

2ex

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GENIE - CIVIL



PROJET DE FIN D'ETUDES

S U J E T

AERODROME DE OUARGLA

ETUDE ET CONCEPTION
D'UNE NOUVELLE PISTE

Proposé par :

SAETI

Etudié par :

MAOUCHI - A.

LAKEHAL M

Dirigé par : M^rs

FERRAT - A.

BRANCI - T.

PROMOTION : JANVIER _86.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEDICACES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

Je dédie ce modeste travail à :

- mes parents pour lesquels je souhaite une longue durée de vie
- mes frères (BRAHIM, MEZIANE, RABAH) ainsi que pour toutes mes sœurs sans oublier Notre oncle Mohamed
- mon frère BRAHIM en particulier, qui m'a beaucoup aidé pour terminer mes 20 ans d'études dans des bonnes conditions morales et financières.
- mes amis qui ont su me conseiller et m'aider.
- tous mes professeurs qui m'ont légué une part de leur savoir
- tous ceux qui me sont chers.
- tous ceux qui croient en Dieu.

MAOUCHI - A -

Maouchi

Je dédie ce modeste travail à :

- la mémoire de mon très cher père pour lequel je garde toujours un grand respect.
- ma très chère et adorable mère qui a beaucoup souffert pour que je sois ainsi.
- tous mes frères, sœurs et beaux-frères qui m'ont énormément aidé et encouragé.
- ma petite sœur et fille NADIA que j'aime le plus au monde et qui était le symbole de ma réussite, de ma patience, de mon espoir et de ma joie.
- tous les membres de ma famille, particulièrement, mes oncles Khelifa et Abdelkrim et mes cousins : SERHANE, KADDOUR, FAROUK.....
- tous ceux qui m'ont aidé et compris de près ou de loin particulièrement M^{me} SADDOUN.
- mes amis, en particulier (SEBIHI, MESSAOUD, KAMEL, ARBAOUI et NORDINE.....).
- mes professeurs qui m'ont légué une part de leur savoir.
- mes élèves, et ceux qui sont entraînés de souffrir pour réussir.

LAKEHAL. M.

Lakehal

SOMMAIRE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION

1. Orientation 1
2. Avant-propos 2

CHAPITRE. I PRESENTATION DU SUJET

1. Généralités 3
2. Situation de l'aérodrome 3
3. Infrastructures existantes 4
4. Infrastructures projetées 5
5. Normes à respecter 5

A. ETUDE PRELIMINAIRE

1. Classe de l'aérodrome 7
2. Trafic 7
3. Climatologie 8
- 3.a. Température 8
- 3.b. Précipitation 9
- 3.c. Vents 9
- 3.d. Coefficient d'utilisation 12
- 3.e. Détermination des longueurs de piste 20
- 3.e.1. Calcul des corrections 21
- 3.e.1.a. Correction d'altitude 21
- 3.e.1.b. Correction de température 21
- 3.e.1.c. Correction de pente 22
- 3.e.1.d. Correction totale 22
- 3.e.2. Calcul des pénalisations 23
4. Les surfaces de dégagements 23
- 4.1. La trouée 24
- 4.2. Surface horizontale intérieure 26

4.3 Surface conique	26
4.4 Surface de montée au décollage	27
4.5 Surface d'approche	28
4.6 Plan de dégagement	31
5 Vérification des obstacles	32
5.1 Différentes catégories d'obstacles	
5.1.1 Obstacles massifs	32
5.1.2 Obstacles minces	34

CHAPITRE II CALCUL DES COORDONNEES

1. Introduction	35
2. Méthode d'intersection des axes	37

CHAPITRE III DETAIL DE CALCUL DES JONCTIONS

1. Jonction (BR(1) - P.P.00/18)	40
2. Jonction (BR(2) - P.P.00/18)	42
3. Jonction (VR - P.P.00/18)	49
4. Jonction (BR(1) - PP 20/02)	52
5. Jonction (BR(2) - PP 20/02)	52

CHAPITRE IV ETUDE GEOTECHNIQUE

Introduction	57
1a. Reconnaissance in-situ	57
1a.1. Essai C.B.R	58
1a.2. Essai de plaque	58
1.b. Reconnaissance en laboratoire	58
1.b.1. Compacité	59
1.b.2. Essai proctor modifié	59
1.b.3. Module de réaction	60
1.b.4. Nappe phréatique	60
1.c. Recherche des matériaux	60
1.c.1 Matériaux existants sur sites	61
1.c.2 Identification des sols	62

1.c.3	Conclusions	64
CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT		
A.	Dimensionnement des chaussées rigides	66
B.	Dimensionnement des chaussées souples	67
C.	Choix de la charge de calcul	68
D.	Calcul des épaisseurs	69
E.	Accotement et P.O.R.	71
CHAPITRE VI		
A. PROFILS DES INFRASTRUCTURES		
1.	Profils en long	72
2.	Profils en travers	74
3.	Détail de jonction (Souple rigide)	75
4.	Matériaux à utiliser	76
B. SIGNALISATION		77
C. ASSAINISSEMENT		78
CHAPITRE VII TERRASSEMENT		
1.	Généralités	79
2.	Mise au point d'un projet de terrassement	79
3.	Calcul des cubatures	79
CHAPITRE VIII MÉTRÉ		
1.	Calcul des surfaces	87
1.a.	Piste principale	87
1.b.	Voie de roulement	88
1.c.	P.O.R (Seuil 00)	88
1.d.	Bretelle N° 1	89
1.e.	Bretelle N° 2	89
1.f.	P.O.R (Seuil 18)	89
2.	Calcul de la quantité de matériaux	90
3.	Tableau quantitatif et estimatif	94
4.	Conclusion	95

INTRODUCTION

1. ORIENTATION :-

D'après les recommandations de la commission chargée de la sélection des sujets de projet de fin d'études, à l'ENP, il nous a été conseillé d'opter pour un sujet original (Ouvrages d'art, routes, aérodromes, ... etc).

En effet, nous nous sommes adressés à plusieurs bureaux d'études, sociétés nationales et organismes spécialisés, à la recherche d'un sujet similaire en cours d'étude ou de réalisation.

A ce titre, il nous a été proposé des sujets variés concernant les spécialités citées ci-dessus.

La SAETI (Société Algérienne d'études d'infrastructures) sise à Hydra, qui est une société mixte Algero-Allemande ayant les attributions ci-après :

- Etudes des routes, carrefours et échangeurs ainsi que des autoroutes.
- Etudes des aérodromes nouveaux et anciens (réaménagements)
- Etudes des ouvrages d'art
- Suivi et contrôle de chantiers de projets étudiés ;
-

a pris l'initiative de nous proposer un sujet concernant une base aérienne dont l'étude englobe la quasi-totalité des spécialités indiquées ci-dessus.

2. AVANT-PROPOS :-

Il est évident que le transport aérien est très important dans le développement socio-économique d'un pays. Pour cela, L'ALGERIE en tant que pays en voie de développement n'a pas cessé de fournir des efforts considérables dans ce domaine.

Les pistes aéronautiques représentent certes un capital important; leurs qualités évoluent dans le temps par suite des contraintes qu'elles subissent sous l'action conjuguée des agents atmosphériques et des avions. Il convient donc, pour assurer une bonne gestion de ce patrimoine de disposer de méthodes permettant aux autorités aéroportuaires de décider à quel moment elles doivent procéder à des opérations d'entretien, ou à planifier des investissements complémentaires (renforcements en particulier).

Les aérodromes actuels ne peuvent plus faire face à l'intense développement du trafic aérien. Prenant conscience de ce problème, la direction politique de notre pays a inscrit plusieurs projets de réalisation d'aérodromes et projette le réaménagement des aérodromes existants. Cette dernière procédure fera l'objet de notre sujet de fin d'études.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DU SUJET

1. GENERALITÉS :

La ville de Ouargla se situe dans le sud-Est de l'Algérie. C'est une région stratégique servant de relais commercial, touristique ... etc. ce qui donne une importance capitale à son aéroport.

L'extension de l'aéroport de Ouargla consiste dans la réalisation d'une nouvelle piste principale d'une longueur de 3000 m et de trois bretelles d'accès la reliant à la piste principale existante.

Cette nouvelle piste est conçue afin de répondre aux besoins de l'aéroport pendant le réaménagement (renforcement) des infrastructures existantes à savoir :

Le parking civil, les différentes bretelles, la piste principale existante, la voie de roulement et la voie de circulation (TAXI-way) (voir figure. 1).

2. SITUATION DE L'AÉRODROME :

Le site de l'aéroport se situe à environ sept (07) Km au Sud-Est de la ville de OUARGLA, desservi par la R.N. 156.

Le site de l'aéroport est sur une plate forme (côte 150 m) dominant légèrement la ville. Au nord se trouve le " Chott Ain el. Beïda " au Sud le " Sif BAHADI ", à l'Est les trois pitons et à l'Ouest la ville.

L'aéroport de OUARGLA date de la période coloniale (vers 1954), construit sous administration française à des fins surtout militaires.

Au lendemain de l'indépendance, il devient une base militaire servant aussi d'aérodrome civil.

3. INFRASTRUCTURES EXISTANTES : (voir figure I).

L'aérodrome de OUARGLA se compose de :

- Une piste principale orienté de 20/02, longue de 3008 m (POR compris) et large de 45 m avec des accotements de 7.50 m et une bande de largeur variable (55 à 60 m).
- Une voie de circulation de 2632,95 m pour 18 m de large
- Cinq (05) bretelles perpendiculaires aux axes de la piste et de la voie de circulation :
 - Bretelle (1) longue de 465,37 m pour 20 m de large.
 - Bretelle (2) longue de 443,67 m pour 18 m de large.
 - Bretelle (3) longue de 249,59 m pour 18 m de large.
 - Bretelle (4) longue de 249,76 m pour 18 m de large.
 - Bretelle (5) longue de 249,60 m pour 18 m de large.
- Une voie de roulement de 1200 m par 30 mètres.
- Un parking civil de 181,19 m par 100 m avec une seule bretelle d'accès de 25 m de large.
- Une aire de stationnement militaire de longueur 910 m et de largeur variable (79 à 105 m) avec bretelles d'accès à partir de la voie de roulement (S et T). Et entre la bretelle (1) et bretelle (2) se trouvent des dalles en béton de dimensions (12m x 6m) au nombre de 18 et servant au stationnement et à l'entretien des avions militaires

4. INFRASTRUCTURES PROJETÉES

4.1 : Nouvelle piste principale :

C'est une piste de longueur totale de 3000 m sans (POR) de largeur 45 m avec des accotements de 7.50 m de part et d'autre de la piste et une bande de largeur variable (de 55 à 60 m).

4.2 : Deux bretelles (Nouvelles):

- Bretelle (1) longue de 595.731 m pour 25 m de large.

- Bretelle (2) longue de 1187.800 pour 25 m de large.

4.3 : Voie de roulement :

C'est une voie de longueur 125 m et de largeur 30 m.

5. NORMES A RESPECTER :-

Dans le cadre de l'étude des infrastructures projetées, on a tenu en compte des règles techniques de conceptions et de calcul conformément aux normes internationales de l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) et celle utilisées par les services concernés de l'administration Algérienne. à savoir :-

- Le respect des pentes longitudinales et transversales.
- Aménagements d'accotements.
- Aménagements de bandes de pistes.
- Aménagements des prolongements occasionnellement roulables (POR) pour la piste principale.
- Raccordement entre les bretelles et pistes par des courbes ou congés de raccordements.

