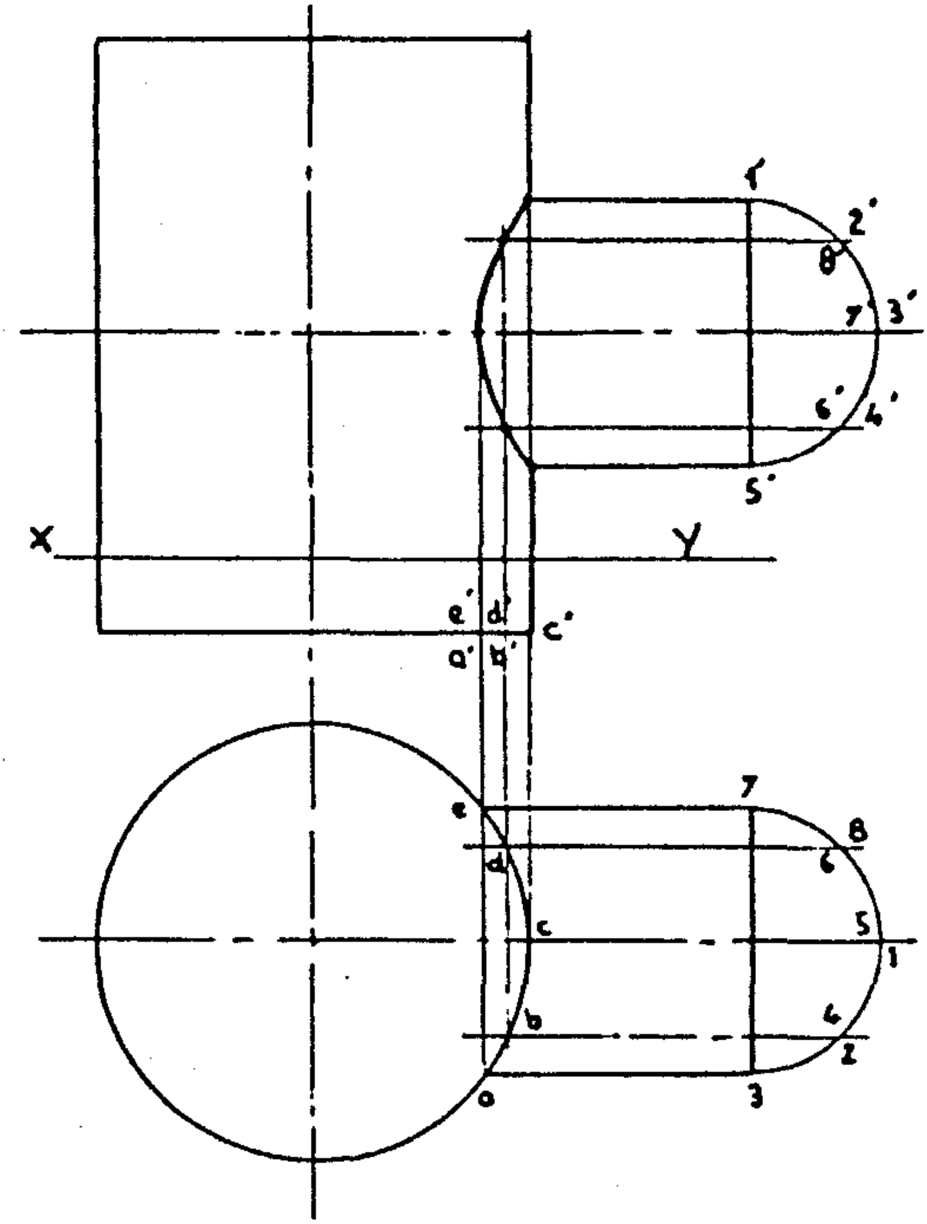
Fig. 10.

INTERSECTION DE 2 CYLINDRES DE DIAMÈTRES DIFFÈRENTS

1) **Axes perpendiculaires et concourants**

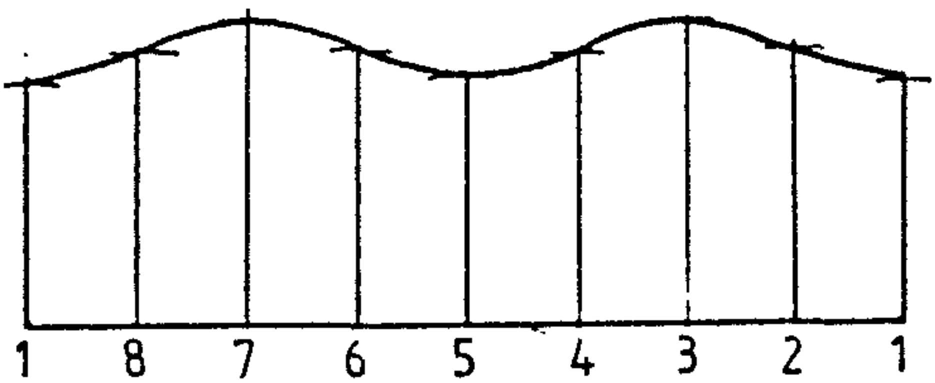
Epure :

- Tracer les projections, puis un système régulier de génératrices sur le petit cylindre.
- Remonter les points de l'intersection des génératrices avec le gros cylindre dans l'autre projection.
- Tracer la courbe.



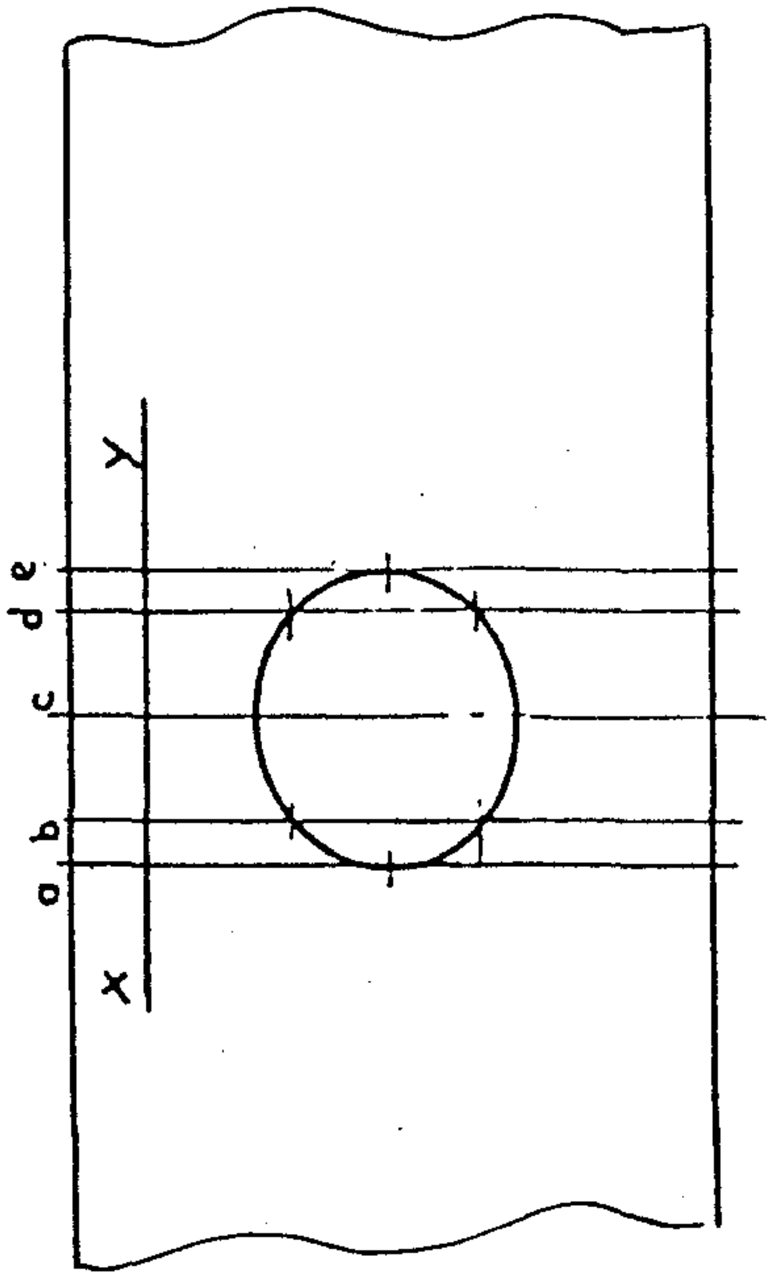
Développement :

C'est un cylindre coupé par un plan circulaire, les V G des génératrices peuvent être relevées indifféremment sur l'une ou l'autre projection.



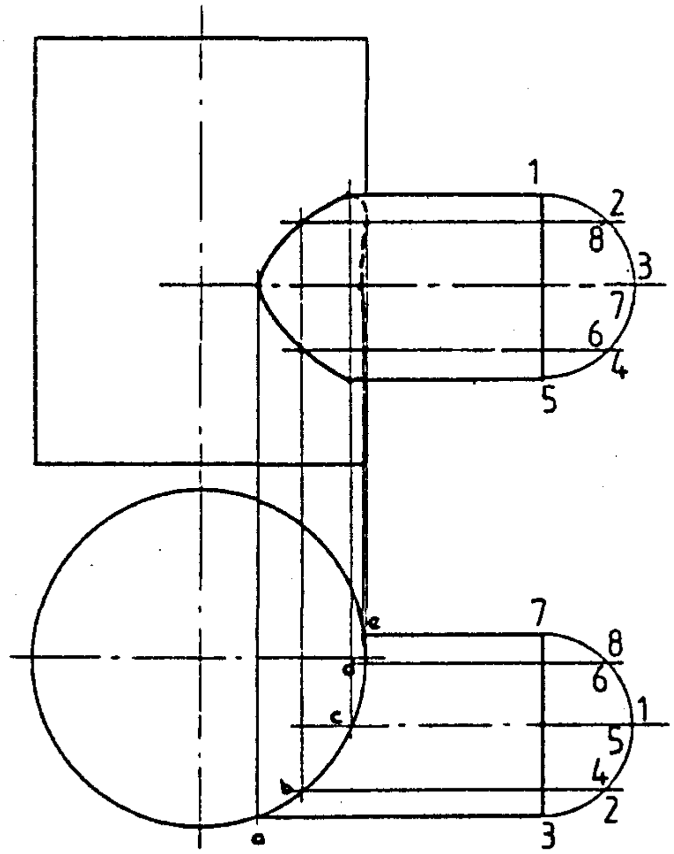
Pénétration :

- Les droites a b c d e peuvent être considérées comme des génératrices du gros cylindre, mais elles sont irrégulièrement espacées.
  Développer le gros cylindre.
  Repérer l'axe de la pénétration, c'est également la génératrice C.
  Reporter au développement les génératrices a b d e.
  Prendre une droite auxiliaire X Y sur la projection F et la tracer sur le développement.
  Relever en partant de X Y les longueurs des génératrices limitant le trou et les reporter au développement.
  La droite X Y peut être placée sur l'axe du petit cylindre, dans ce cas, le traçage de la pénétration s'effectue de part et d'autre.



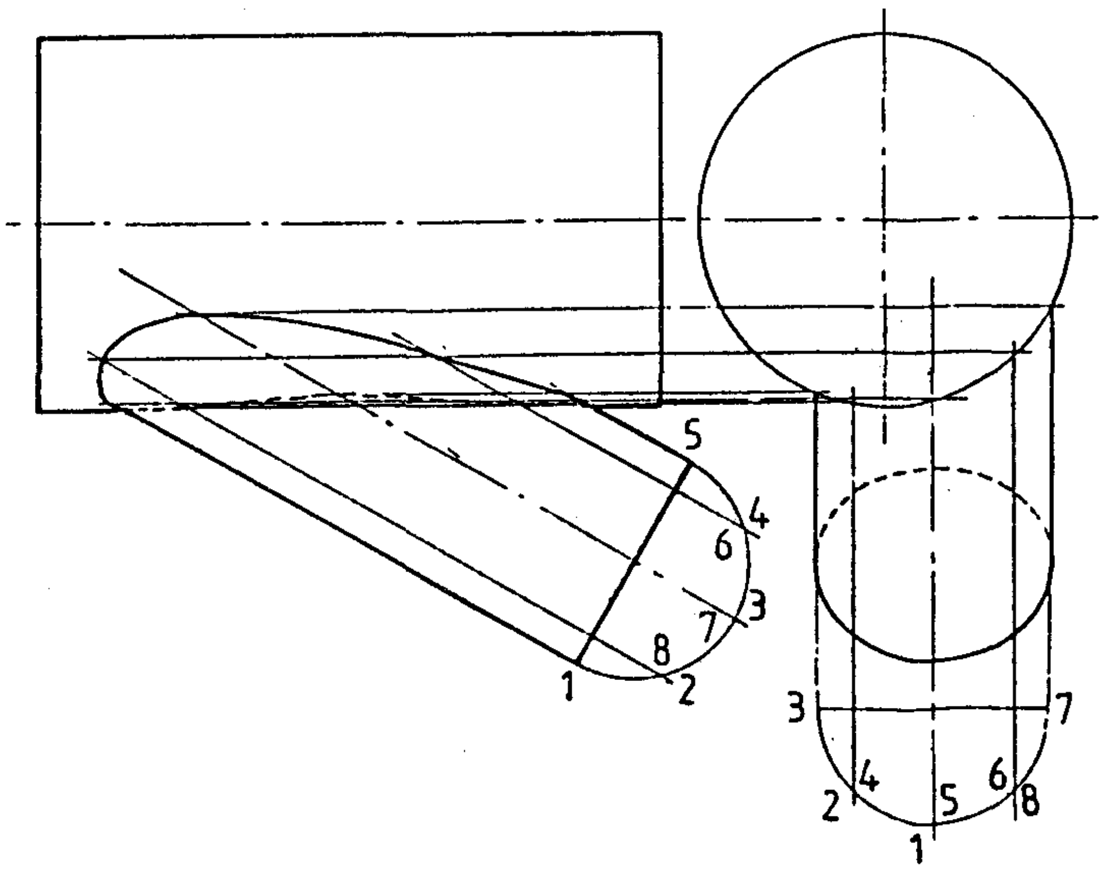
2) Axes perpendiculaires est décalés :

Le principe est identique à l'intersection de 2 cylindres, axes perpendiculaires et concourants.



3) Axes quelconques :

Le principe est identique à l'intersection de 2 cylindres, axes perpendiculaires et concourants.



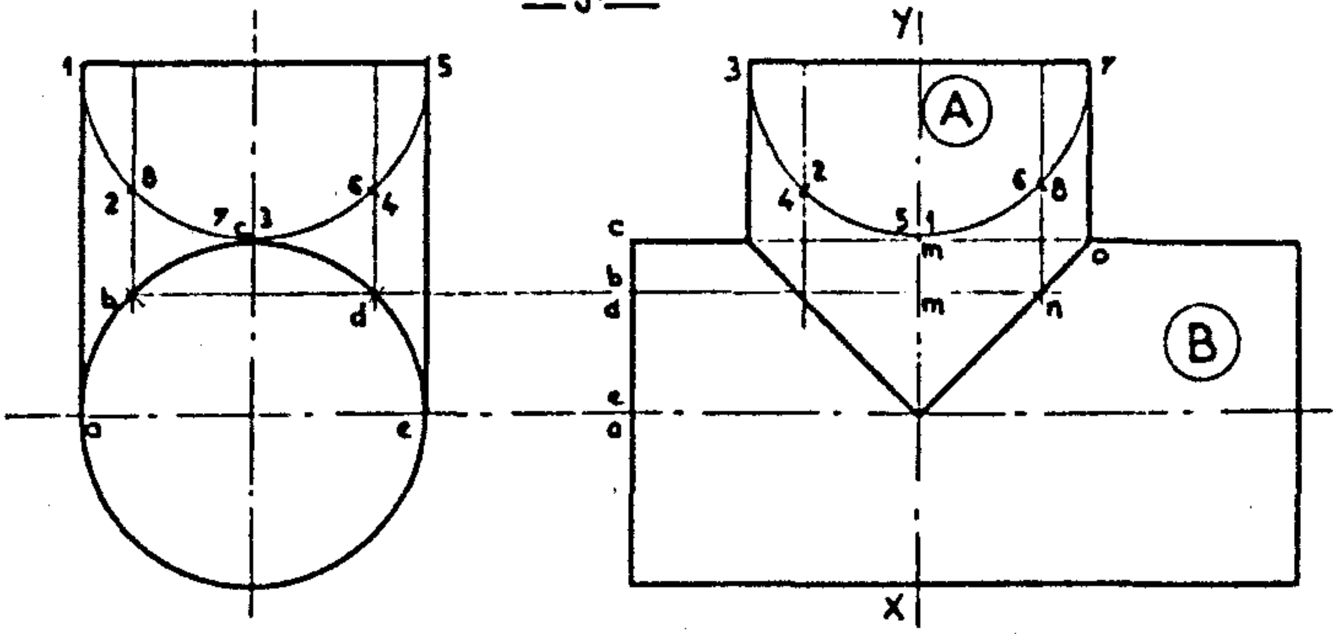
INTERSECTION DE 2 CYLINDRES DE MÊME DIAMÈTRE

1) **Axes perpendiculaires :**

Epure fig. 1

- Tracer les projections, ainsi qu'un système régulier de génératrices.
- Tracer les points d'intersection dans les 2 projections.
- Joindre les points pour tracer la courbe d'intersection.

Fig. 1

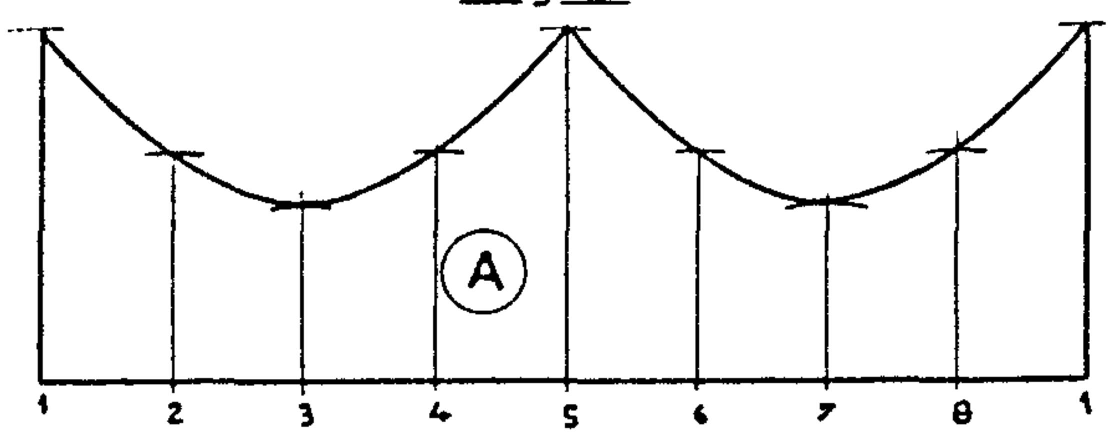


Remarque :
- En projection l'intersection est représentée par 2 droites, une seule vue est donc suffisante pour tracer les développements.

Développement (fig. 2) du cylindre A

C'est un cylindre coupé par 2 plans.

Fig. 2



Pénétration (fig. 3) du cylindre A dans le cylindre B

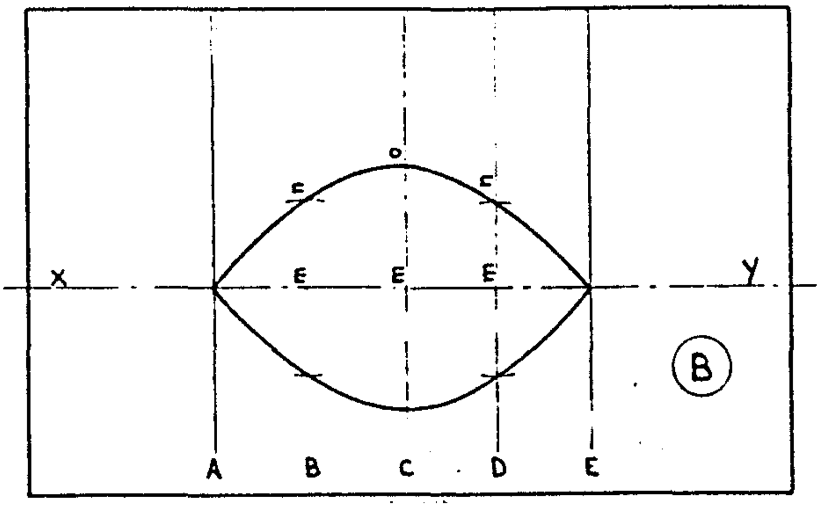
Les droites a b c d e sont considérées comme des génératrices appartenant au cylindre B.

Développer le cylindre B et y reporter les droites a b c d e.

Prendre une droite x y quelconque, pour une commodité de tracé on l'a choisie dans l'axe du trou de pénétration

- Tracer x y sur le développement.
- Relever à partir de x y les longueurs m n et m o et les reporter au développement sur les génératrices correspondantes de part et d'autre de x y.
- Tracer la courbe délimitant le trou de pénétration.

FIG. 3



2) Axes obliques (fig. 4)

La méthode est identique à celle développée ci-dessus.
La pénétration est également représentée par 2 droites.

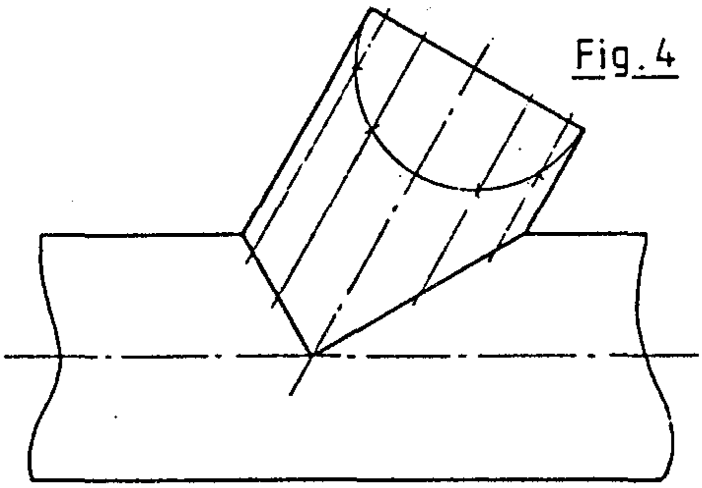
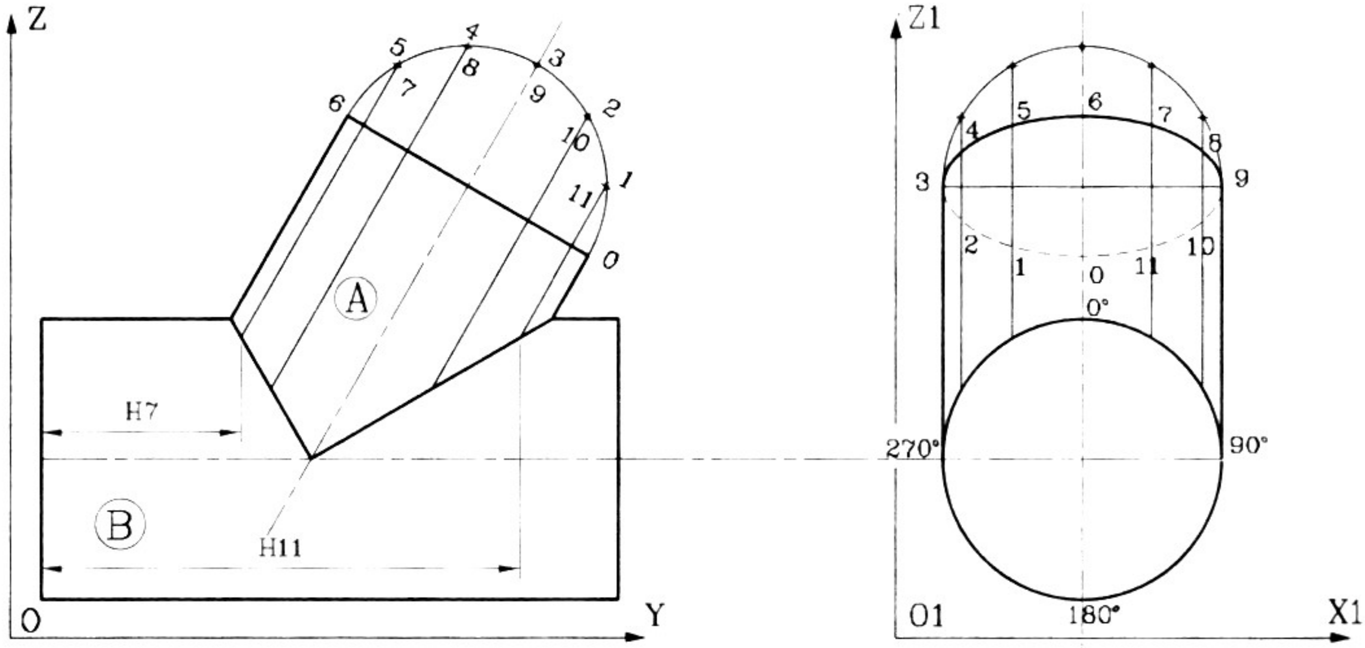
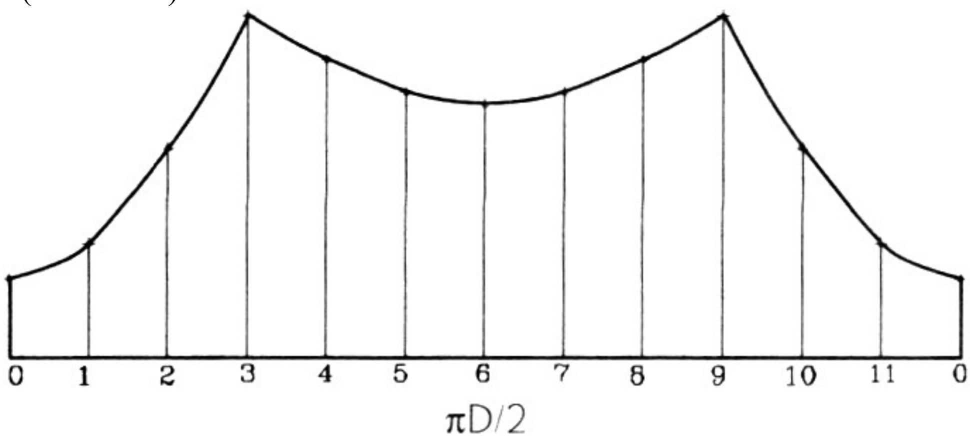


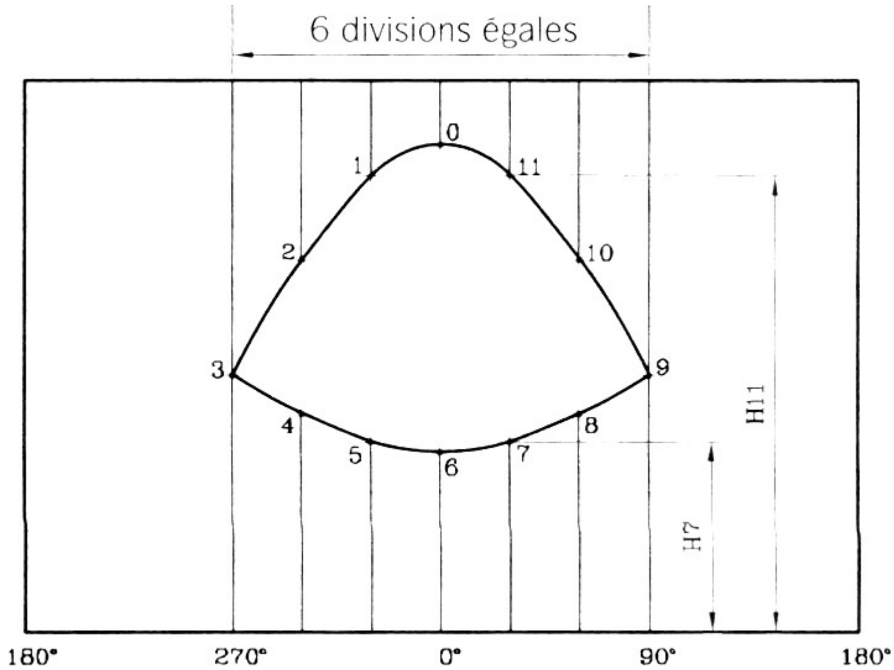
Fig. 4



<u>**L’épure est très simple :**</u>

- l’intersection est telle que le pénétrant (A) est un cylindre de révolution limité par deux plans de bout.
- les divisions égales qui définissent le système régulier de génératrices du pénétrant (A), le créent également sur le pénétré (B),
- la vue de profil en (01- Y1-Z1) est ainsi rendue inutile.





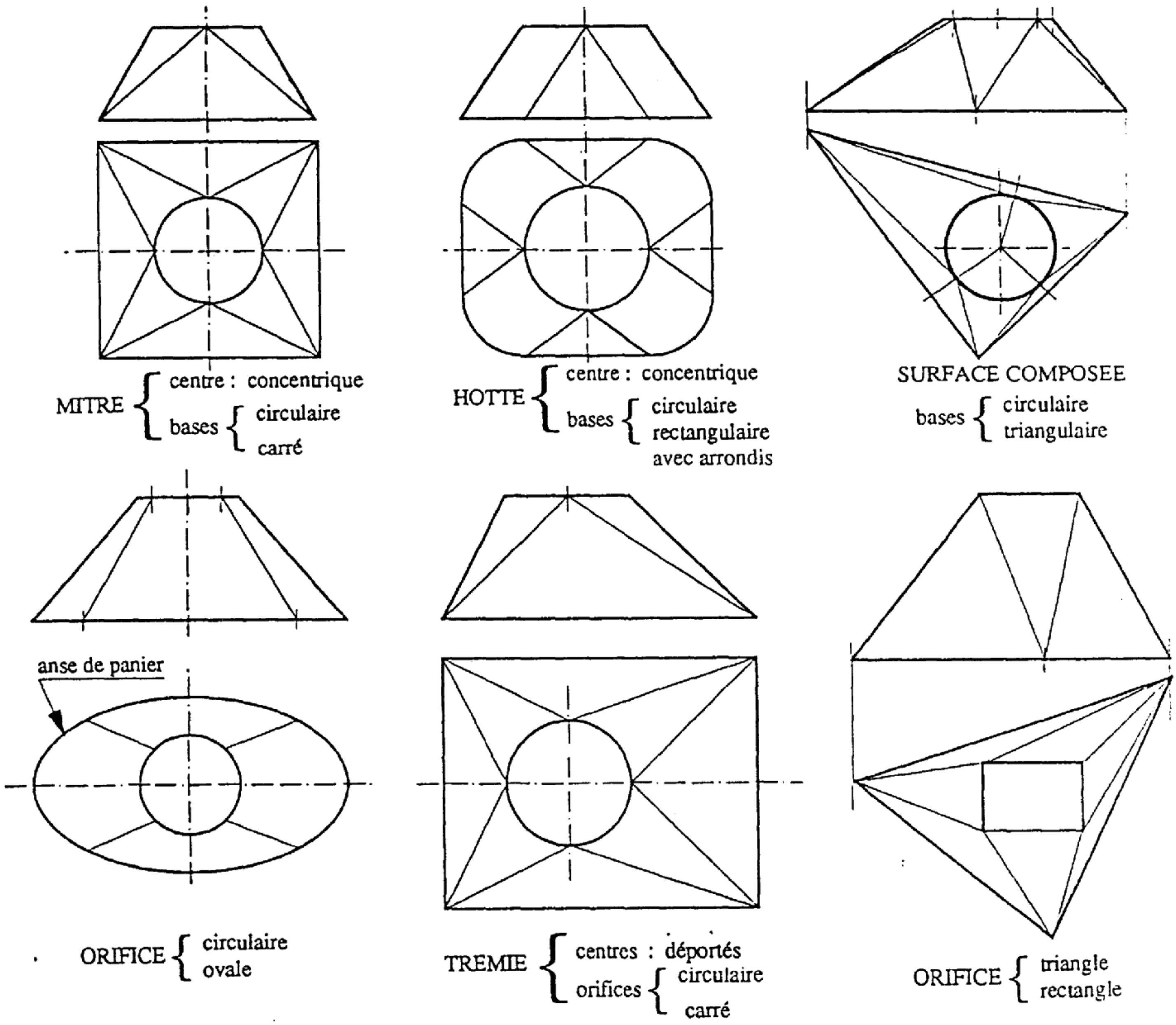
SURFACES COMPOSÉES

a) **DEFINITION :**

Une surface composée classique est une surface développable, définie par différents éléments simples et juxtaposées : partie plane liée avec des portions de cône oblique, ou de tronc de cône, voire de cylindre oblique. Ces surfaces composées raccordent deux orifices de formes différentes, appelées bases dont l'une est presque toujours de section circulaire et l'autre de forme polygonale.

b) **DIFFERENTES FORMES DE SURFACE COMPOSEE :**

Ces surfaces composées se rencontrent en chaudronnerie et suivant leur destination prennent les noms suivant: hotte, trémie, mitre, transformation, embase, réduction...



RACCORDEMENT DE 2 SECTIONS PARALLÈLES

UNE SECTION POLYGONALE, L'AUTRE CIRCULAIRE

La surface de raccordement est appelée “surface composée”
La difficulté du tracé consiste à délimiter les différentes surfaces.

1er exemple :

Une section circulaire et une section carrée (fig. 1)

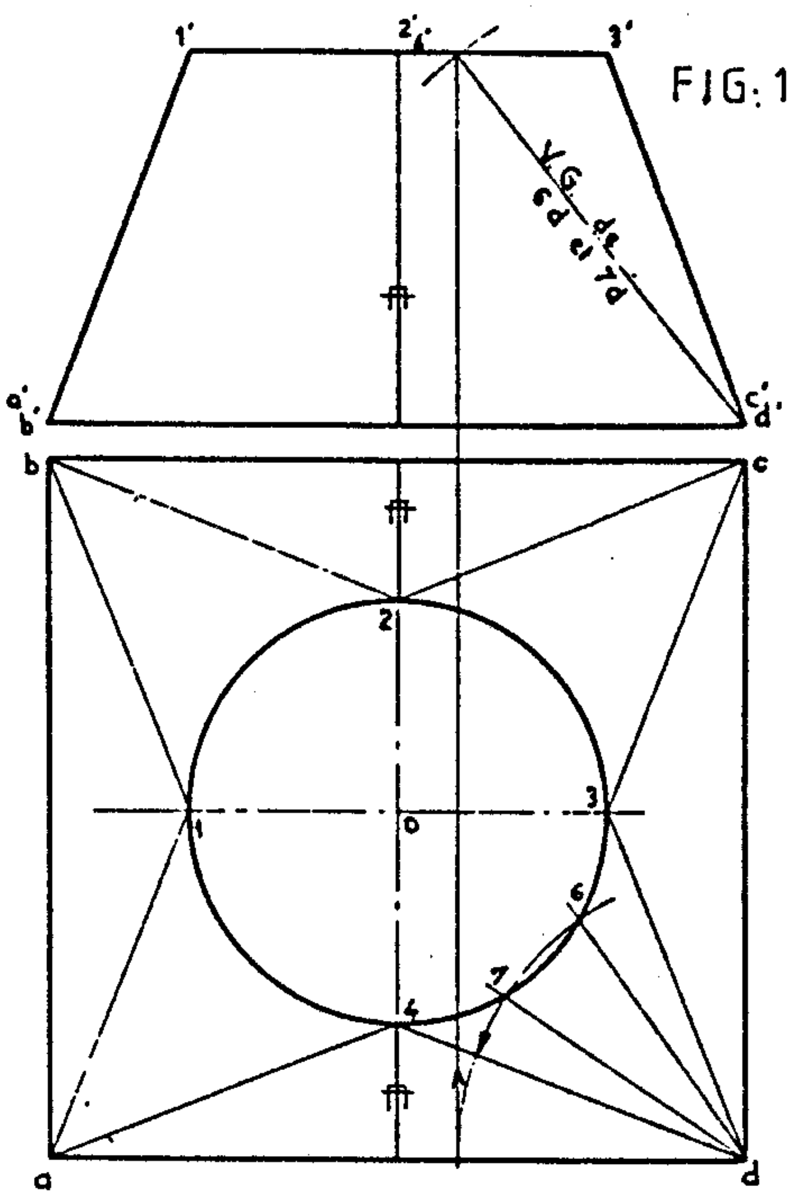


FIG. 1

- Tracer les projections.
- Autour de chaque côté du carré, faire pivoter un plan qui vient tangenter la section circulaire.
  (Ex. : le plan qui passe par le côté a b vient tangenter en 1)
  La surface est ainsi composée de 4 triangles et de 4 portions de cône oblique identiques.
- Tracer des génératrices sur une portion de cône oblique.
- Rechercher les V.G. des génératrices.
- Pour tracer le 1/2 développement (fig. 2) commencer par le triangle c3d, de chaque côté tracer une portion de cône oblique, puis un 1/2 triangle.

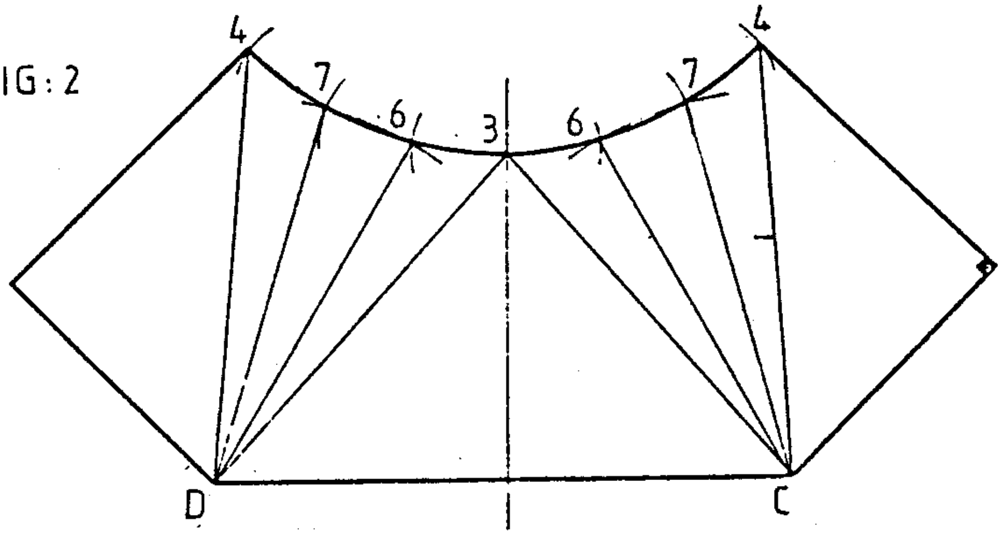


FIG : 2

<u>2e exemple</u> <u>(fig. 3) :</u>

<u>Une section circulaire et une section polygonale</u>

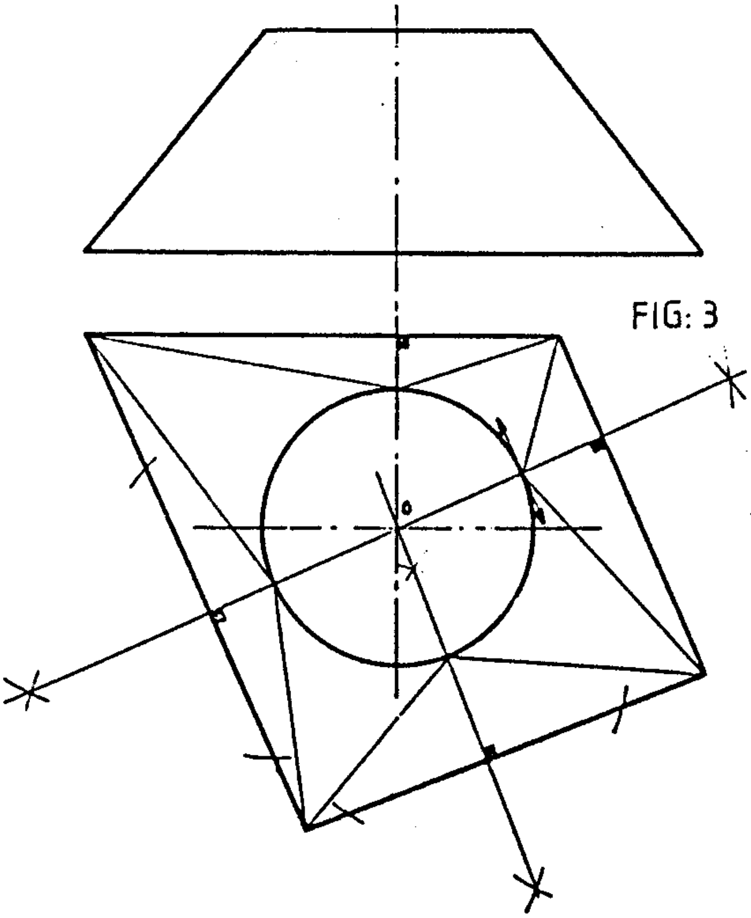
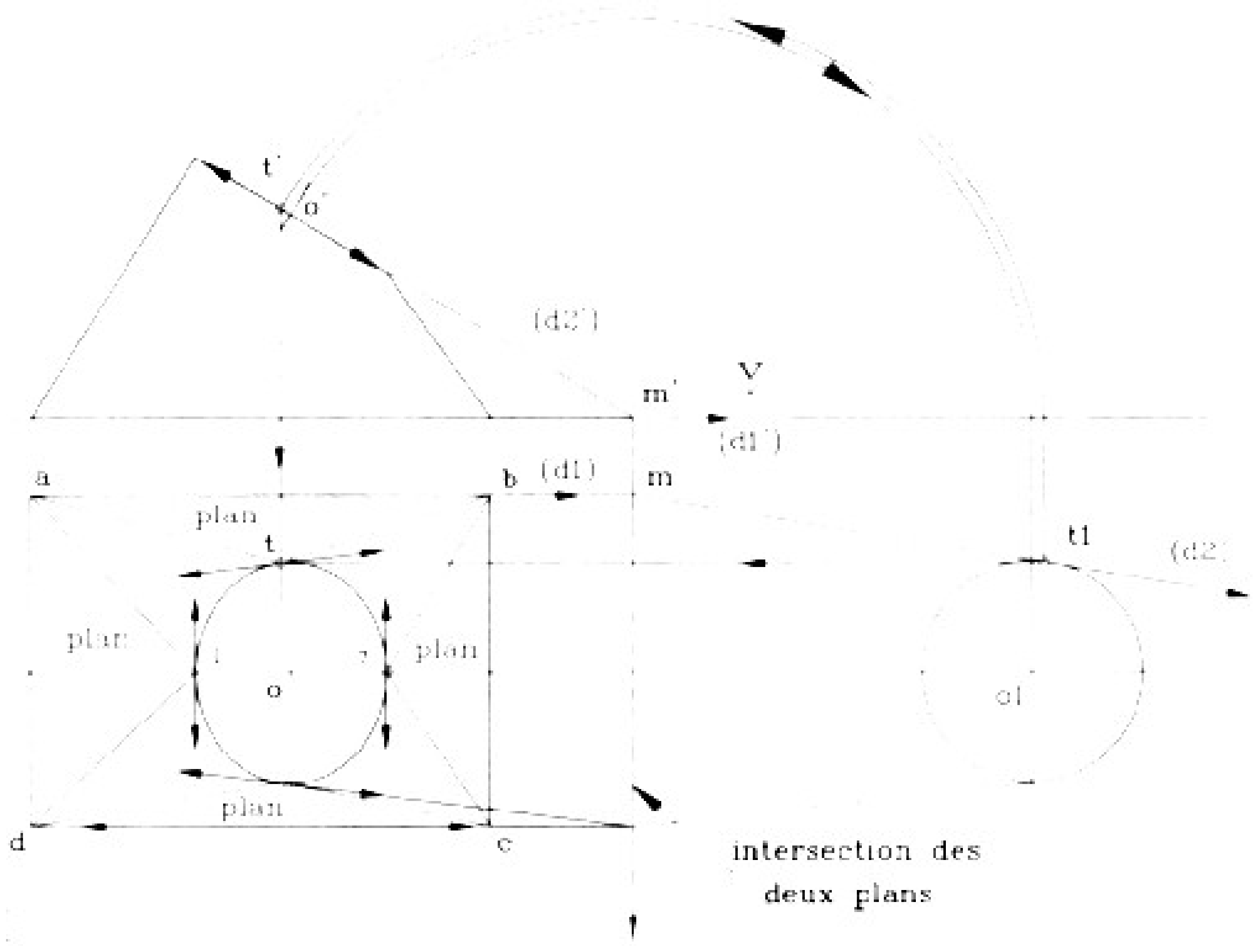


FIG: 3

- Même principe que ci-dessus.
  Les points de tangences sont obtenus en abaissant du centre O des perpendiculaires aux côtés.
  A noter que la pièce n'étant pas symétrique, les triangles et portions de cône sont différents.