AERODROME DE OUAGLA

(ECHELLE 1/100.000)

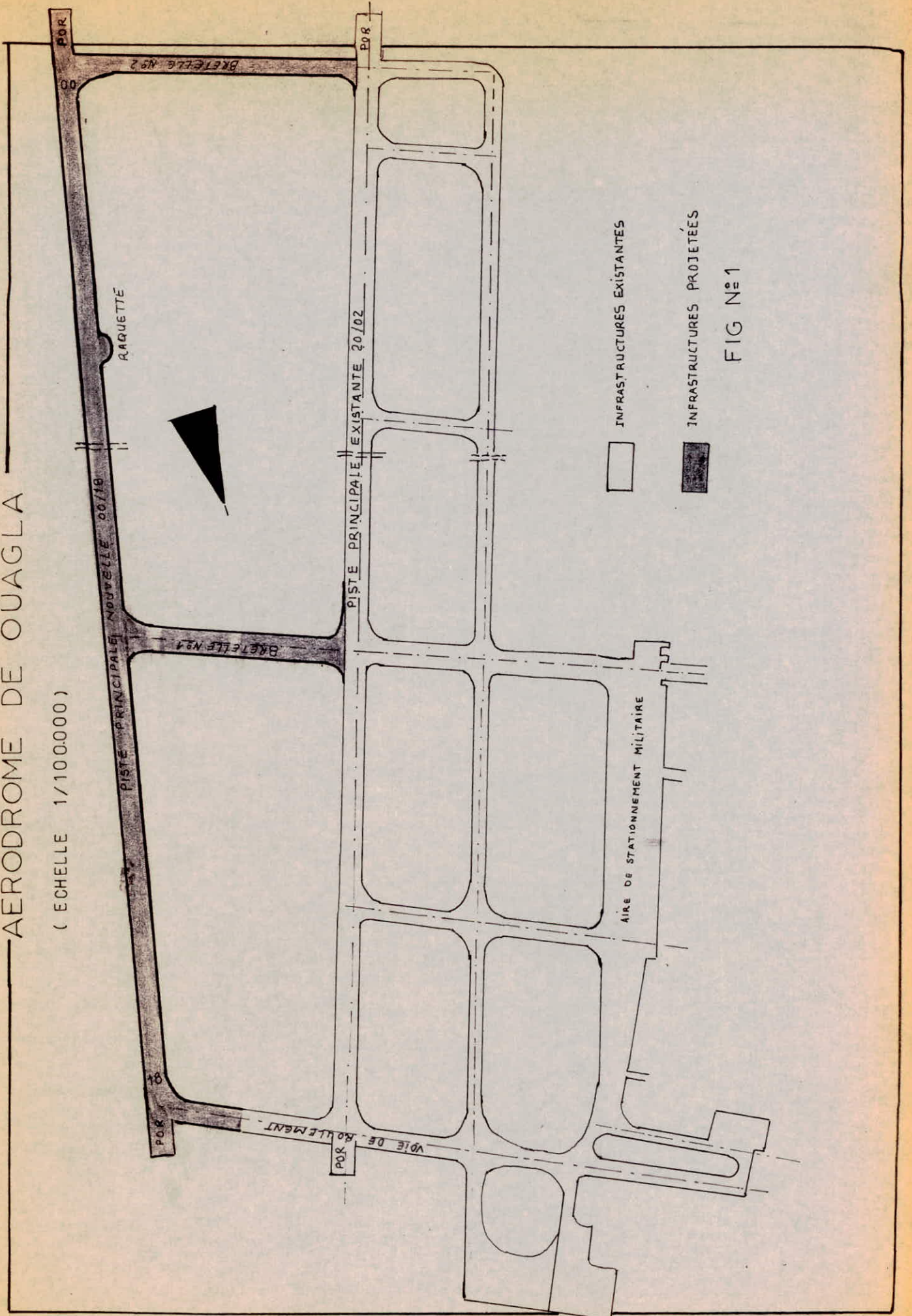


FIG N°1

A) ETUDE PRELIMINAIRE

1. CLASSE DE L'AERODROME :

Notre aéroport a été classé selon la classification de l'OACI qui tient compte de la longueur de base des pistes.

Cette classification n'établit aucun lien entre la classe de l'aéroport et l'usage auquel il est destiné.

La longueur de base pour une piste est choisie afin qu'elle réponde aux besoins opérationnels des avions pour lesquels la piste est prévue.

La DIB de OUARGLA a imposé une longueur de base égale à 3000 m ce qui permet de classer cet aéroport dans la classe 'B'.

2. TRAFIC

2.1. Trafic existant : Le trafic actuel selon la BAO est composé essentiellement de :

20 mouvements / semaine de C130 de poids maximum 80 T.

20 mouvements / semaine de AN12 de poids maximum 61 T.

10 mouvements / semaine de BE200 de poids maximum 55 T.

30 mouvements / semaine de F27 de poids maximum 19.73 T.

30 mouvements / semaine de B737 de poids maximum 50.21 T.

12 mouvements / année de DC8 de poids maximum 161.03 T.

2.2. Trafic prévu :

L'administration gérant la base de OUARGLA nous a proposé 32 mouvements / jours de BOEING 727.200 ; or pour 32 mouvements / jours, on a un coefficient de correction $C = 0,899$ (d'après l'abaque Fig.8).

On suppose que le trafic sera constitué par le même type d'avion pour les dix (10) prochaines années avec une intensité de dix mouvements/jour. Les mouvements des avions (F27, MIG 23, SU7 et BE 200) sont négligés par rapport à la charge de l'atterrisseur principal du B727.200 (P=36.22T).

3. CLIMATOLOGIE :

Les variations météorologiques sont sensibles dans les différents coins de l'aérodrome, ce qui nous oblige d'étudier la répartition des vents pour déterminer l'orientation de la piste pour une bonne exploitation.

3.a. TEMPERATURE :

La température joue un rôle très important dans la réalisation d'un aérodrome, laquelle est liée à la pression et à l'altitude.

Le rôle de ces facteurs, et de corriger les longueurs de base nécessaires pour le décollage ou l'atterrissage.

Le recueil des données climatologiques (1960-1969) édité par l'établissement national pour l'exploitation météorologiques et aéronautiques nous a permis de tirer les renseignements suivants :

- Température du mois le plus chaud 41°4
- Température moyenne habituelle du même mois 33°6
- Température moyenne annuelle 22°1
- Température maximum moyenne annuelle 29°4
- Température maximum maximum 47°8
- Nbre moy de jours ou les max ont été supérieurs ou égaux à 40° 60
- Nbre moy de jours ou les min ont été inférieurs ou égaux à 0° 3

3.b PRECIPITATION :

Suite à une étude d'assainissement on a pu obtenir les renseignements ci-dessous.

- Hauteur moyenne des précipitations 53 mm
- Nbre moy. de jours où les précipitations ont été sup ou égale à 10mm 2
- Evaporation moyenne annuelle 3237 mm
- Nombre moyen de jours d'orage 5

3.c VENTS :

Le mouvement (atterrissage ou décollage) d'un avion est une opération très importante, pour cela l'orientation des pistes des aérodromes sera dans la direction des vents dominants, tout en évitant les différents obstacles rencontrés.

Les répartitions fréquentielles des vents (échelonnées sur une année) pour la ville de OUARGLA, selon une rose de 8 directions et trois intervalles de force sont représentées sur la figure 2, et dont la légende est donnée ci-dessous :

Légende des tableaux "répartition préférentielle des vents"

— : forces comprises entre 1 et 5 m/s

— : forces comprises entre 6 et 15 m/s

■ : forces supérieures à 15 m/s

3.c.1. VENT TRAVERSIER :-

Pour que l'atterrissage ou le décollage se fasse sans danger, il faut que le vent traversier (Composante suivant la perpendiculaire à la trajectoire de l'avion) ne dépasse pas une valeur critique pour chaque type d'aéronef dont l'expression est la suivante :

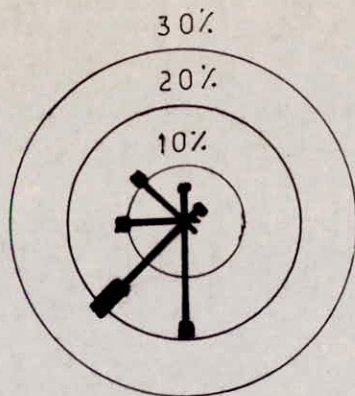
FIG.2

STATION : OUARGLA

REPARTITION PREFERENTIELLE DES VENTS

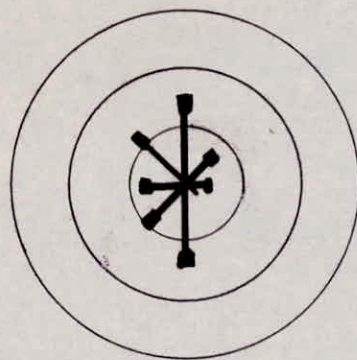
ECHELLE 10cm = 10%

JANVIER



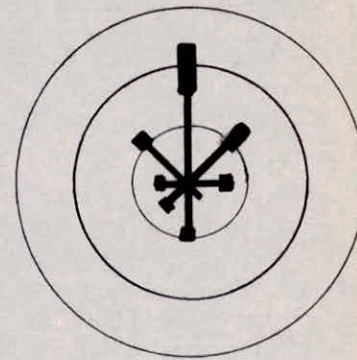
calme 27%

FEVRIER



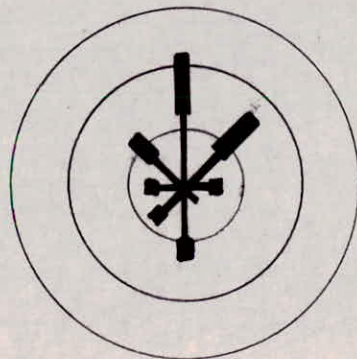
calme 25%

MARS



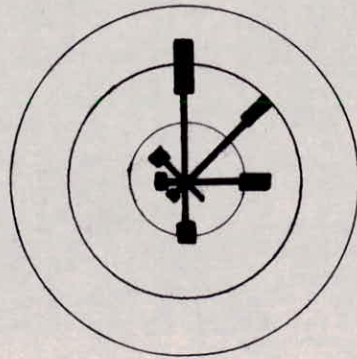
calme 15%

AVRIL



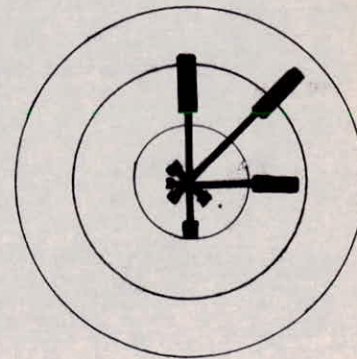
calme 10%

MAI



calme 8%

JUIN



calme 5%



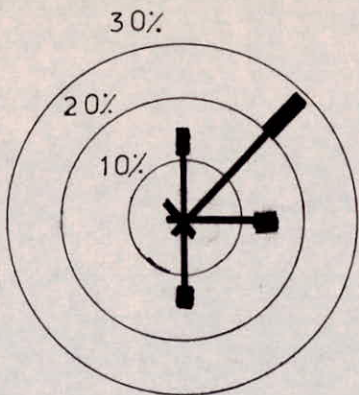
Fig.2

REPARTITION PREFERENTIELLE DES VENTS

STATION : OUARGLA

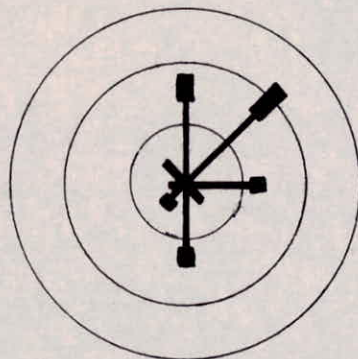
ECHELLE 1cm=10%

JUILLET



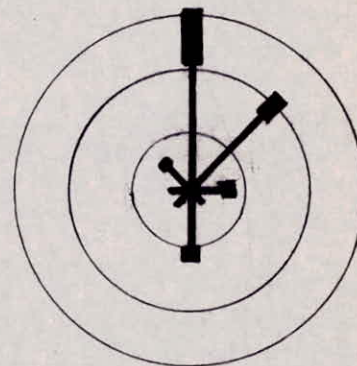
calme 10%

AOUT



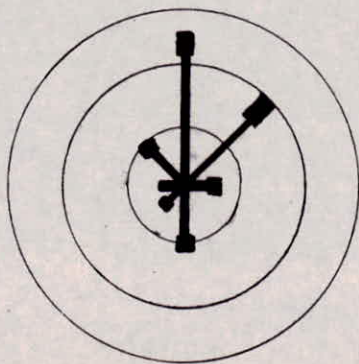
calme 11%

SEPTEMBRE



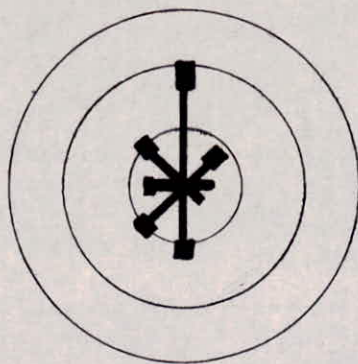
calme 10%

OCTOBRE



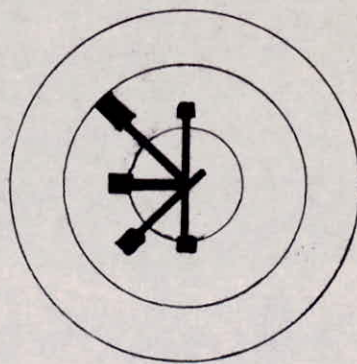
calme 15%

NOVEMBRE



calme 21%

DECEMBRE



calme 18%

13

$$V_t = V_v \sin \alpha \leq u$$

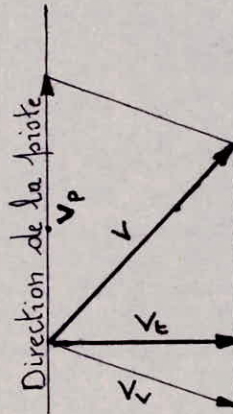
u : C'est une valeur critique indiquée dans le manuel de vol de chaque avion, est d'autant plus élevée que l'appareil est plus lourd.

V : Vent dominant

V_v : Première composante du vent

V_p : Deuxième composante du vent

V_t : Vent traversier



3.d COEFFICIENT D'UTILISATION "CU"

3.d.1 : DEFINITION :

Le coefficient d'utilisation d'une piste est le pourcentage de temps pendant lequel l'utilisation d'une piste ou d'un réseau de pistes n'est pas restreinte du fait de la composante du vent traversier (ANNEXE 14, page 12).

3.d.2 : METHODE DE CALCUL DE "CU"

- 1°. On détermine le coefficient d'utilisation pour les 8 directions en se basant sur la représentation de la rose des vents.
- 2°. On trace un graphe avec en abscisses les directions (en degré) et en ordonnées les valeurs du coefficient d'utilisation.
- 3°. On cherche le maximum de la courbe obtenue, qui correspondra au meilleur coefficient d'utilisation.
- 4°. Le coefficient d'utilisation globale sera pris pour les deux pistes.

Détail de calcul des coefficients d'utilisation pour les 8 directions :

1°) à 0°.

$$\frac{10.54}{50} \times 5.0 + \frac{30.54}{50} \times 2.3 + \frac{10.54}{50} \times 0.2 + \frac{10.54}{50} \times 2.4 + \frac{30.54}{50} \times 1.7$$

$$+ \frac{10.54}{50} \times 2.4 = 4.5512.$$

d'où : $C_u = 100 - 4.5512 = 95.448\%$

$$C_u = 95.448\%$$

2°) à 22.5°

$$\frac{0.28}{50} \times 5 + \frac{24.54}{50} \times 2.3 + \frac{24.54}{50} \times 0.2 + \frac{0.28}{50} \times 2.9 + \frac{0.28}{50} \times 5.9$$

$$+ \frac{24.54}{50} \times 2.4 + \frac{24.54}{50} \times 1.7 + \frac{0.28}{50} \times 2.4 = 3.33$$

d'où : $C_u = 100 - 3.33 = 96.67\%$

$$C_u = 96.67\%$$

3°) à 45°

$$\frac{10.54}{50} \times 2.3 + \frac{10.54}{50} \times 2.9 + \frac{30.54}{50} \times 0.2 + \frac{10.54}{50} \times 5.9 + \frac{10.54}{50} \times 1.7$$

$$+ \frac{30.54}{50} \times 2.4 = 4.286$$

d'où : $C_u = 100 - 4.286 = 95.713\%$

$$C_u = 95.713\%$$

4°) à 67.5°

$$\frac{0.28}{50} \times 5.0 + \frac{24.54}{50} \times 5.9 + \frac{24.54}{50} \times 2.4 + \frac{0.28}{50} \times 1.7 + \frac{0.28}{50} \times 2.3$$

$$+ \frac{24.54}{50} \times 0.2 + \frac{24.54}{50} \times 2.9 + \frac{0.28}{50} \times 2.4 = 5.659 \Rightarrow C_u = 94.341\%$$

$$C_u = 94.341\%$$

5) à 90°

$$\frac{10.54}{50} \times 2.4 + \frac{30.54}{50} \times 5.9 + \frac{10.54}{50} \times 5 + \frac{10.54}{50} \times 2.4 + \frac{10.54}{50} \times 0.2$$
$$+ \frac{30.54}{50} \times 2.9 = 7.483$$

$$\text{d'ou : Cu} = 100 - 7.483 = 92.517\%$$

$$\text{Cu} = 92.517\%$$

6) à 112.5°

$$\frac{0.28}{50} \times 2.4 + \frac{24.54}{50} \times 5.9 + \frac{24.54}{50} \times 5 + \frac{0.28}{50} \times 2.3 + \frac{0.28}{50} \times 1.7$$
$$+ \frac{24.54}{50} \times 2.4 + \frac{24.54}{50} \times 2.9 + \frac{0.28}{50} \times 0.28 = 7.987$$

$$\text{d'ou : Cu} = 100 - 7.987 = 92.012\%$$

7) à 135°

$$\frac{10.54}{50} \times 5.9 + \frac{30.54}{50} \times 5 + \frac{10.54}{50} \times 2.3 + \frac{10.54}{50} \times 1.7 + \frac{30.54}{50} \times 2.4$$
$$+ \frac{10.54}{50} \times 2.9 = 7.2181$$

$$\text{d'ou : Cu} = 100 - 7.218 = 92.781\%$$

$$\text{Cu} = 92.781\%$$

8) à 157.50°

$$\frac{0.28}{50} \times 5.9 + \frac{24.54}{50} \times 5.0 + \frac{24.54}{50} \times 2.3 + \frac{0.28}{50} \times 0.2 + \frac{0.28}{50} \times 2.4$$
$$+ \frac{24.54}{50} \times 1.7 + \frac{24.54}{50} \times 2.4 + \frac{0.28}{50} \times 2.9 = 5.659$$

$$\text{d'ou : Cu} = 100 - 5.659 = 94.341\%$$

$$\text{Cu} = 94.341\%$$

AERODROME DE OUARGLA

$a = 0 - 5 \text{ m/s}$; $b = 5 - 15 \text{ m/s}$

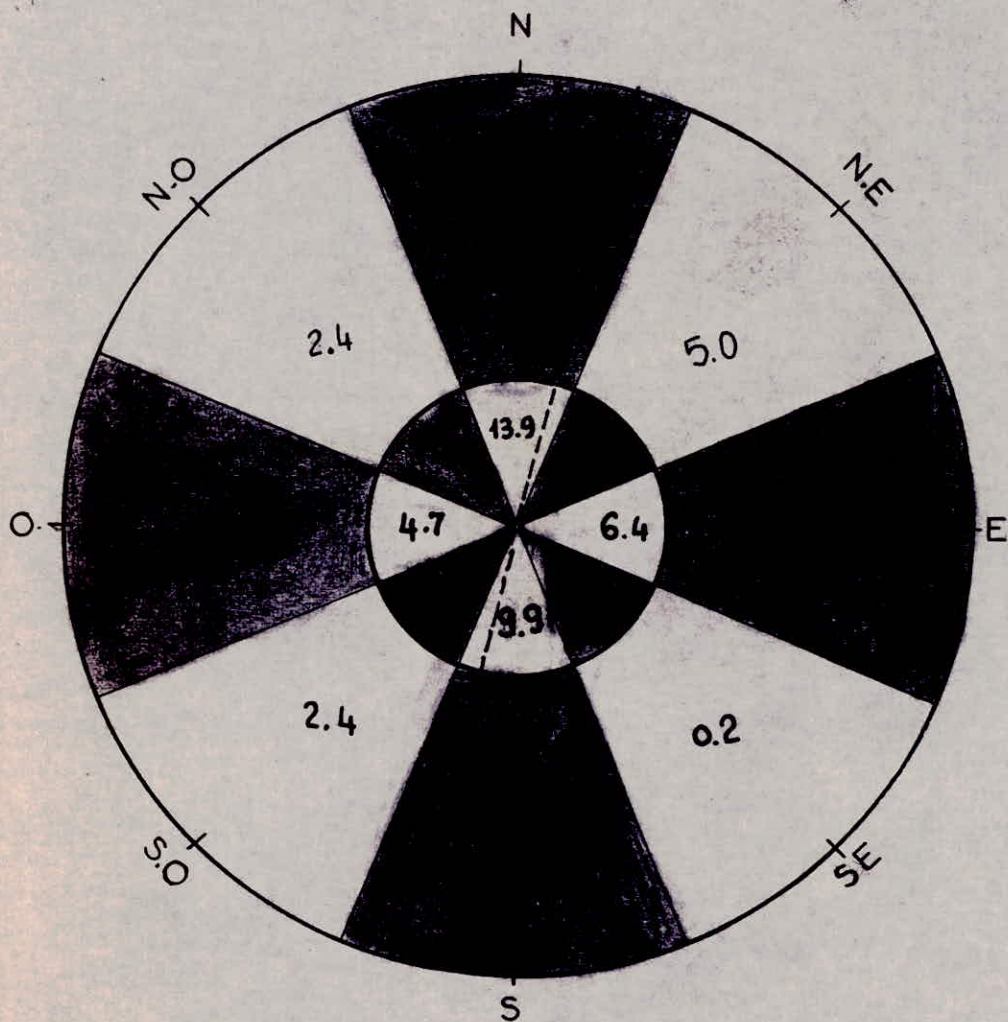
max 30 nœuds

vitesse du vent	NORD		N.E		EST		S.E		SUD		S.O		OUEST		N.O		CALME
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
JANVIER	5.3	1.2	2.6	1.3	0	0	1.3	0	16.5	2.0	14.3	5.3	8.6	3.3	9.3	2.0	27.0%
FEVRIER	12.0	4.6	6.0	2.0	3.3	1.3	2.0	0	12.0	2.6	7.3	2.0	6.0	2.0	9.3	2.6	25.0%
MARS	9.3	8.6	10.3	4.6	5.7	3.6	3.3	0	9.3	2.6	5.3	2.6	5.3	2.6	9.3	2.6	15.0%
AVRIL	11.6	10.0	8.0	9.3	3.7	2.6	4.0	0	8.6	3.3	5.3	3.1	4.6	2.6	8.0	5.3	10.0%
MAI	16.0	9.3	14.4	5.3	10.0	4.6	4.6	0	7.3	3.3	2.0	2.0	3.3	2.0	5.3	2.6	8.0%
JUIN	12.6	8.0	18.6	10.0	12.0	6.6	2.6	2.0	5.3	4.0	2.6	2.0	2.6	1.5	3.3	1.3	5.0%
JUILLET	12.0	4.0	22.0	8.6	13.6	2.6	3.3	0	12.0	3.3	2.6	0	2.0	0	4.0	0	10.0%
AOUT	14.0	4.0	17.3	6.6	11.7	2.9	4.0	0	12.0	2.6	3.3	2.0	3.3	0	5.3	0	11.0%
SEPTEMBRE	22.7	8.6	18.0	4.6	6.6	1.6	2.6	0	10.0	2.1	4.0	0	3.3	0	4.6	1.3	10.0%
OCTOBRE	22.6	4.0	16.6	5.3	4.6	2.0	0	0	8.0	3.3	3.3	2.0	4.0	0	7.0	2.0	15.0%
NOVEMBRE	17.0	4.6	6.1	2.6	5.3	0	4.4	0	8.6	2.6	7.3	3.3	4.6	2.0	7.3	3.3	21.0%
DECEMBRE	11.5	3.6	5.0	0	0	0	0	0	8.6	3.3	11.5	4.6	9.3	4.6	14.0	6.0	18.0%
MOYENNE ANNUELLE	13.9	5.9	12.1	5.0	6.4	2.3	2.7	0.2	9.9	2.9	5.7	2.4	4.7	1.7	7.2	2.4	14.6%

(15)