RACCORDEMENT DE 2 SECTIONS CONCOURANTES

UNE SECTION POLYGONALE, L'AUTRE CIRCULAIRE



EPURE :

Le traceur :

- Applique un plan (Dl) , (D2) sur le côté (AB) de la base polygonale et le fait pivoter jusqu'au moment où le plan tangente la section circulaire.

Pour déterminer le point de tangence T, le traceur :

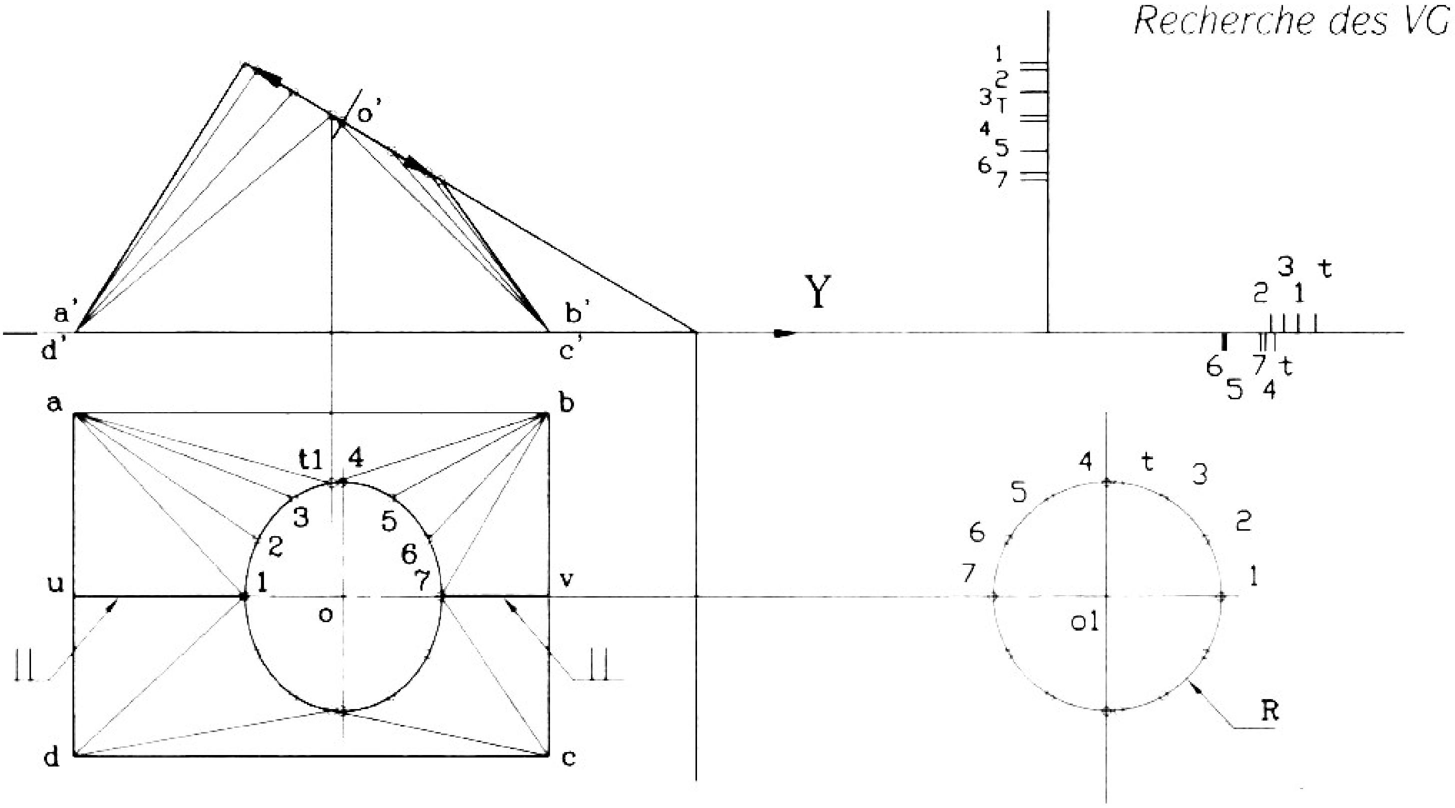
- Rabat la section circulaire sur le plan horizontal,
- Recherche l'intersection M des droites (Dl) et (D2) en projection frontale (m'),
- Projette le point M en projection horizontale (m) sur (dl)
- Trace, à partir du point m, une tangente (d2) à la section circulaire rabattue,
- Le point est ramené ensuite dans les projections frontale et horizontale.

Le point de tangence T est joint aux extrémités ab du segment de droite. Ceci définit une surface plane (une droite et un point).

Le traceur répète ces opérations autant de fois qu'il y a de segments de droites sur la base polygonale, sauf pour les côtés (BC) et (DA) qui sont parallèles à la droite d'intersection des deux plans.

Pour ces droites, le traceur abaisse des perpendiculaires à partir du centre O aux côtés considérés.

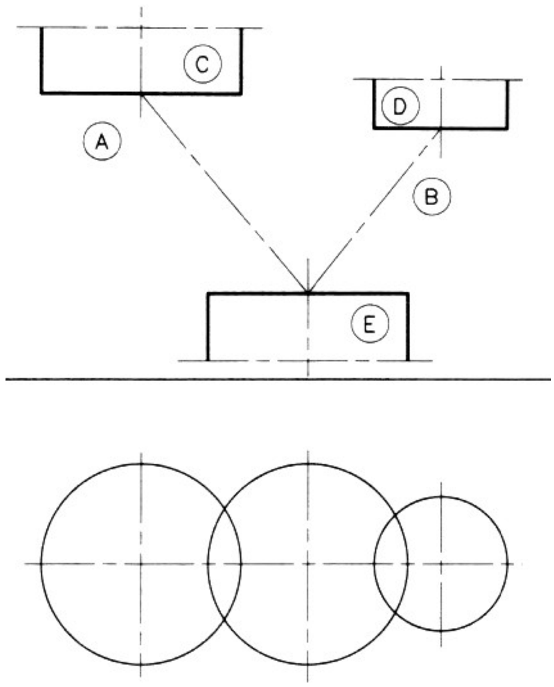
Développer le raccord



Le traceur :

- Implante les soudures (il est préférable, pour la conformation, de réaliser la pièce en plusieurs parties),
- Divise chaque arc de cercle en parties égales sur la section rabattue,
- Ramène les points dans les projections frontale et horizontale,
- Trace des génératrices,
- Recherche les vraies grandeurs des génératrices (méthode du triangle rectangle).

LES CULOTTES

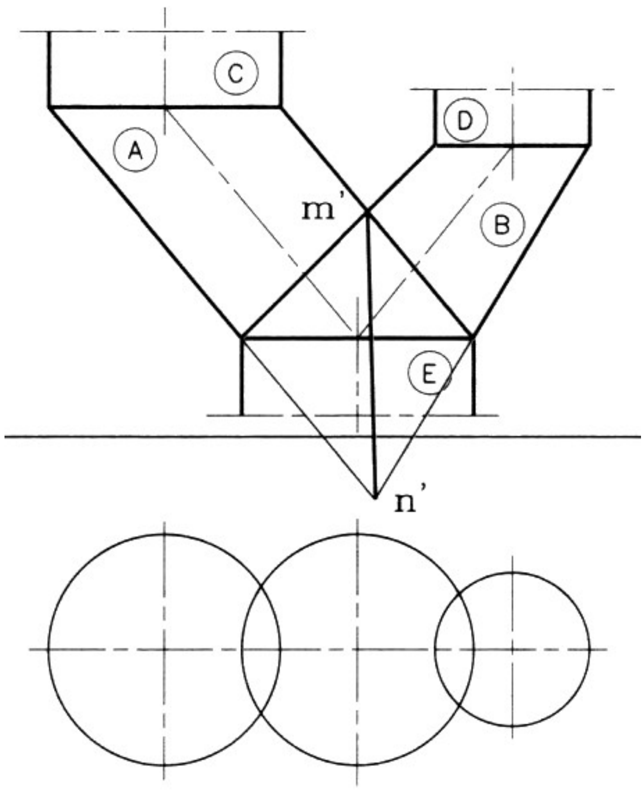


On demande :

- De raccorder les cylindres C et D au cylindre E par une « culotte » composée des éléments A et B,
- De développer les deux éléments.

Remarque : Les axes des deux solides sont en V-G.

ÉPURE

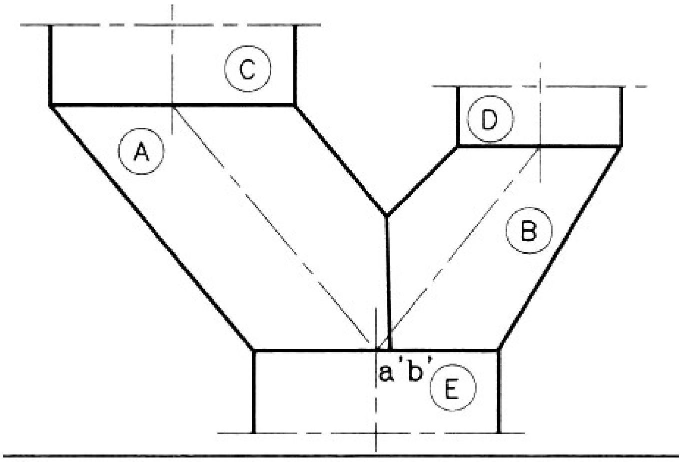


1ère phase :

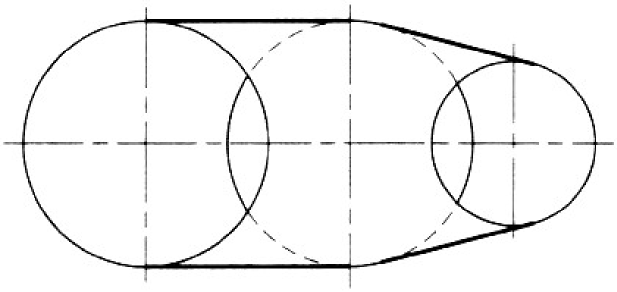
Le traceur :

- joint les contours apparents des cylindres C et E pour obtenir l'élément A,
- joint les contours apparents des cylindres D et E pour obtenir l'élément B,
- prolonge les contours apparents extérieurs pour déterminer n',
- joint les points m' et n', intersection des contours apparents de A et B pour limiter les solides A et B.

2e phase :



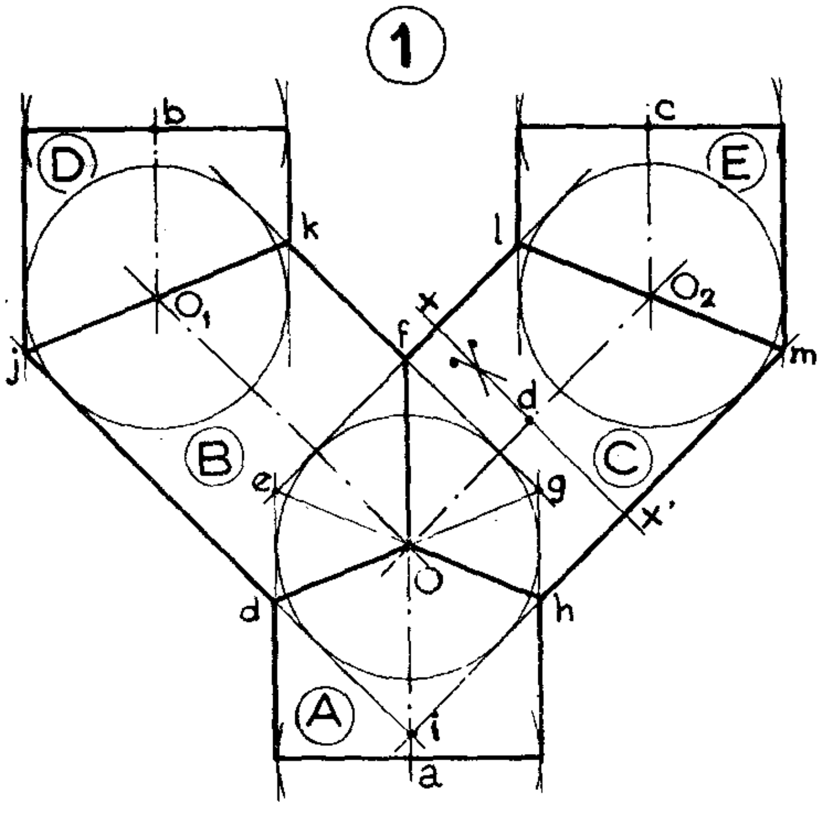
Le traceur :
- limite les solides A et B,
- développe les deux solides.

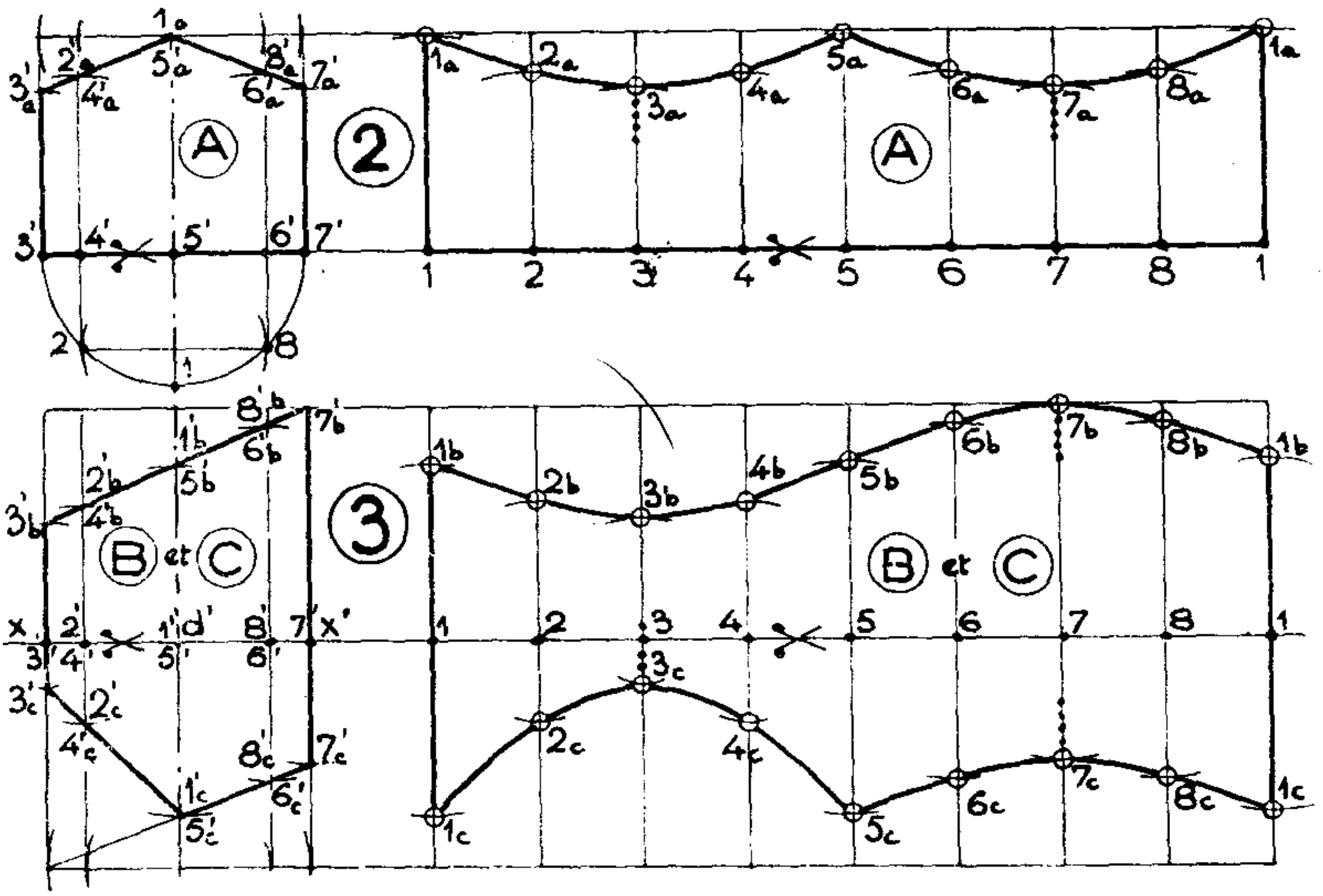


Culotte en 5 segments.

Epure.

Tracer les axes et construire la culotte , après avoir tracé les sphères tangentes de centre 0,01 et 02 [1]. Le segment A est développé en [2], et les segments B et C en [3]. Remarquer que pour ces derniers segments, on utilise, comme ligne de référence, une section droite x.x', à partir de laquelle on a tracé les points 1b 2b 3b etc... d'une part, et les points 1a , 2a , 3a , etc... d'autre part. Le développement présente des points « doubles » .




2
A
A
1 2 3 4 5 6 7 8 1
3
B et C
B et C
x x'
1 2 3 4 5 6 7 8 1

INTERSECTION D'UN CONE DROIT ET D'UN CYLINDRE DROIT

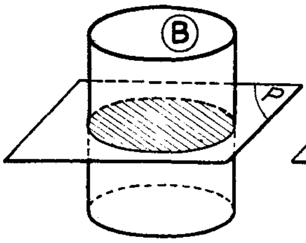


FIG. VIII-3.

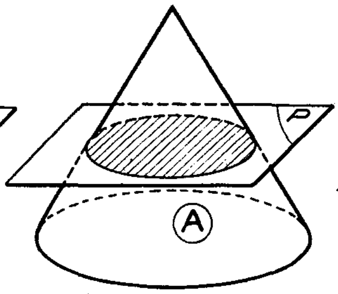


FIG. VIII-4.

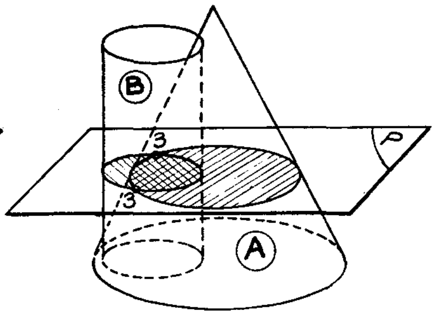


FIG. VIII-5.

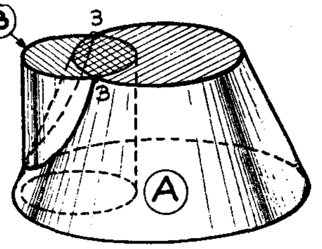


FIG. VIII-6.

1°) **Les axes sont parallèles entre eux et perpendiculaires au plan horizontal**.

On coupe le cône et le cylindre, par des plans perpendiculaires à leurs axes. Chaque plan coupe le cylindre suivant une circonférence (fig. VIII-3) et le cône suivant une circonférence également (fig. VIII-4). Ces 2 circonférences qui appartiennent, l'une au cylindre, l'autre au cône, et les 2 au même plan, se coupent aux points 3 (fig. VIII-5 et VIII-6) qui sont des points de l'intersection du cône et du cylindre.

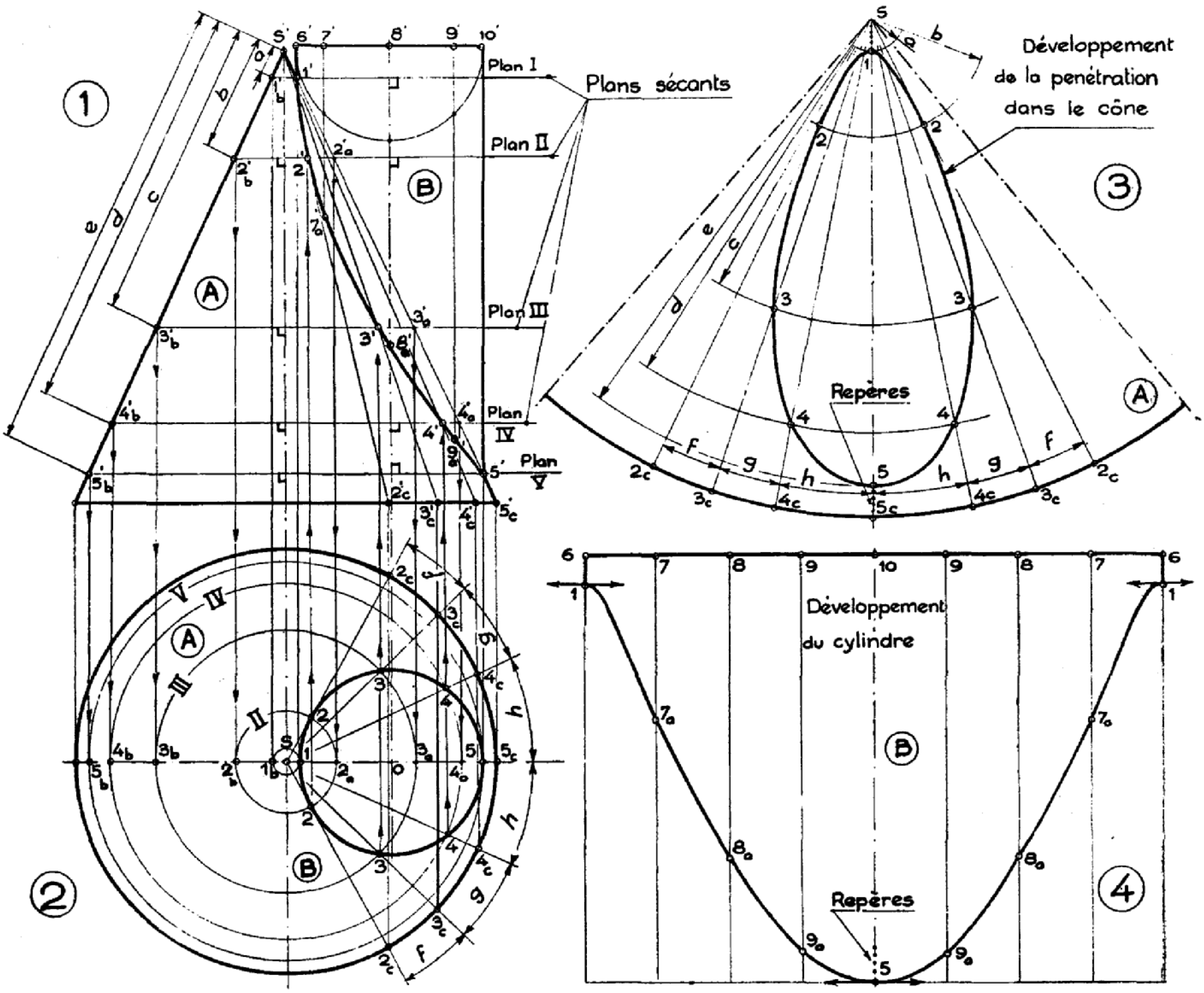


FIG. VIII-7.

Epure (fig. VIII-7).

Etablir les vues [1] et [2] du cône et du cylindre, et tracer en [1] les traces des plans horizontaux I, II, III, IV et V; ces plans coupent:

a) le cylindre, suivant des circonférences de même diamètre qui sont confondues, en [2], sur la projection horizontale du cylindre.

b) le cône suivant des circonférences concentriques, de diamètres croissants en s'éloignant du sommet.

Exemple pour le plan III.

Ce plan coupe le cône suivant une circonférence de diamètre 3'b,3'a [1]; rappeler ces points en [2], et tracer la circonférence de diamètre 3b,3a. Cette circonférence coupe la vue de dessus du cylindre, aux points 3, de l'intersection; rappeler le point 3 en 3' dans la vue [1], sur la trace frontale du plan III. Procéder de même pour tous les plans et tracer l'intersection, en [1]; celle-ci se projette, en [2], suivant la base du cylindre.

Développement de la pénétration.

Par les points de l'intersection 1, 2, 3, 4 et 5, tracer dans les vues [1] et [2] des génératrices du cône, qui coupent la base aux points 2c , 3c, 4c et 5c . En [2], mesurer les arcs h , g , et f , et les reporter sur le développement de la base du cône [3]: h [2] = h [3], g [2] = g [3], etc... En [3], tracer les génératrices S.5c, S.4c, S.3c et S.2c , et reporter les v.gr. a, b, c, d, et e, mesurées en [1]; joindre les points obtenus.

Développement du cylindre.

En [1], diviser une demi- base rabattue du cylindre, et tracer par les points de division, des génératrices du cylindre, qui coupent l'intersection aux points 7'a, 8'a, 9'a.
En [4], développer le cylindre, et reporter les v.gr. des génératrices mesurées en [1]. Vérifier l'égalité des courbes, en [3] et en [4], et repérer pour le montage.

Méthode donnant les points d'intersection sur les génératrices de division du cylindre B. (fig. VIII-8).

Le choix des plans I, II, III, etc..., quelconques ou de même écartement, en [1], a l'inconvénient de déterminer des points de l'intersection occupant une position quelconque sur le développement du cylindre B. Il est facile d'obtenir des points situés sur des génératrices qui divisent le cylindre en parties égales.

Epure :

Etablir les 2 vues comme précédemment; en [2] diviser la projection H du cylindre B (circonférence) en parties égales, en partant de l'axe S.O et reporter les génératrices en [1].

Du point S comme centre [2], tracer des circonférences passant par les points de division du cylindre. Relever ces circonférences en [1] en 2'a.2'b , 3'a 3'b, etc... et numéroter. Les droites 2'a.2'b, 3'a3'b etc... Coupent les génératrices de même numéro aux points d'intersection cherchés.

On peut considérer que l'on coupe les 2 surfaces par des cylindres droits ayant même axe que le cône. Ces cylindres coupent le cône suivant des circonférences et le cylindre suivant des génératrices.

Si le plan passant par les 2 axes, n'est pas frontal, on peut facilement ramener au cas de la fig. VIII-7, par un changement de plan (fig. VIII-9). On recherche l'intersection en utilisant les vues [2] et [3].

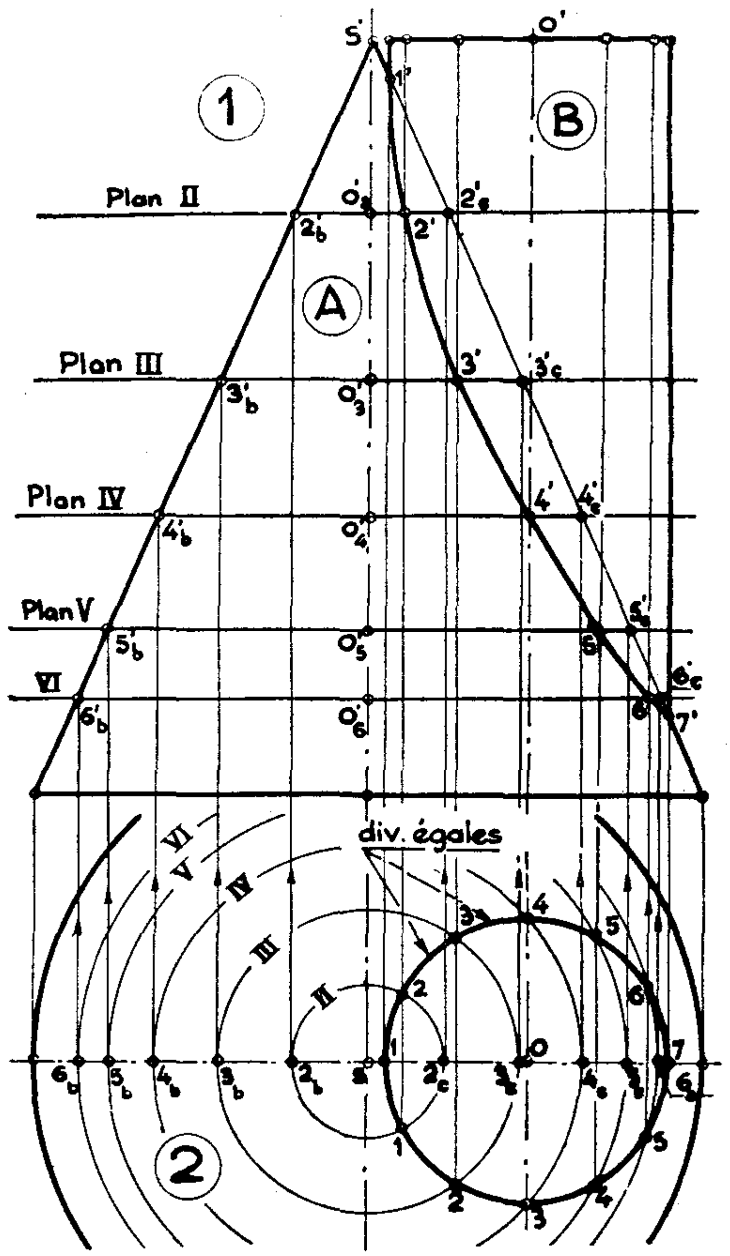


FIG. VIII-8.

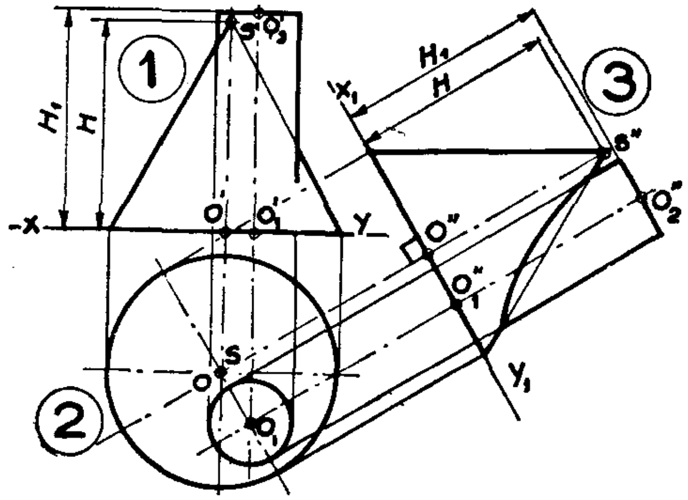
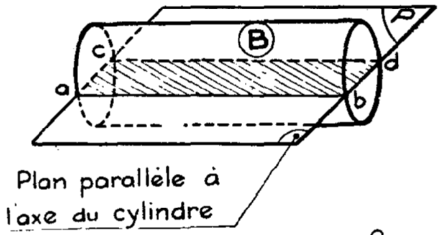
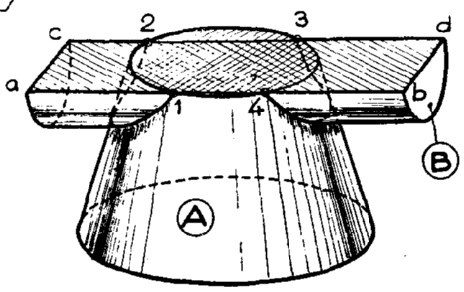


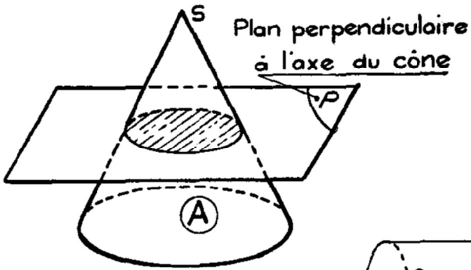
FIG. VIII-9.

2°) **Axes orthogonaux.**

On coupe par des plans horizontaux qui sont parallèles à l'axe du cylindre et perpendiculaires à l'axe du cône. Chaque plan coupe le cylindre suivant 2 droites a.b et c.d (fig. VIII-10) et le cône suivant une circonférence (fig. VIII-12). Les droites a.b et c.d coupent la circonférence, appartenant au même plan, aux points 1, 2, 3, 4 qui sont des points de l'intersection des 2 surfaces (fig. VIII-11 et VIII-13).







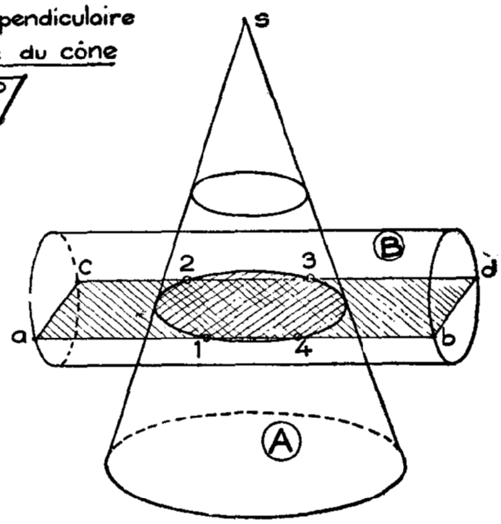


FIG. VIII-10. FIG. VIII-11. FIG. VIII-12. FIG. VIII-13.

__**Epure** (fig. VIII-15).__

Etablir en [1], [2] et [3], les vues des 2 surfaces; diviser la base du cylindre en parties égales dans la vue [3], et faire passer par ces points 1"a , 2"a , 3"a , etc…, les plans horizontaux I, II, III, IV et V.

Exemple pour le plan II qui passe par les points 2"a et 8"a . La trace frontale du plan II, coupe le contour apparent du cône en 2'c [1]; rappeler 2'c [1], en 2c [2], et tracer la circonférence II. Rappeler 2"a et 8"a [3], en 2a et 8a [2], et tracer les génératrices du cylindre passant par 2a et 8a (qui appartiennent au plan II comme la circonférence II). Ces génératrices coupent la circonférence II aux points 2 et 8 de l'intersection. Rappeler 2 et 8, [2], en 2' et 8' [1], sur la trace frontale du plan II. Opérer de la même façon pour les autres plans. Pour obtenir les points 9 et 10, situés sur le contour apparent du cône en [1], rappeler 9"a et 10"a, [3], en 9' et 10' [1], puis rappeler 9' et 10' en 9 et 10 [2]. Tracer les projections de l'intersection dans les vues [1] et [2].
Développer le cylindre [4] ct la pénétration [5], comme fig. VIII-7.

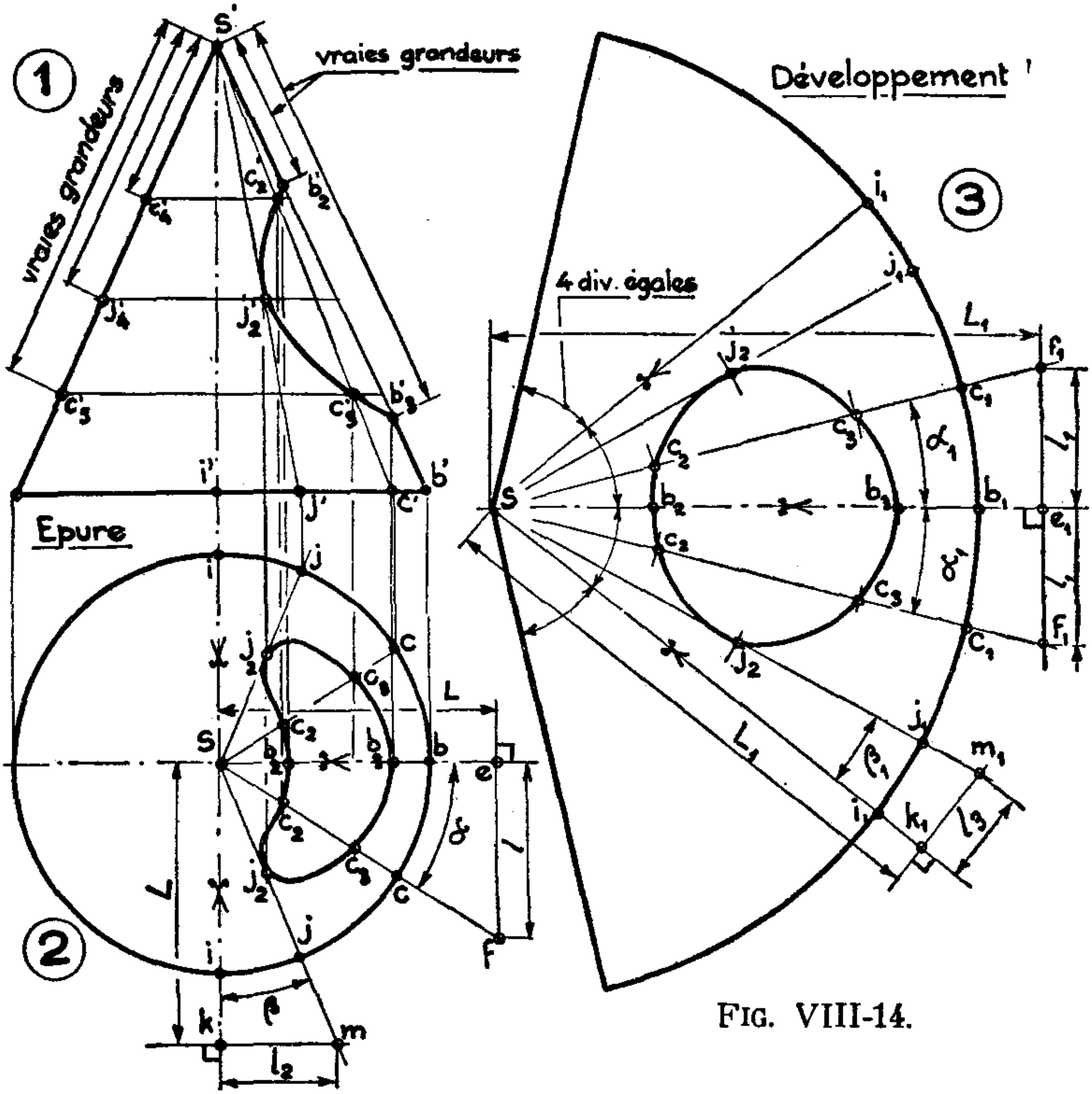

1
vraies grandeurs
vraies grandeurs
Développement
3
2
Epure
4 div. égales

FIG. VIII-14.

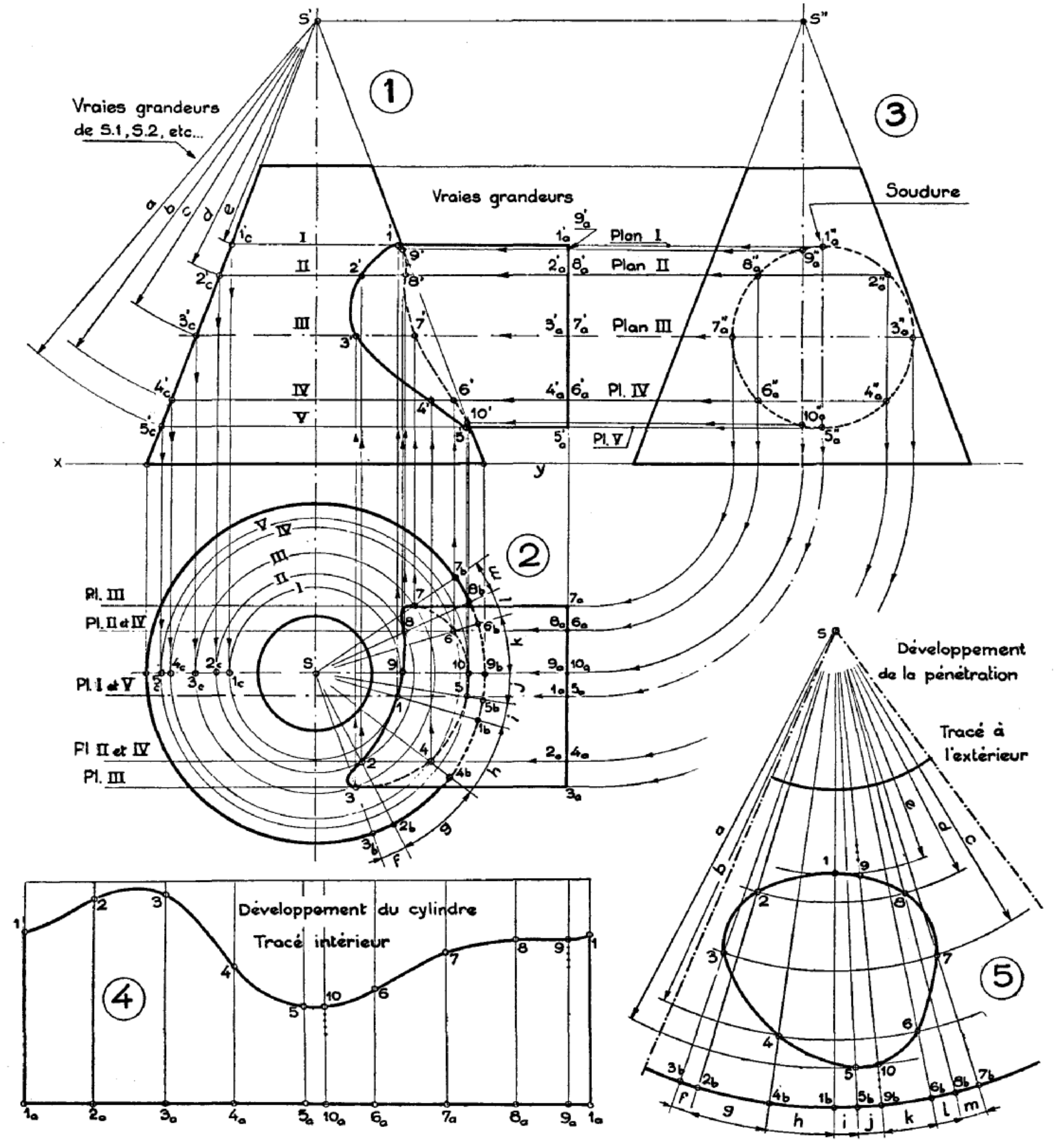


FIG. VIII-15.

Les angles, sur les vues [2] et [3], sont proportionnels aux rayons R et G, pour *une même longueur d'arc :* R = rayon de la base du cône et G (génératrice) = rayon du développement.

$$\widehat{b_1c_1} = \widehat{b.c}, \text{ par suite : } \frac{\alpha_1}{\alpha} = \frac{R}{G} \text{ d'où } \alpha_1 = \alpha \times \frac{R}{G}$$

Construction de l'angle α_1. — Sur la vue **[2]** mesurer l'angle α : $\frac{l}{L} = \text{tg } \alpha$; chercher la valeur de l'angle α, sur la table des tangentes, et calculer $\alpha_1 = \alpha \times \frac{R}{G}$. Chercher la tangente de α_1 à l'aide de la table, et construire cet angle sur la vue **[3]** : $l_1 = L_1 \times \text{tg}.\alpha$.

Pour α_1 la génératrice de référence est, dans ce cas, l'axe du développement. Lorsque l'angle à construire dépasse 45°, diviser le développement en 2 parties égales (ou en 4), et utiliser ces génératrices comme lignes de référence, comme on l'a fait pour l'angle β_1.

Sur les génératrices tracées, reporter les v.gr. $S'.c'_5$, $S'j'_4$, $S'c'_4$, etc... mesurées sur la vue **[1]**.

3°) **Les axes sont dans le même plan et ils forment un angle quelconque.**

Principe.

On coupe les 2 surfaces par des sphères ayant un même centre situé sur l'axe du cône et sur l'axe du cylindre, c'est-à-dire au point d'intersection de ces axes.

Une sphère ayant son centre O sur l'axe d'un cône droit (f ig.VIII-16) coupe celui-ci, suivant 2 circonférences de diamètres différents: a.b et $a_1.b_1$. De la même façon, on observe sur la fig. VIII-17, qu'une sphère ayant son centre O sur l'axe d'un cylindre droit, coupe celui-ci suivant 2 circonférences égales c.d et $c_1.d_1$.

Sur l'épure, lorsque l'axe du cône est parallèle au plan frontal, la circonférence de diamètre a.b, commune au cône et la sphère, se projette suivant une droite a'.b' en vue de face (fig. VIII-16), et il en est de même pour le cylindre, avec la circonférence de diamètre c'.d' (fig. VIII-17).

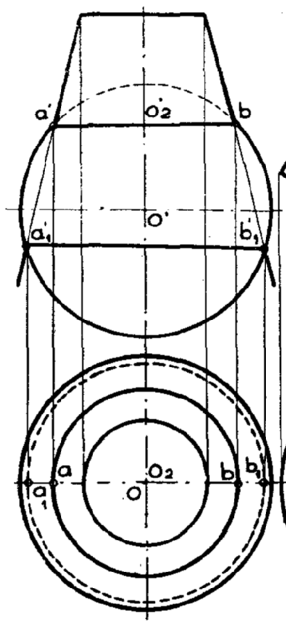


FIG. VIII-16.

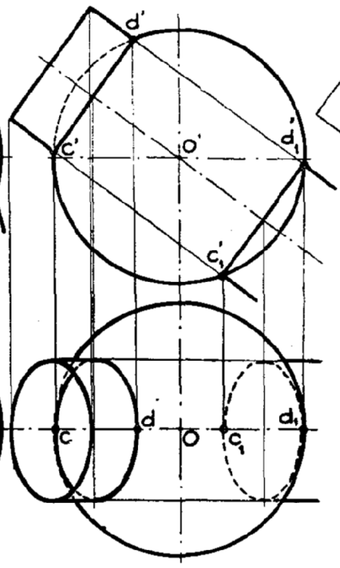


FIG. VIII-17.

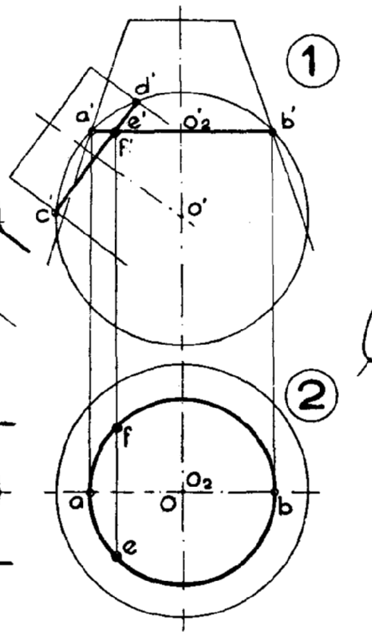


FIG. VIII-18.

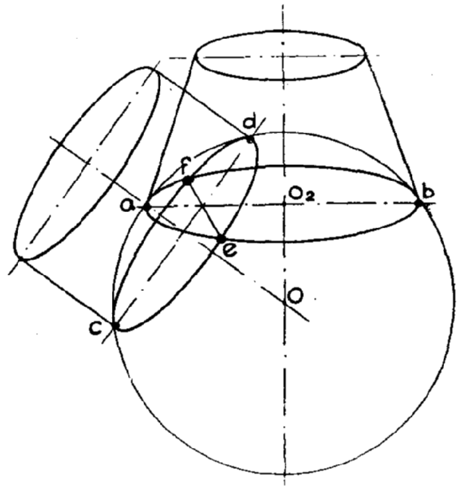
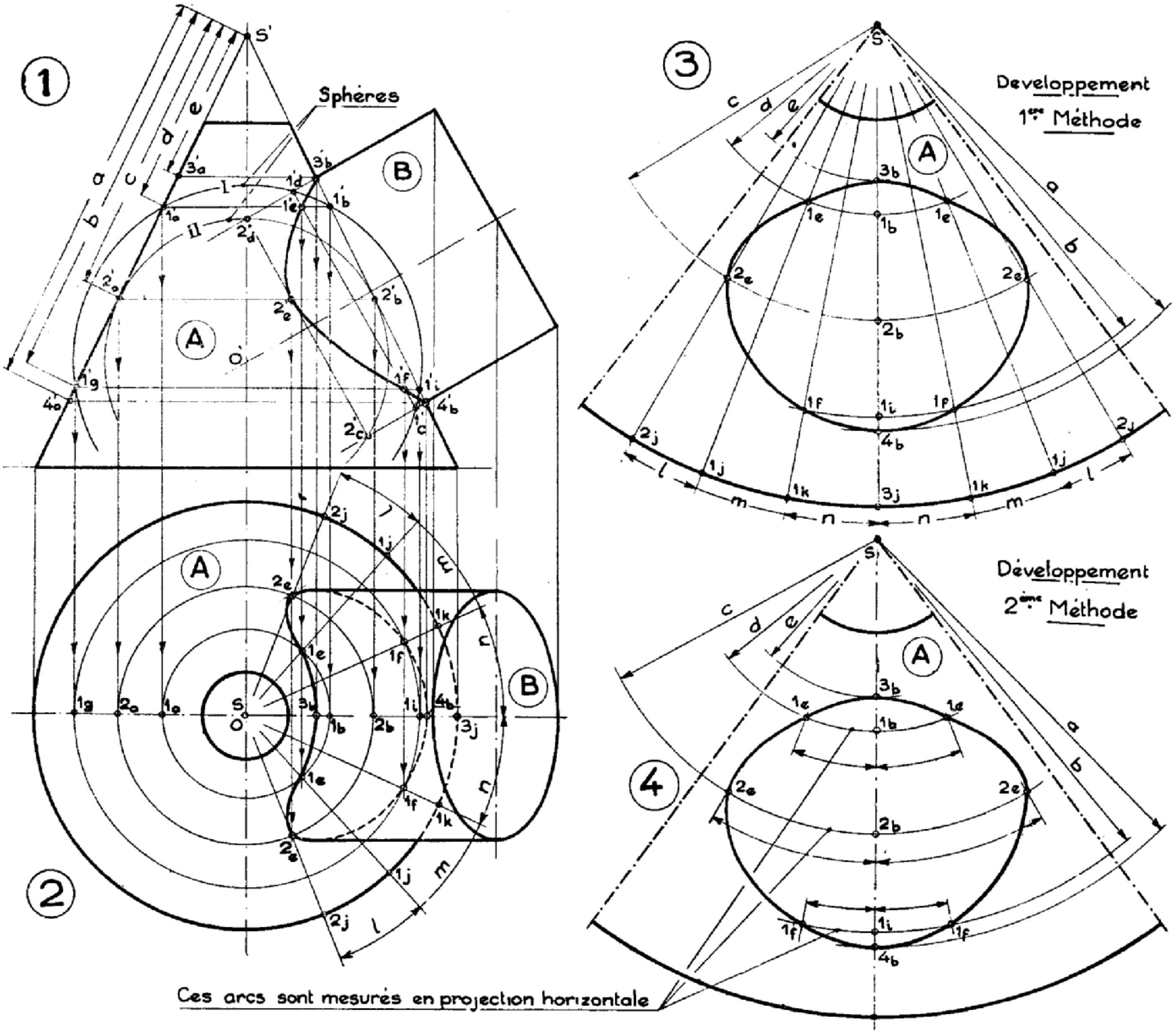


FIG. VIII-19.

Recherche d'un point de l'intersection.

Tracer les axes et les contours apparents du cône et du cylindre, en [1] (fig. VIII-18). Du point O', intersection des axes, tracer une sphère qui coupe les contours apparents du cône en a' et b', et ceux du cylindre en c' et d'. Joindre a'.b' et c'.d' qui se coupent aux points e' et f' confondus. La circonférence a'.b' appartient au cône, la circonférence c'.d' au cylindre, mais les 2 circonférences appartiennent à la même sphère: par suite, elles se coupent en e' et f' (voir fig. VIII-19), qui sont des points d'intersection des 2 surfaces. (Pour simplifier, on a figuré, pour le cône et le cylindre, une seule circonférence d'intersection avec la sphère). Tracer la vue de dessus, [2], de la circonférence de diamètre a.b et rappeler les points e' et f' [1] en e et f [2].



Sphères
Developpement
1ère Méthode
Développement
2ème Méthode
Ces arcs sont mesurés en projection horizontale

FIG. VIII-20.

Intersection de 2 cônes droits

<u>Les axes sont dans le même plan et forment un angle quelconque</u> <u>(fig. V111-21).</u>

On coupe les 2 cônes par des sphères ayant leurs centres au point de concours des axes. On a vu fig. VIII-16 à VIII-19, que ces sphères coupent les cônes, suivant des circonférences qui se projettent en vue de face suivant des droites, lorsque les axes des cônes sont parallèles au plan frontal.

<u>Epure.</u>

Etablir les vues **[1]** et **[2],** des 2 cônes, dont les axes se coupent en **O'**; de ce point comme centre, tracer les projections des sphères et procéder comme fig. VIII-2O. La sphère **I** détermine dans le cône **A**, 2 circonférences, mais une seule: **1'a.1'b** intéresse l'intersection. Dans le cône **B**, la sphère **I** détermine la circonférence **1'c.1'd** ; qui coupe **1'a.1'b** au point d'intersection **1'e**, **[1],** que l'on rappelle en le **[2].** La sphère **II** donne 2 circonférences dans le cône **A** et une dans le cône **B**; ces circonférences se coupent en **2'e et 2'f, [1],** que l'on rappelle en **2e et 2f [2].**

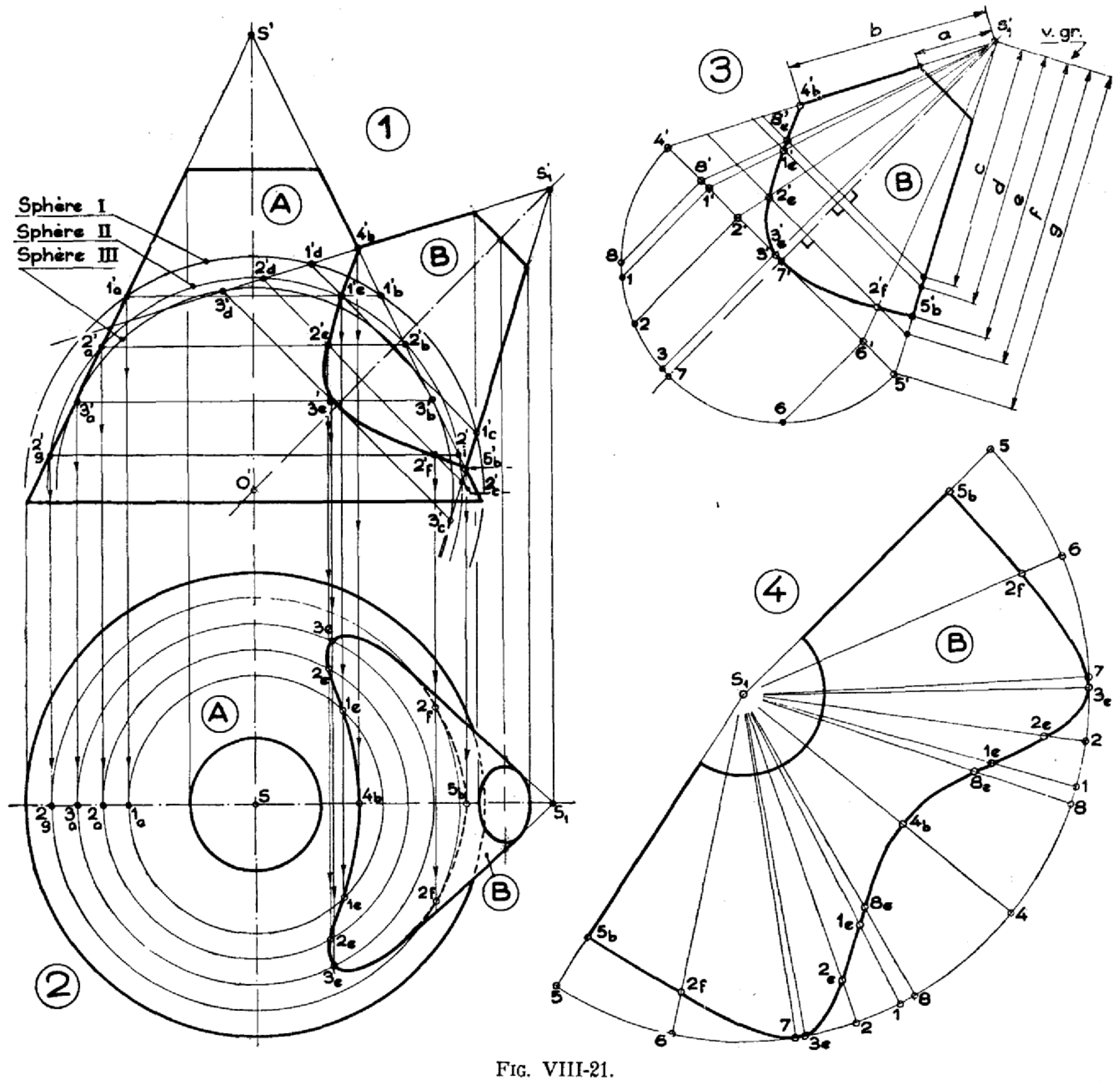


FIG. VIII-21.

Développement du cône **B**. Pour être plus claire, l'épure du cône **B** a été présentée en **[3],** hors
de l'épure d'ensemble. Rabattre une demi-base, diviser en parties égales et tracer les génératrices passant par les points de l'intersection **1'e, 2'e, 3'e**, etc..., et par les points de division de la base. En se référant aux divisions égales, situer en **[4]** les génératrices passant par les points de l'intersection, et reporter les **v.gr. b, c, d**, etc..., mesurées en **[3].**
Pour développer la pénétration, voir fig. VIII-20.

INTERSECTION D'UN CYLINDRE DROIT ET D'UN CYLINDRE OBLIQUE

L'axe du cylindre droit est vertical, l'axe du cylindre oblique est parallèle au plan frontal et les 2 axes sont dans le même plan (fig. VIII-22).

Cette intersection est simple, surtout si on peut situer, comme dans ce cas, les génératrices du cylindre droit perpendiculaires à l'un des plans de projection. Avec cette disposition, l'intersection se projette en **[2],** suivant l'arc de cercle **3.2.1.2.3**. Cette épure pourrait être traitée par la méthode générale, en faisant passer des plans frontaux par les génératrices du cylindre oblique. Dans la fig. VIII-23 on ferait passer des plans verticaux par le sommet **S** du cône. -

Etablir les vues **[1]** et **[2]** des 2 surfaces, diviser en parties égales les bases du cylindre oblique **A**, et tracer les génératrices passant par ces points de division. Ces génératrices coupent en **[2],** le cylindre droit **B**, aux points de l'intersection **1, 2, 3, 4, 5**; relever ces points sur la vue **[1]** en **1', 2', 3', 4'** et **5'**. Développer en **[3],** la partie supérieure du cylindre **A** à l'aide d'une section droite **1'a.5'a**, et porter sur les génératrices les **v.gr. c, d, e** et **f**, mesurées en **[1].**

Pénétration.
On procède comme précédemment, en portant dans un sens la longueur des arcs **l** et **m**, mesurée en **[2],** et dans l'autre sens, les longueurs **g, h, i, j** et **k** mesurées en **[1].** Vérifier l'égalité des courbes **1.2.3.4.5** en **[3],** et en **[4].**

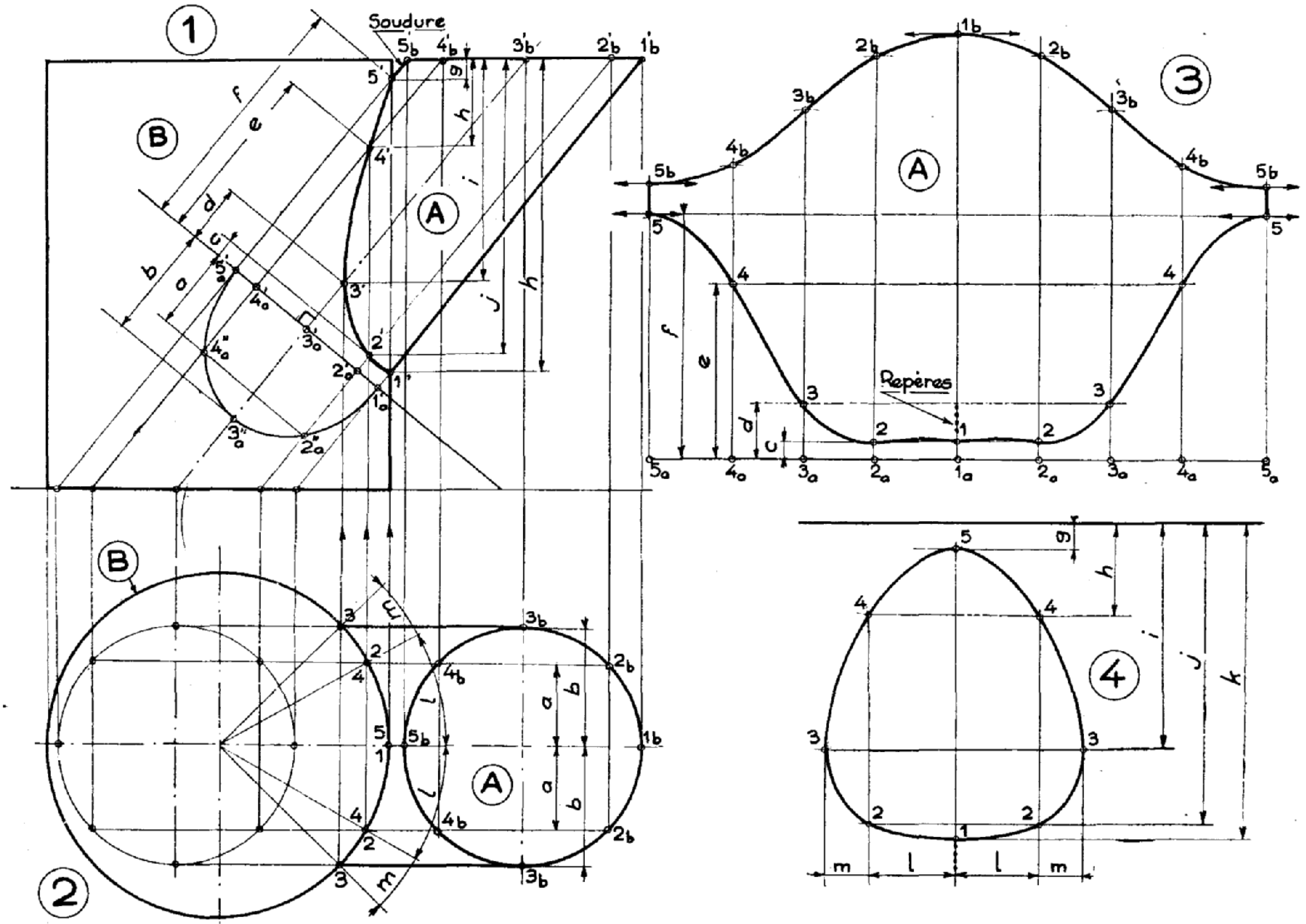


FIG. VIII-22.

INTERSECTION D'UN CYLINDRE DROIT ET D'UN CONE OBLIQUE

L'axe du cylindre est vertical, celui du cône est parallèle au plan frontal et les 2 axes sont dans le même plan (fig. VIII-23).

Etablir l'épure en **[1]** et **[2],** diviser la base du cône en parties égales et tracer les génératrices passant par les points de division **la, 2a 3a, 4a** et **5a**. Ces génératrices coupent le cylindre, dans la vue **[2],** aux points **T, 4, 3, 2** et **1**; relever ces points sur la vue **[1]** en **T', 4', 3', 2'**, et tracer l'intersection. Pour obtenir le point **T**, tracer en **[2],** le contour apparent du cône, en menant du sommet **S**,]a tangente **S.Ta** , à la base. La génératrice **S.Ta** coupe le cylindre au point **T**; relever **Ta [2]** en **T'a [1],** tracer **S'.T'a**, et rappeler le point **T**, **[2],** en **T', [1].** Développer le cône en **[4],** après avoir recherché les v.gr. en **[3]** ; pour la pénétration, opérer comme précédemment.

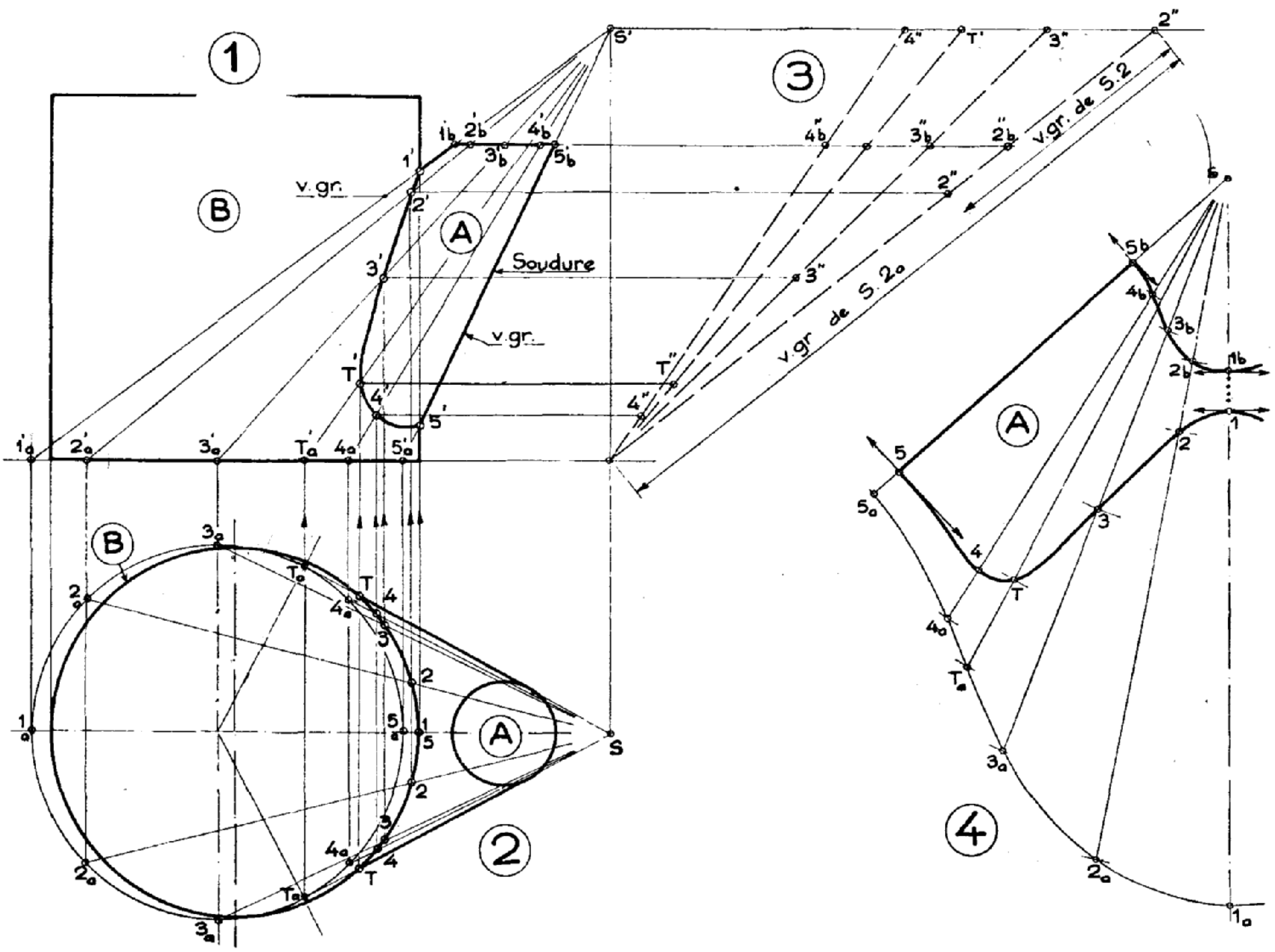


FIG. VIII-23.

INTERSECTION D’UN CONE DROIT ET D’UN CYLINDRE OBLIQUE

L’axe du cône est vertical, l’axe du cylindre est parallèle au plan frontal et les 2 axes sont dans le même plan (fig. VIII-25).
On coupe les 2 surfaces par des plans horizontaux qui déterminent des circonférences dans les 2 surfaces.

REMARQUE.

Les sections planes parallèles à la base, dans les cônes droits et obliques, ainsi que dans les cylindres obliques (à base circulaire) sont des circonférences (fig. VIII-24).

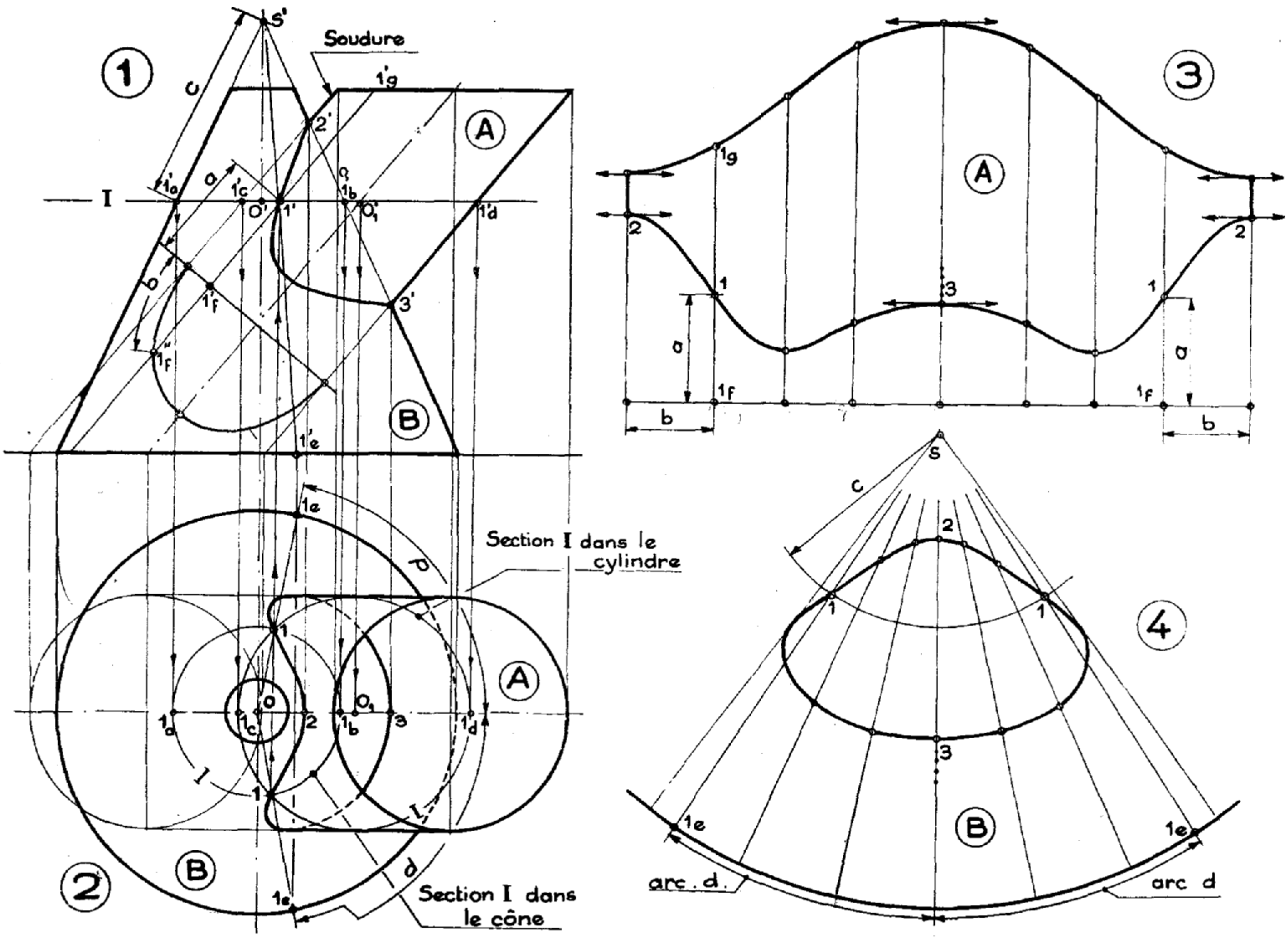


FIG. VIII-25.

INTERSECTION D'UN CONE DROIT ET D'UN CONE OBLIQUE

L'axe du cône droit est vertical, l'axe du cône oblique est parallèle au plan frontal et les 2 axes sont dans le même plan (fig. VIII-26).
On procède comme fig. VIII-25 en coupant par des plans horizontaux. Dans les 2 cônes, les circonférences déterminées par les plans, augmentent de diamètre lorsque le plan s'éloigne du sommet; elles restent concentriques dans le cône droit seulement. En [2], toutes les circonférences dans le cône oblique ont leur centre sur la ligne des centres du cône, et elles sont tangentes aux contours apparents du cône.

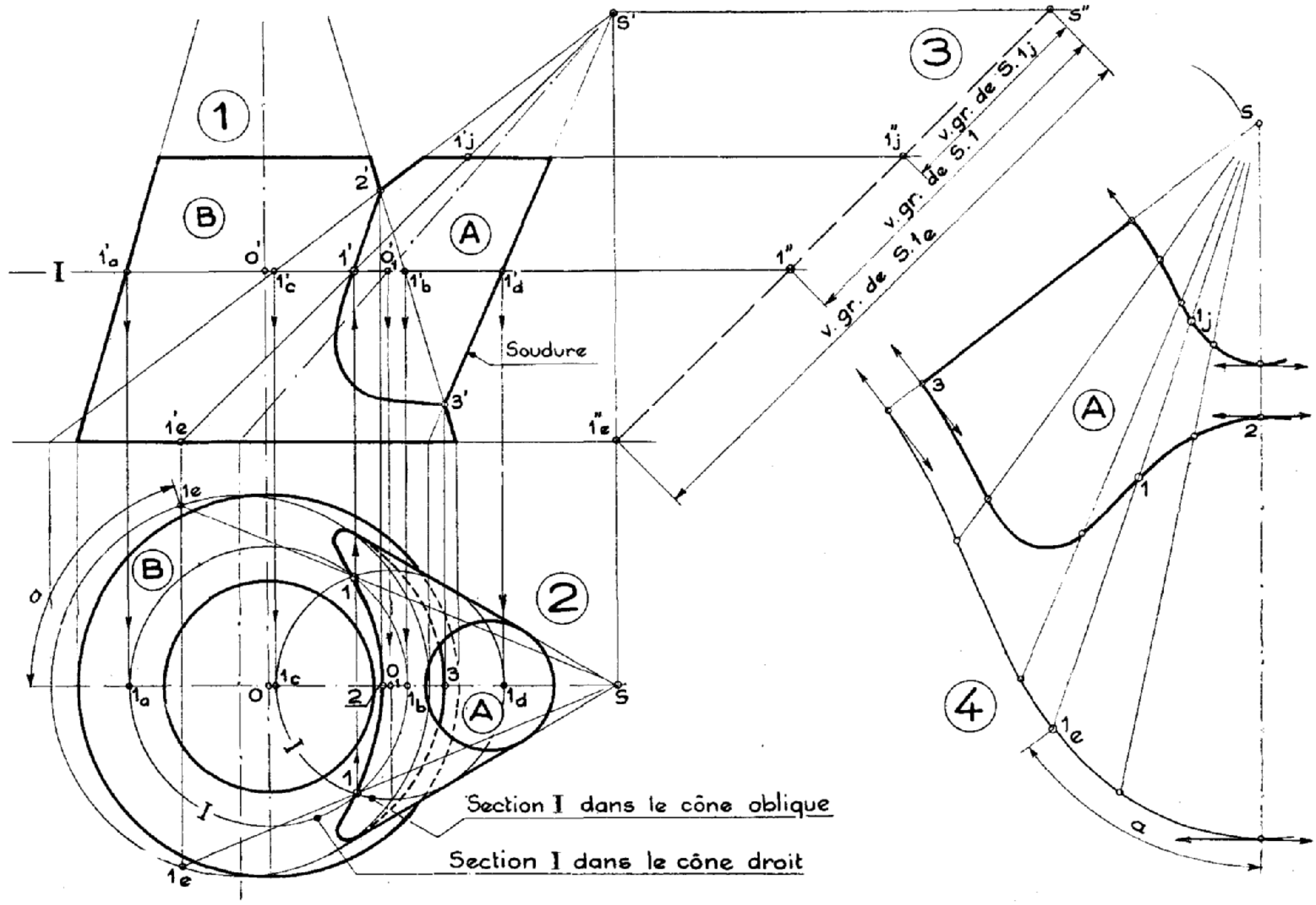


FIG. VIII-26.

TRAÇAGE PAR CALCUL

Objectif pédagogique :

Réaliser le traçage des développements par calcul .

Contenu :

- Les surfaces cylindriques, pyramidales et coniques
- les surfaces composées
- les intersections

Méthodes pédagogiques :

Affirmative et participative

Aides pédagogiques :

PLAN industriel

Ouvrages Supports :

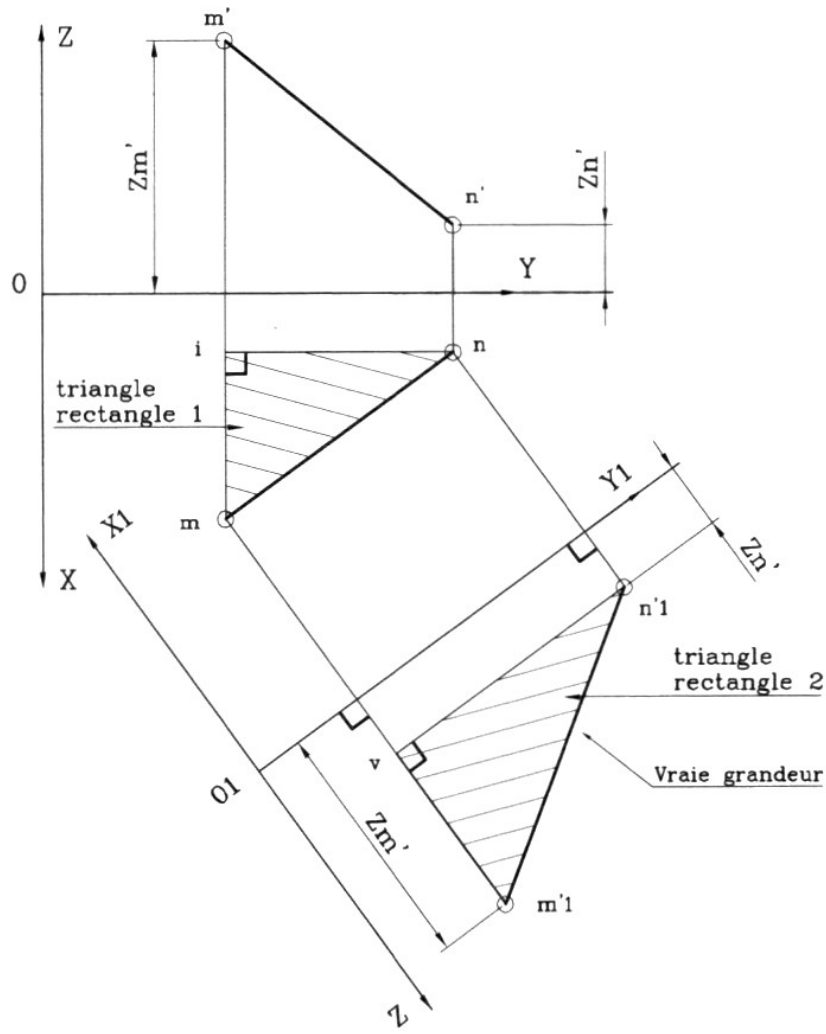
Voir module 6 : Mathématiques appliquées

Classeur Support :

Exercices :

Evaluation :

1- **VRAIE GRANDEUR DE LA DROITE**



• Dans le triangle rectangle 1:
nous pouvons écrire :

$$(mn)^2 = (in)^2 + (im)^2$$

• Dans le triangle rectangle 2 nous pouvons écrire

$$(m'1n'1)^2 = (vn'1)^2 + (vm'1)^2$$

Comme (vn'1) = (mn), remplaçons dans la 2[e] équation (vn'1) par (mn) , nous obtenons :

$$(m'1n'1)^2 = (mn)^2 + (vm'1)^2 \quad \text{ou}$$

$$(m'1n'1)^2 = (in)^2 + (im)^2 + (vm'1)^2$$

Vraie grandeur de la droite

Dans les triangles étudiés :

(im) = éloignement de M - éloignement de I ou (im) = XM - XI
(in) = situation de N - situation de I ou (IN) = YN - YI
(vm'1) = cote de M - cote de V ou (VM) = ZM - ZV

Remplaçons (im), (in), (vm'1) par leurs valeurs dans la formule 1 :

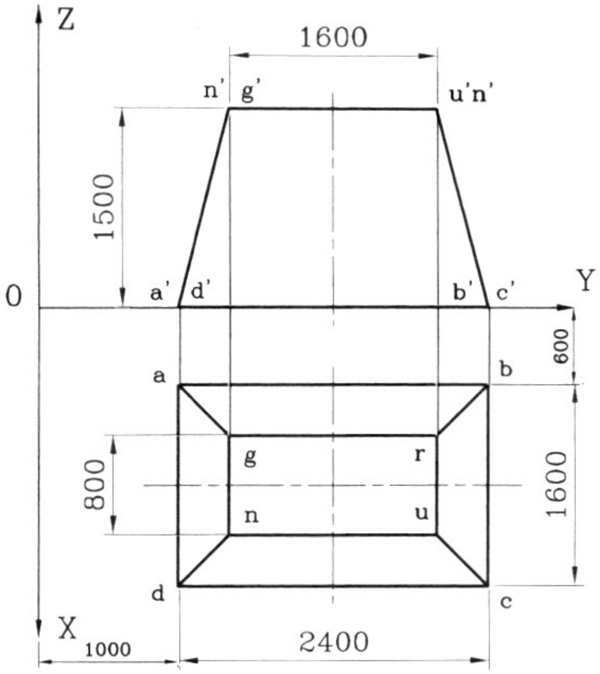
$(m'1n'1)^2$ = (différence des situations)^2 + (différence des éloignements)^2 + (différence des cotes)^2

ou $(m'1n'1)^2 = (YN - YI)^2 + (XM - XI)^2 + (ZM - ZV)^2$

comme (m'1n'1) = vraie grandeur de la droite, la formule ordonnée pour calculer la vraie grandeur d'une droite (MN) s'écrit :

$$\boxed{\textbf{VG de (MN)} = \sqrt{(XN - XM)^2 + (YN - YM)^2 + (ZN - ZM)^2}}$$

Application numérique :



Une hotte est définie par la figure ci- dessus.
On demande de calculer la vraie grandeur de l'arête (UC).

Données :

XU = 1 800 YU = 3 000 ZU = 1 500

XC = 2 200 YC = 3 400 ZC = 0

Application de la formule :

$$\boxed{\text{VG de (MN)} = \sqrt{(XN - XM)^2 + (YN - YM)^2 + (ZN - ZM)^2}}$$

Remplaçons, dans la formule, M par U et N par C ; elle devient :

$$\boxed{\text{VG de (UC)} = \sqrt{(XC - XU)^2 + (YC - YU)^2 + (ZC - ZU)^2}}$$

$$\text{VG de (UC)} = \sqrt{(XC - XU)^2 + (YC - YU)^2 + (ZC - ZU)^2}$$

$$\text{VG de (UC)} = \sqrt{(2\,200 - 1\,800)^2 + (3\,400 - 3\,000)^2 + (0 - 1\,500)^2}$$

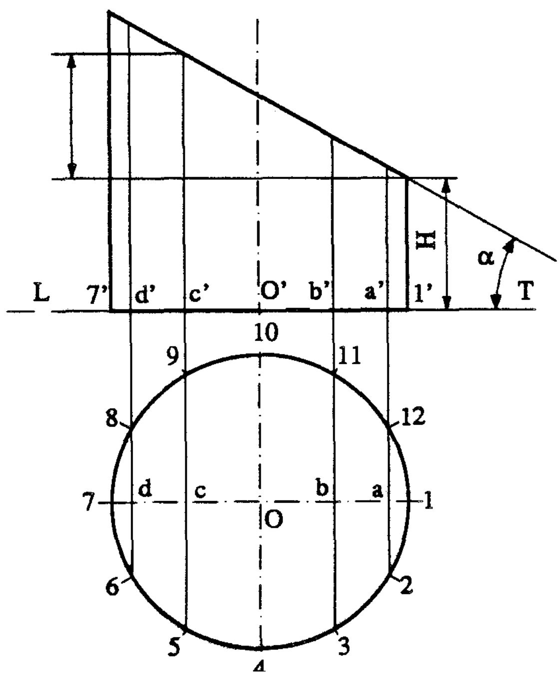
$$\text{VG de (UC)} = \sqrt{(400)^2 + (400)^2 + (-\,1\,500)^2}$$

$$\text{VG de (UC)} = \sqrt{2\,570\,000}$$

$$\boxed{\text{VG de (UC)} = 1603}$$

CYLINDRE DE REVOLUTION COUPE PAR UN PLAN DE BOUT

CALCUL DES LONGUEURS DE GENERATRICES.



a) Méthode par traçage :
J'ai un cylindre coupé par un plan de bout à développer suivant figure ci-contre.

1°) **Je trace une épure**:
Le plan frontal (soit la vue en élévation)
Le plan horizontal (soit la vue de dessus) sur laquelle je détermine un système régulier de génératrices (12) que je reporte sur la vue frontale, ce qui me donne les génératrices en VG (droites verticales). Ensuite je peux tracer le développement.

b) Observons

Maintenant je veux tracer ce développement sans épure mais en calculant toutes les longueurs.
Pour ceci j'ai besoin de connaître:

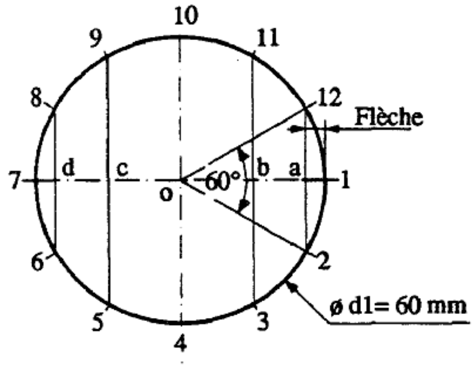
1°) la longueur développée du cylindre
2°) l'espacement entre les génératrices et leur position
3°) la longueur de chaque génératrice

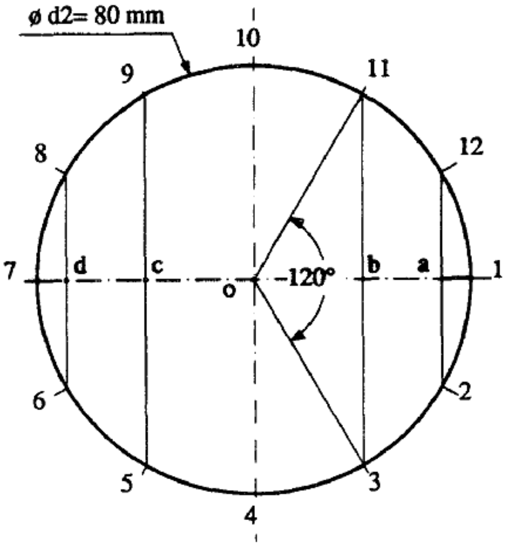
Pour calculer la longueur des génératrices, je dois connaître :

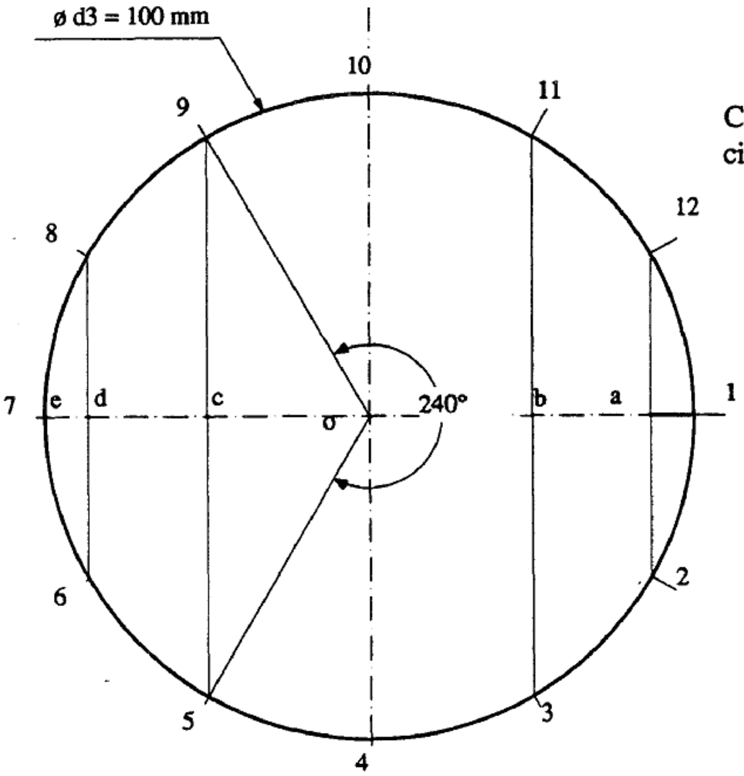
- L'angle α ou angle de pente
- La hauteur h (du plan horizontal coupant le cylindre)
- Et, sur le plan frontal, l'écartement du pied des génératrices, soit les cotes des segments a1 - b1- c1...

c) Espacement des génératrices - la longueur l des génératrices

Observons le plan horizontal, on s'aperçoit que pour un même nombre de génératrices (soit 12 - 16 - 24- 32) et quel que soit le diamètre du cylindre, le rapport de la distance a1 sur le diamètre est constant.
De même pour les autres écartements b1 – c1 – o1 – d1
Le rapport de ce segment sur le diamètre est constant. Voir démonstration page suivante.







d) Démonstration :

J'ai 3 circonférences que je divise en 12 parties égales chacune (base d'un système régulier de génératrices)

La 1[ère] Ø d1 = 60 mm R = 30 mm
La 2[ème] Ø d2 = 80 mm R = 40 mm
La 3[ème] Ø d3 = 100 mm R = 50 mm

Comparons les rapports a1 sur le diamètre des 3 circonférences

$$\frac{a1}{d1} = \frac{F}{60} \rightarrow F = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\textbf{d1}: \quad \frac{a1}{d1} = \frac{F}{60} = \frac{30\,(1 - \cos 30°)}{60} = \frac{4{,}019}{60} = 0{,}06698$$

$$\textbf{d2}: \quad \frac{a1}{d2} = \frac{F}{80} = \frac{40\,(1 - \cos 30°)}{80} = \frac{5{,}3589}{80} = 0{,}06698$$

$$\textbf{d3}: \quad \frac{a1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 30°)}{100} = \frac{6{,}6987}{100} = 0{,}06698$$

CONCLUSION

Les 3 rapports sont identiques quel que soit le diamètre de la circonférence.