AERODROME DE OUARGLA

ROSE DES VENTS



CALME 14.6%

VITESSE DES VENTS

ECHELLE 2cm = 5 m/s

AERODROME DE OUARGLA

ROSE DES VENTS

MOYENNE ANNUELLE

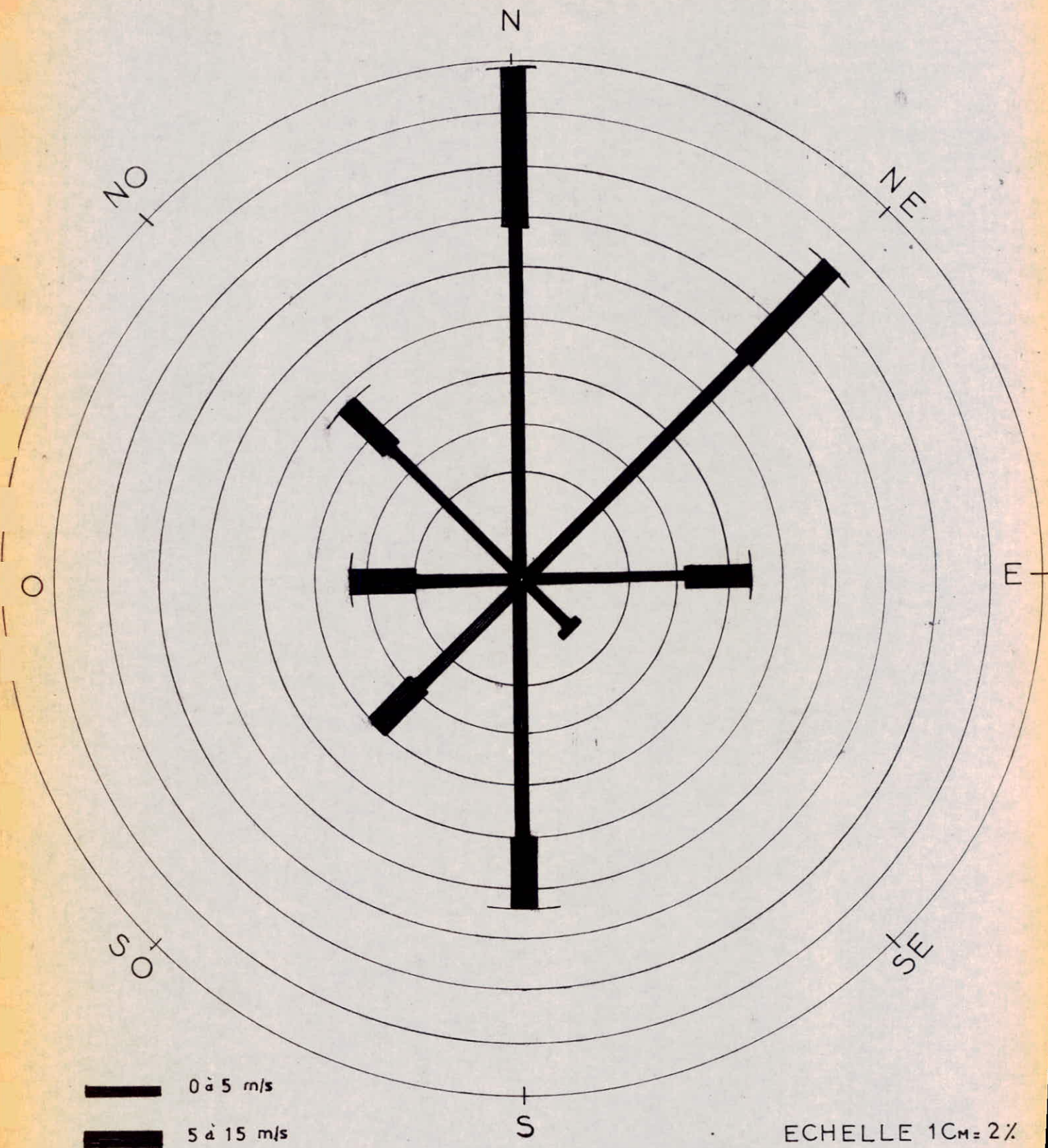


TABLEAU RECAPITULATIF

Tableau n°1 : COEFFICIENT D'UTILISATION de la PISTE PRINCIPALE (00/18)

directions(deg)	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5
Coef. d'Util. (%)	95.448	96.670	95.713	94.341	92.517	92.012	92.781	94.341

Tableau n°2 : COEFFICIENT D'UTILISATION des 2 PISTES ensemble

directions(deg)	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5
Coef. d'Util. (%)	96.97	96.68	97.70	99.02	99.61	99.87	99.29	98.42

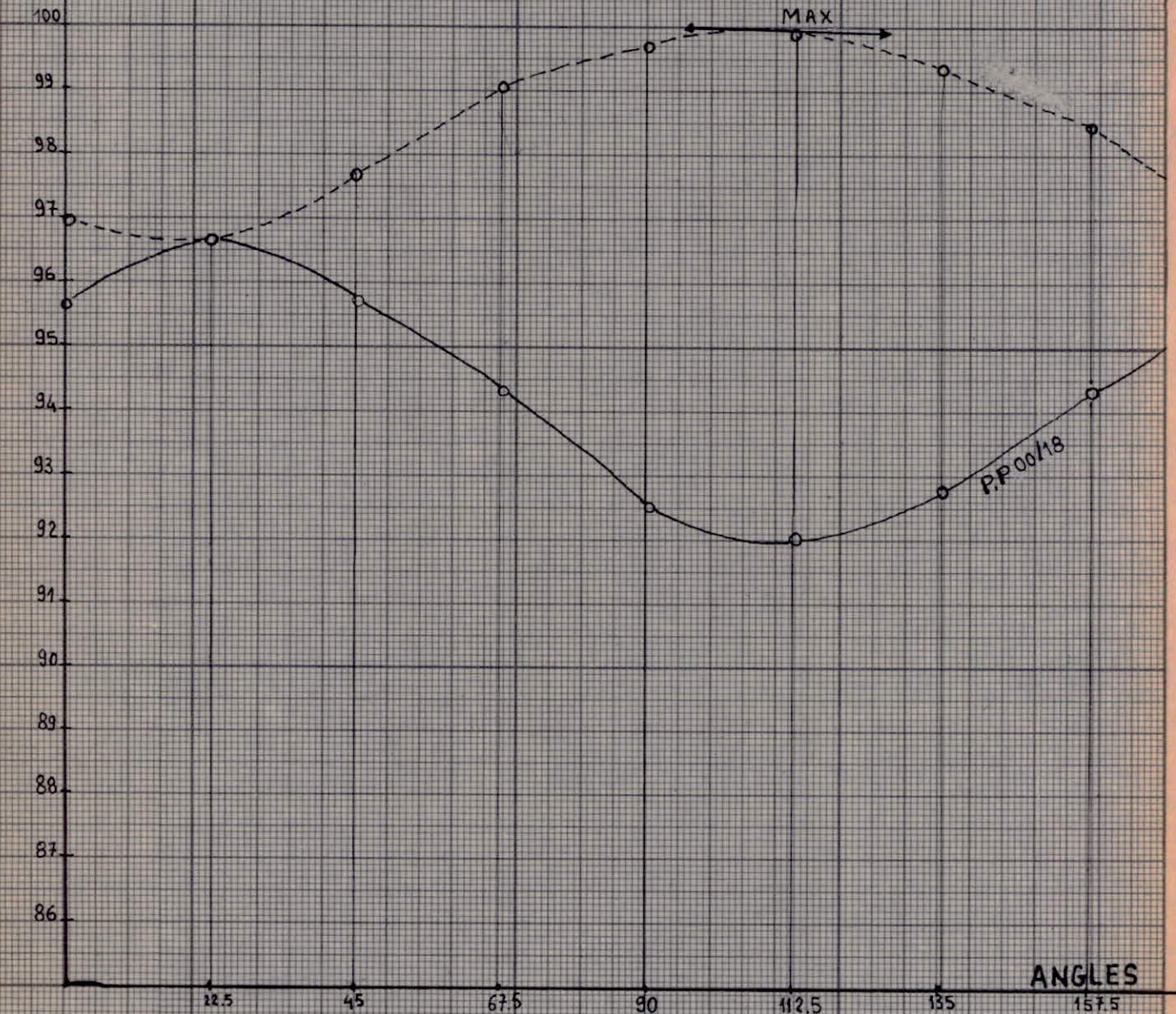
REMARQUES :

- Les directions (N, N.E, E, ...) sont exprimées par les angles leur correspondant en degrés
- L'angle 180° (correspondant à la direction Sud) ne figure pas sur les tableaux car la valeur de son coefficient d'utilisation est la même que celle de 0° (correspondant à la direction Nord)
- Sur les graphes de la rose des vents, 180° est axe de symétrie C'est-à-dire $CU_{22.5} = CU_{202.5}$

AERODROME DE OUARGLA

COEFFICIENT D'UTILISATION

CU



COEFFICIENT d'utilisation max 99.91% { P.P 02/20
COEFFICIENT d'utilisation Actuel PP 96.60% { PP 00/18

3.e LONGUEUR DE LA PISTE :

La longueur réelle à donner à la piste principale ne doit pas être inférieure à une longueur déterminée, comme suit :

Lorsque l'on possède des données sur les vols et les caractéristiques de performances des avions auxquels la piste est destinée, on applique les corrections correspondantes aux conditions locales et on choisit la plus grande longueur ainsi obtenue.

Lorsqu'on ne possède pas des données sur les vols et les caractéristiques de performances des avions auxquels la piste est destinée, on applique des facteurs de correction spécifiés en 3.1.10 à 3.1.12 de l'annexe 14, selon le cas, à la longueur de base de la piste.

Or dans notre cas, les caractéristiques de performances des avions sont données dans le tableau ci-dessous.

TYPE d'avions	Poids maximal au décollage	Poids maximal à l'atterrissage	Longueur de piste nécessaire pour décoller au niveau S.L.	Longueur de piste nécessaire pour atterrir au niveau S.L.
BOEING 737-200	49 ^T	44 ^T	2000 m	1400 m
BOEING 727-200	77 ^T	67 ^T	2800 m	1420 m
BOEING 747	309 ^T	256 ^T	3000 m	2300 m.

NOTA : Les longueurs de piste nécessaires pour décoller et atterrir, au niveau SL (niveau de la mer en atmosphère type) sont relevées de l'ouvrage des dispositifs d'atterrissage et de décollage.

3.e.1 : CALCUL DES CORRECTIONS :

Ses valeurs de la longueur de piste doivent être corrigées par des coefficients de correction relatifs à l'altitude, à la température, et à la pente moyenne (soit le quotient de la dénivellée dans son extension maximum (en cm) de la piste par sa longueur en mètre).

3.e.1.a : Correction d'altitude (N_1).

$$N_1 = \frac{7}{300} \cdot h$$

h : étant l'altitude au dessus du niveau de la mer exprimée en mètre du point moyen de l'aérodrome, l'altitude de l'aérodrome de OUARGLA est : $h = 150$ m (ref. carte aéronautique de l'ENESA).

App. Num : $N_1 = \frac{7}{300} \cdot 150 = 3.5 \Rightarrow \boxed{N_1 = 3,5\%}$

3.e.1.b : Correction de température (N_2)

$$N_2 = T - t$$

T : étant la température moyenne diurne du mois le plus chaud de l'année, $T = 33.6^\circ\text{C}$

t : température en "atmosphère standard à l'altitude de l'aérodrome, qui est de 15°C au niveau de la mer et diminue de 0.0065 par mètre d'altitude jusqu'à

11.000 m pour rester ensuite constante et égale à $-56,5^{\circ}\text{C}$:

$$t = 15^{\circ} - \frac{150 \times 0,0065}{1} = 14,025^{\circ}\text{C}$$

$$\text{d'où : } N_2 = 33,6^{\circ} - 14,025^{\circ} = 19,575^{\circ}\text{C}$$

$$N_2 = 19,575\%$$

3.e.1.c.:- Correction de pente (N_3).

$$N_3 = 3,5P . \text{ Si } P \leq 1\% . \text{ (classe A, B et C).}$$

$$N_3 = 5P - 1,5 . \text{ Si } P > 1\% . \text{ (classe C).}$$

P: Le quotient de la dénivellée dans son extension maximum (en cm) de la piste par sa longueur en mètre.

Application numérique :-

$$P = \frac{151,93 - 140,713}{3000} = 0,374\% \Rightarrow P < 1\%$$

$$\text{d'où : } N_3 = 3,5 \cdot 0,374 = 1,309 .$$

$$N_3 = 1,309\%$$

3.e.1.d : . Correction totale (N)

$$N = \left(1 + \frac{N_1}{100}\right) \left(1 + \frac{N_2}{100}\right) \left(1 + \frac{N_3}{100}\right) = \left(1 + \frac{3,5}{100}\right) \left(1 + \frac{19,575}{100}\right) \left(1 + \frac{1,309}{100}\right) \\ = 1,254$$

$$N = 1,254\%$$

• Longueur corrigée nécessaire au décollage :

$$\text{BOEING 737.200 : } L = (2000 \times 1,254) \approx 2508 \text{ m}$$

$$\text{BOEING 727.200 : } L = (2800 \times 1,254) \approx 3511 \text{ m}$$

$$\text{BOEING 747. : } L = (3000 \times 1,254) \approx 3742 \text{ m}$$

• Longueur corrigée nécessaire à l'atterrissage :

Correction d'altitude : $N_1 = \frac{7}{300} \cdot 150 = 3.5$

• BOEING 737.200 : $L = (1400 \times 0,035) + 1400 = 1449 \text{ m}$.

• BOEING 727.200 : $L = (1420 \times 0,035) + 1420 \approx 1470 \text{ m}$.

• BOEING 747 : $L = (2300 \times 0,035) + 2300 = 2380,5 \text{ m} \approx 2381 \text{ m}$.

3.e.2 CALCUL DES PENALISATIONS

Les valeurs des pénalités seront lues sur les monogrammes du manuel d'aérodromes (DOC 7920 A/865, 1^{ère} partie). Ces monogrammes tiennent compte des hypothèses suivantes :

- Vent arrière de 5 noeuds pour l'atterrissage.
- Vent nul pour les décollages.
- État de surface de piste dure et sèche.
- Poids maximal au décollage.