Calculons ces rapports pour les 12 divisions de la circonférence d3 :

$$\frac{b1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 60°)}{100} = \frac{25}{100} = 0{,}25$$

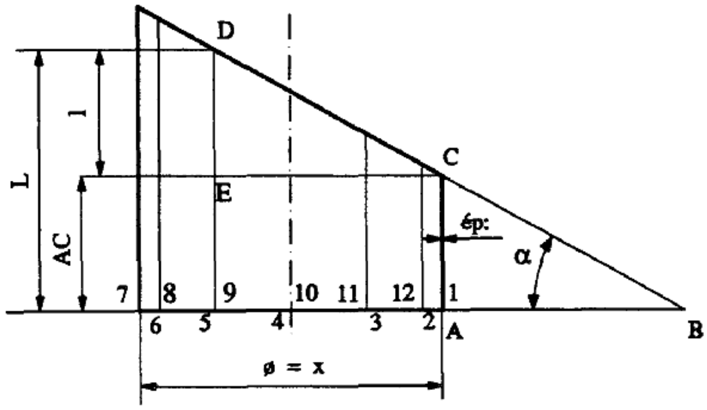
$$\frac{o1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 90°)}{100} = \frac{50}{100} = 0{,}50$$

$$\frac{c1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 120°)}{100} = \frac{75}{100} = 0{,}75$$

$$\frac{d1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 150°)}{100} = \frac{93{,}30}{100} = 0{,}933$$

$$\frac{e1}{d3} = \frac{F}{100} = \frac{50\,(1 - \cos 180°)}{100} = \frac{100}{100} = 1$$

e) Longueur des génératrices :



L = Longueur d'une génératrice
α = Angle de pente
Ø = Diamètre du cylindre
ep = Epaisseur de la tôle
AC = Hauteur du cylindre

- Calcul de la longueur d'une génératrice : soit la génératrice 5

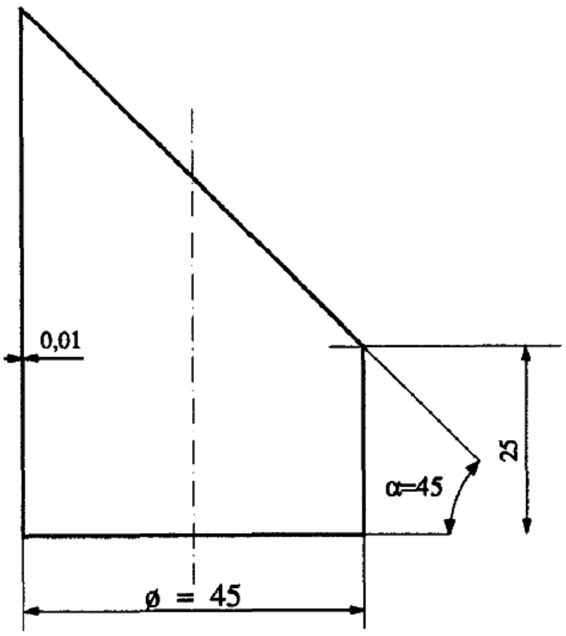
La longueur L est égale à : AC + l_5

Cette cote est donnée ou AC = AB x Tg α

l_5 = DE et $\frac{DE}{EC}$ = Tg α - Relation triangle rectangle DEC

EC = Ø cylindre x 0,75 → Rapport page précédente qui est égal à $\frac{F}{Ø} \rightarrow \frac{\text{Flèche}}{\text{diamètre}}$

D'où l_5 = Ø cyl. x 0,75 x Tg α ou **l = Ø x rapport $\frac{F}{Ø}$ x Tg** α



EXEMPLE :

Calculer le développement du cylindre coupé par un plan de bout représenté ci-contre (ne pas prendre en compte l'épaisseur)

Calcul des longueurs l des génératrices

l 1	→ 45 x 0	x	Tg 45°	= 0
l 2 l 12	→ 45 x 0,0669	x	1	= 3,0105
l 3 l 11	→ 45 x 0,25	x	1	= 11,25
l 4 l 10	→ 45 x 0,50	x	1	= 22,50
l 5 l 9	→ 45 x 0,75	x	1	= 33,75
l 6 l 8	→ 45 x 0,933	x	1	= 41,985
l 7	→ 45 x 1	x	1	= 45

Longueur du développement L = πD = 45 x π = 141,30

Espacement des génératrices :
11,78 - 23,56 - 35,34 - 47,12...

***NOTA :** Pour effectuer vos calculs, veuillez utiliser la feuille de calcul page suivante qui définit, par le calcul, le cylindre coupé par un plan de bout. Cette feuille simplifiera vos calcul et toutes les données sont portées dessus. Ensuite il vous restera à transcrire tous vos résultats sur la feuille de débit. C'est cette feuille qui, en principe, est destinée à l'atelier pour reproduire le développement.*

f) Calcul des espacements entre génératrices :

1 - La calculatrice possède la fonction constante

a) Calculer la longueur du développement :

$L = \pi \times D \quad \rightarrow \quad 3{,}1416 \times 45 = 141{,}37$

b) Calculer la longueur d'espacement entre 2 génératrices

$$1 : \frac{L}{\text{nombre de G}} \quad \rightarrow \quad \frac{141{,}37}{12} = 11{,}78$$

c) Faire usage de la FONCTION CONSTANTE

Une fois que j'ai 11,78

J'appuie sur la touche +	puis (sur égal)	=	→	23,56
	puis sur	=	→	35,34
	puis sur	=	→	47,12

ainsi de suite, jusqu'à 141,37, ce qui me donne la longueur des espacements depuis l'origine.

Nota : Suivant la marque ou le type de la calculette, l'appel de la fonction constante est différent : appuyer 2 fois sur le + (Casio Fx 82) et un témoin K s'inscrit à l'écran ou appuyer sur la touche K ou autre manipulation.

2 - La calculatrice ne possède pas la fonction constante. Les calculs se font en passant par la mémoire.

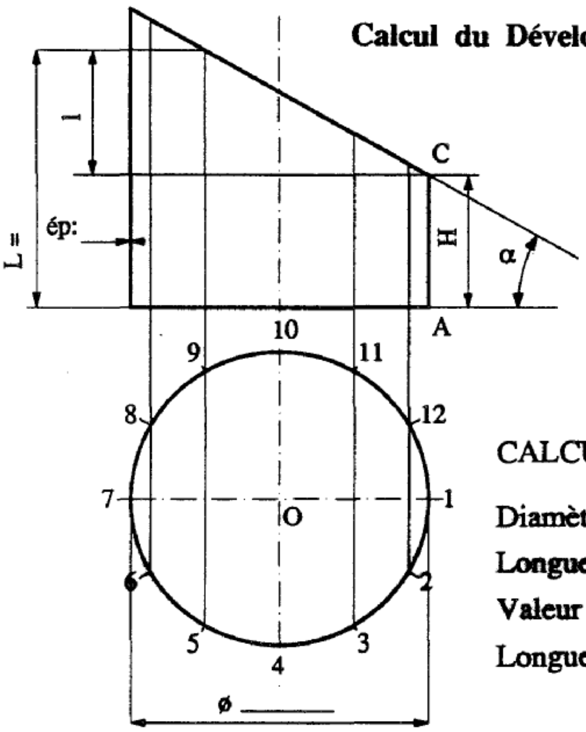
a) Calculer la longueur d'espacement entre 2 génératrices :

$$1 = \frac{D \times \pi}{\text{nombre de G}} \quad \rightarrow \quad \frac{45 \times 3{,}1416}{12} = 11{,}78$$

b) Entrer cette donnée en MEMOIRE, par la touche MR ou M+ ou STO (suivant la calculatrice)

Maintenant, il suffit simplement de ressortir la donnée par la touche appropriée (RCL - MR...) et de multiplier par 2, 3, 4... jusqu'au nombre de génératrices. Ainsi nous avons la longueur des espacements depuis l'origine.

Feuille de calcul



Calcul du Développement avec 12 Génératrices

DONNEES DU CYLINDRE :

Ø ext. du cylindre : ______________

Epaisseur de la tôle : ______________

Hauteur H : ______________

Angle de pente α : ______________

CALCUL DES PARAMETRES :

Diamètre fibre neutre : Ø fn = Ø ext - 1 ép. tôle = ______________

Longueur AC (H) AC = ______________

Valeur de la tangente de l'angle α = ______________

Longueur développée du cylindre L = π x Ø fn = ______________

Longueur des génératrices L = l + H

$$l = \underbrace{\varnothing fn \times tg\,\alpha}_{\text{Constante}} \times \underbrace{\text{Rapport } \frac{F}{\varnothing fn}}_{\text{Variable}}$$

Valeur de la constante : Ø fn x Tg α : ______________ = ______________

CALCUL DES LONGUEURS DE GENERATRICES : l

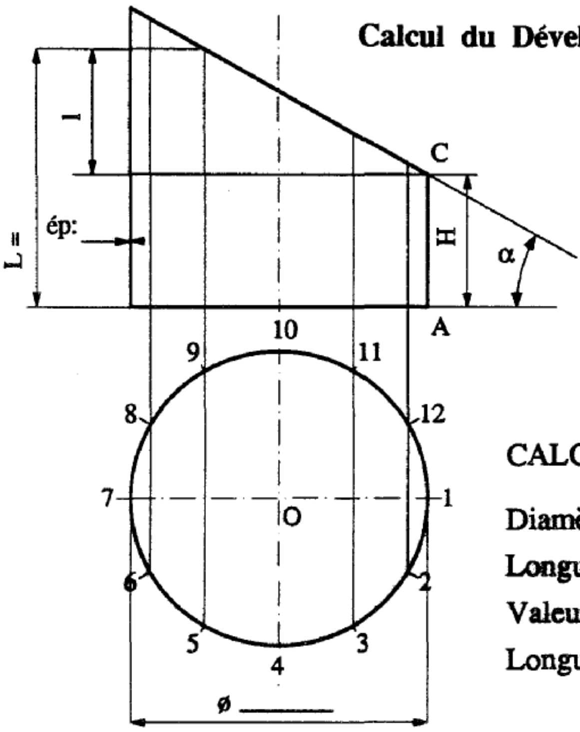
Repère Génératrice	**Constante (Ø fn x Tg α)**	**x**	**Variable** $\frac{F}{\varnothing fn}$	**=**	**l**
1		x	0	=	
2 12		x	0,0669	=	
3 11		x	0,25	=	
4 10		x	0,5	=	
5 9		x	0,75	=	
6 8		x	0,933	=	
7		x	1	=	

CALCUL DES ESPACEMENTS ENTRE GENERATRICES

N° Génératrice	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Espacement	0												

NOTA : Attention pour le développement, bien regarder où se situe la ligne de jonction (soudure) et en tenir compte sur le développement pour la position des repères de génératrice.

FEUILLE DE CALCUL - Exemple



Calcul du Développement avec 12 Génératrices

DONNEES DU CYLINDRE :

Ø ext. du cylindre	:	80
Epaisseur de la tôle	:	1 mm
Hauteur H	:	64 mm
Angle de pente α	:	18

CALCUL DES PARAMETRES :

Diamètre fibre neutre : Ø fn = Ø ext - 1 ép. tôle = 80 - 1 = 79

Longueur AC (H) AC = 64 mm

Valeur de la tangente de l'angle α = 0,3249

Longueur développée du cylindre L = π x Ø fn = 79 x π = 248,18

Longueur des génératrices L = l + H

$$l = \underbrace{\text{Ø f n x tg } \alpha}_{\text{Constante}} \text{ x } \underbrace{\text{Rapport } \frac{F}{\text{Ø fn}}}_{\text{Variable}}$$

Valeur de la constante : Ø fn x Tg α : 79 x 0,3249 = 25,66

CALCUL DES LONGUEURS DE GENERATRICES : l

Repère Génératrice	Constante (Ø fn x Tg α)	x	Variable $\frac{F}{Øfn}$	=	l
1	25,66	x	0	=	0
2 12	25,66	x	0,0669	=	1,71
3 11	25,66	x	0,25	=	6,41
4 10	25,66	x	0,5	=	12,83
5 9	25,66	x	0,75	=	19,25
6 8	25,66	x	0,933	=	23,94
7	25,66	x	1	=	25,66

CALCUL DES ESPACEMENTS ENTRE GENERATRICES

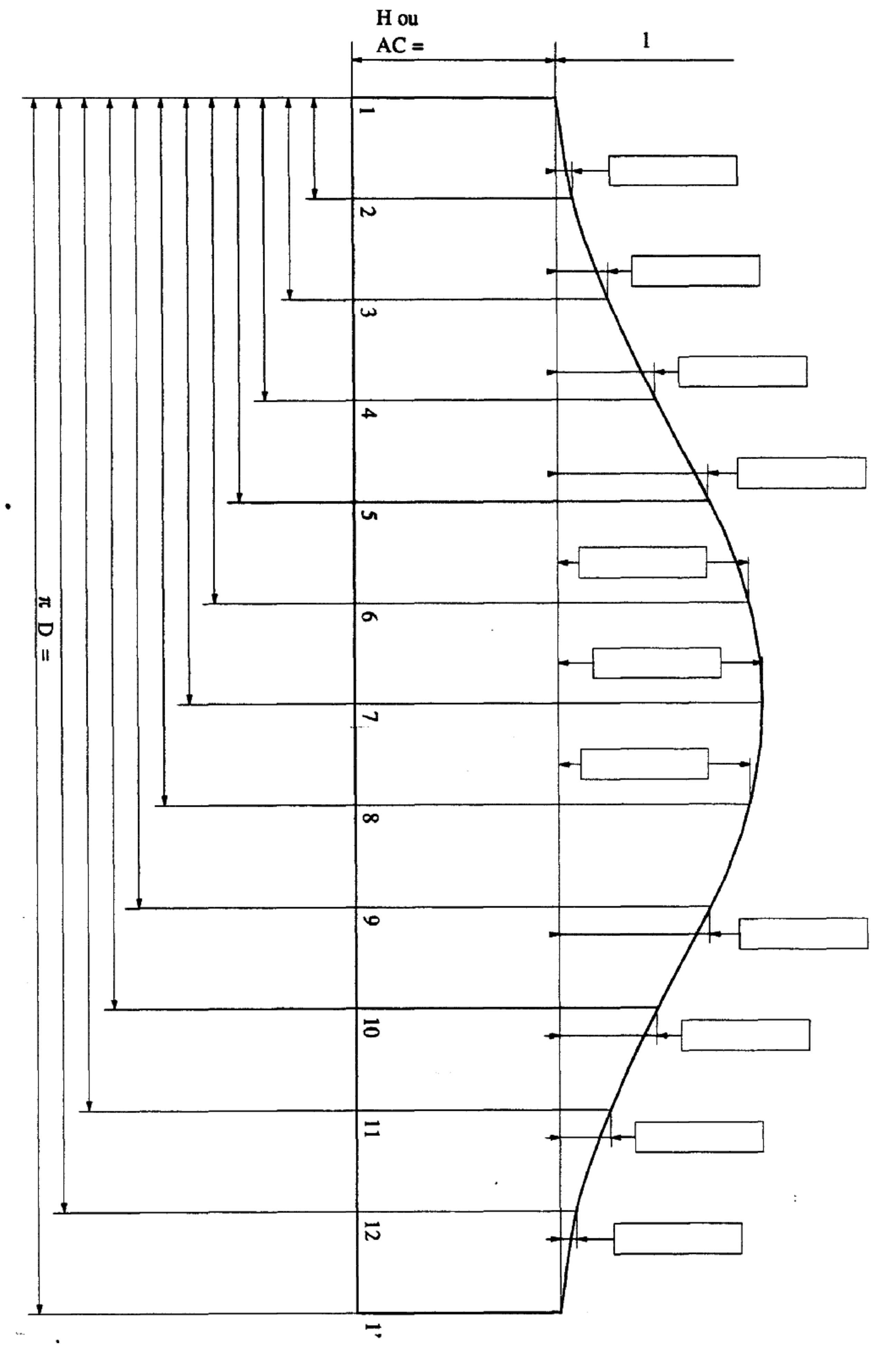
N° Génératrice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Espacement	0	20,6	41,36	62	82,7	103,4	124	144,7	165,4	186,1	206,8	227,5	248,1

<u>FEUILLE DE DEBIT</u> (ligne de jonction sur la génératrice n°1)

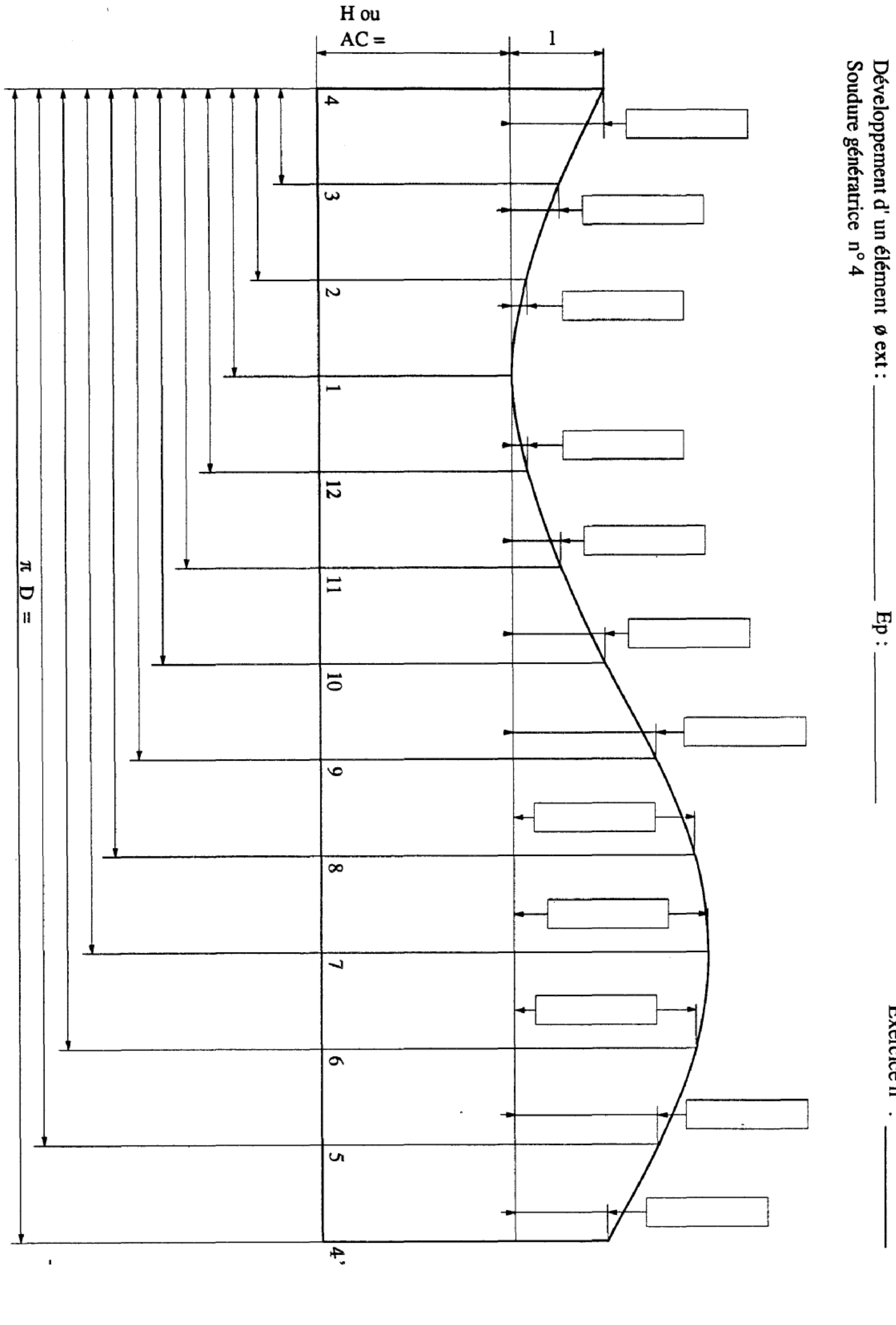
Développement d' un élément ø ext : ______ Ep : ______

Soudure génératrice n° 1

Exercice n° : ______



<u>FEUILLE DE DEBIT</u> (ligne de jonction sur la génératrice n°4)



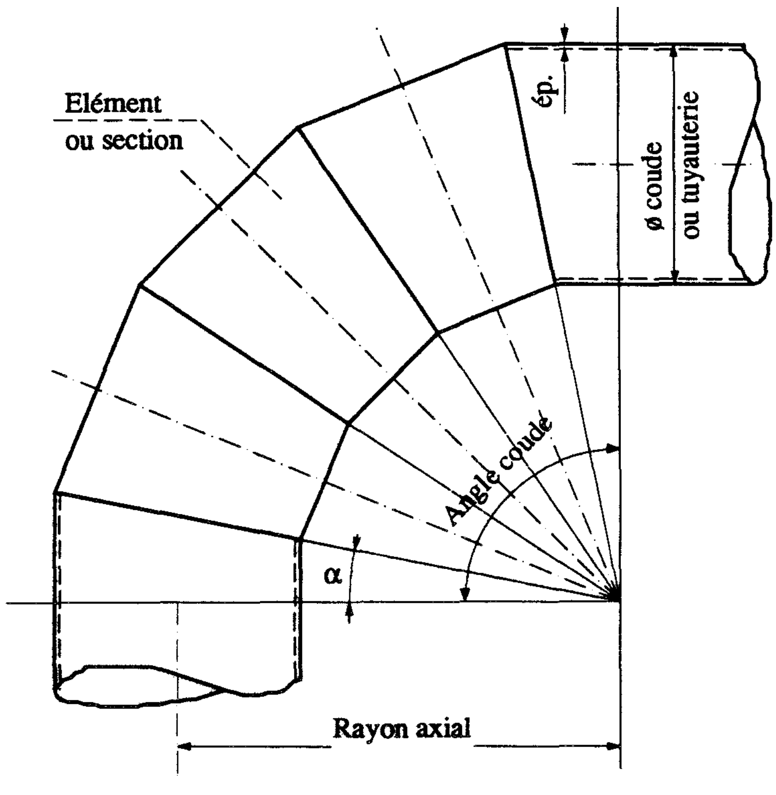
COUDE CYLINDRIQUE A PLUSIEURS ELEMENTS

1- DONNEES DU COUDE

Il est nécessaire de connaître toutes ces données pour réaliser par calcul le développement d'un coude:

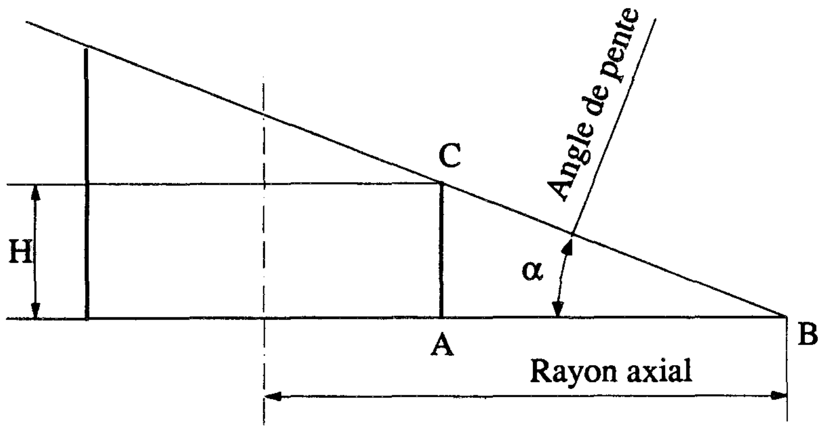
1°) le diamètre
2°) l'épaisseur de la tôle
3°) le nombre d'éléments (ou sections)
4°) l'angle du coude
5°) le rayon axial.

Nota : les 2 1/2 éléments sur l'extrémité du coude sont considérés comme 1 élément.



2- SIMILITUDE AVEC LE CYLINDRE COUPE PAR UN PLAN DE BOUT

- Réaliser par le calcul le développement d'un coude, cela revient à définir l'élément puis à le développer.
- On se retrouve donc avec le calcul d'un cylindre coupé par un plan de bout. Il est donc nécessaire de rechercher l'angle de pente α et la hauteur H ou AC.



Angle de pente : α

$$\alpha = \frac{\text{Angle du coude en degré}}{(\text{nombre d'éléments}) \times 2}$$

Longueur A C:

$AC = AB \times Tg\alpha$

(Relation trianglerectangle ABC)

3- CALCUL D'UN ELEMENT

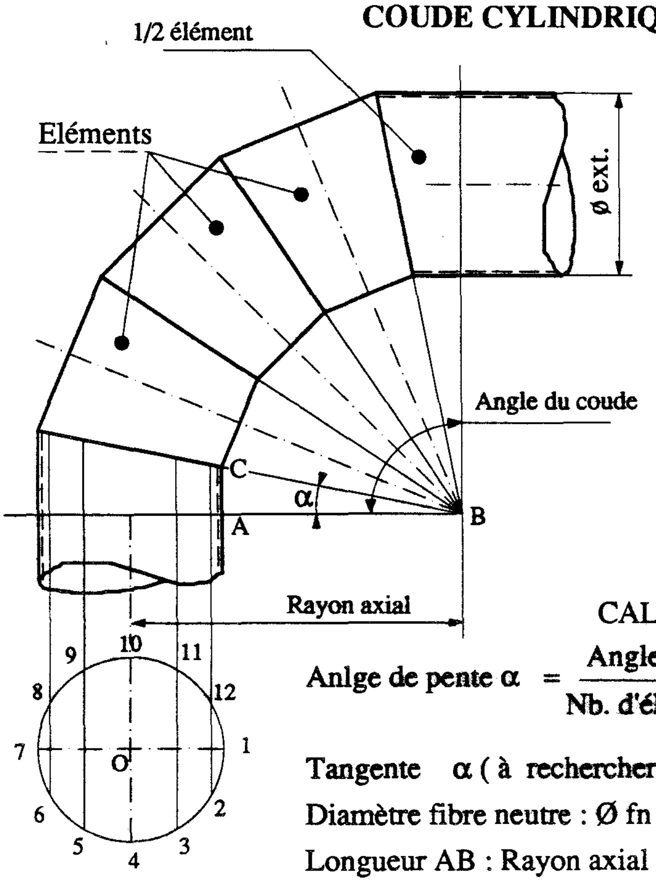
- Se servir de la feuille de calcul destinée pour cet usage (voir page suivante).

Attention : Pour le calcul du développement partir de la ligne de jonction et en tenir compte sur le développement avec le repérage.

Pour les feuilles de débit, utiliser celles conçues pour le cylindre coupé par un plan de bout,

COUDE CYLINDRIQUE A PLUSIEURS ELEMENTS

2) FEUILLE DE CALCUL



Développement d'un élément en 12 **génératrices**

Donnés du coude :

Diamètre ext. du coude : ____________

Nombre d'éléments : ____________

Longueur du rayon axial : ____________

Valeur de l'angle du coude : ____________

Epaisseur de la tôle : ____________

Position de la soudure (génératrice n°) : ____________

CALCUL DES PARAMETRES :

Anlge de pente α = $\dfrac{\text{Angle du coude}}{\text{Nb. d'éléments x 2}}$ = ____________ [ ]

Tangente α (à rechercher à la calculette) : ____________ [ ]

Diamètre fibre neutre : Ø fn = Ø ext. - épaisseur tôle = ____________ [ ]

Longueur AB : Rayon axial - $\dfrac{\text{Ø fn}}{2}$ = ____________ [ ]

Longueur AC : AB x tg α = ____________ [ ]

Longueur développée du cylindre : π x Ø fn = ____________ [ ]

CALCUL DE LA LONGUEUR DES GENERATRICES

Longueur d'une génératrice l = $\underbrace{\text{Ø fn x Tg } \alpha}_{\text{constante}}$ x Variable → Voir feuille page

Valeur de la constante = Ø fn x Tg α = ____________ [ ]

LONGUEUR DES GENERATRICES l

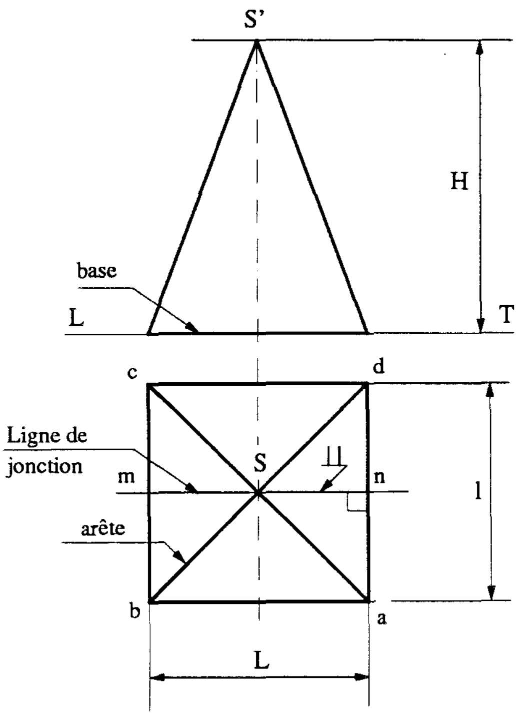
Repère génératrice	Constante	x	Variable	=	Hauteur
1		x	0	=	
2 - 12		x	0,0067	=	
3 - 11		x	0,25	=	
4 -10		x	0,5	=	
5 - 9		x	0,75	=	
6 - 8		x	0,933	=	
7		x	1	=	

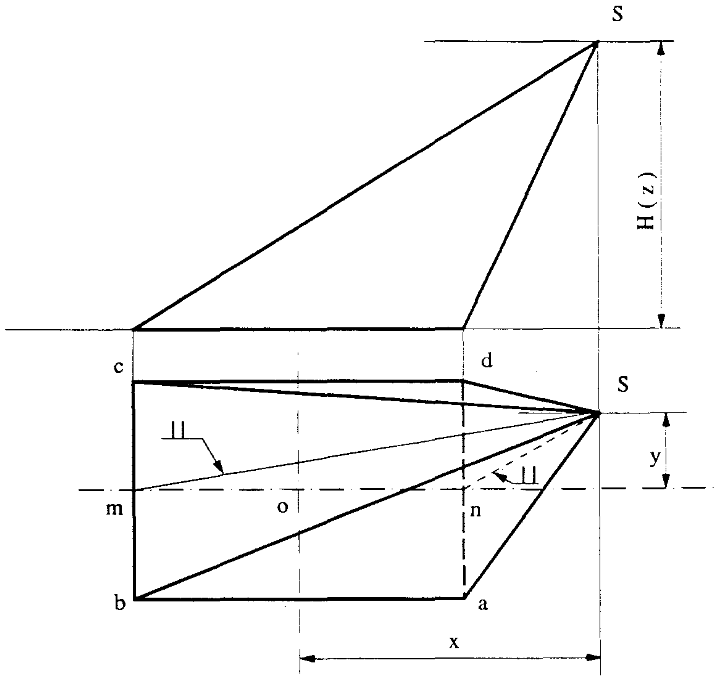
ESPACEMENT DES GENERATRICES
Rechercher à la calculette : FONCTION CONSTANTE

Génératrice	Distance
N° 1	0
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
1	

LA PYRAMIDE

1 - DIFFÉRENTS TYPES DE PYRAMIDES (RAPPEL)





a) Pyramide droite régulière

- La base est un polygone régulier
- Le sommet se projette au centre de la base Les arêtes sont de longueurs égales
- Elle se décompose en 4 triangles isocèles égaux

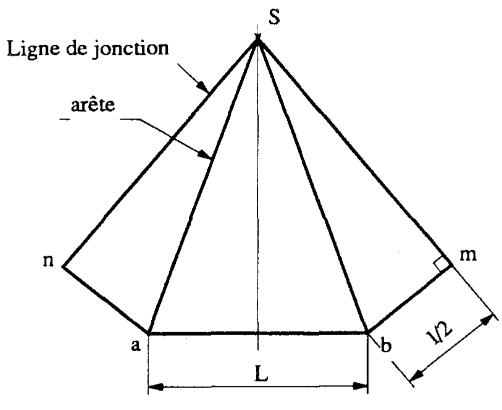
b) Pyramide oblique

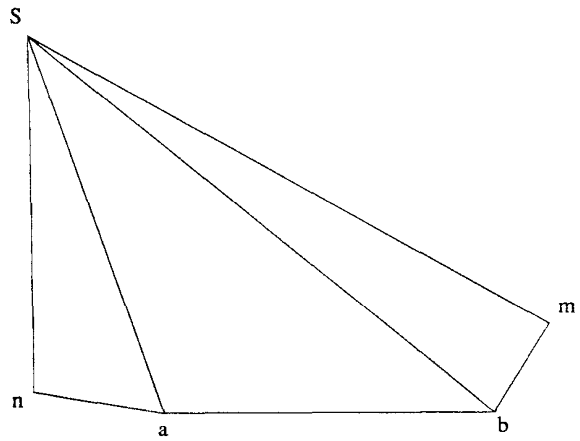
- La base est un polygone (il peut être régulier)
- Le sommet se projette en dehors du centre de la base
- Les arêtes sont de longueurs différentes
- Elle se décompose en triangles quelconques, souvent différents les uns des autres

2 - DEVELOPPEMENT

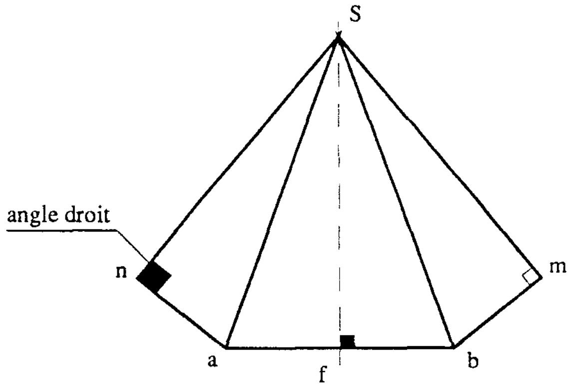
Il suffit de juxtaposer les triangles pour constituer le développement. Naturellement il faut, au préalable, avoir déterminé les vraies grandeurs des arêtes ou lignes de jonction.

Nota : On ne place jamais la ligne de jonction sur une arête (en principe)





REMARQUE : Comme ces pièces vont être pliées naturellement, il faut que l' on puisse plier sur le tracé,donc on réalisera un tracé intérieur



On réalise le développement en 2 parties, et l'on place la ligne de jonction au milieu d'une face ou de manière que le pied fasse un angle droit.
Chaque demi-développement se décompose en 3 triangles. Pour construire un triangle il y a 2 possibilités
a) je connais la longueur des 3 côtés et il m'est facile de tracer le triangle
b) je connais la base, la hauteur et la position de la hauteur sur la base

3°) Vérification calcul des arêtes S b:

Calcul du développement

Pour calculer le développement, nous allons utiliser les 2 méthodes
1°) Calcul du triangle central S a b
la base a b est connue
la hauteur se situe au milieu de ab (triangle isocèle)
C'est la hauteur S f qu'il faut calculer:
S f est l'hypoténuse du triangle rectangle S o m je peux écrire:

$$Sf = \sqrt{So^2 + of^2} \quad \text{ou} \quad So = H \quad \text{et} \quad of = l/2 \qquad Sf = \sqrt{H^2 + L/2^2}$$

2°) Calcul du triangle S n a et S m b
Je connais les côtés na et mb = 1/2
Je connais les côtés Sa et Sb par construction du triangle Sab mais je les vérifierai
Il faut calculer Sn et Sm. C'est le même calcul que celui de la hauteur S F

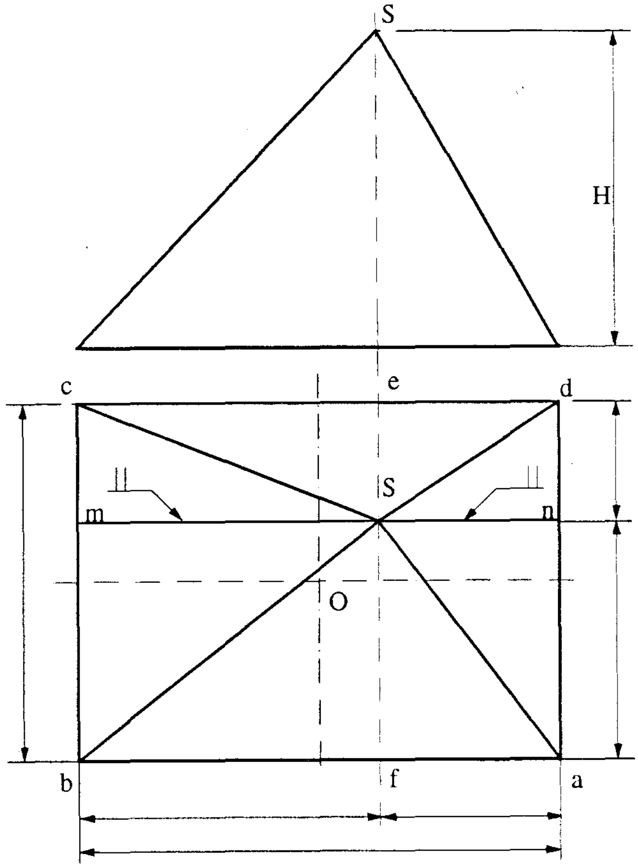
$$Sn = \sqrt{So^2 + on^2} = \sqrt{H^2 + L/2^2}$$
$$Sm = \sqrt{So^2 + om^2} = \sqrt{H^2 + L/2^2}$$

L'arête S b est l'hypoténuse du triangle rectangle S m b

donc $S b = \sqrt{S m^2 + m b^2}$ mb est connu $= l/2$ et $Sm = \sqrt{H^2 + L/2^2}$

Je peux donc écrire la relation : $S b = \sqrt{H^2 + l/2^2 + L/2^2}$

4- Feuille de calcul



Données de la pyramide

hauteur h = ______________________

longueur L = ______________________

largeur l = ______________________

Calcul des cotes intermédiaires

mP = bf = ce = ______________________

Pn = fa = ed = ______________________

Pf = bm = an = ______________________

Pe = mc = nd = ______________________

CALCUL DES COTES

Ligne de jonction

$$Sm = \sqrt{mP^2 + H^2}$$

$$Sm = \sqrt{\_\_\_\_\_\_} = \_\_\_\_\_\_$$

$$Sn = \sqrt{Pn^2 + H^2}$$

$$Sn = \sqrt{\_\_\_\_\_\_} = \_\_\_\_\_\_$$

Hauteur des triangles

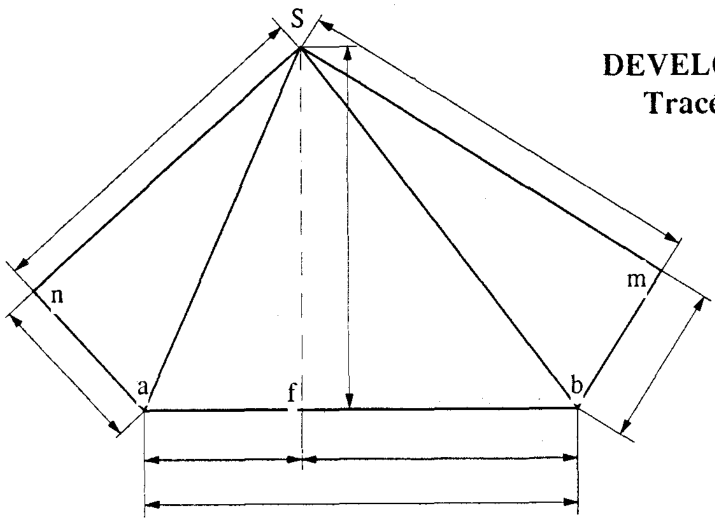
$$Sf = \sqrt{Pf^2 + H^2} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

$$Se = \sqrt{Pe^2 + H^2} = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_$$

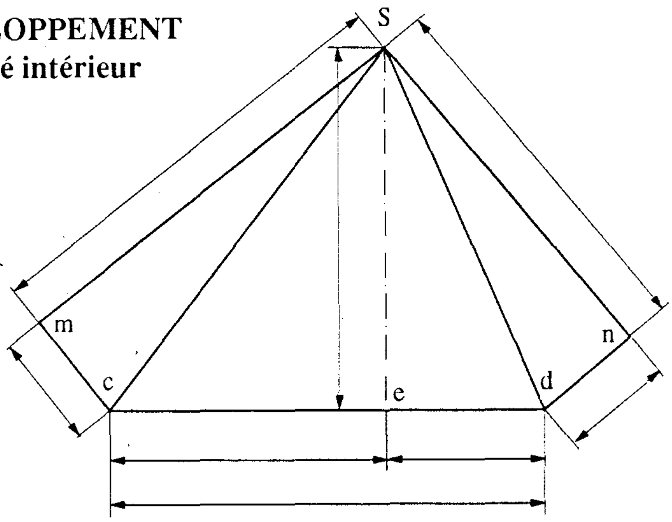
Vérification : calcul des arêtes

Sa = ______________________ Sc = ______________________

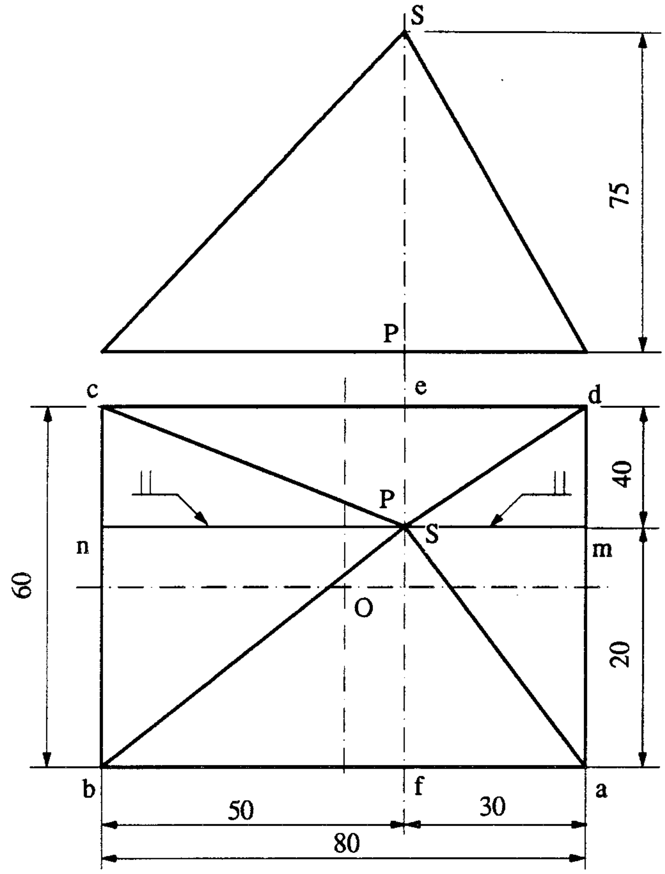
Sb = ______________________ Sd = ______________________



DEVELOPPEMENT
Tracé intérieur



Feuille de calcul : Exemple



Données de la pyramide

hauteur h = 75

longueur L = 80

largeur l = 60

Calcul des cotes intermédiaires

mP = af = de = 30

Pn = fb = ec = 50

Pf = bn = am = 40

Pe = nc = md = 20

CALCUL DES COTES

Ligne de jonction

$$Sm = \sqrt{mP^2 + H^2}$$
$$Sm = \sqrt{30^2 + 75^2} = 80{,}7$$
$$Sn = \sqrt{Pn^2 + H^2}$$
$$Sn = \sqrt{50^2 + 75^2} = 90{,}13$$

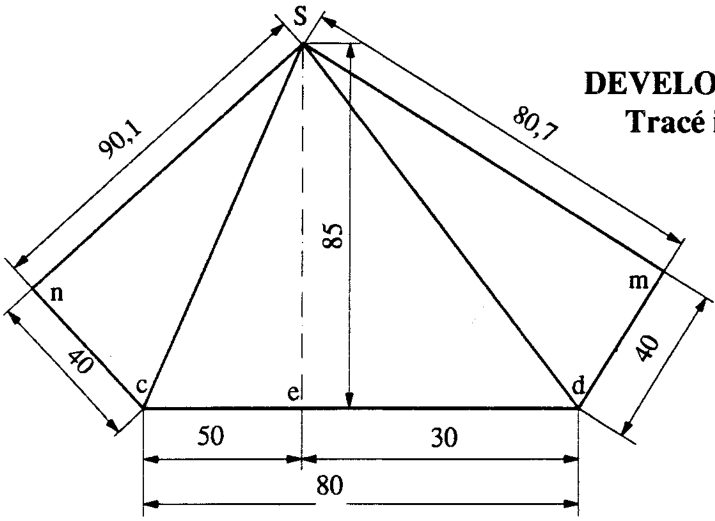
Hauteur des triangles

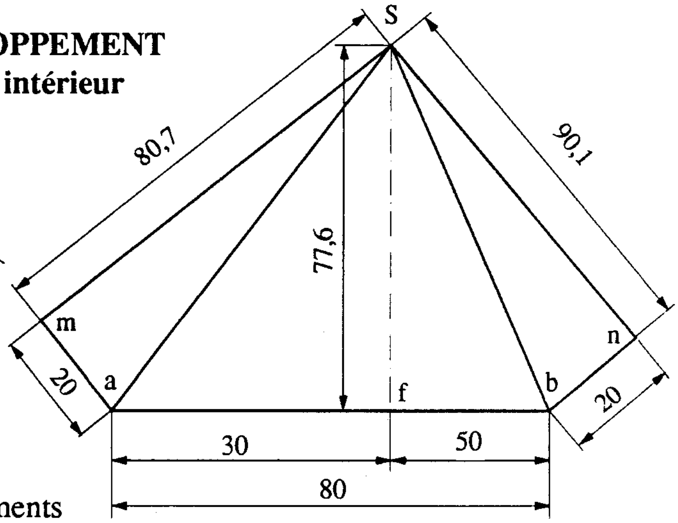
$$Sf = \sqrt{Pf^2 + H^2} = \sqrt{20^2 + 75^2} = 77{,}6$$
$$Se = \sqrt{Pe^2 + H^2} = \sqrt{40^2 + 75^2} = 85$$

Vérification : calcul des arêtes

$$Sc = \sqrt{75^2 + 50^2 + 40^2} = 98{,}61 \qquad Sa = \sqrt{75^2 + 30^2 + 20^2} = 83{,}21$$
$$Sd = \sqrt{75^2 + 30^2 + 40^2} = 90{,}13 \qquad Sb = \sqrt{75^2 + 50^2 + 20^2} = 92{,}33$$

DEVELOPPEMENT
Tracé intérieur





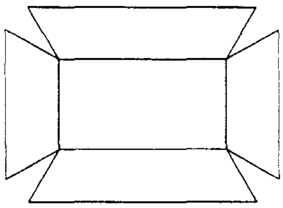
Nota : Les croquis de la pyramide et des développements ne sont pas représentés à l' échelle

TRONC DE PYRAMIDE

SOLIDE EN FORME D'AUGE, PONTON

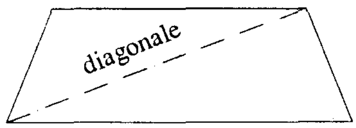
Ces solides peuvent se développer de 3 manières différentes:

a) en un seul morceau, les 4 côtés positionnés autour du fond (voir croquis)
b) en 2 demi-développements
c) en 4 faces séparées avec assemblage sur les arêtes

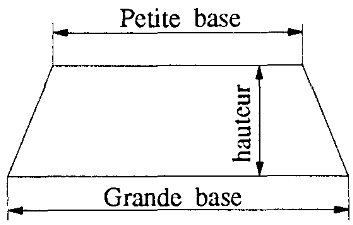


Quelle que soit la méthode, les 4 faces sont toujours des trapèzes,et pour tracer un trapèze nous avons 2 possibilités:

a) connaître les 4 côtés et une diagonale
b) connaître les 2 bases et la hauteur plus le déport



L'on est souvent amené à utiliser les 2 méthodes.



CALCUL DES COTES

a) calcul de la hauteur dutrapèze CBGF

$$\text{Hauteur } TU = \sqrt{\underbrace{TJ^2}_{\text{hauteur}} + \underbrace{JU^2}_{= SF - RB}}$$

TU étant l'hypoténuse du triangle rectangle TJU

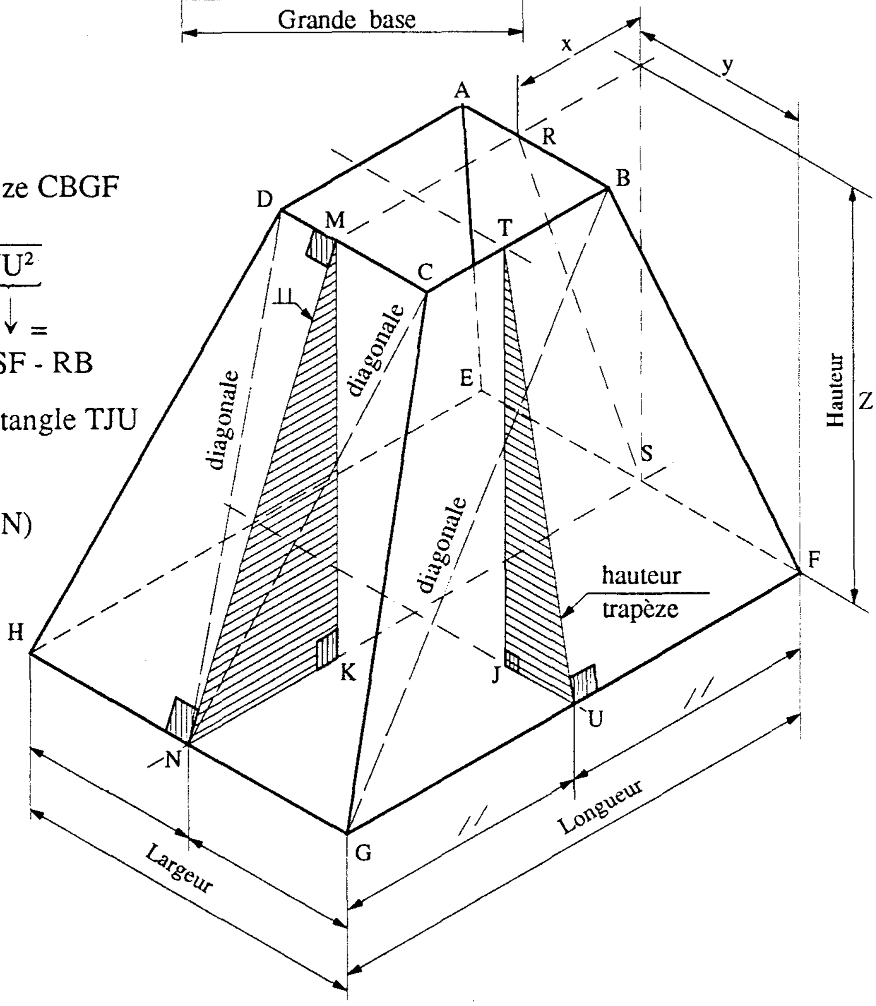
b) calcul de la ligne de jonction (MN)

Trapèze DCGH

$$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2}$$

(calcul identique à la hauteur)

En réalité c'est aussi une hauteur du trapèze



c) *Calcul de la longueur d'une arête*(CG)

P est la projection de C sur le plan horizontal

CG est l'hypoténuse du triangle rectangle CGP

$CG = \sqrt{\underbrace{CP^2}_{\text{hauteur}} + PG^2}$

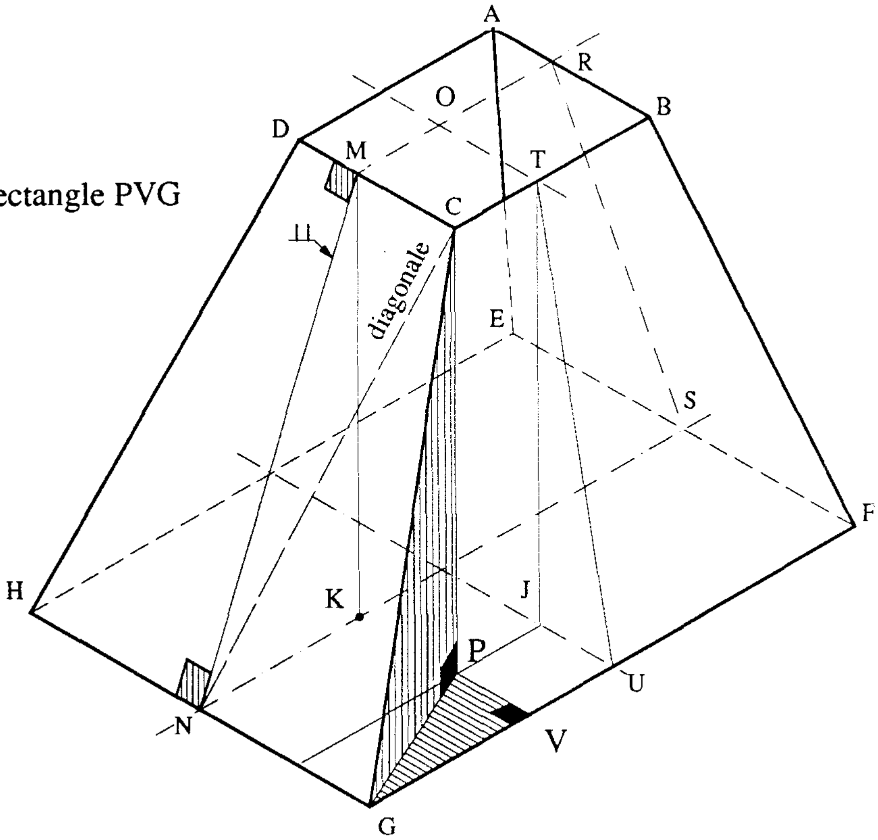
PG = hypoténuse du triangle rectangle PVG

$PG = \sqrt{PV^2 + GV^2}$

$PV = SF - RB$

$GV = GU - CT$

ou $CG = \sqrt{H^2 + NK^2 + JU^2}$



d) *Calcul de la diagonale NC* (elle fait partie du trapèze MCGN)

NC est l'hypoténuse du triangle rectangle NMC

$NC = \sqrt{MN^2 + MC^2}$

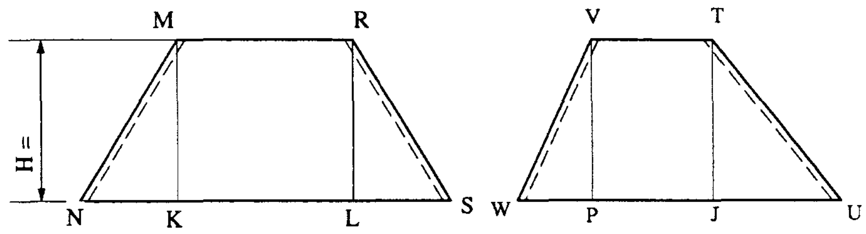
$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2}$ (voir paragraphe 3b) calcul de la hauteur du trapèze

MC = connu par construction

Pour ces calculs de cotes, il faut toujours rechercher un plan rectangulaire qui sert de référence. De là il reste à calculer l'hypoténuse d'un triangle rectangle. Cela est relativement facile dans ce type de solide, car l'on connaît la hauteur, les dimensions de la base et de la petite base, il reste à rechercher les déports.

Nota : Les troncs de pyramide peuvent également être développés de cette façon là, sans passer par le sommet.

Feuille de calcul

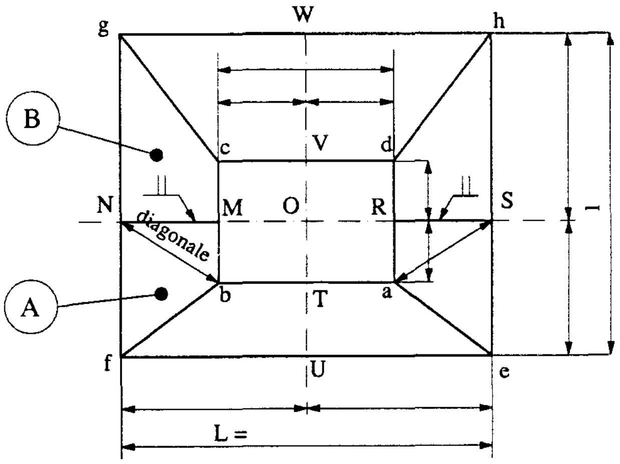


Dimensions du solide

Base { largeur l : ____________
Longueur L : ____________

Petite base { largeur l' : ____________
Longueur L' : ____________

Hauteur H : ____________



Demi-développement A

Calcul des cotes

1°) Trapèze : a b e f

ab = ____________

fe = ____________

calcul de la hauteur TU

$TU = \sqrt{TJ^2 + JU^2}$

TJ = H = ____________

JU = ____________

$TU = \sqrt{\quad}$ ____________

2°) Trapèze : b M N f Mb = ____________ Nf = ____________

ligne de jonction MN = $\sqrt{MK^2 + NK^2}$ = ____________

diagonale bn = $\sqrt{MN^2 + Mb}$ = ____________

3°) Trapèze : a R S e aR = ____________ Se = ____________

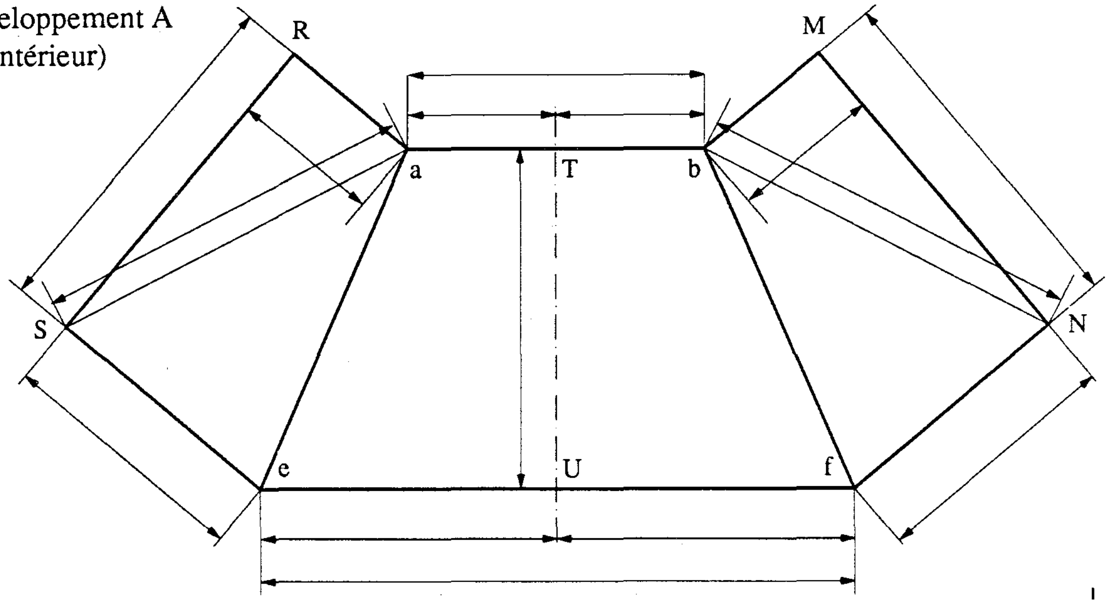
ligne de jonction RS = $\sqrt{RL^2 + LS^2}$ = ____________

Diagonale Sa = $\sqrt{RS^2 + Ra^2}$ = ____________

4°) Calcul des arêtes ae = ____________

bf = ____________

5 °) 1/2 Développement A
(tracé intérieur)



Feuille de calcul (suite)

Demi-développement B

1°) Trapèze c d h g

cd = ______________________ gh = ___________________________

calcul de la hauteur V W

$V W = \sqrt{VP^2 + WP^2}$ = ___________________________

V P = h = ___________________________

W P = ______________________________

$V W = \sqrt{\quad}$ ____________________ = ______________________

2°) Trapèze M c g h

M c = ______________________ Ng = ________________________

ligne de jonction M N = $\sqrt{NK^2 + MK^2} = \sqrt{\quad}$ __________

diagonale c N c N = $\sqrt{MN^2 + M c^2} = \sqrt{\quad}$ __________

3°) Trapèze R d h S

R d = ______________________ h S = ___________________________

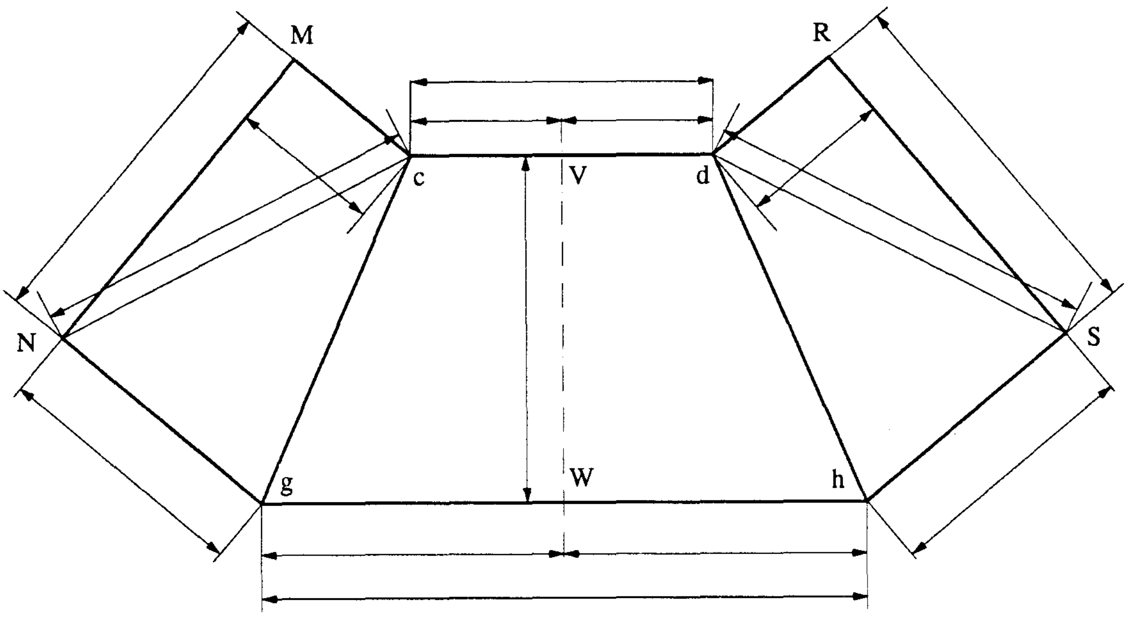
ligne de jonction RS = $\sqrt{RL^2 + L S^2} = \sqrt{\quad}$ ______________ = _________________

diagonale d S = $\sqrt{RS^2 + R d^2} = \sqrt{\quad}$ ______________

4°) Longueur des arêtes c g = ______________________

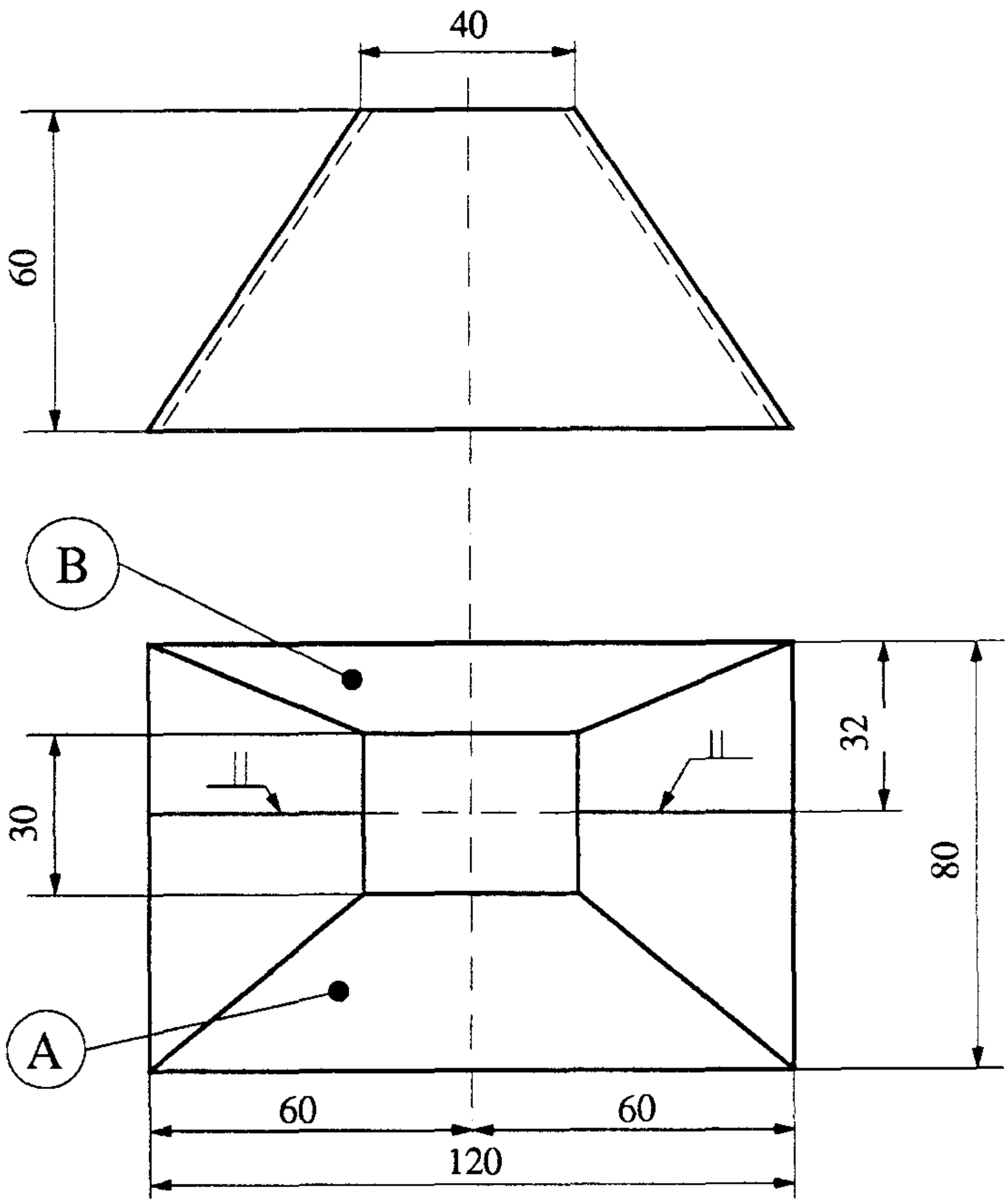
d h = ______________________

5°) 1/2 Développement B (tracé intérieur)

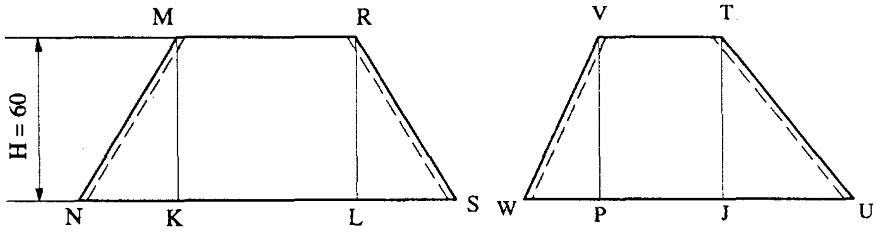


EXEMPLE

Calculer à l'aide de la feuille de calcul, le demi-développement A du solide en forme d'auge représenté ci-dessous.
Ne pas tenir compte de l'épaisseur.



Corrigé de l' exemple

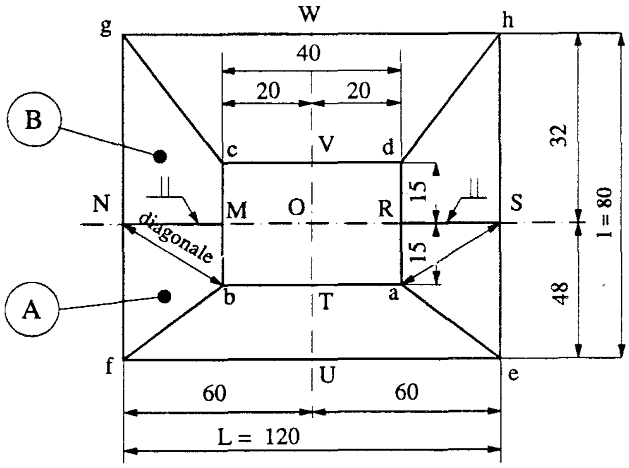


Dimensions du solide

Base { largeur l : 80
Longueur L : 120

Petite base { largeur l' : 30
Longueur L' : 40

Hauteur H : 60



Calcul des cotes

1°) Trapèze : a b e f

ab = 40

fe = 120

calcul de la hauteur TU

$TU = \sqrt{TJ^2 + JU^2}$

TJ = H = 60

JU = 48 - 15 = 33

$TU = \sqrt{60^2 + 33^2} = 68{,}47$

2°) Trapèze : b M N f Mb = 15 Nf = 48

$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2} = \sqrt{40^2 + 60^2} = 72{,}11$

$bN = \sqrt{MN^2 + Mb} = \sqrt{72{,}11^2 + 15^2} = 73{,}65$

3°) Trapèze : a R S e aR = 15 se = 48

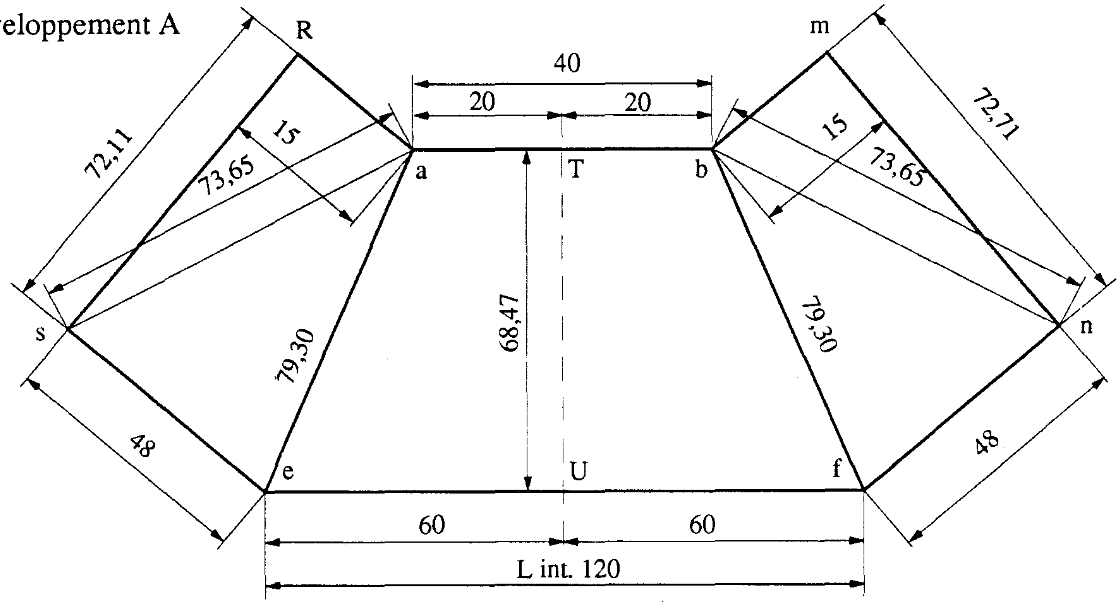
$RS = \sqrt{RL^2 + LS^2} = \sqrt{60^2 + 40^2} = 72{,}11$

$Sa = \sqrt{RS^2 + Ra^2} = \sqrt{72{,}11^2 + 15^2} = 73{,}65$

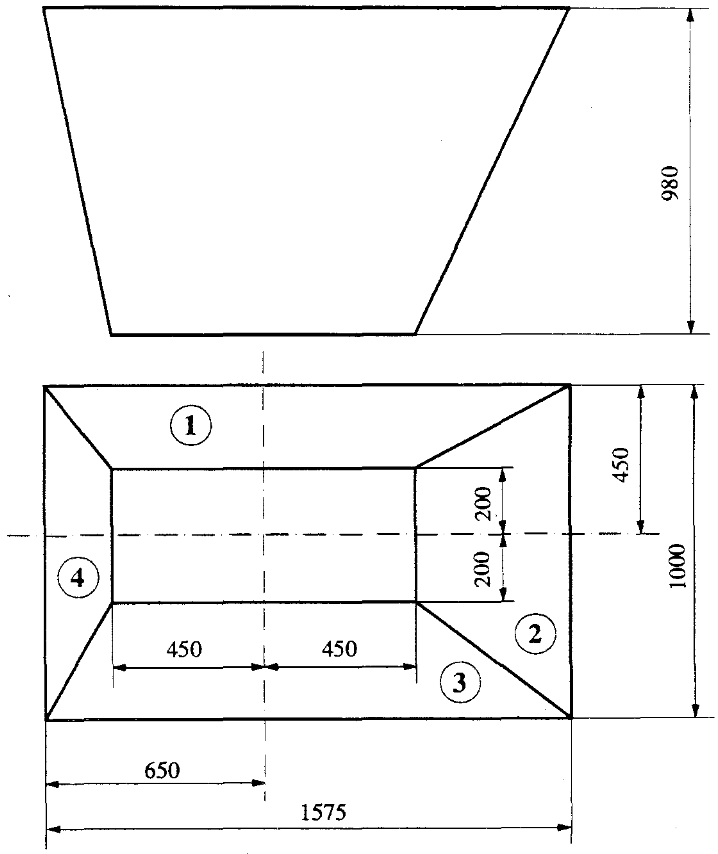
4°) Calcul des arêtes ae = $\sqrt{60^2 + 40^2 + 33^2} = 79{,}30$

bf = $\sqrt{60^2 + 40^2 + 33^2} = 79{,}30$

5°) 1/2Développement A



EXERCICE N° 1

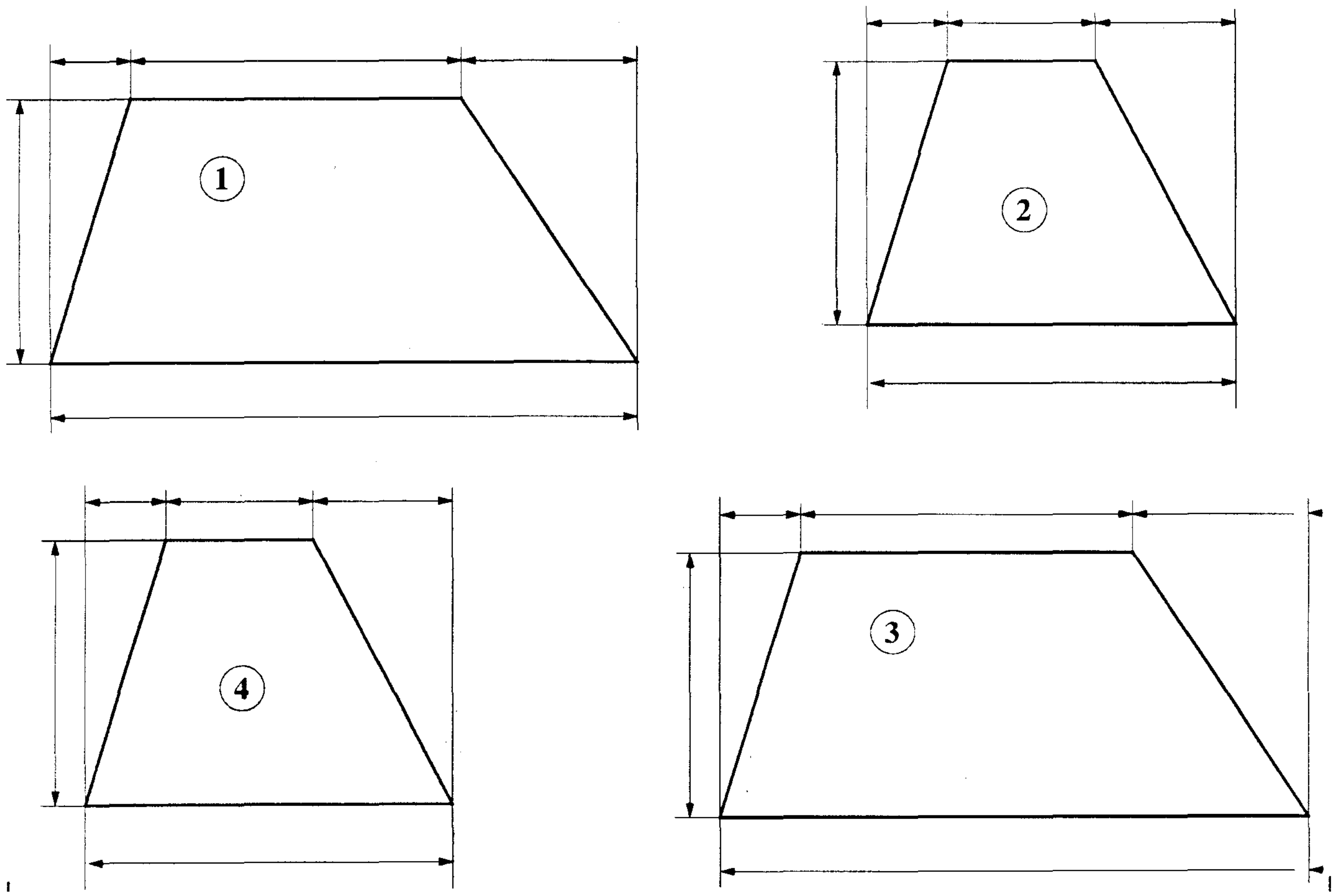


TREMIE

Cette trémie est constituée de 4 panneaux, lesquels sont assemblés entre eux par des soudures en angle extérieur.

TRAVAIL DEMANDE

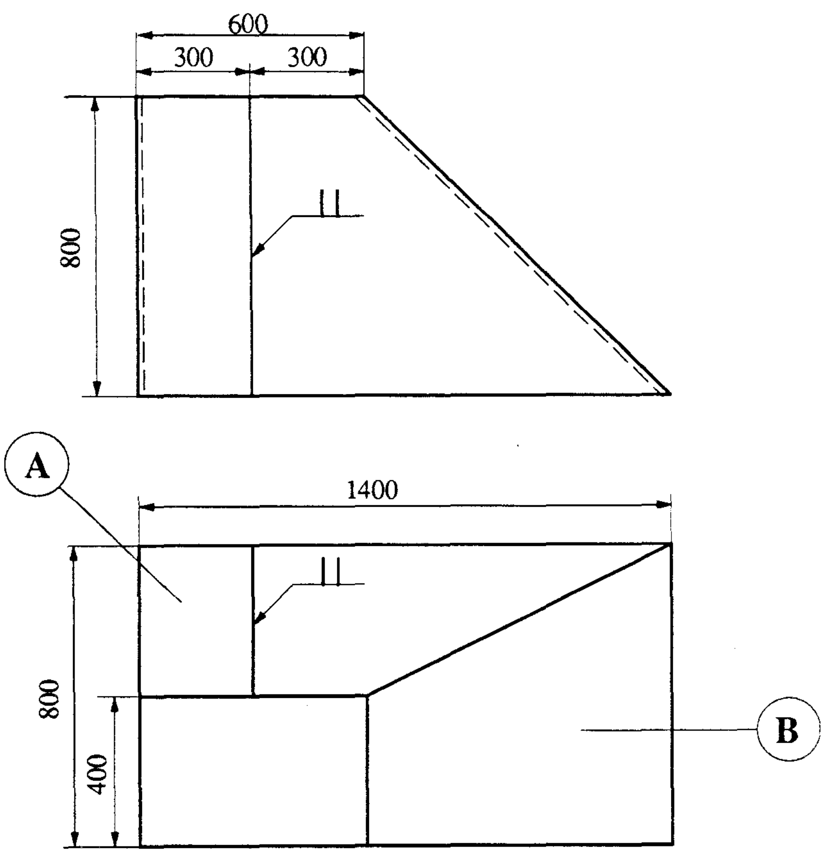
Calculer les cotes des 4 panneaux de la trémie et compléter la cotation des 4 panneaux développés.



EXERCICE N° 2

Calculer, à l'aide de la feuille de calcul, le demi-développement A et B du solide ci-contre.

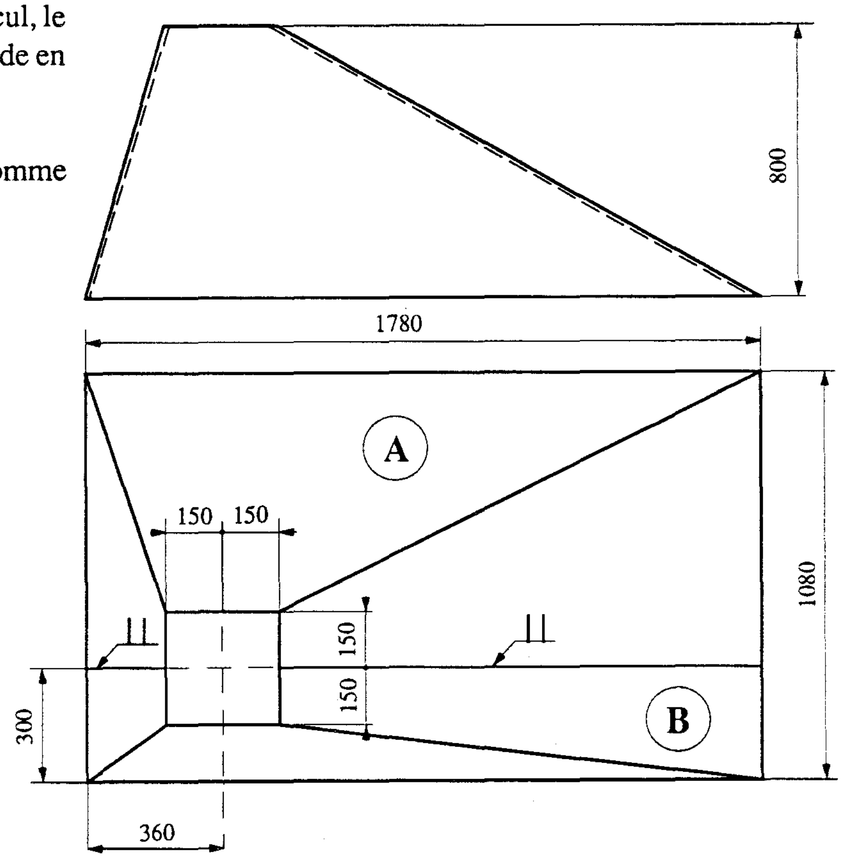
Ne pas tenir compte de l'épaisseur.



EXERCICE N°3

Calculer, à l'aide de la feuille de calcul, le demi-développement A et B du solide en forme d'auge ci-contre.