TYPE D'AVIONS	POIDS MAXIMAL AU DECOLLAGE	POIDS TOTAL AUTORISÉ AU DECOLLAGE	PENALISATIONS
BOEING 737.200	49 ^T	49 ^T	0
BOEING 727.200	77 ^T	74.5 ^T	2.5
BOEING 747	309 ^T	297 ^T	12 ^T

4. LES SURFACES DE DEGAGEMENTS

Les dégagements de l'aérodrome ont pour objet de limiter la hauteur des obstacles que les avions pourraient heurter tout autour de l'aérodrome et le long des routes aériennes.

Il est, en effet nécessaire :-

- De permettre aux environs immédiats des aérodrômes la navigation aérienne à basse altitude dans les meilleures conditions de sécurité particulièrement par mauvaise visibilité.
- D'éviter sur tout le territoire les obstacles isolés hauts et peu nuisibles que les avions risqueraient de rencontrer.
- Les spécifications techniques destinées à servir de bases à l'établissement de ses plans de dégagements sont déterminées dans le cadre des standards et des recommandations de l'OACI.

On distingue essentiellement trois surfaces de dégagement:

4.1 LA TROUÉE.

4.1.a: Définition: Une trouée est un couloir rectiligne d'accès et de sortie de l'aérodrome en prolongement de la bande d'atterrissage.

L'axe de la trouée est situé dans le plan vertical passant par l'axe de la bande.

L'origine de la trouée est le petit côté qui constitue l'extrémité de la bande dans son extension maximale.

4.1.b: Caractéristiques géométriques:

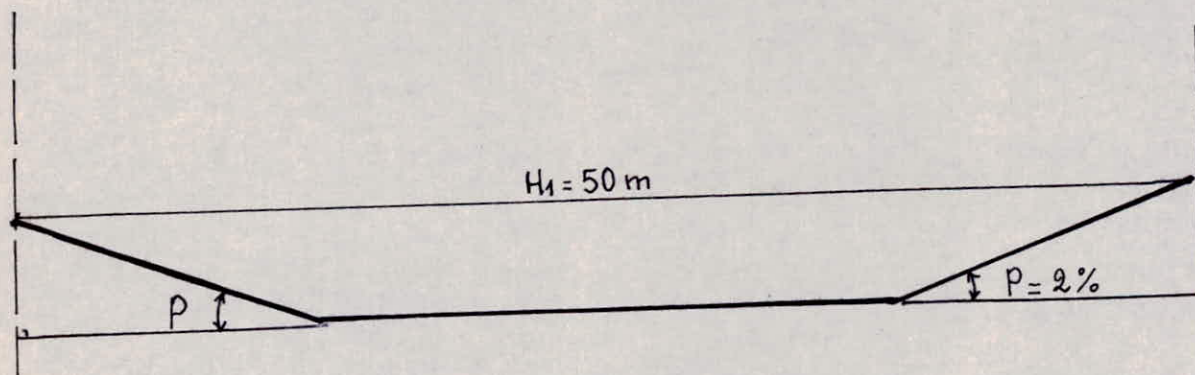
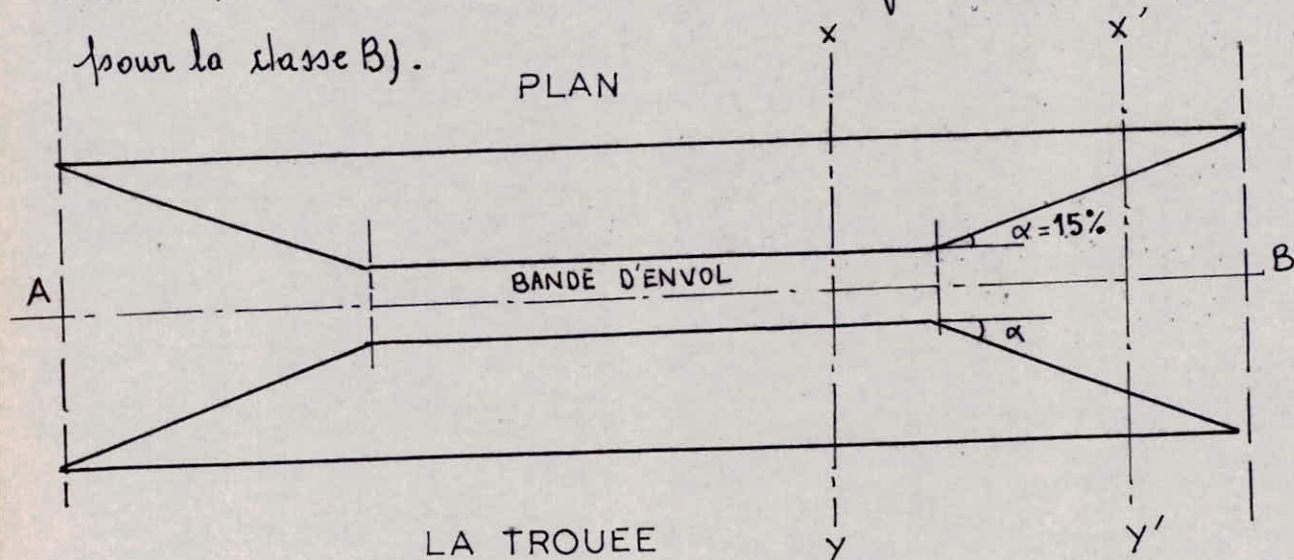
- Le fond de la trouée: est un plan incliné passant par le côté et dont la pente P est de 2% (Aérodrome de Classe B).

- Latéralement, la trouée est limitée par des plans inclinés passant par les grands côtés de la bande et ayant une pente de 20%. (Car la bande est utilisée à vue).

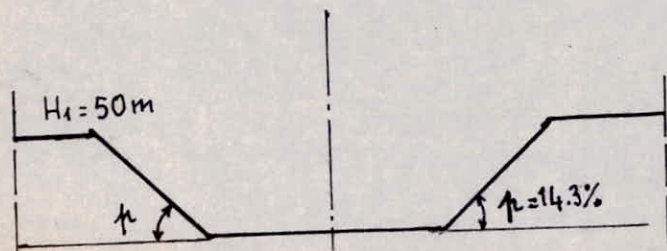
- Ses plans latéraux rencontrent les plans de fond de trouée

Suivant deux droites symétriques s'écartant vers l'extérieur et faisant en projection horizontale avec l'axe de la bande un angle α dont la tangente est de 10% (Aérodrome de classe B).

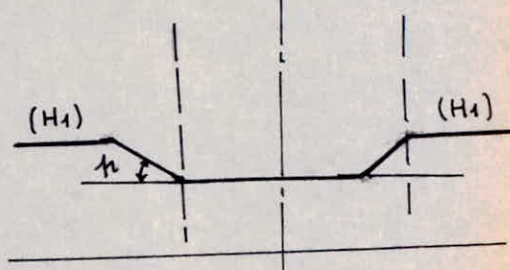
- Les quatre plans de dégagement des bandes ainsi les faces latérales de la trouée qui sont limitées par un plan horizontal dont la cote H_1 est au dessus du niveau moyen de l'aérodrome ($H_1 = 50\text{m}$ pour la classe B).



COUPE XY



COUPE X'Y'



4.2 SURFACE HORIZONTALE INTERIEURE

Définition: C'est un plan horizontal de cote (H_1) (Hauteur à partir du plan moyen de l'aérodrome) est limité:

- Intérieurement à ses intersections avec les quatre plans de dégagement de bandes.
- Extérieurement par:
 - . a) Deux droites situées de part et d'autre de la bande parallèle à son grand axe et à une distance D de celui-ci ($D=4000\text{ m}$)
 - . b) Deux droites perpendiculaires au grand axe et passant par le point de l'axe de fond de trouée de cote (H_1).
 - . c) Des quarts de cercles de rayon égal à la moitié de la distance D , indiquée ci-dessus et tangent intérieurement aux quatre angles du rectangle ainsi formé.

4.3 SURFACE CONIQUE :-

Définition: C'est une surface inclinée vers le haut et vers l'extérieur à partir du contour de la surface horizontale intérieure.

- Caractéristiques de la surface Conique.

. Ses limites de la surface conique correspondent :

- a). Une limite inférieure coïncidant avec le contour de la surface horizontale intérieure.
- b). Une limite supérieure située à une hauteur spécifiée au dessus de la surface horizontale intérieure et de rayon de 5000 m .

$$H_2 = Z_{\text{moy}} + 100 = 150 + 100 = 250\text{ m.}$$

4.4. SURFACE DE MONTEE AU DECOLLAGE

Définition : C'est un plan incliné ou tout autre surface spécifiée située au-delà de l'extrémité d'une piste ou d'un prolongement dégagé.

- Caractéristiques : La surface de la montée au décollage sera délimitée par :

a) Un bord intérieur horizontal perpendiculaire à l'axe de la piste et situé à une distance spécifiée au-delà de l'extrémité de la piste (Voir tableau ci-dessous).

b) Deux cotés qui partant des extrémités du bord intérieur divergent uniformément, sous un angle spécifié par rapport à la route de décollage (Voir tableau ci-dessous).

c) Un bord extérieur horizontal perpendiculaire à la route de décollage spécifiée (ANNEXE 14, Article 4.1.25, et 4.1.26 page 30).

DIMENSIONS ET PENTES DES SURFACES DE LIMITATION D'OBSTACLES

SURFACES ET DIMENSIONS	PISTE PRINCIPALE AU DECOLLAGE			AUTRES PISTES
	A	B	C	A, B, C
Surface de montée au décollage.				
Long. du bord inter-	180 m	180 m	180 m	180-150 m
Dist par rapport à l'extrémité de piste	100 m	100 m	100 m	60 m
Longueur finale	1200-1800	1200-1800	1200-1800	1200-1800 m
Divergence (de part et d'autre)	15.0%	15.0%	15.0%	15.0%
Longueur Totale	15000 m	15000 m	15000 m	12000 m
Pente	2%	2%	2%	2.5%
Longueur de la surf de montée au décoll.	4080 m	4080 m	4080 m	—

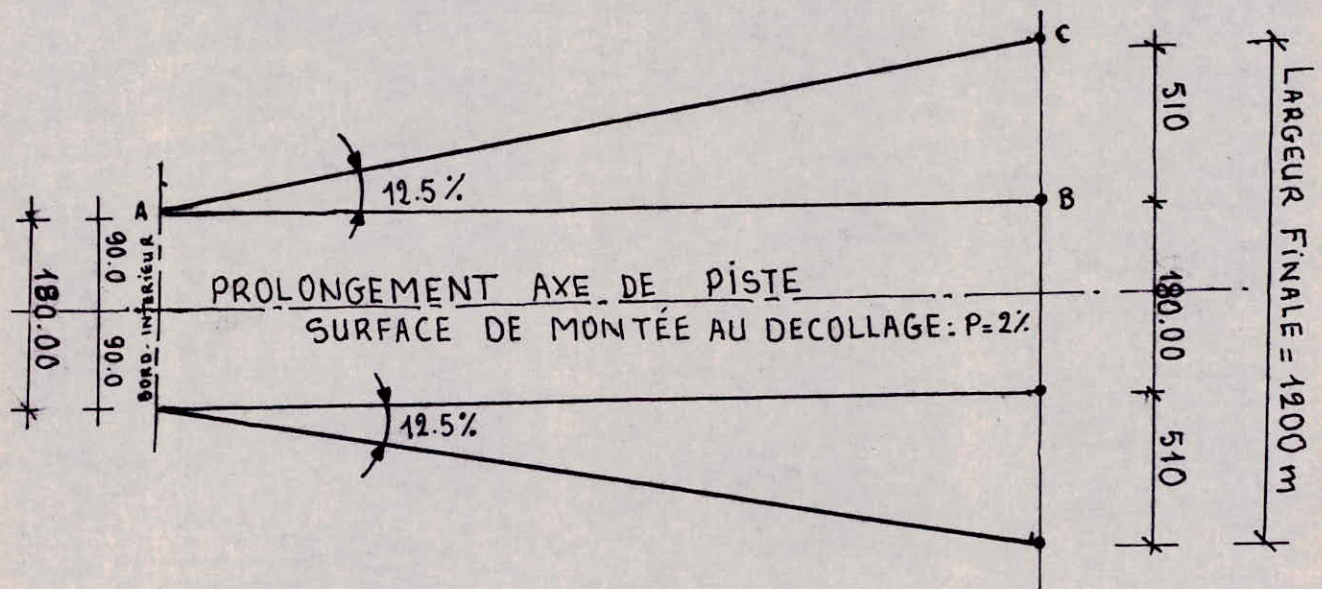
- La longueur de la surface de montée au décollage est déterminée de la façon suivante :-

. On calcul la différence entre la demi-largeur finale et la demi-largeur du bord intérieur (surface d'approche) tel que :

$$\frac{1200}{2} - \frac{180}{2} = 510 \text{ m.}$$

. On considère le triangle ABC (figure ci-dessous)

. On calcul la distance AB.



$$\tan \alpha = 15 \% = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \Rightarrow AB = \frac{\overline{BC}}{15} = \frac{510 \times 100}{15} = 3400 \text{ m}$$

$\overline{AB} = 3400 \text{ m}$

4.5 SURFACE D'APPROCHE :-

Définition: La surface d'approche est un plan incliné ou combinaison de plans précédant le seuil.