Considérez l'épaisseur de la tôle comme nulle



CORRIGE N° 1

1°) Repérage de l'épure et des panneaux

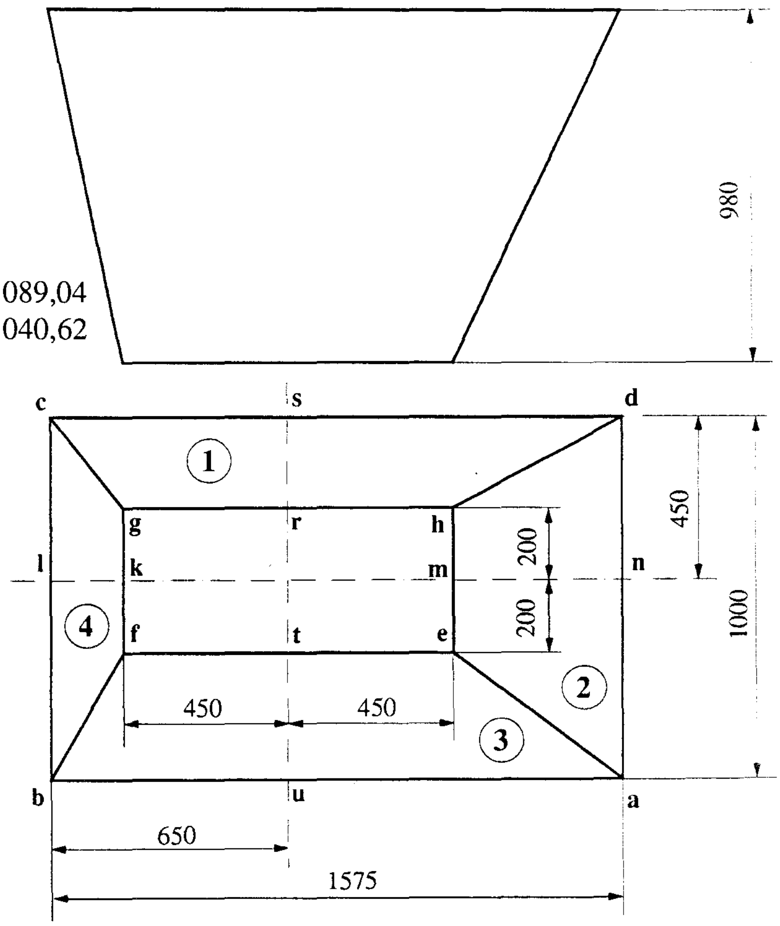
2°) Calcul des cotes :

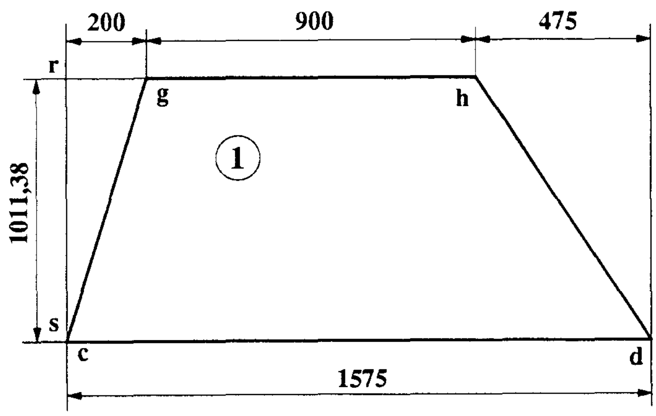
$rs = \sqrt{(450 - 200)^2 + 980^2} = 1011,38$

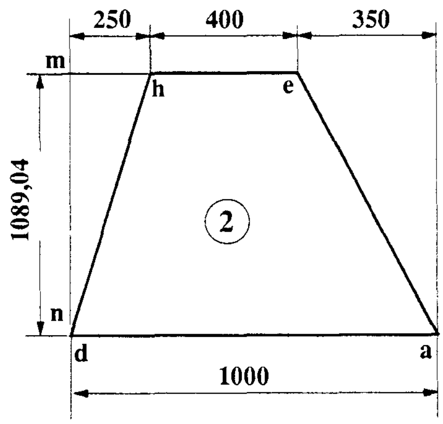
$mn = \sqrt{[1575 - (650 + 450)]^2 + 980^2} = 1089,04$

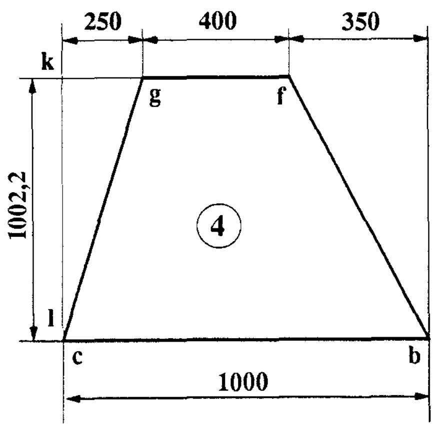
$tu = \sqrt{[1000 - (450 + 200)]^2 + 980^2} = 1040,62$

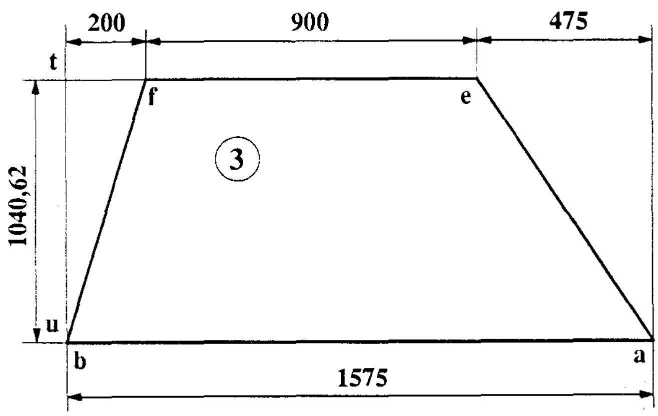
$kl = \sqrt{(650 - 450)^2 + 980^2} = 1000,2$





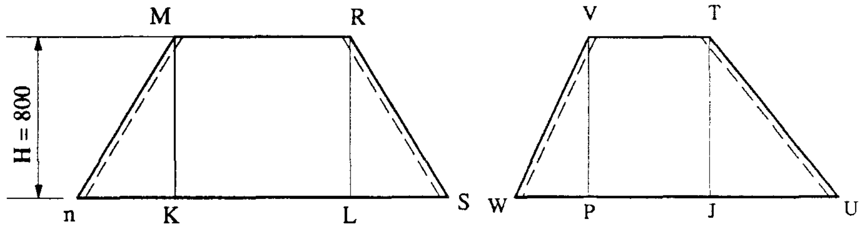


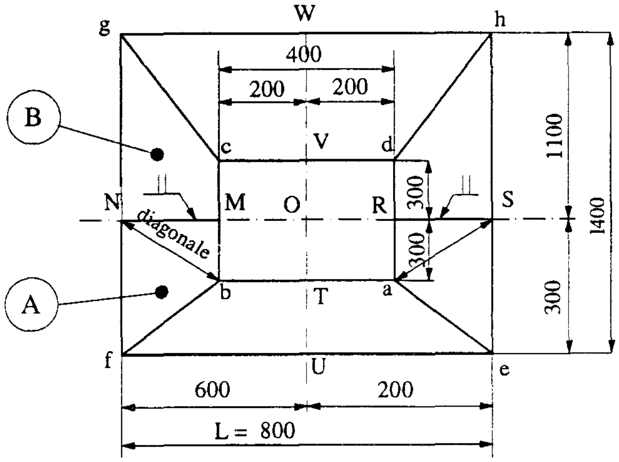




Corrigé de l'exercice n°2

Corrigé





Dimensions du solide

Base { largeur l : 1400
Longueur L : 800

Petite base { largeur l' : 600
Longueur L' : 400

Hauteur H : 800

DEMI-DEVELOPPEMENT A

Calcul des cotes

1°) Trapèze : a b e f

ab = 400

fe = 800

calcul de la hauteur TU

$TU = \sqrt{TJ^2 + JU^2}$

TJ = H = 800

JU = 0

$TU = \sqrt{800^2 + 0^2} = 800$

2°) Trapèze : b M N f Mb = 300 Nf = 300

$MN = \sqrt{MK^2 + NK^2} = \sqrt{400^2 + 800^2} = 894,42$

$bN = \sqrt{MN^2 + Mb} = \sqrt{894,42^2 + 300^2} = 943,39$

3°) Trapèze : a R S e aR = 300 Se = 300

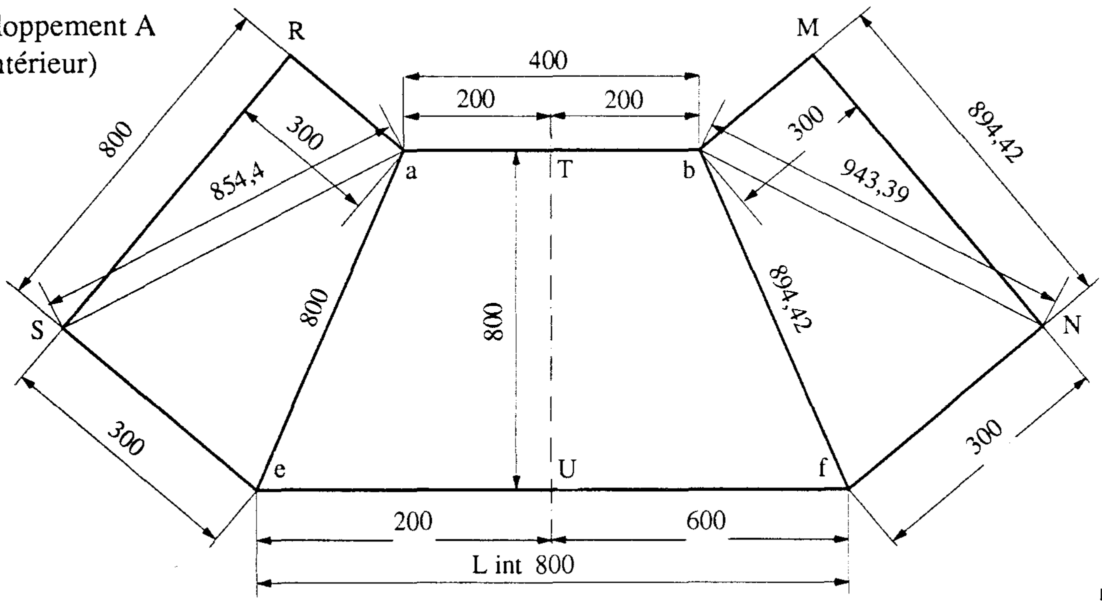
$RS = \sqrt{RL^2 + LS^2} = \sqrt{800^2 + 0} = 800$

$Sa = \sqrt{RS^2 + Ra^2} = \sqrt{800^2 + 300^2} = 854,40$

4°) Calcul des arêtes $ae = \sqrt{800^2 + 0^2 + 0^2} = 800$

$bf = \sqrt{800^2 + 400^2 + 0^2} = 894,42$

5°) 1/2Développement A
(tracé intérieur)



Demi-développement B

1°) Trapèze c d h g

cd = 400 gh = 800

calcul de la hauteur v w

$v\,w = \sqrt{vp^2 + wp^2} =$ ____________

$v\,p = h = 800$

$w\,p = 1100 - 300 = 800$

$v\,w = \sqrt{800^2 + 800^2} = 1137{,}37$

2°) Trapèze m c g h

m c = 300 ng = 1100

ligne de jonction m n $= \sqrt{nk^2 + mk^2} = \sqrt{800^2 + 400^2} = 894{,}42$

diagonale c n $\quad c\,n = \sqrt{mn^2 + m\,c^2} = \sqrt{894{,}42^2 + 300^2} = 943{,}39$

3°) Trapèze r d h s

r d = 300 h s = 1100

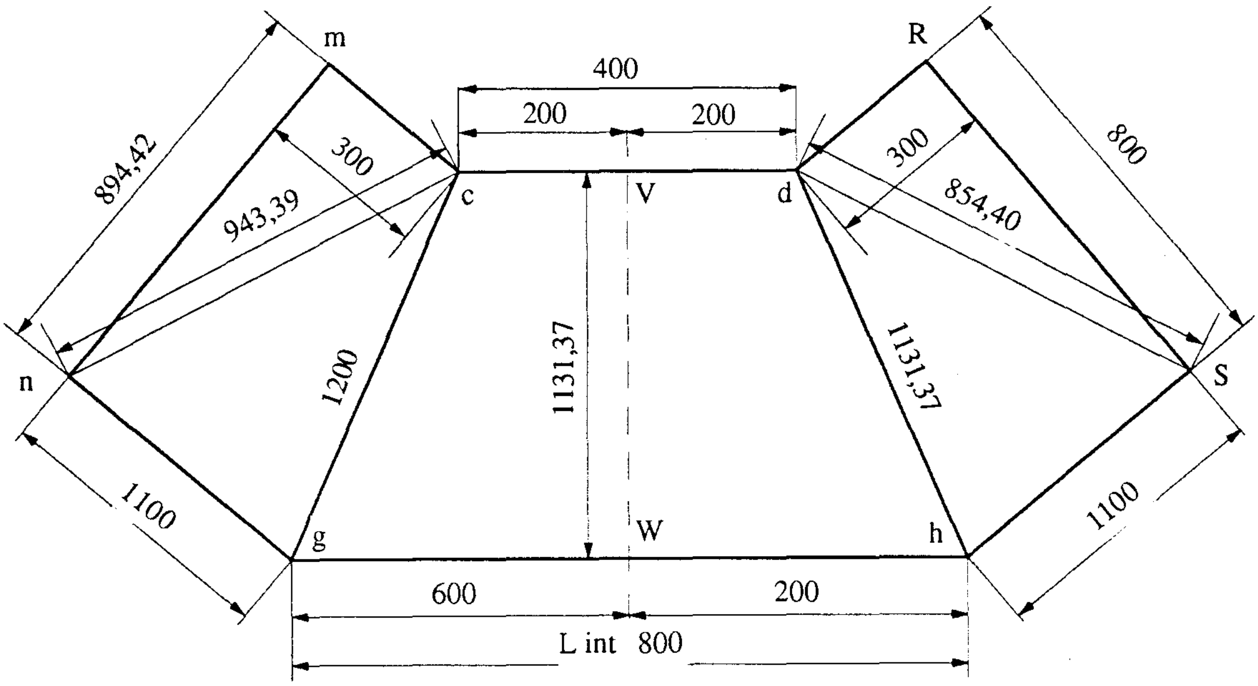
ligne de jonction $r\,s = \sqrt{rL^2 + L\,s^2} = \sqrt{800^2 + 0} = 800$

diagonale $d\,s = \sqrt{rs^2 + r\,d^2} = \sqrt{800^2 + 300^2} = 854{,}40$

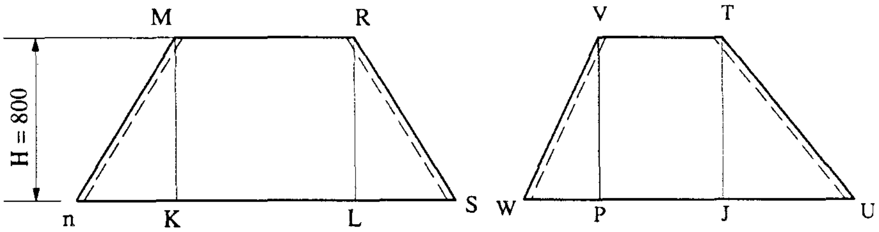
4°) Longueur des arêtes $\quad c\,g = \sqrt{800^2 + 400^2 + 800^2} = 1200$

$d\,h = \sqrt{800^2 + 0^2 + 800} = 1131{,}37$

5°) 1/2 Développement B (tracé intérieur)



Corrigé de l'exercice n°3

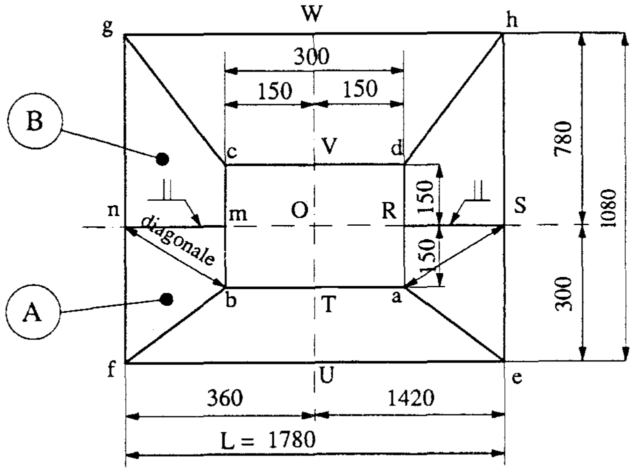


Dimensions du solide

Base { largeur l : 1080
Longueur L : 1780

Petite base { largeur l' : 300
Longueur L' : 300

Hauteur H : 800



Demi-développement A

Calcul des cotes

1°) Trapèze : a b e f

ab = 300

fe = 1780

calcul de la hauteur TU

$TU = \sqrt{TJ^2 + JU^2}$

TJ = H = 800

JU = 300 - 150 = 150

$TU = \sqrt{800^2 + 150^2} = 813{,}94$

2°) Trapèze : b m n f   mb = 150   nf = 300

$mn = \sqrt{mk^2 + nk^2} = \sqrt{210^2 + 800^2} = 827{,}10$

$bn = \sqrt{mn^2 + mb} = \sqrt{827{,}10^2 + 150^2} = 840{,}59$

3°) Trapèze : a r s e   ar = 150   se = 300

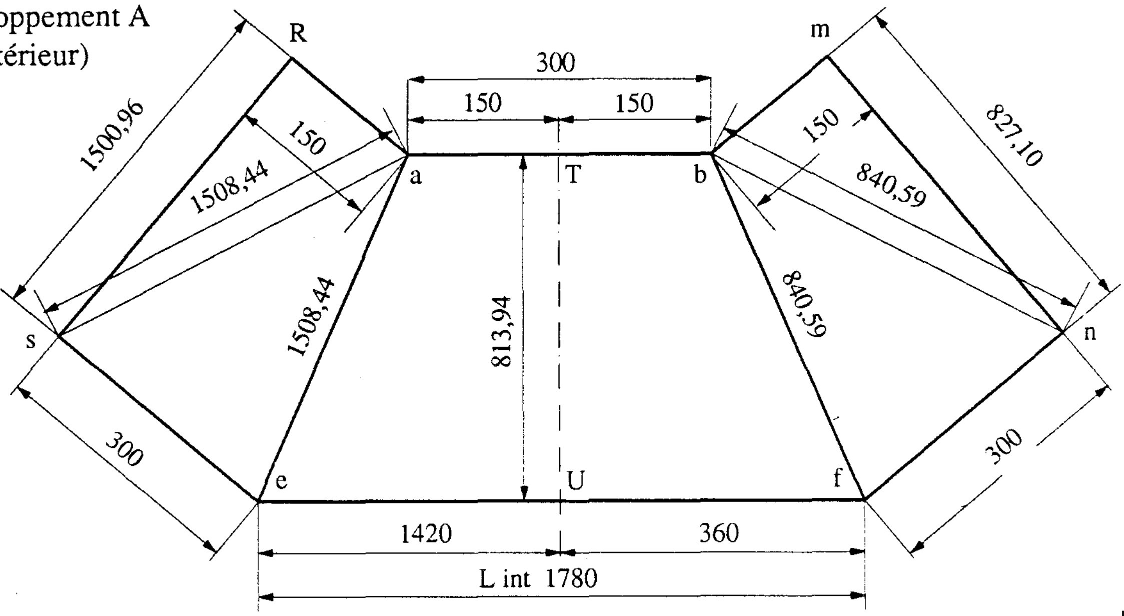
$rs = \sqrt{rL^2 + Ls^2} = \sqrt{800^2 + 1270^2} = 1500{,}96$

$sa = \sqrt{rs^2 + ra^2} = \sqrt{1500{,}9^2 + 150^2} = 1508{,}44$

4°) Calcul des arêtes $ae = \sqrt{800^2 + 1270^2 + 150^2} = 1508{,}44$

$bf = \sqrt{800^2 + 210^2 + 150^2} = 840{,}59$

5°) 1/2Développement A
(tracé intérieur)



Demi-développement B

1°) Trapèze c d h g

cd = 300 gh = 1780

calcul de la hauteur v w

$v\,w = \sqrt{vp^2 + wp^2} =$

$v\,p = h = 800$

$w\,p = 780 - 150 = 630$

$v\,w = \sqrt{800^2 + 630^2} = 1018{,}28$

2°) Trapèze m c g h

m c = 150 ng = 780

ligne de jonction m n $= \sqrt{nk^2 + mk^2} = \sqrt{800^2 + 210^2} = 827{,}10$

diagonale c n $\quad c\,n = \sqrt{mn^2 + m\,c^2} = \sqrt{827{,}10^2 + 150^2} = 840{,}59$

3°) Trapèze r d h s

r d = 150 h s = 780

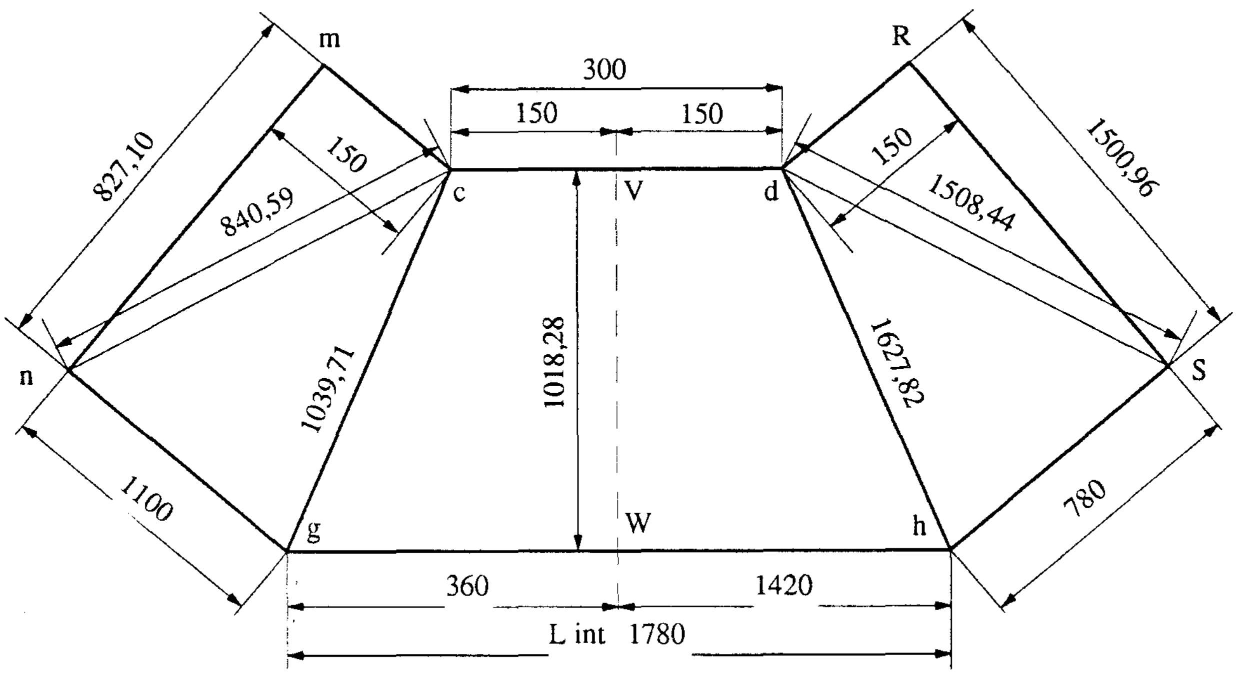
ligne de jonction $r\,s = \sqrt{rL^2 + L\,s^2} = \sqrt{800^2 + 1270^2} = 1500{,}96$

diagonale $d\,s = \sqrt{rs^2 + r\,d^2} = \sqrt{1500{,}96^2 + 150^2} = 1508{,}44$

4°) Longueur des arêtes $\quad c\,g = \sqrt{800^2 + 210^2 + 630^2} = 1039{,}71$

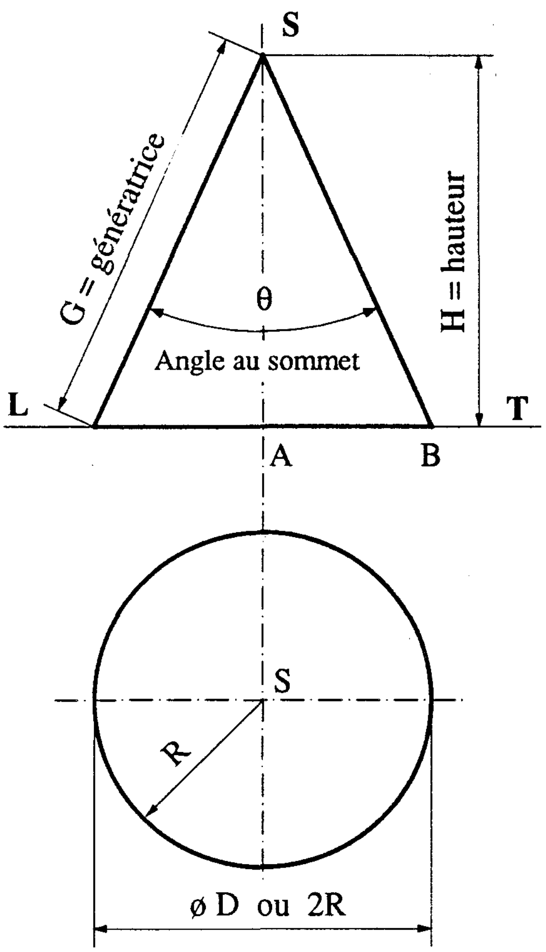
$d\,h = \sqrt{800^2 + 1270^2 + 630} = 1627{,}82$

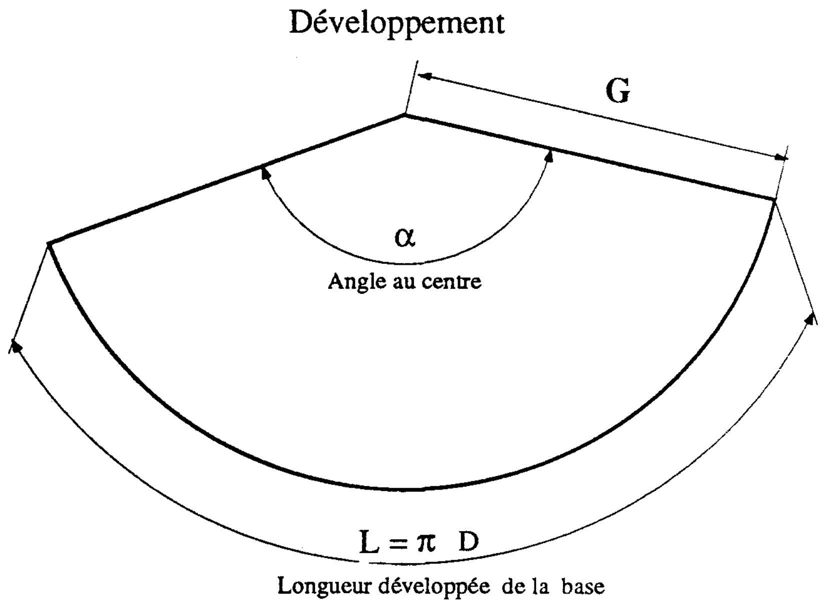
5°) 1/2 Développement B (tracé intérieur)



CÔNE DROIT DE RÉVOLUTION

1- DEFINITION





Pour tracer un cône droit de révolution, il faut connaitre :

- la base : c' est-à-dire le diamètre Ø = D ou 2R
- la hauteur H
- l' épaisseur de la tôle : ép.

Si je ne connais pas la hauteur, je dois connaitre l' angle au sommet θ:

dans ce cas $H = \dfrac{R}{Tg\ \theta/2}$

Démonstration : Considérons le triangle rectangle A S B (sur l' épure)

$\dfrac{AB}{AS} = Tg\ \theta/2$ ========> $AB = R$, $AS = H$ ou $H = AS = \dfrac{R}{Tg\ \theta/2}$

2 - CALCUL DE LA LONGUEUR DE LA GÉNÉRATRICE G

Considérons toujours le triangle rectangle A S B

$G = SB = \sqrt{SA^2 + AB^2}$ d' après le théorème de Pythagore

$SA = H$ $AB = R$

donc $G = \sqrt{H^2 + R^2}$

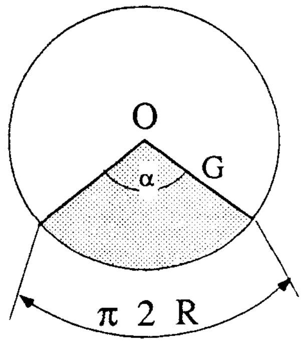
3 - ANGLE AU CENTRE (du développement)

$$\boxed{\alpha = \frac{360 \times R}{G}}$$

Démonstration :

Soit la longueur développée de la base du cône : $\mathbf{L = \pi\ D}$ ou $\mathbf{2\ \pi\ R}$

Si je reporte cette longueur sur le développement, elle est égale à :



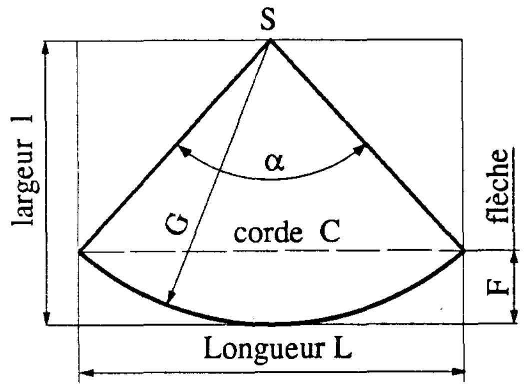
Longueur développée totale $\mathbf{2\ \pi\ G\ x\ \frac{\alpha}{360}}$ angle du développement

Je peux donc écrire l' égalité : $\mathbf{2 \pi R = 2 \pi G \times \frac{\alpha}{360}}$

Simplifions : $\cancel{2\pi} R = \cancel{2\pi} G \times \frac{\alpha}{360}$ ===> $R = \frac{G \times \alpha}{360}$

soit $\boxed{\alpha = \frac{360 \times R}{G}}$

4 - DEVELOPPEMENT ET MISE EN TOLE



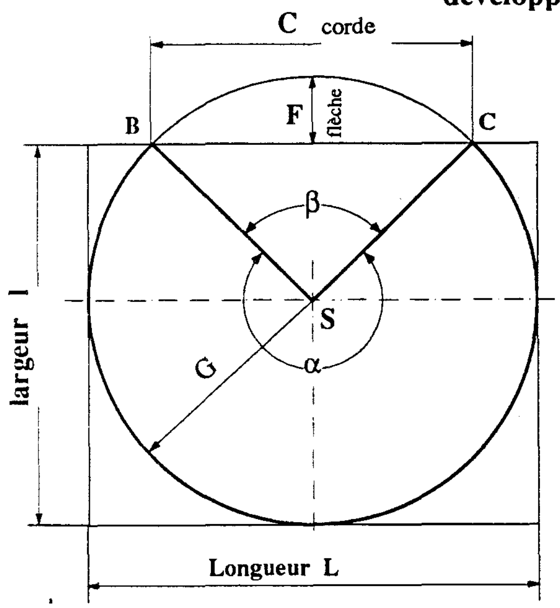
largeur **l** : c' est la génératrice **G**
Longueur **L** : c' est la corde du développement

$\mathbf{L = 2\ G \times \sin \frac{\alpha}{2}}$ (Calcul de la corde)

Longueur **F** : c' est la flèche

$\mathbf{F = G\ (\ 1 - \cos \frac{\alpha}{2}\ )}$ c' est le calcul de la flèche

développement si l' angle au centre α est > à 180°



Longueur **L** : c' est 2 fois la génératrice G
L = 2G

largeur **l** = 2 G - F

F est la flèche de l' ouverture du développement

$F = R\ (\ 1 - \cos \frac{\beta}{2})$ ou $\beta = 360° - \alpha$

$R = G$ donc $l = 2\,G - G\ (\ 1 - \cos \frac{\beta}{2}\ )$
$\mathbf{l = G - G \cos \frac{\beta}{2}}$

Corde C

$C = 2\,R \times \sin \frac{\beta}{2}$ comme $R = G$

$\mathbf{C = 2\,G \times \sin \frac{\beta}{2}}$

NOTA : Voir feuille de calcul f° 6/10 conçue pour ce type de calcul

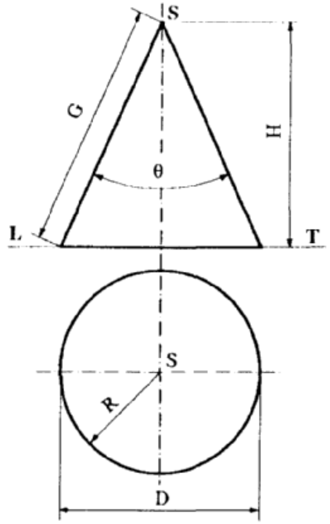
6 - FEUILLE DE CALCUL

CÔNE DROIT DE RÉVOLUTION

Séqence SF/Tcal. n°: ....
ou Phase PI/Tcal. n°: ....
Exercice N° : ....

Nom : ______________________

Prénom : ______________________



DONNÉES DU CÔNE

Diamètre extérieur de la base D ext. : ______________________

Diamètre fibre neutre de la base D fn. : ______________________

Hauteur total ou extérieur Ht ou Hext. : ______________________

Angle au sommet θ : ______________________

Epaisseur de la tôle ép : ______________________

CALCUL DES PARAMÈTRES

Réaliser les calculs à la fibre neutre

$\text{Tg } \theta/2 = \dfrac{R \text{ ext}}{H \text{ ext}}$

* Selon l' épaisseur de la tôle

* hauteur Hfn $= \dfrac{R \text{ fn}}{\text{Tg } \theta/2} =$

* hauteur Hfn = Hc = Ht $- \dfrac{\text{ép.}}{2 \sin \theta/2} - \dfrac{\text{ép.x} \sin \theta/2}{2} =$

H fn =

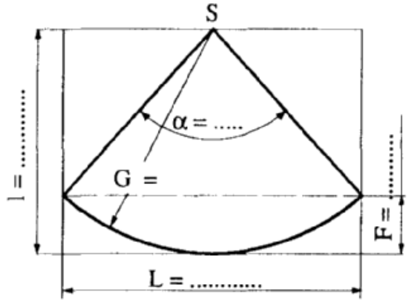
Longueur de la génératrice Gfn $= \sqrt{H^2_{fn} + R^2_{fn}} =$

Gfn =

Valeur de l' angle au centre du développement $\alpha = \dfrac{360 \text{ x Rfn}}{\text{Gfn}}$

α =

DÉFINITION DU DÉVELOPPEMENT



a) Développement si l' angle au centre α est < à 180°

Calcul des dimensions du rectangle capable de contenir le développement :

largeur **l** = G =

l =

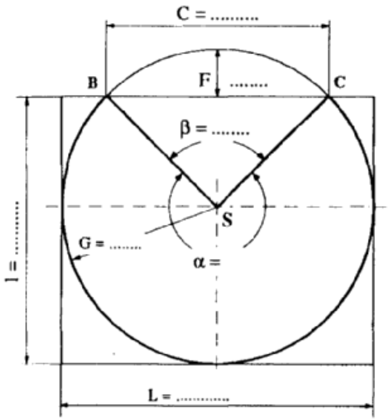
longueur **L** = corde C = $2G \sin \dfrac{\alpha}{2} =$

L =

Pour vérification

Longueur développée de la base: L = π x D fn = ______________________

Flèche $F = G\,(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2}) =$ ______________________



b) Développement si l' angle au centre α est > à 180°

Calcul des dimensions du rectangle capable de contenir le développement :

largeur **l** = 2G - F

$F = G\,(1 - \cos\dfrac{\beta}{2}) = G\,(1 - \cos\dfrac{360 - \alpha}{2}) =$ ______________________

largeur **l** = 2G - F = ______________________

l =

longueur **L** = 2G = ______________________

L =

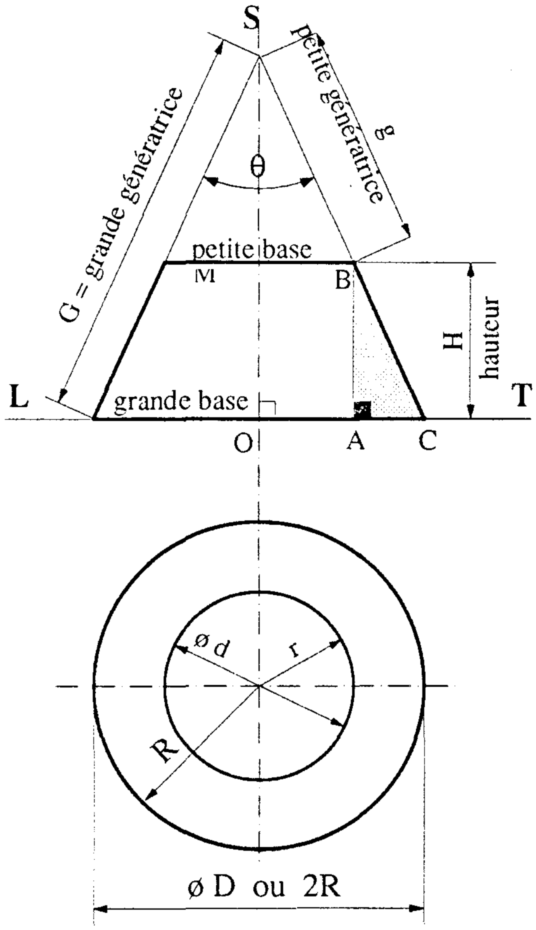
Pour vérification

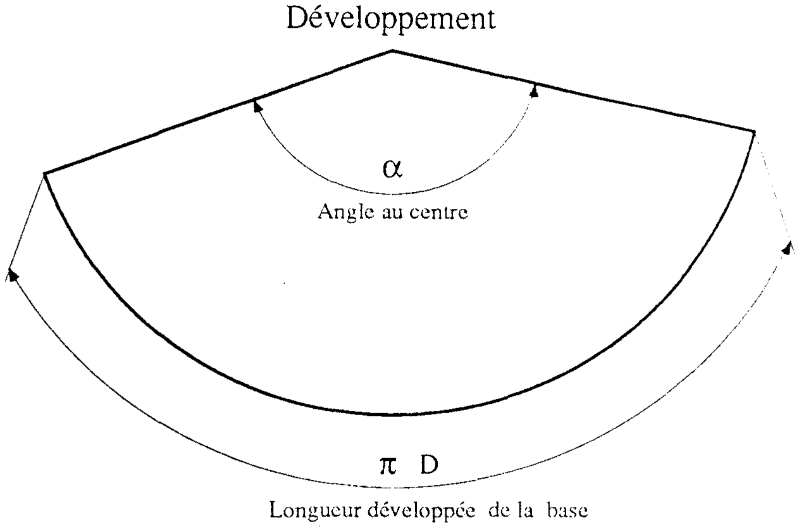
Longueur développée : L = π x D fn = ______________________

Corde $C = 2G \sin\dfrac{\beta}{2} =$ ______________________

TRONC DE CÔNE DE RÉVOLUTION

1 - DÉFINITIONS





Pour tracer ou calculer le développement d' un tronc de cône de révolution, il faut connaitre :

- la grande base : Ø = D ou 2R
- la petite base : Ø = d ou 2r
- la hauteur entre les bases : H
- l' épaisseur de la tôle : ép.

2 - DÉMONSTRATION DES CALCULS :

Avec ces données, pour effectuer les calculs, je dois rechercher :

1°) La valeur du segment AC: AC est la différence entre les rayons ou la différence des diamètres divisé par 2 $AC = \frac{D - d}{2}$

2°) La longueur de la génératrice B C : $BC = \sqrt{AC^2 + H^2}$

BC est l' hypothénuse du triangle rectangle A B C
En appliquant le théorème de Pythagore j' ai la relation $BC = \sqrt{AC^2 + AB^2}$ ou AB = H

3°) La longueur de la génératrice G
Considérons les 2 triangles O S C et A B C, ils sont semblables car
$\hat{O} = \hat{A}$ perpendiculaire par construction
$\hat{C} = \hat{C}$ identique
Je peux écrire la relation : $\frac{BC}{SC} = \frac{AC}{OC}$ ou OC = R et SC = G

En faisant le produit des moyens et des extrêmes j'obtiens la relation

$\frac{BC}{SC} = \frac{AC}{OC}$ --------> G x AC = BC x R ou $G = \frac{BC \times R}{AC}$

4°) La longueur de la petite génératrice **g**

Considérons les 2 triangles : O S C et M S B , ils sont semblables car :

$\hat{S} = \hat{S}$ identique

$\hat{O} = \hat{M}$ perpendiculaire et par construction

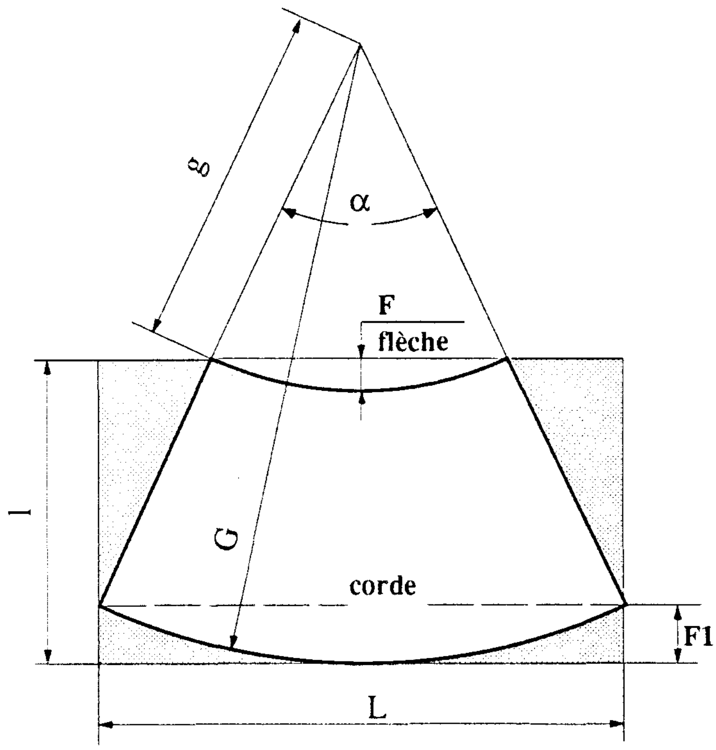
Je peux écrire la relation suivante : $\dfrac{SB}{SC} = \dfrac{MB}{OC}$ ou $SB = g$, $MB = r$, $SC = G$, $OC = R$

soit : $\dfrac{g}{G} = \dfrac{r}{R}$ en faisant le produit des moyens et des extrêmes j' obtiens :

$g \times R = G \times r$ -------> $g = \dfrac{G \times r}{R}$

3 - L' ANGLE AU CENTRE DU DÉVELOPPEMENT : VOIR PHASE PI/TCAL.1000

4 - DÉVELOPPEMENT ET SON RECTANGLE CAPABLE



a) **longueur L** : elle est égale à la corde soit :

$$\mathbf{L = 2\,R \times \sin \frac{\alpha}{2}} \qquad \text{ou } R = G$$

b) **largeur l :** elle est égale à la longueur de la génératrice G moins la longueur de la petite génératrice g , mais il faut rajouter la valeur de la flèche F :

$$l = (G - g) + F \quad \text{ou} \quad (G + F) - g$$

$$\text{et } F = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) \quad \text{ou} \quad R = g$$

$$F = g\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$l = G + g - g\cos\frac{\alpha}{2} - g$$

$$\mathbf{l = G - g\cos\frac{\alpha}{2}}$$

c) **flèche F1** : $F1 = R\left(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2}\right)$

ou $R = G$ soit $\mathbf{F1 = G\left(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2}\right)}$

ATTENTION : Lorsque la longueur G est plus petite que le diamètre D, l' angle au centre du développement est supérieur à 180°. Pour calculer la flèche F et la corde C, il ne faut pas prendre l' angle α mais son complément β (beta) : c'est-à dire 360° - α

6 - FEUILLE DE CALCUL

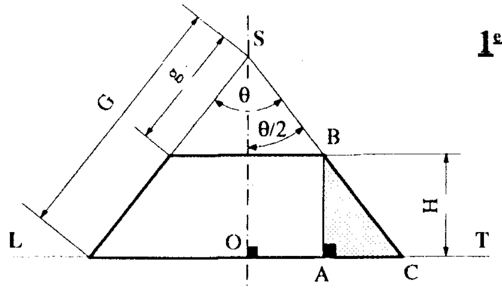
TRONC DE CÔNE DE RÉVOLUTION

Séqence SF/Tcal. n°: ....
ou Phase PI/Tcal. n°: ....
Exercice N° :

Nom : ______________________

Prénom : ______________________

1er cas : *La génératrice G est plus petite que le diamètre D (G < D)*



DONNÉES DU TRONC DE CÔNE

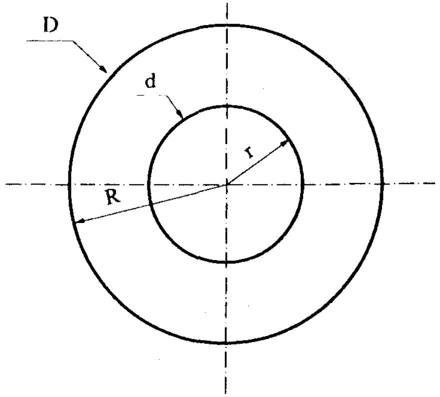
Diamètre ext. de la grande base Dext. : ______________

Diamètre fibre neutre de la grande base D fn. : ______________

Diamètre fibre neutre de la petite base d fn. : ______________

Hauteur entre les bases Ht. ou Hext. : ______________

Epaisseur de la tôle ép .... : ______________



CALCUL DES PARAMÈTRES

Réaliser les calculs à la fibre neutre

$Tg\ \theta/2 = \dfrac{Rext}{Hext} =$ ===> Angle au sommet $\theta =$

Hint = Ht - (ép. x sin θ/2) = ______________

Longueur du rayon Rfn = $\dfrac{Dfn}{2}$ = ________

Longueur du rayon rfn = $\dfrac{dfn}{2}$ = ________ =

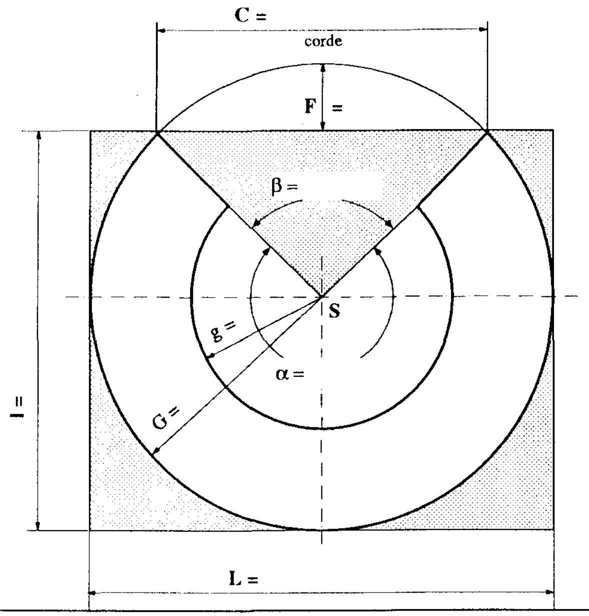
Longueur de AC int = R int - r int = ______________

Longueur de BC $= \sqrt{AC^2 + H^2} = \sqrt{\quad}$ = ______________

Longueur de la génératrice : Gfn = SC = $\dfrac{R \times BC}{AC}$ = ______________ = **G fn=**

Longueur de la génératrice gfn : on a $\dfrac{g}{G} = \dfrac{r}{R}$ d'ou $g = \dfrac{G \times r}{R}$ = ______________ **g fn =**

Valeur de l' angle au centre du développement : $\alpha = \dfrac{360 \times R}{G}$ = ______________ α =



DÉFINITION DU DÉVELOPPEMENT : Dans ce cas l' angle au centre α est > à 180°

Calcul des dimensions du rectangle capable de contenir le développement :

Valeur de l' angle β = 360° - α = ______________

Calcul de la flèche $F = G\,(1 - \cos \dfrac{\beta}{2}) =$ ______________

largeur l = 2 G - F = ______________ **l =**

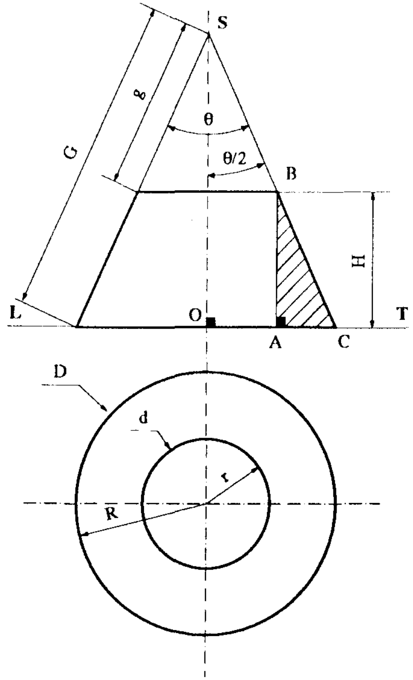
longueur L = 2 G = ______________ **L =**

Pour vérification

Longueur développée : l = π x d fn = ______________
L = π x D fn = ______________

Corde $C = 2\,G \sin \dfrac{\beta}{2}$ = ______________

7 - FEUILLE DE CALCUL



TRONC DE CÔNE DE RÉVOLUTION

Séqence SF/Tcal. n°: ....
ou Phase PI/Tcal. n°: ....
Exercice N° :
Nom :
Prénom :

2[ème] cas : *La génératrice G est plus grande que le diamètre D (G > D)*

DONNÉES DU TRONC DE CÔNE

Diamètre ext. de la grande base Dext. : ______

Diamètre fibre neutre de la grande base D fn. : ______

Diamètre fibre neutre de la petite base d fn. : ______

Hauteur entre les bases Ht. ou Hext. : ______

Epaisseur de la tôle ép .... : ______

CALCUL DES PARAMÈTRES

Réaliser les calculs à la fibre neutre

$\mathrm{Tg}\ \theta/2 = \dfrac{Rext}{Hext} =$ ===> Angle au sommet $\theta =$

Hint = Ht - (ép. x sin θ/2) = ______

Longueur du rayon Rfn $= \dfrac{Dfn}{2} =$ ______

Longueur du rayon rfn $= \dfrac{dfn}{2} =$ ______ =

Longueur de AC int = R int - r int =

Longueur de BC $= \sqrt{AC^2 + Ht^2} = \sqrt{\quad}$ =

Longueur de la génératrice : Gfn = SC $= \dfrac{R \times BC}{AC} =$ ______ = **G fn =**

Longueur de la génératrice gfn : on a $\dfrac{g}{G} = \dfrac{r}{R}$ d'ou $g = \dfrac{G \times r}{R} =$ ______ **g fn =**

Valeur de l' angle au centre du développement : $\alpha = \dfrac{360 \times R}{G} =$ ______ $\alpha =$

DÉFINITION DU DÉVELOPPEMENT : Dans ce cas l' angle au centre α est < à 180°

Calcul des dimensions du rectangle capable de contenir le développement :

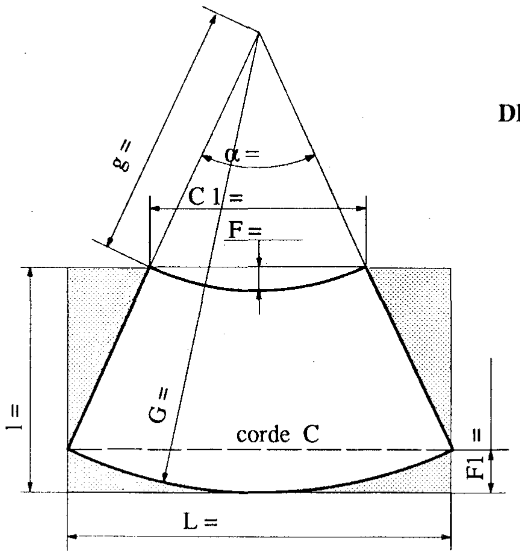
largeur l = (G - g) + F

Calcul de la flèche $F = R\,(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2})$ ===> $F = g\,(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2}) =$ ______

l = G - g + F = ______ **l =**

longueur L (ou corde C)

$L = 2G \times \sin\dfrac{\alpha}{2} =$ ______ **L =**



VÉRIFICATION Longueur développée : l = π x d fn = ______

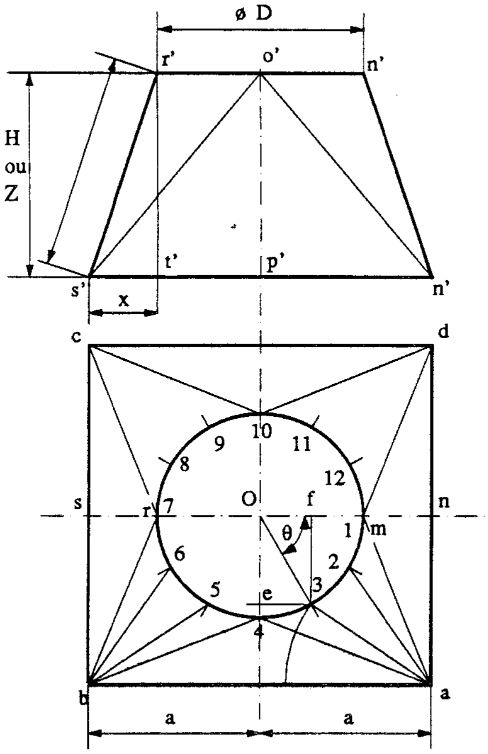
L = π x D fn = ______

Flèche $F1 = G\,(1 - \cos\dfrac{\alpha}{2}) =$ ______

Corde $C\,1 = 2\,g \sin\dfrac{\alpha}{2} =$ ______

LA MITRE

1- DEVELOPPEMENT PAR LE CALCUL



1°) Divisons la partie supérieure (cercle) par un système régulier de génératrices (12 - 16 - 24)

2°) Calculons la hauteur "mn, rs" en VG du triangle ou des lignes de jonction (qui sont identiques).