- Caractéristiques: La surface d'approche sera délimitée par

a) Un bord intérieur de longueur spécifiée, horizontale, et perpendiculaire au prolongement de l'axe de la piste

et précédent le seuil d'une distance spécifiée.

. b) Par deux lignes qui, partant des extrémités du bord intérieur divergent uniformément sous un angle spécifié par rapport au prolongement de l'axe de la piste.

. c) Un bord extérieur parallèle au bord intérieur.

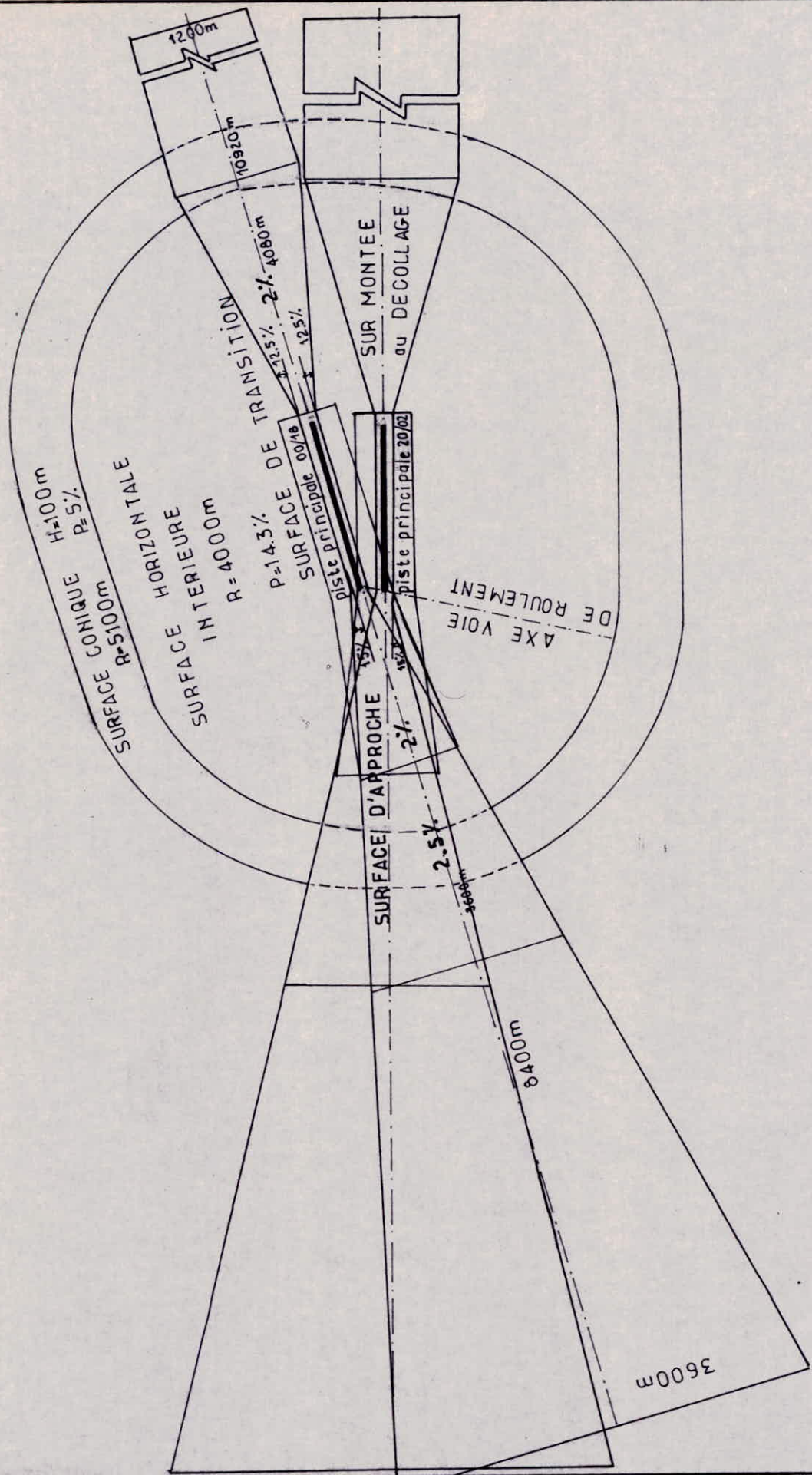
- La surface d'approche sera horizontale, au delà du plus élevé des deux points suivants:

a) Points où le plan incliné à 2.5% coupe un plan horizontal situé à 150 m au dessus du seuil passant par le sommet de tout objet qui détermine la hauteur limite de franchissement d'obstacles.

DIMENSIONS ET PENTES DES SURFACES
DE LIMITATIONS D'OBSTACLES
PISTE D'ATTERISSAGE

SURFACES ET DIMENSIONS	PISTES	APPROCHE AU INSTRUMENTS	
		A, B	
SURFACE CONIQUE PENTE HAUTEUR		5% 100 m	
SURFACE . HORIZ. INTERIEURE HAUTEUR RAYON		45 m 4000 m	Aucun chiffre n'est donné concer- nant la surface interieure d'app- roche dans le tableau 4.1 de l'ANNEXE 14.
SURFACE . INT. D'APPROCHE LARGEUR DIST. AU SEUIL LONGUEUR PENTE		300 m 100 m — —	
SURFACE D'APPROCHE LONGUEUR DU BORO-INT DISTANCE AU SEUIL DIVERGENCE DE PART ET D'AUT		300 100 15%	
* 1 ^{re} Section: LONGUEUR PENTE		3000 m 2%	
* 2 ^e Section: LONGUEUR PENTE		3600 m 2.5%	
* Section . HORIZ: LONGUEUR PENTE LONGUEUR TOTALE		8400 m 0% 1500 m	
* SURFACE DE TRANSITION PENTE		14.3%	

4.6) PLAN DE DEGAGEMENT. (ECHELLE : 1/10 0000)



5. VERIFICATIONS DES OBSTACLES :

5.1 DIFFERENTES CATEGORIES D'OBSTACLES .

On distingue les obstacles selon :

- Leur forme massive (accident de terrain, construction de grande surface) ou mince (ligne électrique, pylone de station radio, etc...)
- Qu'ils sont isolés ou continus, un ensemble d'obstacles isolés sera considéré comme continu si la distance horizontale entre deux obstacles isolés voisins est inférieure aux $\frac{2}{3}$ de l'obstacle le plus bas des deux.

5.1.1 OBSTACLES MASSIFS :

Les obstacles massifs ne doivent pas dépasser le niveau de la surface de dégagement, sinon, il faut les baliser

- Côté « Seuil 02 . P.P actuelle - Seuil 00 . P.P projetée . »

On a trois (03) obstacles situés aux côtes terrain suivantes :

$Z_1 = 163 \text{ m}$; $Z_2 = 157 \text{ m}$ et $Z_3 = 145 \text{ m}$ ainsi qu'un courbe de niveau 150 .

La projection de Z_1 sur l'axe de la nouvelle piste nous donne la côte Z'_1 telle que :

$$Z'_1 = 865 \times 2\% + Z_{\text{moy}} \quad \text{avec } Z_{\text{moy}} = 153 \text{ m} \Rightarrow Z'_1 = 170.3 \text{ m}$$

et $Z_1 - Z'_1 = 163 - 170.3 = 7.3 \text{ m}$, donc cet obstacle ne perce pas la trouée de la nouvelle, mais comme il est situé latéralement à gauche de l'axe, ne percera-t-il pas la surface intérieure horizontale ?

$Z_{i.s.h} = H_1 = 196 \text{ m} > 163 \text{ m}$ ($H_1 - Z_1 = 33 \text{ m}$), donc il ne percera pas

la surface intérieure horizontale.

• La projection de Z_2 sur l'axe de la nouvelle piste nous donne $Z'_2 = 283 \text{ m}$ ($Z_2 - Z'_2 = 126 \text{ m}$) celui-ci ne perce pas la trouée de la surface de montée, au décollage.

• $Z_3 = 145 \text{ m}$ situé très près de Z_2 (en partant de leur projection sur les axes des deux pistes, on voit que la vérification est assurée).

• Côté "Seuil 20 P.P. actuelle - Seuil 18 P.P. projetée":

De ce côté, on a également trois (03) obstacles à savoir :

$Z_4 = 136 \text{ m}$; $Z_5 = 139 \text{ m}$ et $Z_6 = 189 \text{ m}$.

• La projection de Z_4 sur l'axe de piste principale actuelle nous donne $Z'_4 = 203 \text{ m}$ et $Z_4 - Z'_4 = 67 \text{ m}$, donc cet obstacle ne perce pas la trouée de la surface d'approche de l'actuelle piste. Cet obstacle étant situé latéralement, on vérifiera s'il ne perce pas la surface intérieure horizontale ($H_1 = 196 \text{ m}$)

$H_1 > Z_4$ et $H_1 - Z_4 = 60 \text{ m}$, donc il ne perce pas non plus la surface horizontale.

• La projection de Z_4 sur l'axe de piste principale projetée nous donne $Z''_4 = 198 \text{ m} > Z_4 = 136 \text{ m}$ et $Z''_4 - Z_4 = 198 - 136 = 62 \text{ m}$ donc, l'obstacle ne perce pas la trouée de la surface d'approche de la piste projetée.

• $Z_5 = 139 \text{ m}$, se trouve au dessous de la surface conique tel que : $H_2 = 100 + Z_m$ avec $Z_m = 151 \text{ m} \Rightarrow H_2 = 251 \text{ m} > Z_5$

$H_2 - Z_5 = 112 \text{ m}$, donc cet obstacle ne perce pas la surface conique.

$Z_6 = 189$ m, se trouve sur le côté gauche de l'intersection RN156-RN149 et au dessous de la surface conique pour laquelle il sera vérifié.

5.1.2 OBSTACLES MINCES

Ces obstacles, du fait de leur mauvaise visibilité doivent être à un niveau inférieur, on prend une marge de 6.85 m de hauteur (pour les autoroutes et nationales) ou 6.30 m pour les chemins de wilaya et voies communales et se d'après une circulaire interministérielle N° 43 du 24 mai 1966) ou généralement 10 m.

Cette dernière est majorée pour les obstacles multipliant les dangers (lignes électriques à moyenne et haute tension) et, elle est portée à 25 m pour les lignes à haute tension situées dans les trouées.

Les obstacles minces relevés sont au dessous de la voie de roulement, on trouve :

- Une antenne située à la cote $Z_7 = 152$ m, $H_1 - Z_7 = 44$ m = H.
- Un lampadaire situé à la cote $Z_8 = 148$ m, $H = 48$ m
- Un château d'eau situé à la cote $Z_9 = 167$ m, $H = 29$.
- Deux (02) pilônes, dont un est situé à la cote $Z_{10} = 161$ m et l'autre à : $Z_{11} = 162$ m, $H = 35$ m, $H' = 34$ m
- Une autre antenne situé à $Z_{13} = 139$ m, $H = 57$ m.

Tous ces obstacles se trouvent sous la surface intérieure horizontale de hauteur $H_1 = 196$ m, supérieures au minimum imposé en conclusion : Le site de l'aérodrome présente de très bons dégagements.

CHAPITRE II

CALCUL DES COORDONNEES

II.1 INTRODUCTION :

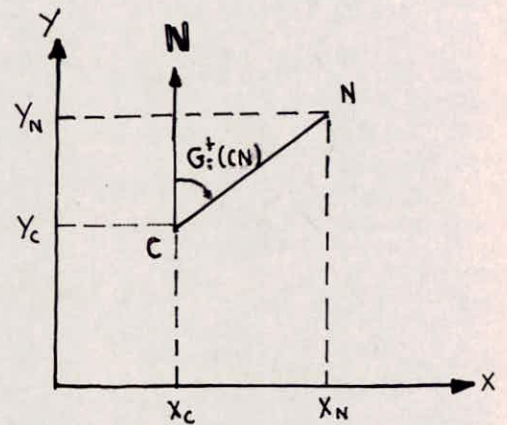
Le calcul du gisement de l'axe d'une piste quelconque (CN) est en fonction du signe de ΔX_{CN} et ΔY_{CN} tel que :

$$\Delta X_{CN} = X_N - X_C$$

$$\Delta Y_{CN} = Y_N - Y_C$$

et : $\text{tg} \alpha = \frac{\Delta X_{CN}}{\Delta Y_{CN}}$

α = Gisement de l'axe CN.