$mn = \sqrt{x^2 + z^2}$ (hypoténus du triangle rectangle r' t' s')

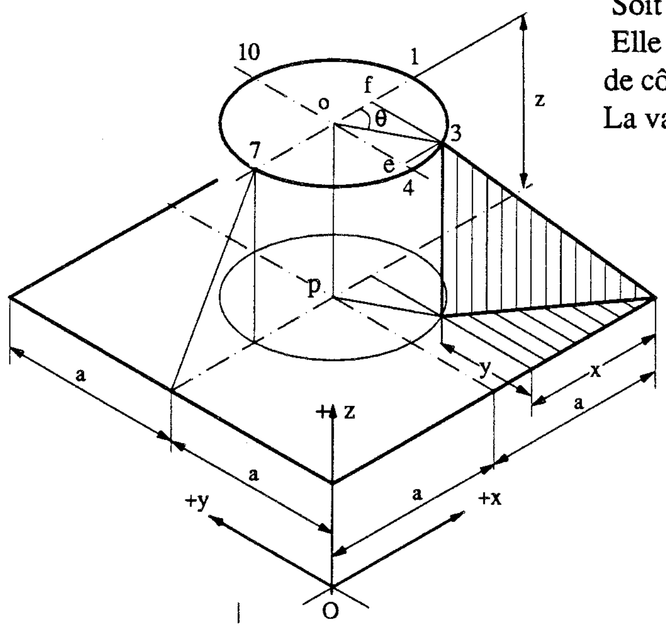
z = H = hauteur = valeur connue

x = il est donc nécessaire de rechercher x

$$x = \frac{a\ b}{2} - \frac{D}{2} \quad \rightarrow \quad a - r$$

$$\mathbf{mn = \sqrt{(a - r)^2 + H^2}}$$

3°) Calcul d'une génératrice en VG



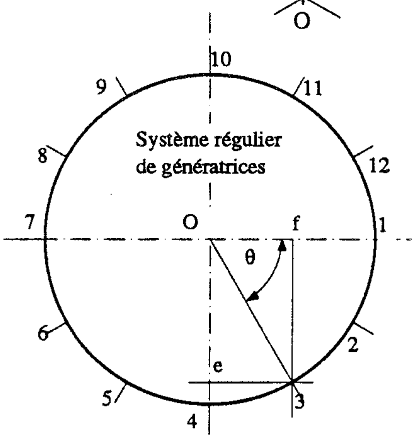
Soit à calculer la génératrice A3.
Elle est la diagonale d'un parallépipède rectangle de côté x, y,z.
La valeur de la génératrice est égale à :

$$A3 = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

ou z = H
ou x = a - (le segment 3 e)
et 3 e = of = r x cos θ
(triangle rectangle o f 3)
θ est l'angle que fait la génératrice depuis l'origine (génératrice 1)

Donc x = a - (r x cos θ)

ou y = a - (le segment 3 f)
et 3f = r x sin θ
(triangle rectangle o f 3)



La génératrice est donc égale à :

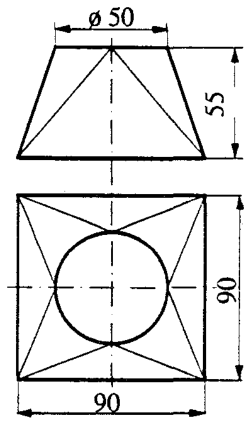
$$\mathbf{G = \sqrt{[a - (r \times \cos\theta)]^2 + [a - (r \times \sin\theta)]^2 + H^2}}$$

Nota : comme la mitre est symétrique par ses deux axes, le quart du calcul est suffisant car après il se répète.

2- APPLICATION

Exemple :

Définir par le calcul la mitre représentée par le croquis ci-contre.



1°) Calculons la hauteur mn du triangle de base du développement (ou ligne de jonction)

$mn = \sqrt{(a - r)^2 + H^2}$

Maintenant, il s'agit de donner des valeurs aux lettres

$a = \dfrac{90}{2} = 45$

$r = D/2 \rightarrow 50/2 = 25$ et $H = 55$

$mn = \sqrt{(45 - 25)^2 + 55^2} = 58{,}52$

2°) Calculons les longueurs des génératrices (nous optons pour un système à 12 génératrice)

Génératrice A1, $\theta = \theta°$

$$\begin{cases} A1 = \sqrt{[a - (r \times \cos\theta)]^2 - + [a - (r \times \sin\theta)]^2 + H^2} \\ A1 = \sqrt{[45 - (25 \times 1)]^2 + [45 - (25 \times O)]^2 + 55^2} \\ A1 = \sqrt{20^2 + 45^2 + 55^2} \rightarrow \sqrt{400 + 2025 + 3025} = 73{,}82 \end{cases}$$

A2 : $\theta = 30°$

$$\begin{cases} A2 = \sqrt{[45 - (25 \times 0{,}865)]^2 + [45 - (25 \times 0{,}5)]^2 + 55^2} \\ A2 = \sqrt{(45 - 21{,}65)^2 + (45 - 12{,}5)^2 + 55^2} \rightarrow \sqrt{4624{,}44} = 68{,}01 \end{cases}$$

A3 : $\theta = 60°$

$$\begin{cases} A3 = \sqrt{[45 - (25 \times 0{,}5)]^2 + [45 - (25 \times 0{,}866)]^2 + 55^2} \\ A3 = \sqrt{(45 - 12{,}5)^2 + (45 - 21{,}65)^2 + 55^2} \rightarrow \sqrt{4624{,}44} = 68{,}01 \end{cases}$$

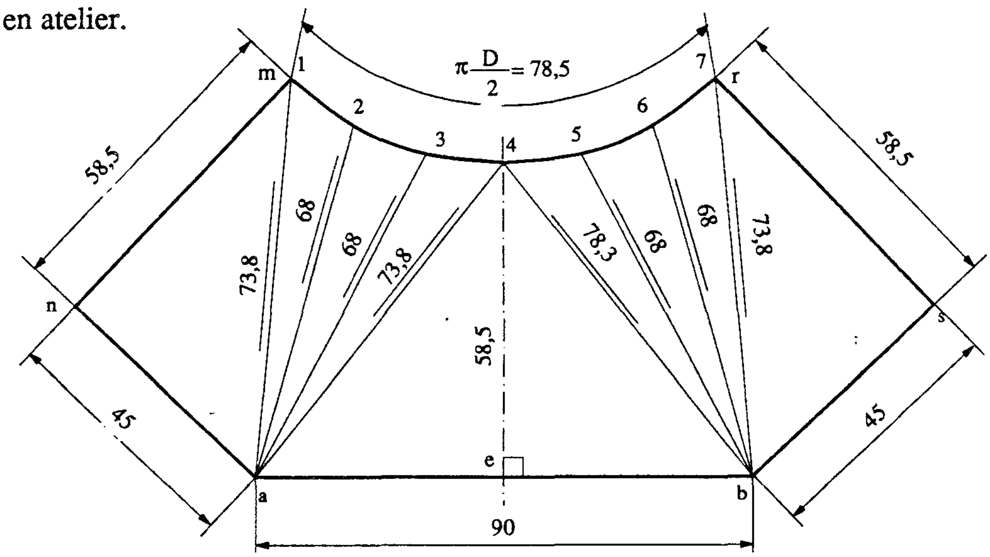
A4 : $\theta = 90°$

$$\begin{cases} A4 = \sqrt{[45 - (25 \times 0)]^2 + [45 - (25 \times 1)]^2 + 55^2} \\ A4 = \sqrt{45^2 + 20^2 + 55^2} \rightarrow \sqrt{5450} = 73{,}82 \end{cases}$$

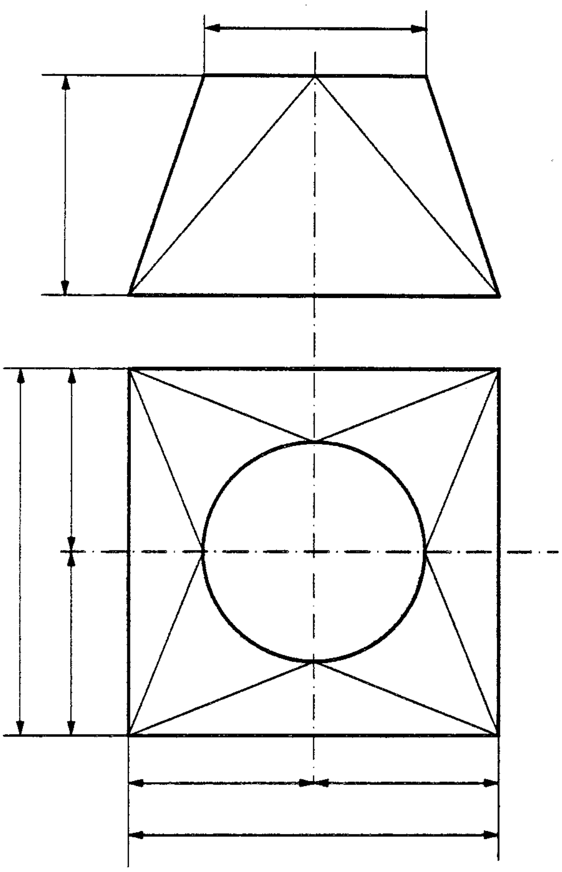
Valeur de la hauteur "mn" du triangle (a 4 b)

$mn = \sqrt{(a - r)^2 + H^2} \rightarrow \sqrt{(45 - 25)^2 + 55^2} \rightarrow \sqrt{3425} = 58{,}52$

3°) Faisons un croquis et portons dessus les cotes calculées pour faciliter la reproduction du développement en atelier.



3 -Feuille de calcul



a) Données de la mitre

Longueur int. :

Largeur int. :

Hauteur :

Ø fibre neutre :

Epaisseur tôle :

b) Calculs intermédiaires

Longueur a =

(ou 1/2 côté)

Rayon fibre neutre : $r = \dfrac{Øfn}{2} =$

Longueur développée base circulaire :

$L : \pi \times dfn =$

Espacement entre deux génératrices :

$\dfrac{L}{nb.G.} =$

c) Calculs des longueurs de génératrices

1°) Longueur des lignes de jonction : $\sqrt{(a - r)^2 + H^2}$

2°) Longueur des génératrices $= \sqrt{\underbrace{[a - (r \times \cos\theta)]^2}_{x} + \underbrace{[a - (r \times \sin\theta)]^2}_{y} + \underbrace{H^2}_{z}}$

n°Géné-ratrice	Angle θ	Valeur de x : a -(r x cos θ)	Valeur de y : a - (r x sin θ)	$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = G$ (VG.)

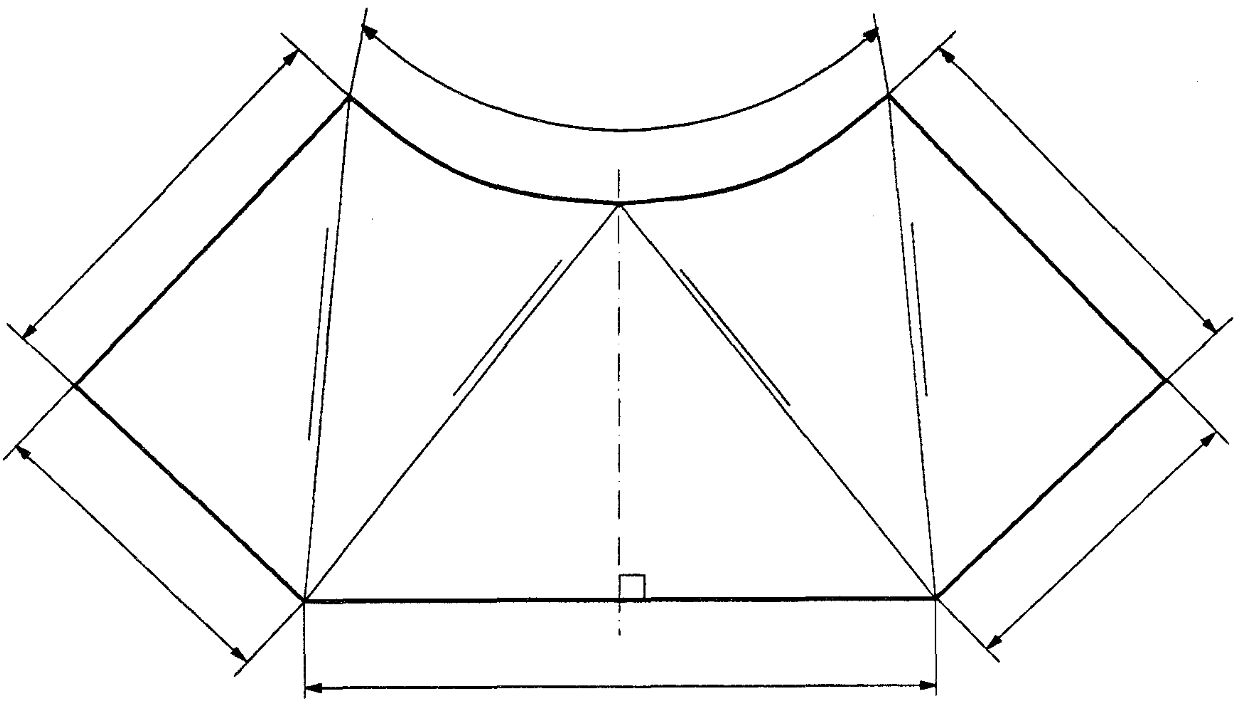
4-Feuille de débit

- Longueur développée de la base circulaire : L = ________________

- Longueur du 1/2 développement de la base circulaire : $\frac{L}{2}$ = ________________

- Espacement entre deux génératrices : ________________

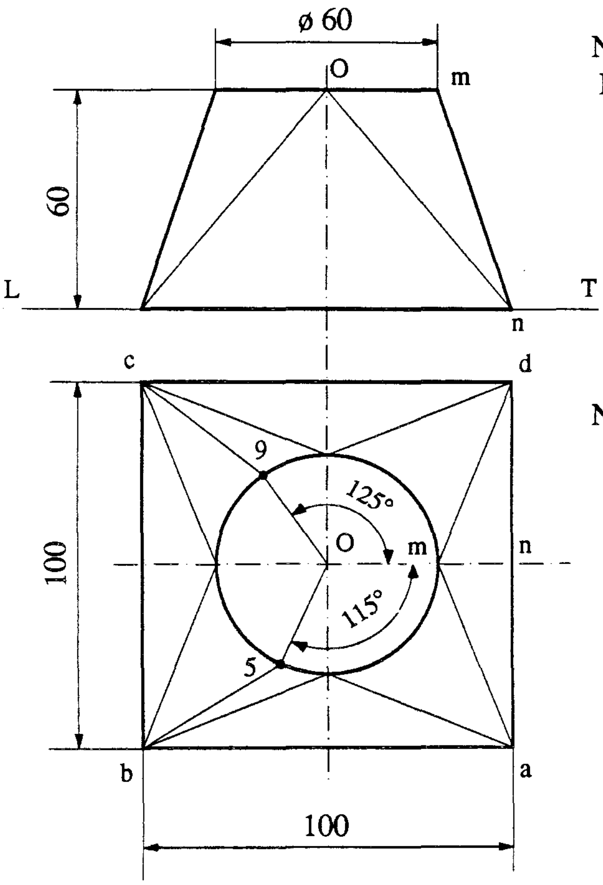
- Diamètre intérieur Ø = ________________



Matière : ________________

Tôle épaisseur : ________________

5-Exercices



N° 1 :

D'apès le dessin ci-contre de la mitre, on vous demande :

1°) Quel est le nom du triangle : "mna", "mnd", "mad" ?

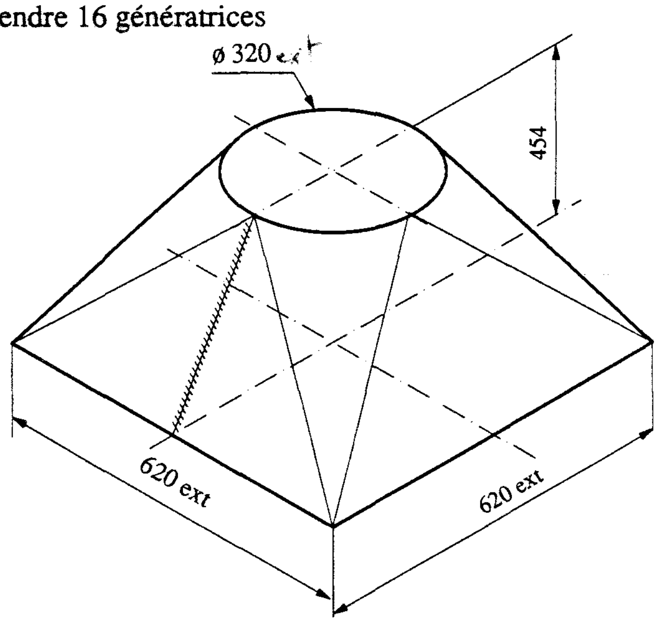
2°) La longueur de la ligne de jonction "mn"

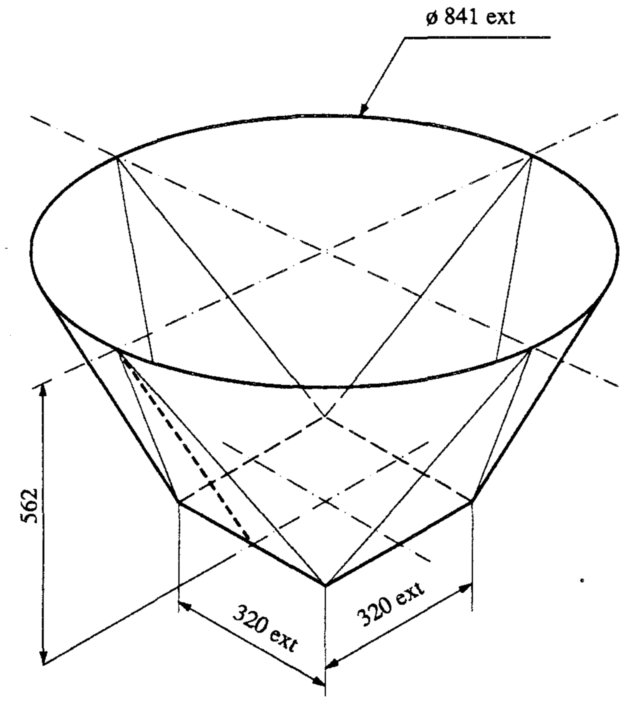
3°) de calculer la longueur de la génératrice b5

4°) de calculer la longueur de la génératrice c9

N°2 :

- Déterminer par le calcul, le développement en 2 demi-parties de la mitre représenté par le dessin ci-dessous. Tole épaisseur : 2 mm (E 24-2)
- Utiliser la feuille de calcul
- Etablir une feuille de débit
- Prendre 16 génératrices





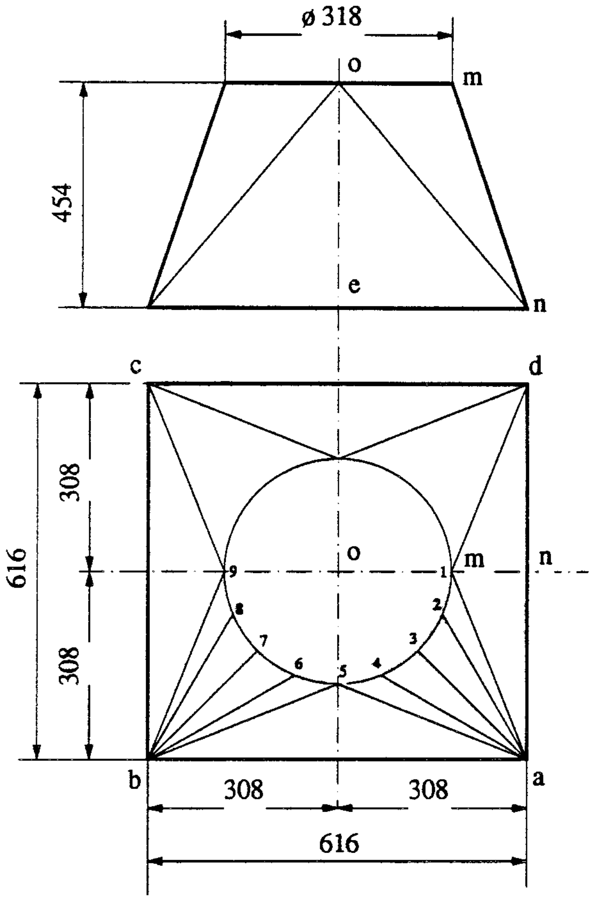
N° 3 Exerice facultatif

- Déterminer par le calcul, le développement en 2 demi-parties de la mitre représentée par le dessin ci-contre
- Tole épaisseur 3 mm (E 24-2)
- Attention, cette mitre est particulière, revoyez les formules pour vos caluls.
- Utiliser la feuille de calcul, mais apporter des aménagement qui conviennent.
- Etablir une feuille de débit
- Prendre 24 génératrices.

Nota : Dans vos calculs, vous avez des valeurs négatives , c'est normal, regarder les origines des génératrices et vous comprendrez

- En élevant au carré, vos valeurs deviennent positives.

Corrigé exercice N° 2



a) Données de la mitre

Longueur int. :	616
Largeur int. :	616
Hauteur :	454
Ø fibre neutre :	318
Epaisseur tôle :	2 mm

b) Calculs intermédiaires

Longueur a = 616/2 = 308
(ou 1/2 côté)

Rayon fibre neutre : $r = \dfrac{Øfn}{2} = \dfrac{318}{2} = 159$

Longueur développée base circulaire :

$L : \pi \times dfn = \pi \times 318 = 999$

Espacement entre deux génératrices :

$$\frac{L}{nb.G} = 999/16 = 62{,}43$$

c) Calculs des longueurs de génératrices

1°) Longueur des lignes de jonction : $\sqrt{(a - r)^2 + H^2}$

$$mn = \sqrt{(a - r)^2 + H^2}$$

$$mn = \sqrt{(308 - 159)^2 + 454^2} = 477{,}82$$

2°) Longueur des génératrices $= \sqrt{\underbrace{[a - (r \times \cos\theta)]^2}_{x} + \underbrace{[a - (r \times \sin\theta)]^2}_{y} + \underbrace{H^2}_{z}}$

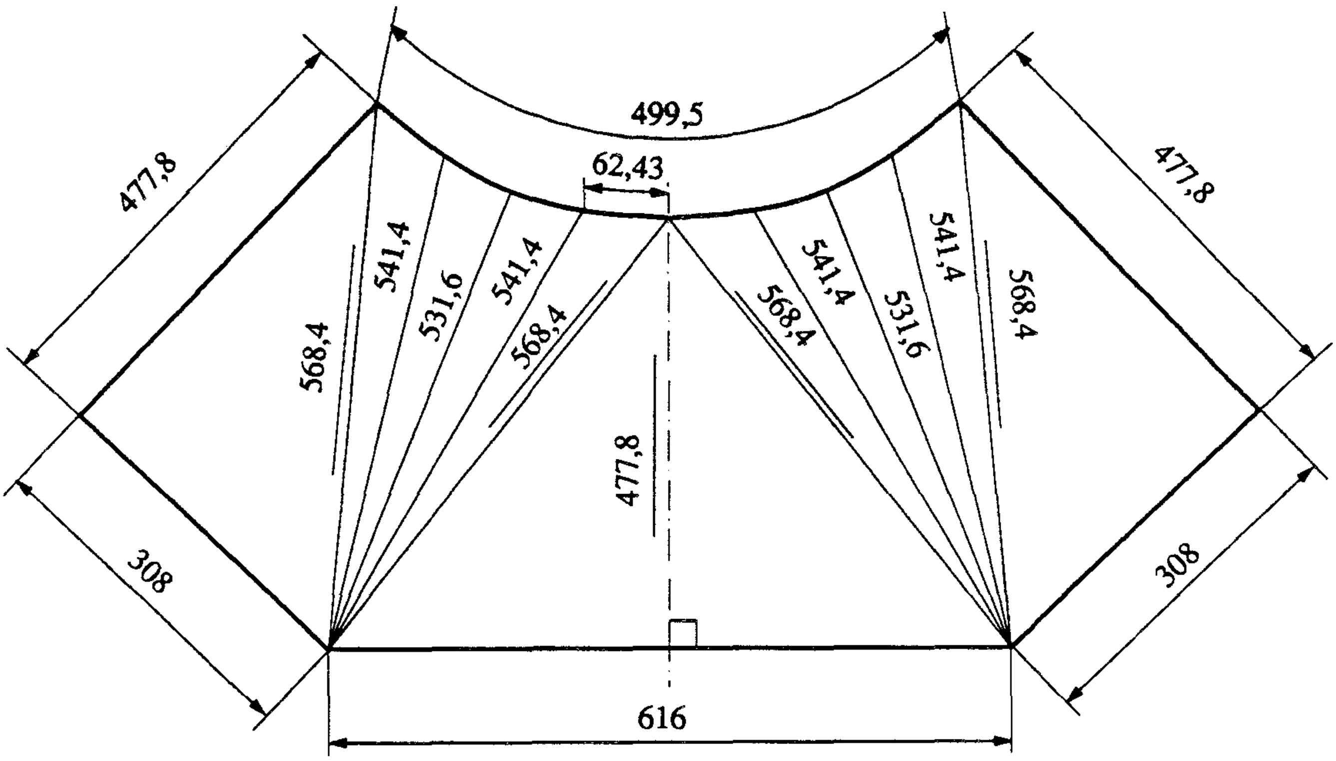
n°Génératrice	Angle θ	Valeur de x : a -(r x cos θ)	Valeur de y : a - (r x sin θ)	$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ = G (vg)
a1	0°	308 - (159 x 1) =149	308 - (159 x 0) = 308	$\sqrt{149^2 + 308^2 + 454^2}$ = 568,49
a2	22°,5	308 - (159 x 0,9238) = 161,10	308 - (159 x 0,3826) = 247,15	$\sqrt{161{,}1^2 + 247{,}15^2 + 454^2}$ = 541,4
a3	45°	308 - (159 x0,7071) = 195,57	308 - (159 x0,7071) = 195,57	$\sqrt{195{,}57^2 + 195{,}57^2 + 454^2}$ = 531,6
a4	67°,5	308 - (159 x 0,38,26) = 247,15	308 - (159 x 0,9238) = 161,1	$\sqrt{247{,}15^2 + 161{,}1^2 + 454^2}$ = 541,4
a5	90°	308 - (159 x0) = 308	308 - (159 x1) = 149	$\sqrt{308^2 + 149^2 + 454^2}$ = 568,49

- Longueur développée de la base circulaire : L = 999

- Longueur du 1/2 développement de la base circulaire : $\frac{L}{2}$ = 999/2 = 499,5

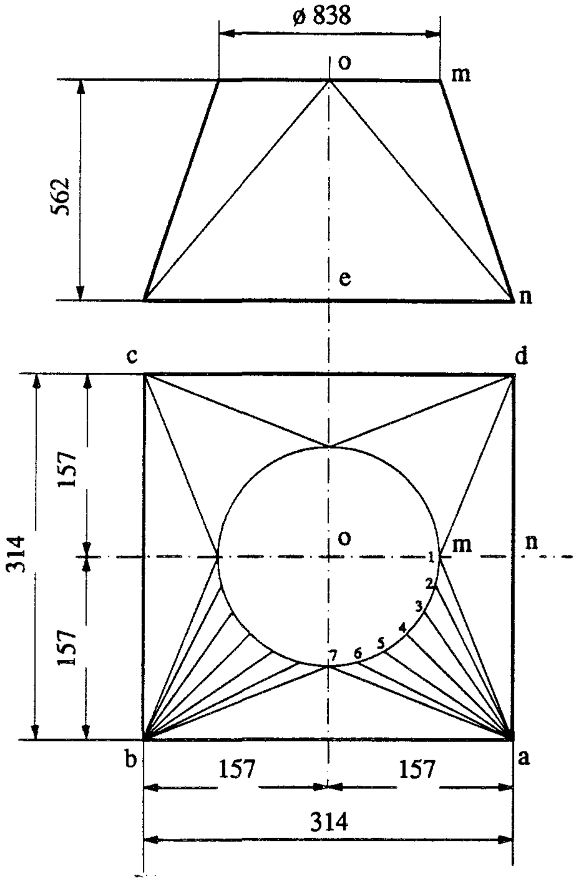
- Espacement entre deux génératrices : 62,43

- Diamètre intérieur Ø = 316



Matière : E 24
Tôle épaisseur : 2 mm

Corrigé exercice N°3



a) Données de la mitre

Longueur int. :	314
Largeur int. :	314
Hauteur :	562
Ø fibre neutre :	838
Epaisseur tôle :	3 mm

b) Calculs intermédiaires

Longueur a = 314/2 = 157
(ou 1/2 côté)

Rayon fibre neutre : $r = \frac{Øfn}{2} = 838 / 2 = 419$

Longueur développée base circulaire :
L : π x dfn = 838 x π = 2632,6

Espacement entre deux génératrices : $\frac{L}{nb.G}$
= 2632,6/24
= 109,69

c) Calculs des longueurs de génératrices

1°) Longueur des lignes de jonction : $\sqrt{(a - r)^2 + H^2}$

$$mn = \sqrt{(a - r)^2 + H^2}$$

$$mn = \sqrt{(419 - 157)^2 + 562^2} = 620$$

2°) Longueur des génératrices = $\sqrt{\underbrace{[a - (r \times \cos\theta]^2}_{x} + \underbrace{[a - (r \times \sin\theta)]^2}_{y} + \underbrace{H^2}_{z}}$

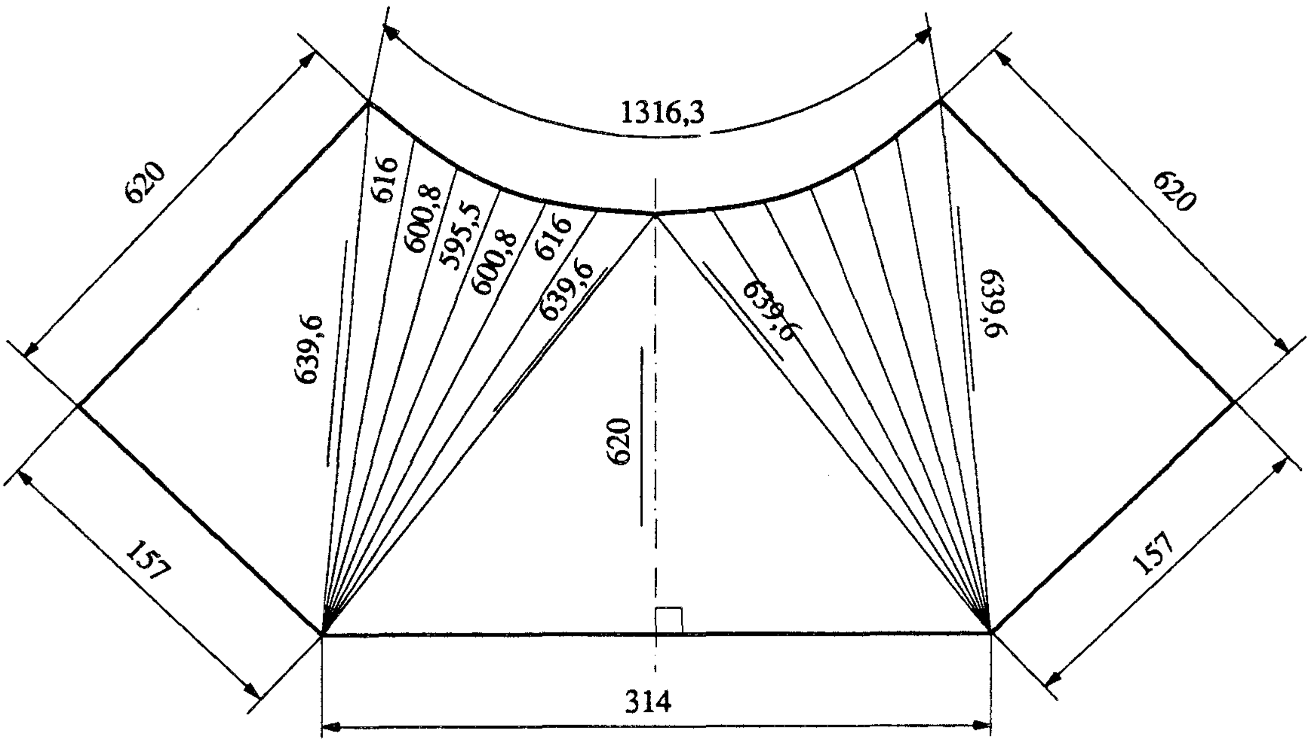
n°Génératrice	Angle θ	Valeur de x : a -(r x cos θ)	Valeur de y : a - (r x sin θ)	$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ = G (vg)
a1	0°	(419 x 1) =157 = 262	(419 x 0) - 157 = - 157	$\sqrt{262^2 + (-157)^2 + 562^2}$ =639,6
a2	15	(419 x0,9659) - 157 = 247,72	(419 x 0,2588) - 157 = - 48,55	$\sqrt{247^2 + (-48,55)^2 + 562^2}$ = 616,8
a3	30	(419 x 0,866) - 157 = 205,86	(419 x 0,5) - 157 = 52,5	$\sqrt{205,86^2 + 52,5^2 + 562^2}$ = 600,8
a4	45°	(419 x 0,7071) - 157 = 139,27	419 X 0,7071) - 157 = 139,27	$\sqrt{139,27^2 + 139,27^2 +562^2}$ = 595,50
a5	60°	(419 x 0,5) - 157 = 52,5	(419 x 0,866) - 157 = 205,86	$\sqrt{525^2 + 205,86^2 + 562^2}$ = 600,8
a6	75°	(419 x 0,2588) - 157 = - 48,59	(419 x 0,9659) - 157 = 247,72	$\sqrt{(-48,55^2 + (247,72)^2 + 562^2}$ = 616
a7	90°	(419 x0) - 157 = - 157	(419 x 1) - 157 = 262	$\sqrt{(-157)^2 + 262^2 + 562^2}$ = 639,6

- Longueur développée de la base circulaire : L = 2632,6

- Longueur du 1/2 développement de la base circulaire : $\frac{L}{2}$ = 1316,3

- Espacement entre deux génératrices : 109,9

- Diamètre intérieur Ø = 835

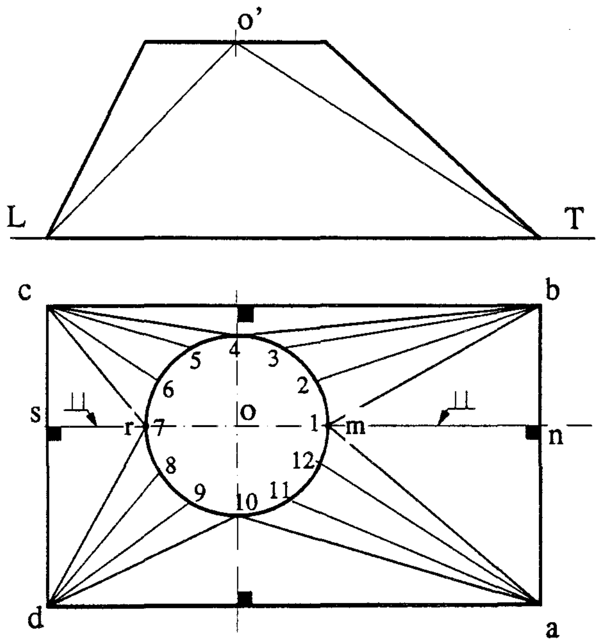


Matière : E 24
Tôle épaisseur : 3 mm

TREMIE

1 – DEVELOPPEMENT PAR LE CALCUL

Le calcul est assez laborieux, car il faut rechercher la longueur de chaque génératrice



Pour effectuer les calculs, l'on suit le même cheminement que lorsqu'on pratique par épure.

1°) Réaliser un croquis surtout la vue de dessus et diviser la base circulaire par le nombre de génératrices (système régulier).

Porter un repère (chiffré) à chaque génératrice (dans le sens trigonométrique (très important pour les calculs, à cause des valeurs négatives occasionnées par les calculs trigonométriques sur la base circulaire).

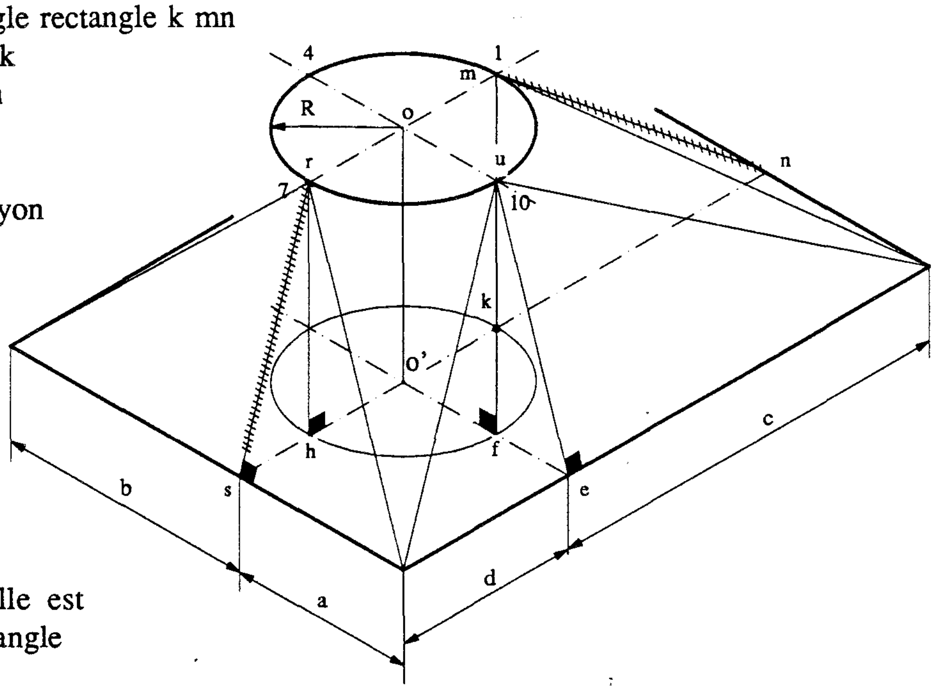
Sur la base rectangulaire, marquer les repères avec des lettres.

2°) Positionner les lignes de jonction et les repérer (mn et rs) ou les hauteurs des triangles de base (10e).
Cette hauteur ou cette ligne de jonction est l'hypoténuse du triangle rectangle (fe u) ou (h s r) dont les deux côtés sont connus.

a)Ligne de jonction mn.
Elle est l'hypoténusedu triangle rectangle k mn dont les deux côtés sont : mk, kn

mk = H (hauteur) oo'
kn = longueur c - , le rayon
= c - R

$$mn = \sqrt{(c - R)^2 + H^2}$$



b) Ligne de jonction rs. Elle est l'hypoténuse du triangle rectangle h r s dont les deux côtés :

h r = H et h s = d - R

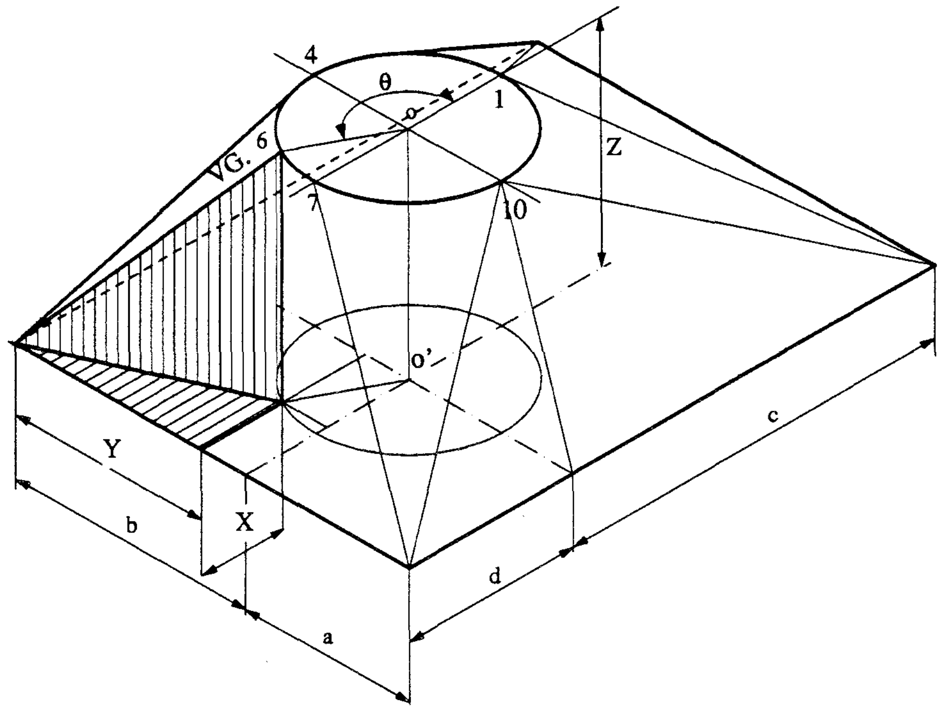
$$rs = \sqrt{(d - R)^2 + H^2}$$

2 - CALCUL DES GENERATRICES

Chaque génératrice peut être considéré comme la diagonale d'un parallélépipède rectangle.