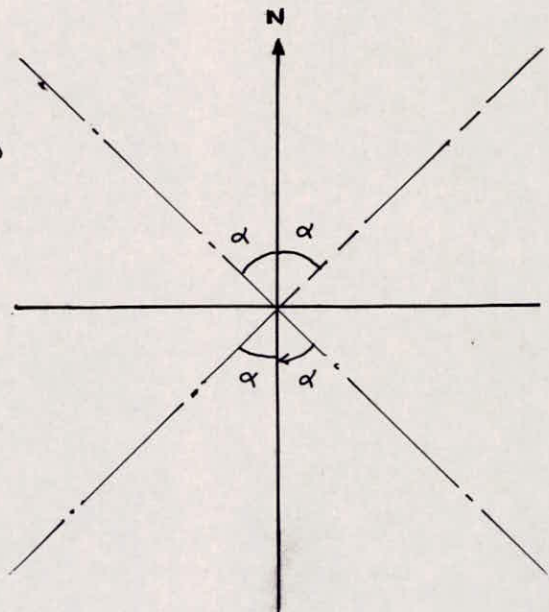
Les différentes valeurs du gisement en fonction du signe de ΔX_{CN} et ΔY_{CN} sont données ci-dessous :

Quatrième cadran
 $G^t = 400 - \alpha$
 $\Delta X < 0, \Delta Y > 0$

Premier cadran
 $G^t = \alpha$
 $\Delta X > 0, \Delta Y > 0$

Troisième cadran
 $G^t = 200 + \alpha$
 $\Delta X < 0, \Delta Y < 0$

Deuxième cadran
 $G^t = 200 - \alpha$
 $\Delta X > 0, \Delta Y < 0$



a) Premier cadran : Pour trouver X_N et Y_N , coordonnées du point N, on calcule :

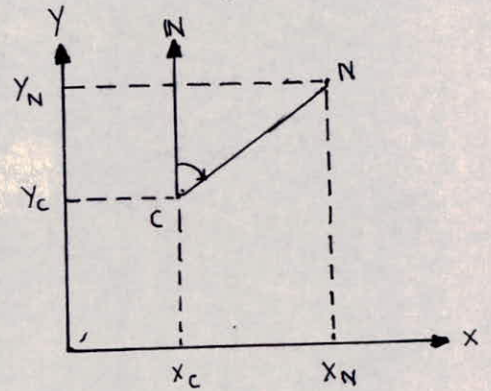
$$\Delta X_{CN} = X_N - X_C = D_{CN} \sin G_{\pm}^t(CN)$$

$$\Delta Y_{CN} = Y_N - Y_C = D_{CN} \cos G_{\pm}^t(CN)$$

d'où : $X_N = X_C + D_{CN} \sin G_{\pm}^t(CN)$

$$Y_N = Y_C + D_{CN} \cos G_{\pm}^t(CN)$$

$$\boxed{G_{\pm}^t(CN) = \alpha}$$



b) Deuxième cadran

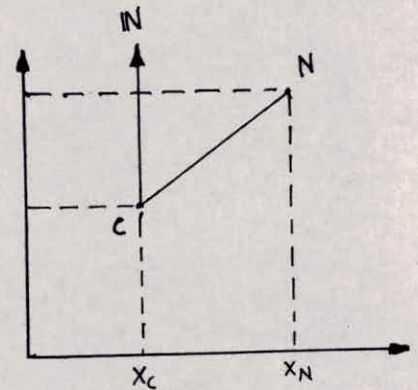
$$\Delta X_{CN} = X_N - X_C = D_{CN} \sin G_{\pm}^t(CN)$$

$$\Delta Y_{CN} = Y_N - Y_C = D_{CN} \cos G_{\pm}^t(CN)$$

d'où : $X_N = X_C + \Delta X_{CN}$

$$Y_N = Y_C - \Delta Y_{CN}$$

$$\boxed{G_{\pm}^t(CN) = 200 - \alpha}$$



c) Troisième cadran

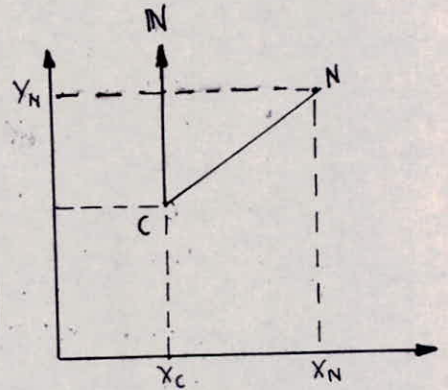
$$\Delta X_{CN} = X_N - X_C = D_{CN} \sin G_{\pm}^t(CN)$$

$$\Delta Y_{CN} = Y_N - Y_C = D_{CN} \cos G_{\pm}^t(CN)$$

d'où : $X_N = X_C - \Delta X_{CN}$

$$Y_N = Y_C - \Delta Y_{CN}$$

$$\boxed{G_{\pm}^t(CN) = \alpha + 200}$$



d) Quatrième cadran

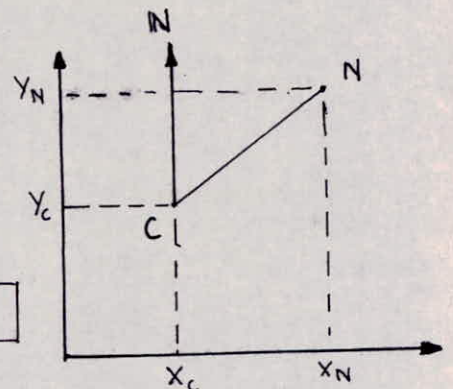
$$\Delta X_{CN} = X_N - X_C = D_{CN} \sin G_{\pm}^t(CN)$$

$$\Delta Y_{CN} = Y_N - Y_C = D_{CN} \cos G_{\pm}^t(CN)$$

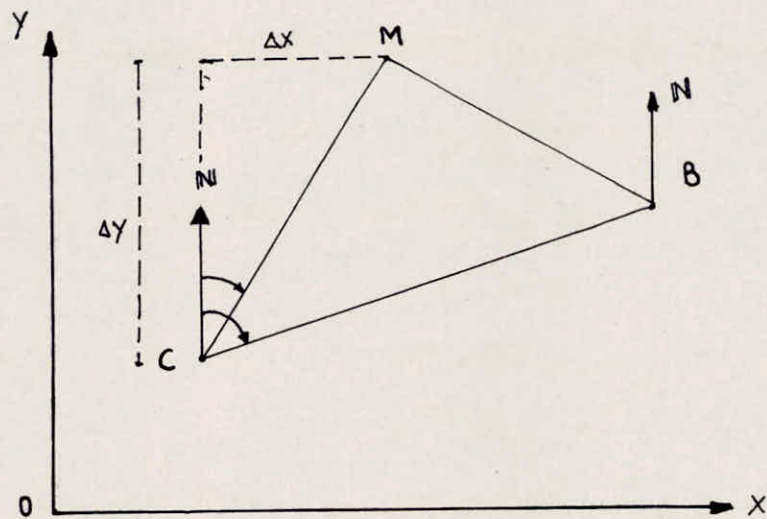
d'où : $X_N = X_C - \Delta X_{CN}$

$$Y_N = Y_C + \Delta Y_{CN}$$

$$\boxed{G_{\pm}^t(CN) = 400 - \alpha}$$



II 2). METHODE D'INTERSECTION DES AXES .



La méthode consiste à déterminer les coordonnées du point M connaissant celles des points B et C et les gisements de CM et BM.

On doit chercher: $M \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$.

$$\frac{X_M - X_B}{Y_M - Y_B} = Tg G_B^M \Rightarrow X_M - X_B = (Y_M - Y_B) Tg G_B^M \rightarrow \textcircled{1}$$

$$\frac{X_M - X_C}{Y_M - Y_C} = Tg G_C^M \Rightarrow X_M - X_C = (Y_M - Y_C) Tg G_C^M \rightarrow \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} - \textcircled{2} \Leftrightarrow X_C - X_B = (Y_M - Y_B) Tg G_B^M - (Y_M - Y_C) Tg G_C^M$$

$$\Leftrightarrow X_C - X_B = Y_M (Tg G_B^M - Tg G_C^M) + Y_C Tg G_C^M - Y_B Tg G_B^M$$

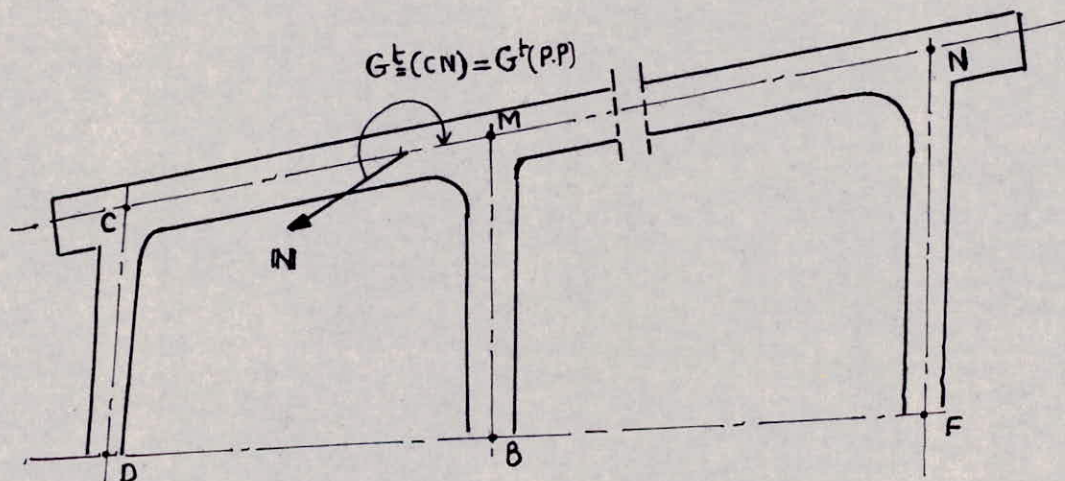
$$\Leftrightarrow Y_M = \frac{(X_C - X_B) - (Y_C Tg G_C^M) + (Y_B Tg G_B^M)}{Tg G_B^M - Tg G_C^M}$$

$$\Rightarrow X_M = (Y_M - Y_B) Tg G_B^M + X_B$$

Les gisements, de la piste principale, de la voie de roulement de la bretelle N°1, de la bretelle N°2, et de la piste principale existante sont donnés par la SAETI (l'équipe topographique):

- Gisement P.P (00/18) = $203^{\text{G}}.6172$
- Gisement V.R = $136^{\text{G}}.6172$
- Gisement BR N°1 = $121^{\text{G}}.0043$
- Gisement BR N°2 = $121^{\text{G}}.7642$
- Gisement P.P (20/02) = $221^{\text{G}}.0172$

Calcul des coordonnées, des points de l'intersection, de la bretelle N°1 et de la bretelle N°2 avec l'axe de la piste principale (00/18).



1°) Détermination de X_M et Y_M

La détermination de X_M et Y_M se fait par la méthode dite méthode d'intersection des axes, qui est exposé ci-joint.