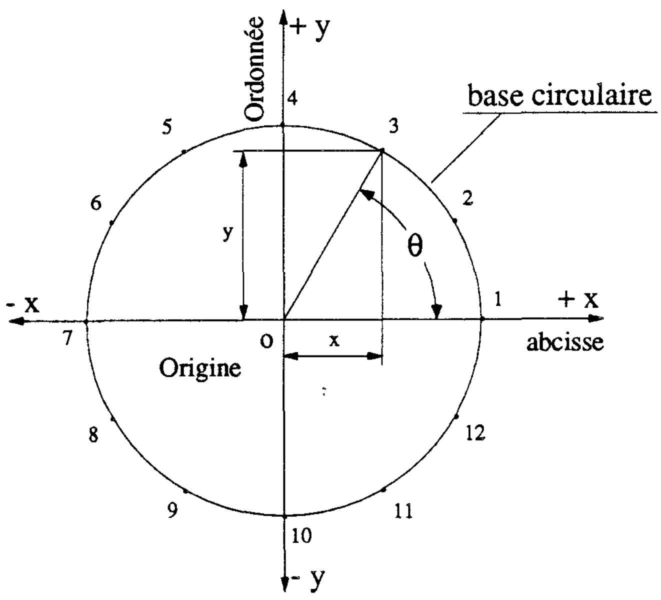
Elle est donc égale à : $G=\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

dont X : est la cote de longueur
Y : est la cote de profondeur
Z: est la hauteur



ATTENTION :

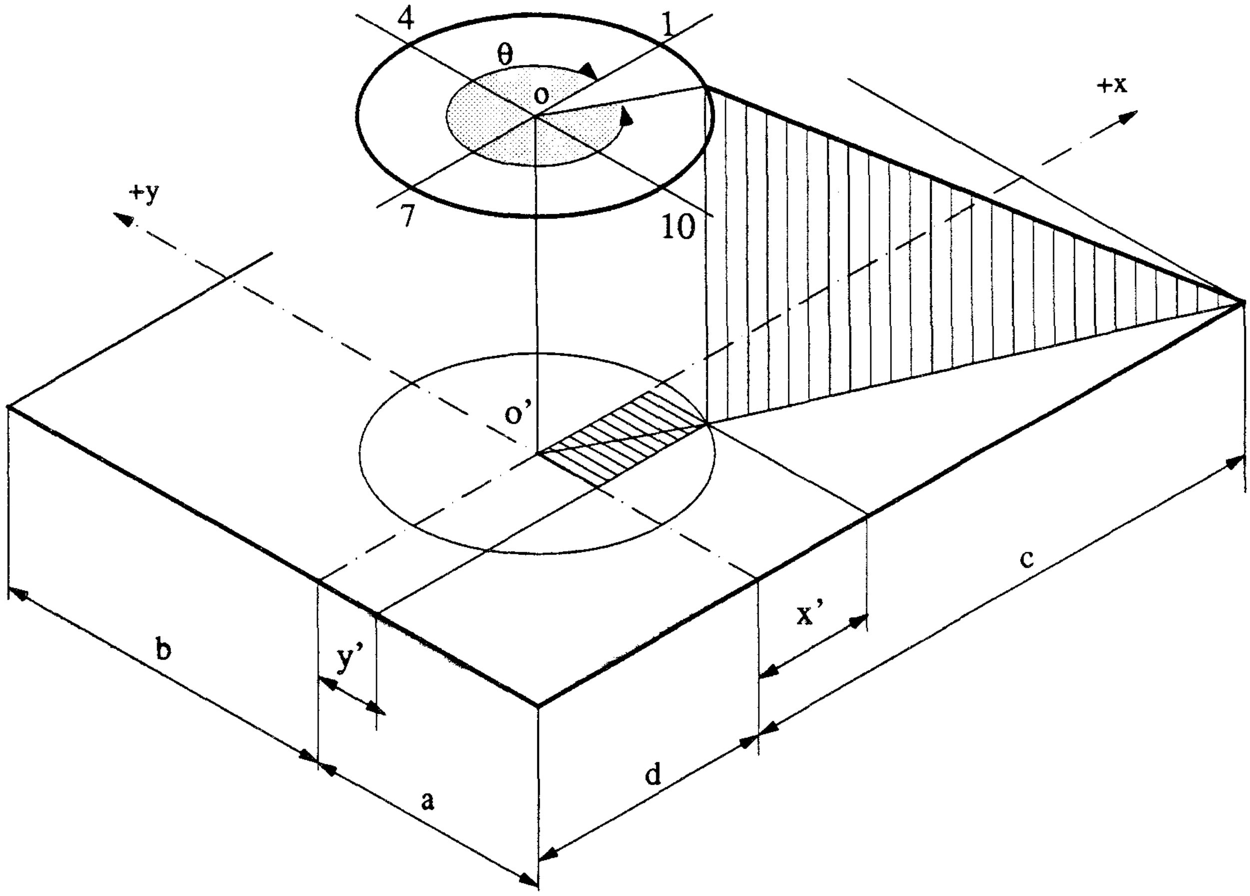
Chaque génératrice varie en fonction de sa position sur la base circulaire.
Cette position est déterminée par l'angle θ (theta) que fait la génératrice par rapport à la génératrice de départ (génératrice 1).



Pour les autres repères, on fait varier ceux-ci dans le sens trigonométrique, et pour se situer avec facilité, sur le centre de la base circulaire, l'on pose le centre du système d'axes (abcisse et ordonnée) qui nous déterminera chaque extrémité de génératrice par rapport à l'origine. Ce qui donne pour la position d'un point sur la base circulaire:

pour $x = R \times \cos\theta$

pour $y = R \times \sin\theta$



Nous avons vu que $G = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$

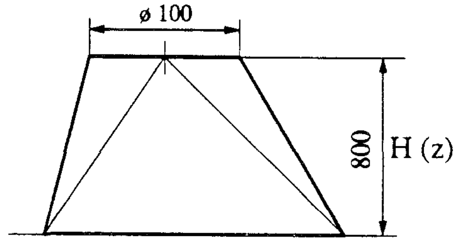
où la valeur X est égale à la longueur c moins x $\rightarrow$ c - x'
et $x' = R \times \cos\theta$ donc $x = c - (R \times \cos\theta)$. Voir croquis et page 5

où la valeur Y est égale à la longueur a moins y' $\rightarrow$ a - y'
et $y' = R \times \sin\theta$ donc $y = b - (R \times \sin\theta)$

z = H = la hauteur

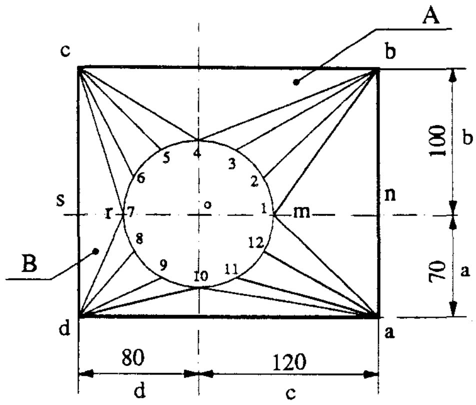
$$\boxed{\mathbf{G = \sqrt{[c - (R \times \cos\theta]^2 + [b - (R \times \sin\theta]^2 + H^2}}}$$

3- APPLICATION



a) Données du problème

- Définir par le calcul la trémie représentée ci-contre.
- Le développement sera en 2 parties.
- Prendre 12 génératrices.
- Ne pas tenir compte de l'épaisseur.



b) Application

1°) Repérer les génératrices sur le croquis et toutes indications utiles (porter les repères des génératrices - les tracer pour mieux comprendre et s'y retrouver - porter les cotes nécessaires.

2°) Calculer les lignes de jonction :

mn $= \sqrt{(c - r)^2 + H^2}$ où $c = 120$ et $r = Ø/2 = 100/2 = 50$
$= \sqrt{(120 - 50)^2 + 120^2} = 138{,}92$

rs $= \sqrt{(d - r)^2 + H^2} \rightarrow \sqrt{(80 - 50)^2 + 120^2} = 123{,}69$

3°) Calculer les génératrices : Partie A du développement.

$$G = \sqrt{\underbrace{(c - R \times \cos\theta)^2}_{x} + \underbrace{(b - R \times \sin\theta)^2}_{y} + \underbrace{H^2}_{z}}$$

Génératrice b1 - angle $\theta = 0°$
$$\left.\begin{aligned} x &= 120 - (50 \times \cos 0°) &&= 70 \\ y &= 100 - (50 \times \sin 0°) &&= 100 \\ z &= 120 &&= 120 \end{aligned}\right\} \sqrt{70^2 + 100^2 + 120^2} = 171{,}17$$

Génératrice b2 - angle $\theta = 30°$
$$\left.\begin{aligned} x &= 120 - (50 \times \cos 30°) &&= 76{,}6 \\ y &= 100 - (50 \times \sin 30°) &&= 75 \\ z &= &&= 120 \end{aligned}\right\} \sqrt{76{,}6^2 + 75^2 + 120^2} = 160{,}91$$

Génératrice b3 - angle $\theta = 60°$
$$\left.\begin{aligned} x &= 120 - (50 \times \cos 60°) &&= 95 \\ y &= 100 - (50 \times \sin 60°) &&= 56{,}69 \\ z &= &&= 120 \end{aligned}\right\} \sqrt{95^2 + 56{,}69^2 + 120^2} = 163{,}21$$

Génératrice b4 - angle $\theta = 90°$
$$\left.\begin{aligned} x &= 120 - (50 \times \cos 90°) &&= 120 \\ y &= 100 - (50 \times \sin 90°) &&= 50 \\ z &= &&= 120 \end{aligned}\right\} \sqrt{120^2 + 50^2 + 120^2} = 163{,}21$$

Attention la longueur C devient d et le segment a une cote x négative $x = d - R \times \cos q$ $y = b - R \sin\theta$

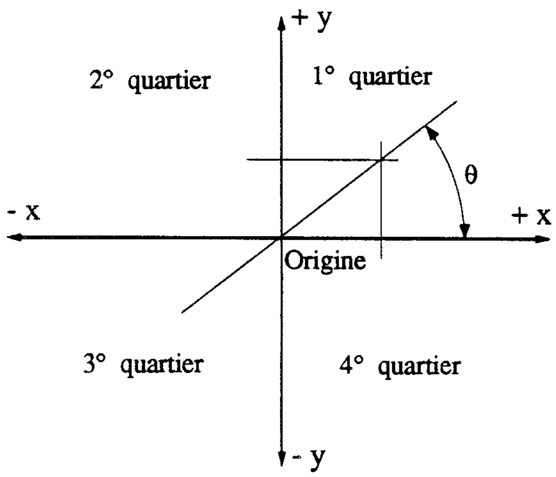
Génératrice c4 - angle $\theta = 90°$
$$\left.\begin{aligned} x &= (-80) - (50 \times \cos 90°) &&= -80 \\ y &= 100 - (50 \times \sin 90°) &&= 50 \\ z &= &&= 120 \end{aligned}\right\} = 152{,}64$$

Génératrice c5 - angle $\theta = 120°$
$$\left.\begin{aligned} x &\ (-80) - (50 \times \cos 120°) &&= -55 \\ y &\ 100 - (50 \times \sin 120°) &&= 56{,}69 \\ z & &&= 120 \end{aligned}\right\} = 143{,}66$$

Génératrice c6 - angle θ 150°
$$\left.\begin{aligned} x &\ (-80) - (50 \times \cos 150°) &&= -36{,}69 \\ y &\ 100 - (50 \times \sin 150°) &&= 75 \\ z & &&= 120 \end{aligned}\right\} = 146{,}18$$

Génératrice c7 - angle θ 180°
$$\left.\begin{aligned} x &\ (-80) - (50 \times \cos 180°) &&= -30 \\ y &\ 100 - (50 \times \sin 180°) &&= 100 \\ z &\ 120 &&= 120 \end{aligned}\right\} = 159{,}05$$

4 - REMARQUES



a) De l'origine du système des axes situés au centre de la base circulaire , on peut faire les remarques suivantes:
- la cote z ou la hauteur, est toujours positive et a toujours même valeur
- dans le 1 quartier de O à 90° les cotes x et y sont toutes positives
- dans le 2 quartier de 90° à 180° les cotes x sont négatives et les y sont positives
- dans le 3 quartier de 180° à 270° les cotes x et y sont négatives
- dans le 4 quartier de 270° à 360°, les cotes y sont négatives, les x sont positifs

Ce qui est normal vu que nous avons pris le sens trigonométrique pour la position des génératrices sur la base circulaire.
Cela n'affecte en rien les résultats des calculs parce que dans les opérations de mise au carré les valeurs négatives élevées au carré reviennent positives.
Malgré tout, faire très attention dans les calculs, une mauvaise manipulation de la calculatrice ou mauvaise interprétation et l'erreur est là.

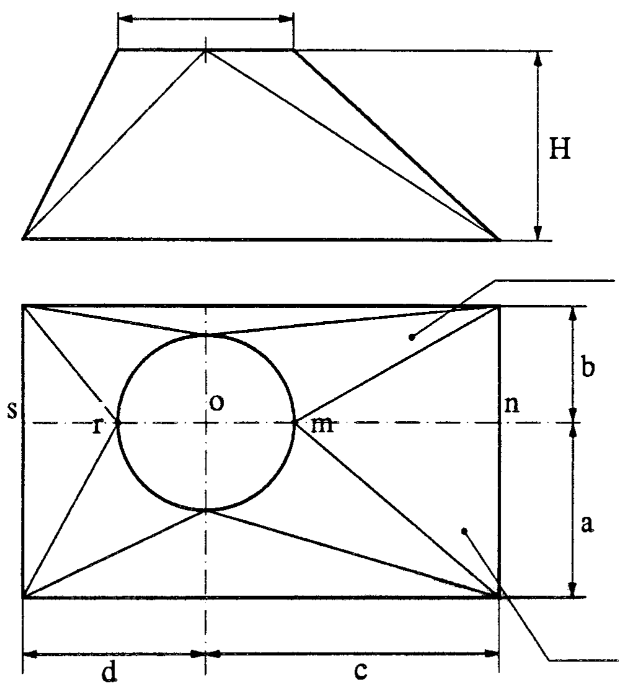
b) Les cosinus et le sinus de l'angle θ (théta) ont des valeurs positives jusqu'à 90°. Après en continuant la rotation vers 135°- 270° - 300° certaines valeurs (cos et sin) deviennent négatives. Cela signifie que le segment considéré est en position négative (ou a une extrémité située négativement) par rapport à l'origine.

c) Pour faciliter les recherches, une feuille de calcul a été élaborée. Elle permet de poser les calculs dans un ordre logique, et de résoudre les opérations avec le moins d'erreur possible. La feuille de débit sert à poser les calculs réalisés et doit faciliter la reproduction du développement en atelier.

Repère Génératrice	Angle θ	Calcul de x c ou d - (R x cos θ)	Calcul de Y a ou b - (R x sin θ)	Valeur de Z	Calcul de la génératrice $\sqrt{x^2 + y^2 = z^2} = G$
	Varie pour chaque génératrice				

Nota : Dans le calcul d'une génératrice on doit toujours avoir le même angle θ

5- Feuille de calcul



DONNEES DE LA MITRE

Longueur int. :
Largeur int. :
Hauteur :
Ø fibre neutre :
Epaisseur tôle :

CALCULS INTERMEDIAIRES

Rayon fibre neutre R =
a =
b =
c =
d =

CALCUL DES LIGNES DE JONCTION

mn =

rs =

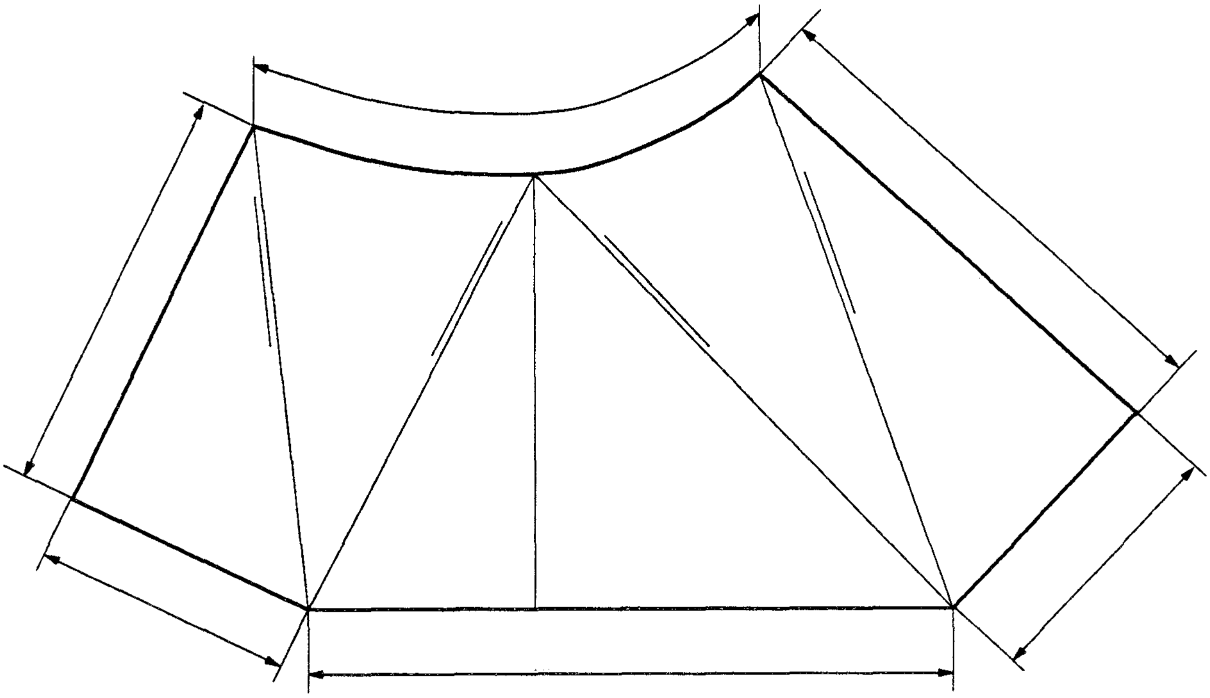
CALCUL DES GENERATRICES : Partie -------- du développement

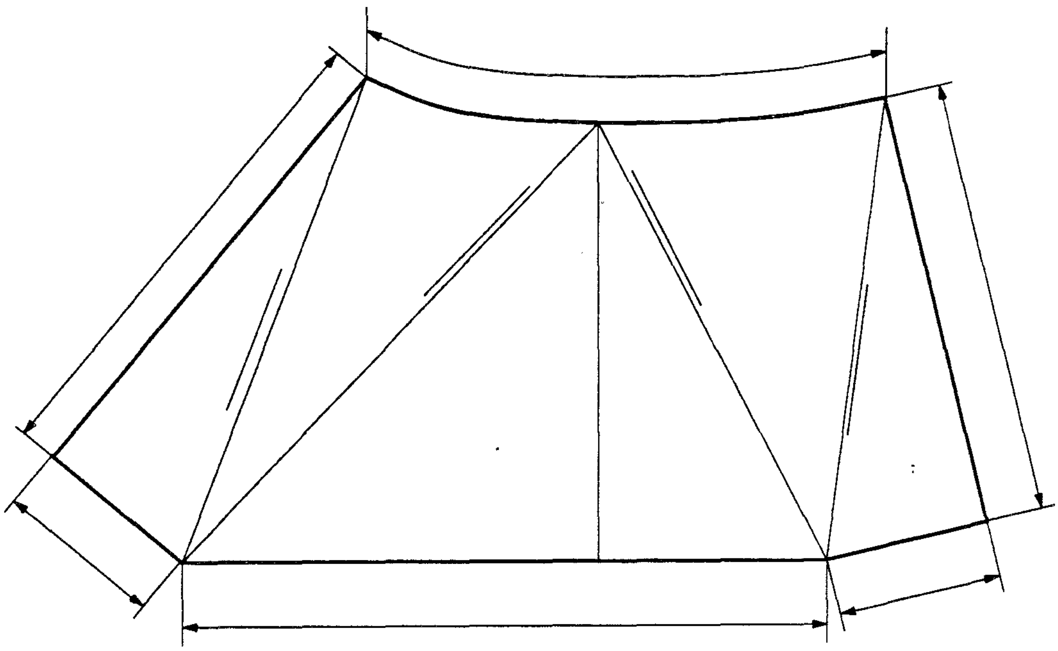
$$G = \sqrt{[\underbrace{C - (R \times \cos\theta)}_{x}]^2 + [\underbrace{b - (R \times \sin\theta)}_{y}]^2 + \underbrace{H^2}_{z}}$$

Repère génératrice	Angle θ	Valeur de x c ou d - (R x cos θ)	Valeur de y a ou b - (R x sin θ)	z	$\sqrt{x^2 + y^2 + z} = G$

6-Feuille de débit

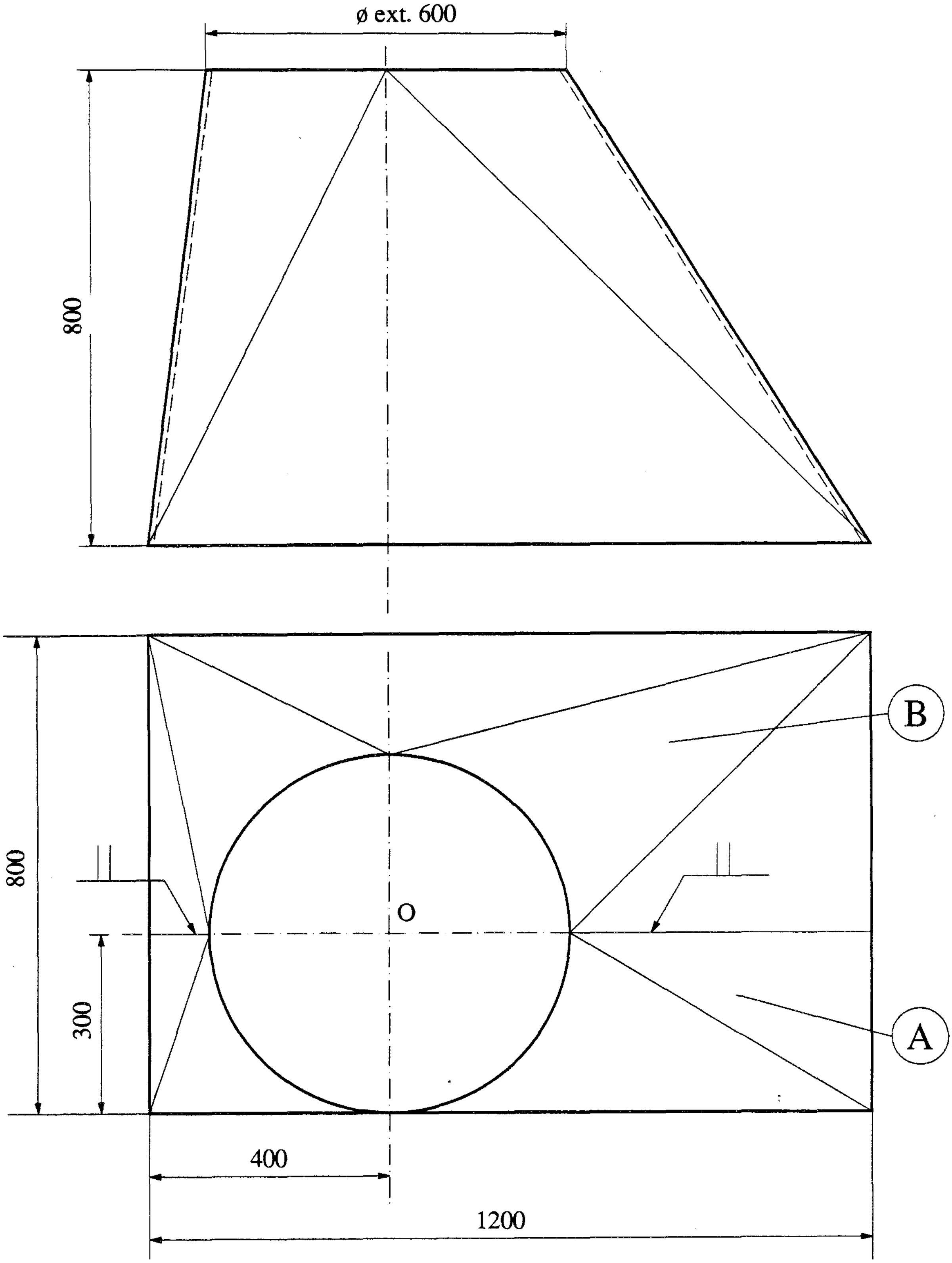
- Longueur développée de la base circulaire : L = π x Ø fn ______________________________
- Longueur développée de la base circulaire du 1/2 développement ____________________
- Longueur d' un espacement entre 2 génératrices : ______________________________



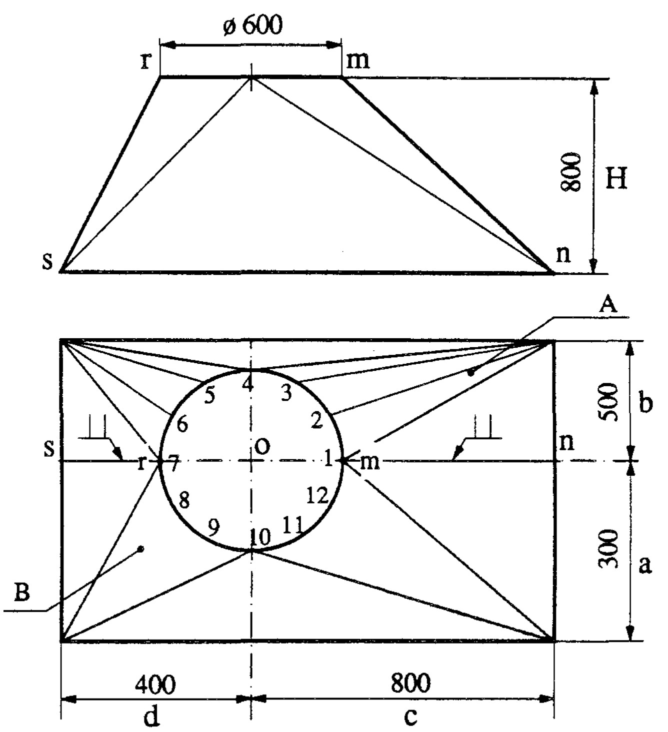


7 - EXERCICE

- Définir par le calcul, le développement en 2 demi-parties de la trémie représentée ci-dessous
- Calculer avec 12 génératrices
- Ne pas tenir compte de 1' épaisseur
- Etablir la feuille de débit au tracé intérieur



CORRIGE DU DEVELOPPEMENT DE LA PARTIE A :



DONNEES DE LA MITRE

Longueur int. : 1200
Largeur int. : 800
Hauteur : 800
Ø fibre neutre : 600
Epaisseur tôle :

CALCULS INTERMEDIAIRES

Rayon fibre neutre R = 600/2 = 300
a = 300
b = 500
c = 800
d = 400

CALCUL DES LIGNES DE JONCTION

$mn = \sqrt{(c - R)^2 + H^2} = \sqrt{(800 - 300)^2 + 800^2} = 943{,}39$

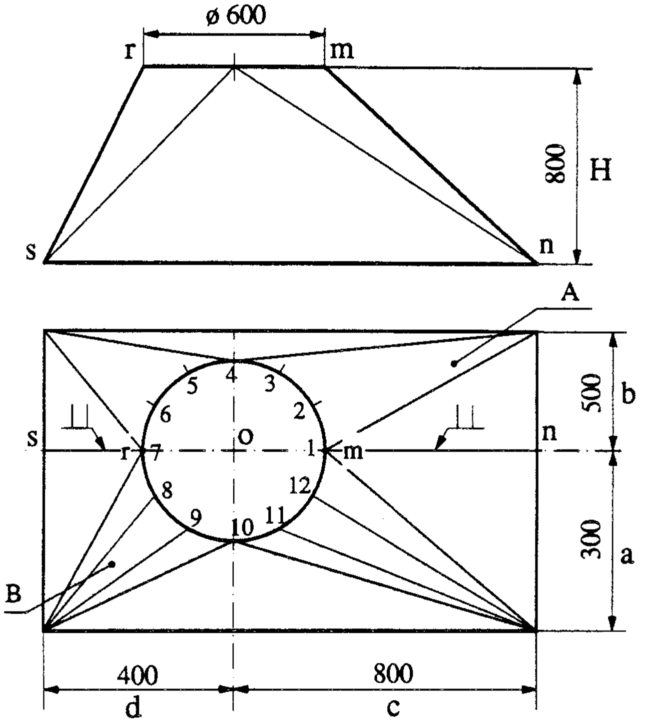
$rs = \sqrt{(d - R)^2 + H^2} = \sqrt{(400 - 300)^2 + 800^2} = 806{,}22$

CALCUL DES GENERATRICES : Partie A du développement

$$G = \sqrt{\underbrace{[C - (R \times \cos\theta)]^2}_{x} + \underbrace{[b - (R \times \sin\theta)]^2}_{y} + \underbrace{H^2}_{z}}$$

Repère génératrice	Angle θ	Valeur de x c ou d - (R x cos θ)	Valeur de y a ou b - (R x sin θ)	z	$\sqrt{x^2 + y^2 + z} = G$
b 1	0°	800 - (300 x cos 0°)= 500	500 - (300 x sin 0°) = 500	800	$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 1067{,}70$
b 2	30°	800 - (300 x cos 30°) =540,19	500 - (300 x sin 30°) = 350	800	$\sqrt{540^2+350^2 + 800^2} = 1026{,}79$
b 3	60°	800 - (300 x cos 60°) = 650	500 - (300 x sin 60°) = 240,19	800	$\sqrt{650^2+240{,}1^2+800^2} = 1058{,}39$
b 4	90°	800 - (300 x cos 90°) = 800	500 - (300 x sin 90°) = 200	800	$\sqrt{800^2 + 200^2 + 800^2} = 1148{,}09$
c 4	90°	(- 400 - (300 x cos 90°) = - 400	500 - (300 x sin 90°) = 200	800	$\sqrt{-400^2 + 200^2 + 800^2} = 916{,}5$
c 5	120°	(- 400) - (300 x cos 120°) = -250	500 - (300 x sin 120°) = 240,19	800	$\sqrt{-250^2+240{,}1^2+800^2} = 871{,}89$
c 6	150°	(- 400 - (300 x cos150°)= -140,19	500 - (300 x sin 150°)=350	800	$\sqrt{-140^2 + 350^2 + 800^2} = 884{,}39$
c7	180°	(- 400) - (300 x cos 180) = - 100	500 - (300 x sin 180°) = 500	800	$\sqrt{-100^2+ 500^2 + 800^2} = 948{,}68$

CORRIGE DU DEVELOPPEMENT DE LA PARTIE B



DONNEES DE LA MITRE

Longueur int. : 1200
Largeur int. : 800
Hauteur : 800
Ø fibre neutre : 600
Epaisseur tôle :

CALCULS INTERMEDIAIRES

Rayon fibre neutre R = 600/2 = 300
a = 300
b = 500
c = 800
d = 400

CALCUL DES LIGNES DE JONCTION

mn = 943,39

rs = 806,22

CALCUL DES GENERATRICES : Partie A du développement

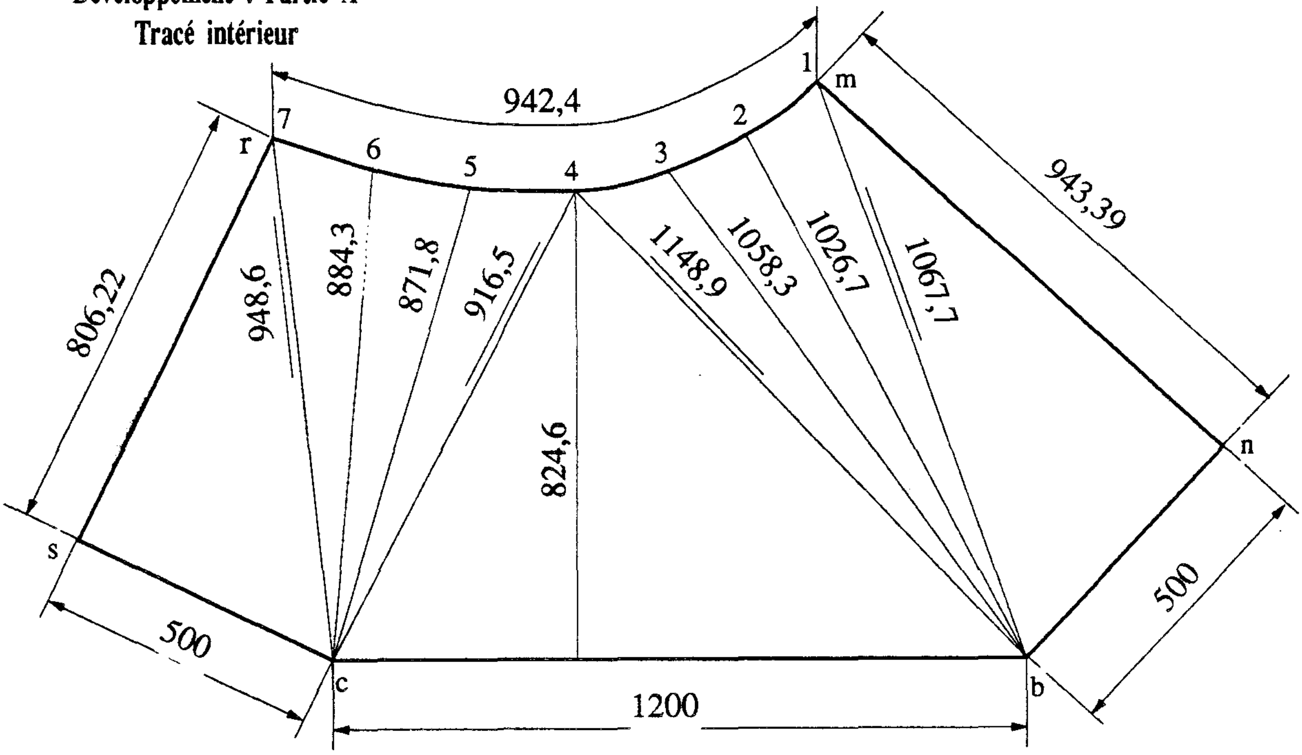
$$G = \surd\ [\underbrace{C - (R \times \cos\theta)}_{x}]^2 + [\underbrace{b - (R \times \sin\theta)}_{y}]^2 + \underbrace{H^2}_{z}$$

Repère génératrice	Angle θ	Valeur de x c ou d - (R x cos θ)	Valeur de y a ou b - (R x sin θ)	z	$\sqrt{x^2 + y^2 + z} = G$
d 7	180°	- 400 - (300 x cos 180°)= 100	-300 - (300 x sin 180°) = - 300	800	$\sqrt{(-100^2)+(-300^2)+800^2} = 860,23$
d 8	210°	- 400 - (300 x cos 210°)=-140,11	-300- (300 x sin 210°) = - 150	800	$\sqrt{-140^2)+(-150^2)+800^2} = 825,92$
d 9	240°	- 400 -(300 x cos 240°) = - 250	- 300 - (300 x sin 240°) = 40,19	800	$\sqrt{(-250^2) +(-40^2)+800^2} = 839,11$
d 10	270°	- 400 - (300 x cos 270°) =- 400	- 300 - (300 x sin 270°) = 0	800	$\sqrt{(-400^2) + 800^2} = 894,4$
a 10	270°	800 - (300 x cos 270°) = 800	- 300 - (300 x sin 270°) = 0	800	$\sqrt{8200^2 + 800^2} = 1131,3$
a 11	300°	800 - (300 x cos 300°) = 650	- 300 - (300 x sin 300°) =- 40,19	800	$\sqrt{650^2 + (- 40,1)^{2+} 800^2} = 1031,5$
a 12	330°	800 - (300 x cos330°)= 540,19	- 300 - (300 x sin 330°)=- 150	800	$\sqrt{540^2 + (-150)^2 + 800^2} = 976,8$
a 1	360°	800 - (300 x cos 360) = 500	- 300 - (300 x sin 360°) = - 300	800	$\sqrt{500^2+(- 300)^2 + 800^2} = 989,94$

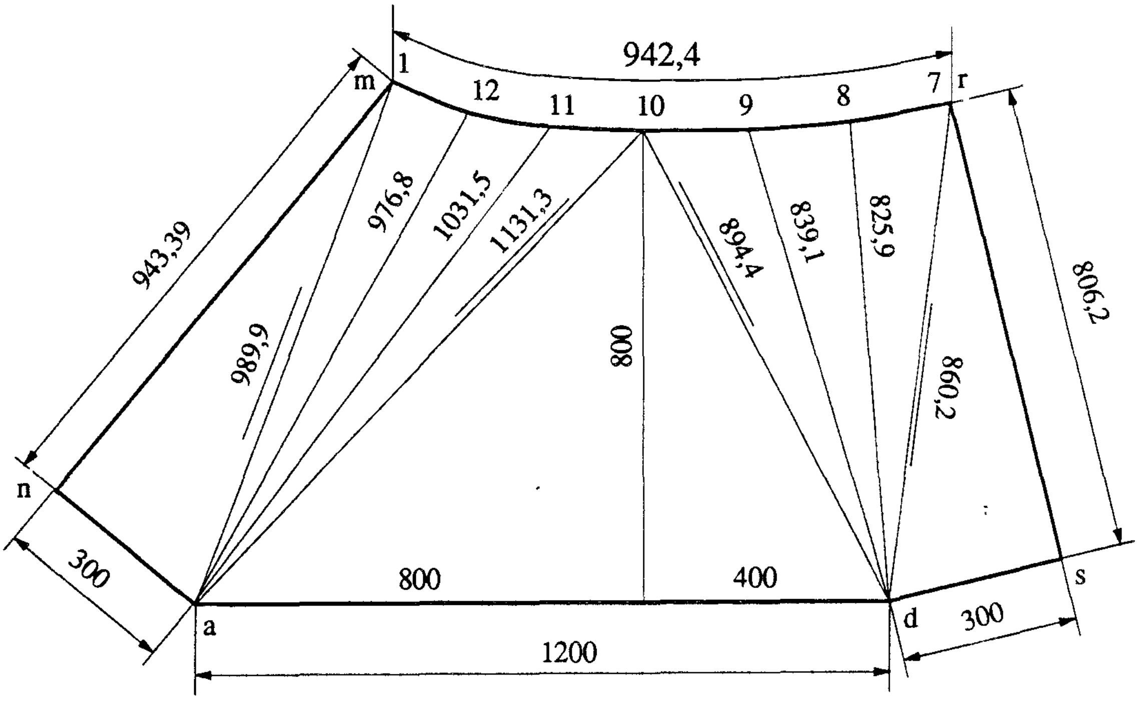
FEUILLE DE DEBIT : Corrigé (suite)

- Longueur développée de la base circulaire : L = π x Ø fn = π x 600 = 1884,95
- Longueur développée de la base circulaire du 1/2 développement : 1884,95 = 942,4
- Longueur d' un espacement entre 2 génératrices : 942,4 : 6 = 157

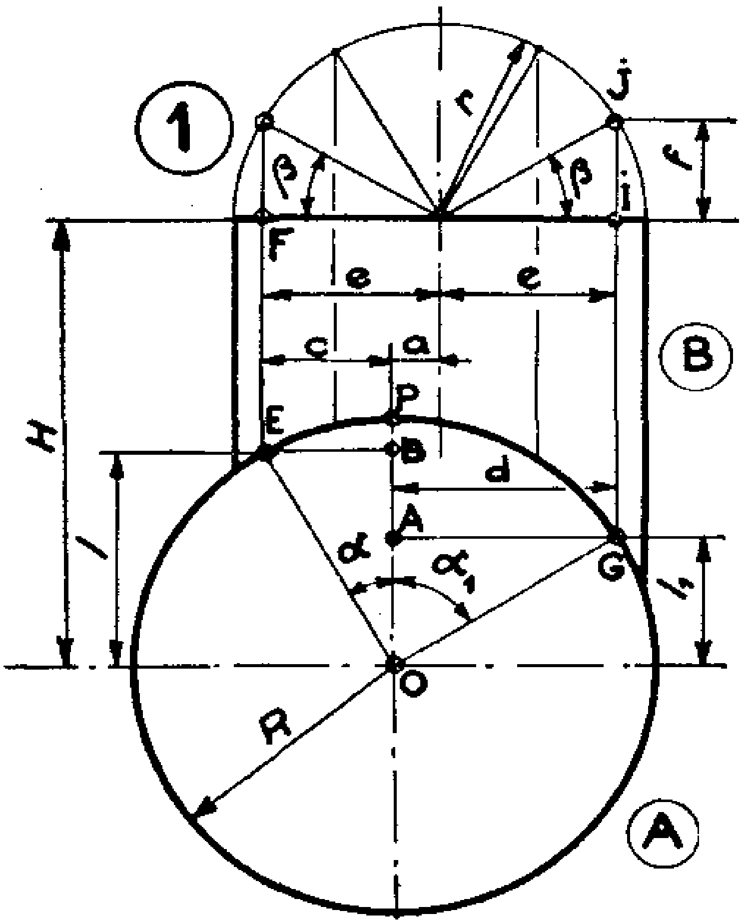
Développement : Partie A
Tracé intérieur



Développement : Partie B
Tracé intérieur



TUBULURE DROITE DESAXEE AXES ORTHOGONAUX



Données :

rayons des cylindres : R et r

écartement des axes : a

hauteur : H

Solution (1)

pour un nb. de div. : n

$$\beta = \frac{360}{n}$$

$$e = r \times \cos \beta$$

$$c = e - a$$

$$d = e + a$$

Dans le triangle OBE :

$EB = c \quad OB = l$

$OE = R$

$$\sin \alpha = \frac{c}{R}$$

$$l = R \times \cos \alpha$$

$$EF = H - (R \times \cos \alpha)$$

Dans le triangle OAG .

$AG = d \quad OG = R \quad OA = l_1$

$$\sin \alpha_1 = \frac{d}{R}$$

$$l_1 = R \times \cos \alpha_1$$

$$Gi = H - (R \times \cos \alpha_1)$$

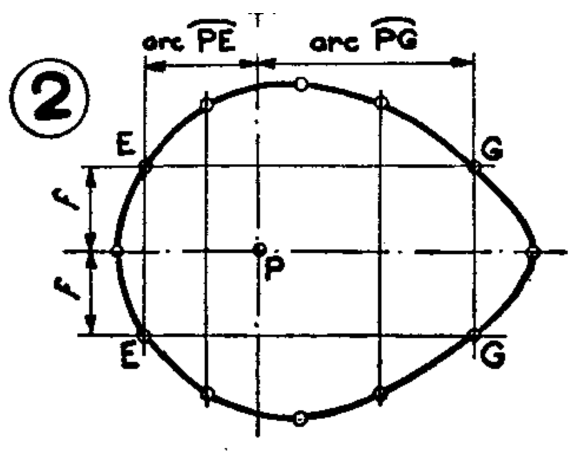
Les calculs sont sur le croquis et ils ne concernent que les points E et G. On utilise la même méthode pour tous les points de division.

Epure :

Sur un croquis , faire l'épure; diviser la base, ce qui donne l'angle β. Calculer e pour déterminer c et d. Calculer OB (1) et OA (1_1) pour obtenir les hauteurs des génératrices E F et IG reporte sur le développement.

Pénétration :

Les largeurs du trou sont mesurées en f = r. sin β. Les arcs PE et PG sont calculés à l'aide des angles α et α_1.



Pénétration (2)

$$\text{arc } \widehat{PE} = \pi \times R \times \frac{\alpha}{180}$$

$$\text{arc } PG = \pi \times R \times \frac{\alpha_1}{180}$$

$$iJ = f = r \times \sin \beta$$

Séquence n°11 :

Objectif pédagogique :

Savoir utiliser l'outil informatique

Contenu :

- Manipulation et saisie de données sur informatique
- Mise en œuvre du logiciel de T.A.O.

Méthodes pédagogiques :

Démonstrative et participative

Aides pédagogiques :

Documentation technique CDET-D-TAO-v1

Ouvrages Supports :

Logiciel de traçage
CDET-D-TAO-v1

Classeur Support :

Voir module : Utilisation d'un micro ordinateur

Exercices :

Evaluation :

QCM
Interrogations orales
Contrôles écrits