Appliquons la méthode, à notre cas : - Connaissant les coordonnées des points C et B, et les gisements, des axes CM et MB, on détermine les coordonnées du point M.

$$\begin{aligned} \therefore Y_M &= \frac{(X_C - X_B) - (Y_C \operatorname{Tg} G_C^M) + (Y_B \operatorname{Tg} G_B^M)}{\operatorname{Tg} G_B^M - \operatorname{Tg} G_C^M} \\ &= \frac{(10263.515 - 9653.541) - (19920.878 \operatorname{Tg} 203.6172) + (19298.591 \operatorname{Tg} (121.0043))}{\operatorname{Tg} (121.0043) - \operatorname{Tg} (203.6172)} \\ &= 19105.585 \end{aligned}$$

$$Y_M = 19105.585$$

$$\begin{aligned} \therefore X_M &= (Y_M - Y_B) \operatorname{Tg} G_B^M + X_B \\ &= (19105.585 - 19298.591) \operatorname{Tg} (121.0043) + 9653.541 = 10217.141 \end{aligned}$$

$$\text{d'où : } \boxed{X_M = 10217.141 \quad ; \quad Y_M = 19105.585}$$

De même, connaissant les coordonnées des points C et F et les gisements des axes CN et FN, on détermine les coordonnées du point N.

$$Y_N = \frac{(10217.141 - 8974.084) - (19105.58) \operatorname{Tg} 203.6172 + 17323.93 \operatorname{Tg} 121.7642}{\operatorname{Tg} (121.7642) - \operatorname{Tg} (203.6172)}$$

$$= 16925.720$$

$$X_N = (16925.720 - 17323.930) \operatorname{Tg} 121.7642 + 8974.084$$

$$= 10093.145$$

$$\text{d'où : } \boxed{X_N = 10093.145 \quad ; \quad Y_N = 16925.720}$$

CHAPITRE III

DETAIL DE CALCUL DES JONCTIONS

1. JONCTION (BRET 0 - P.P. 00/18)

a) BUT: Lors du passage de l'avion (au cours de son mouvement) de la bretelle à la piste ou le contraire, il traverse la jonction (coté droit de la piste principale - fin bretelle (1)) qui présente une différence de pente, ayant des contraintes et des effets très mauvais sur le mouvement régulier des avions. On a opté pour remédier ce problème de répartir la différence de pente, sur une longueur bien déterminée. (voir schéma "a").

b) Détail de calcul :

- $Z_M = 141.82$ (côte déterminée du profil en long)

- $\beta = G^t(P.P.) - G^t(Br_1)$

$$= 203.6172 - 121.0043 = 82.6129 \text{ Gr}$$

- $\alpha = 100 - \beta = 100 - 82.6129 = 17.3871 \text{ Gr}$

- $\cos \alpha = \frac{MH}{HK} \Rightarrow MK = \frac{MH}{\cos \alpha} = \frac{22.5}{\cos(17.3871)} = 23.366 \text{ m}$

- $Z_K = Z_H - f_1 \frac{HK}{100}$

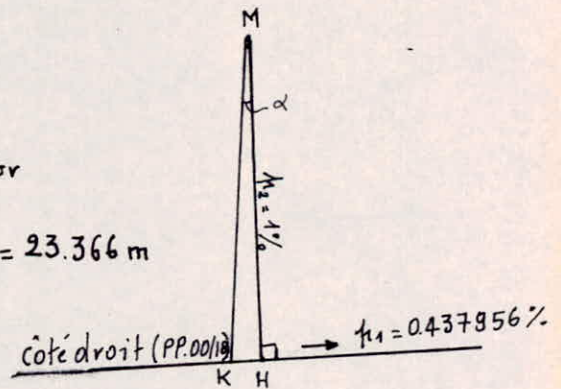
$$Z_H = Z_M - 0.01 \times 22.5 = 141.587$$

$$\overline{HK}^2 = \overline{MK}^2 - \overline{MH}^2 = (23.366)^2 - (22.5)^2 = 39.7199$$

dou: $HK = 6.302 \text{ m}$

$$Z_K = 141.587 - \frac{0.4379562 \times 6.302}{100} = 141.559 \text{ m}$$

$$Z_K = 141.559 \text{ m}$$



La répartition des pentes se fait, de la manière suivante :

- A partir du point K' appartenant, au prolongement, de MK et distant du point K d'une distance $KK' = 25 \cdot MK = (25 \cdot 23.366) = 1.634 \text{ m}$. On commence à répartir la différence de pente jusqu'au moins, au point de tangence (courbe - bord de la bretelle).

- La différence de pente est donnée par :

$$\Delta P = P' \pm P \begin{cases} (+) \text{ si } P \text{ et } P' \text{ sont dans le sens contraire.} \\ (-) \text{ si } P \text{ et } P' \text{ sont dans le même sens.} \end{cases}$$

P' : pente transversale, au niveau du point de tangence.

P : pente transversale au niveau du bord de la piste

- La répartition de la différence des pentes se fait de part et d'autre de l'axe de la bretelle, conformément à la formule suivante :

$$P_i = P_{i-1} \pm \frac{\Delta P}{n} \quad (\text{voir schéma "a" page 44}).$$

• ΔP = Différence de pente

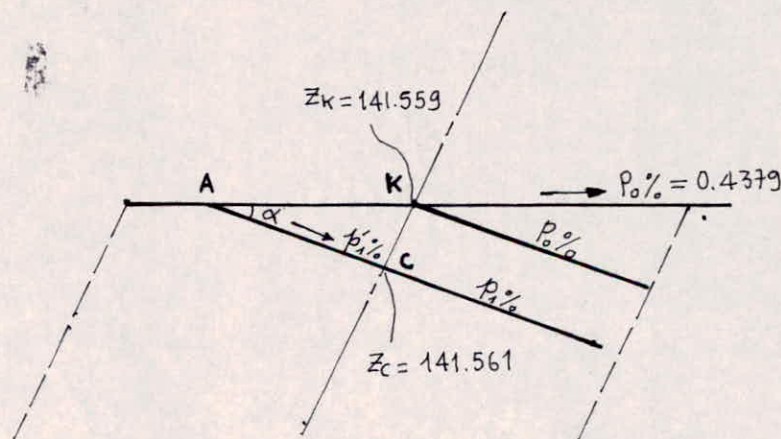
• P_i = Pente transversale au point i .

• P_{i-1} = Pente transversale au point $i-1$.

• n = nombre d'intervalle

- Avant de commencer la répartition, on doit calculer t'_i %

Le calcul de P'_i % se fait de la manière suivante :



- $\sin \alpha = \frac{KC}{AK} \Rightarrow AK = \frac{KC}{\sin \alpha} = \frac{1.634}{\sin(17.4)} = 6.053$
- $\tan \alpha = \frac{KC}{AC} \Rightarrow AC = \frac{KC}{\tan \alpha} = \frac{1.634}{\tan(17.4)} = 5.828$
- $Z_A = Z_K - AK \cdot P_0\% = 141.559 - \frac{6.053 \times 0.437}{100} = 141.531$
- $p'_1 = \frac{Z_c - Z_A}{AC} \times 100 = \frac{141.561 - 141.531}{5.828} \times 100 = 0.4956\%$
- On prend : $p_0 = 0.4375\%$
- Les cotes des bords de la jonction sont déterminées à partir des cotes de l'axe de la bretelle qui sont déterminées du profil en long de la BR(1), suivant la formule :

$$Z'_i = Z_i \pm D_i P_i$$

avec : $D_i = 12.5 + y_i$

$$y_i = R - \sqrt{R^2 - x_i^2} \quad (R : \text{rayon de la courbe}).$$

$x_i =$ Distance du point de tangence à la division

- On résume les résultats des calculs pour la jonction (BR1-PP(00/18)) sur le tableau N° 2.

2. JONCTION (BRET(2)-PP.00/18) (voir schéma "b" page 47).

Détail de calcul : On procède de la même façon que pour la jonction (BR(1)-PP 00/18).

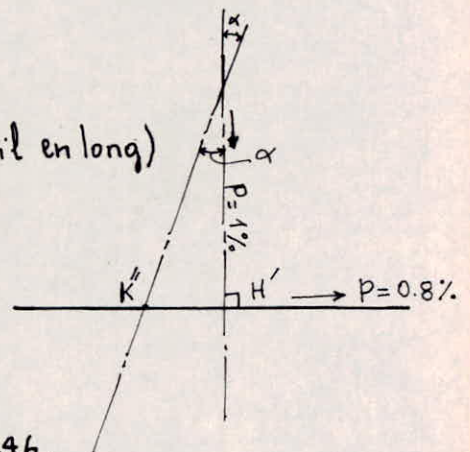
- $Z_N = 151.439$ (côte déterminée selon le profil en long)

- $\beta = G_1^t (PP 00/18) - G_2^t (Br_2)$
 $= 203.7172 - 121.7642 = 81.853 \text{ Gr}$

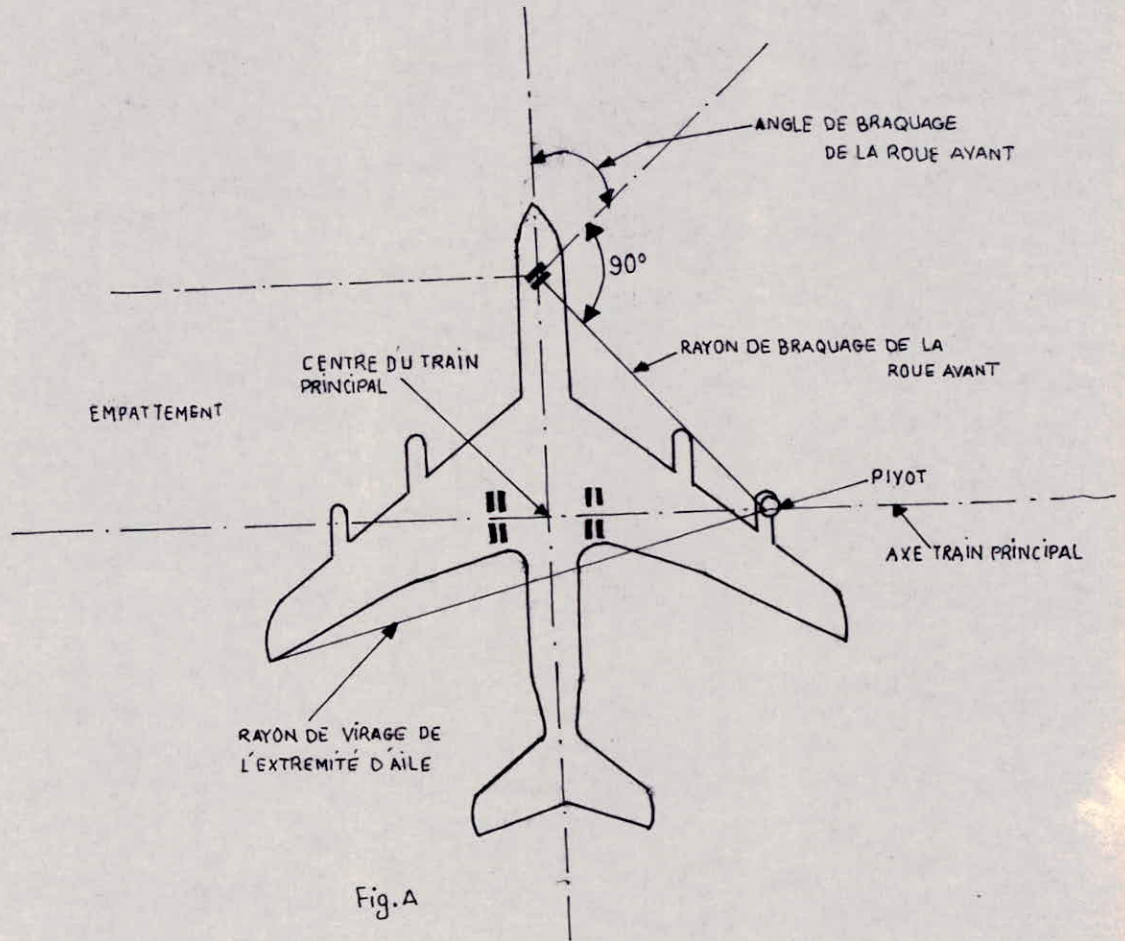
- $\alpha = 100 - 81.853 = 18.147 \text{ Gr}$

- $\cos \alpha = \frac{NH'}{NK''} \Rightarrow NK'' = \frac{NH'}{\cos \alpha} = \frac{22.5}{\cos(18.147)} = 23.446.$

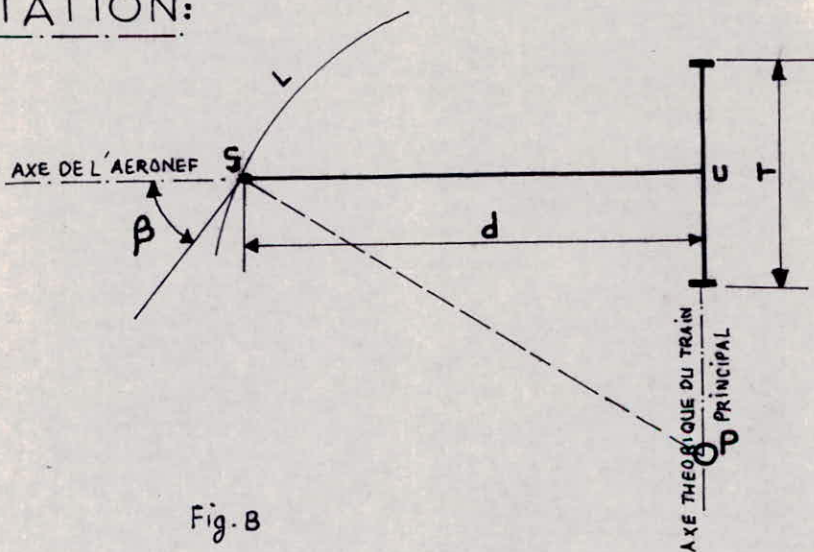
$$\Rightarrow NK'' = 23.446 \text{ m.}$$



TERMINOLOGIE DE L'AERONEF



NOTATION:



- U: centre du train principal.
- T: voie du train principal.
- P: pivot
- d: longueur de référence
- S: point de référence
- β : angle de guidage
- L: ligne de guidage

Schema "a":

JUNCTION P.P00/18 - BR.1

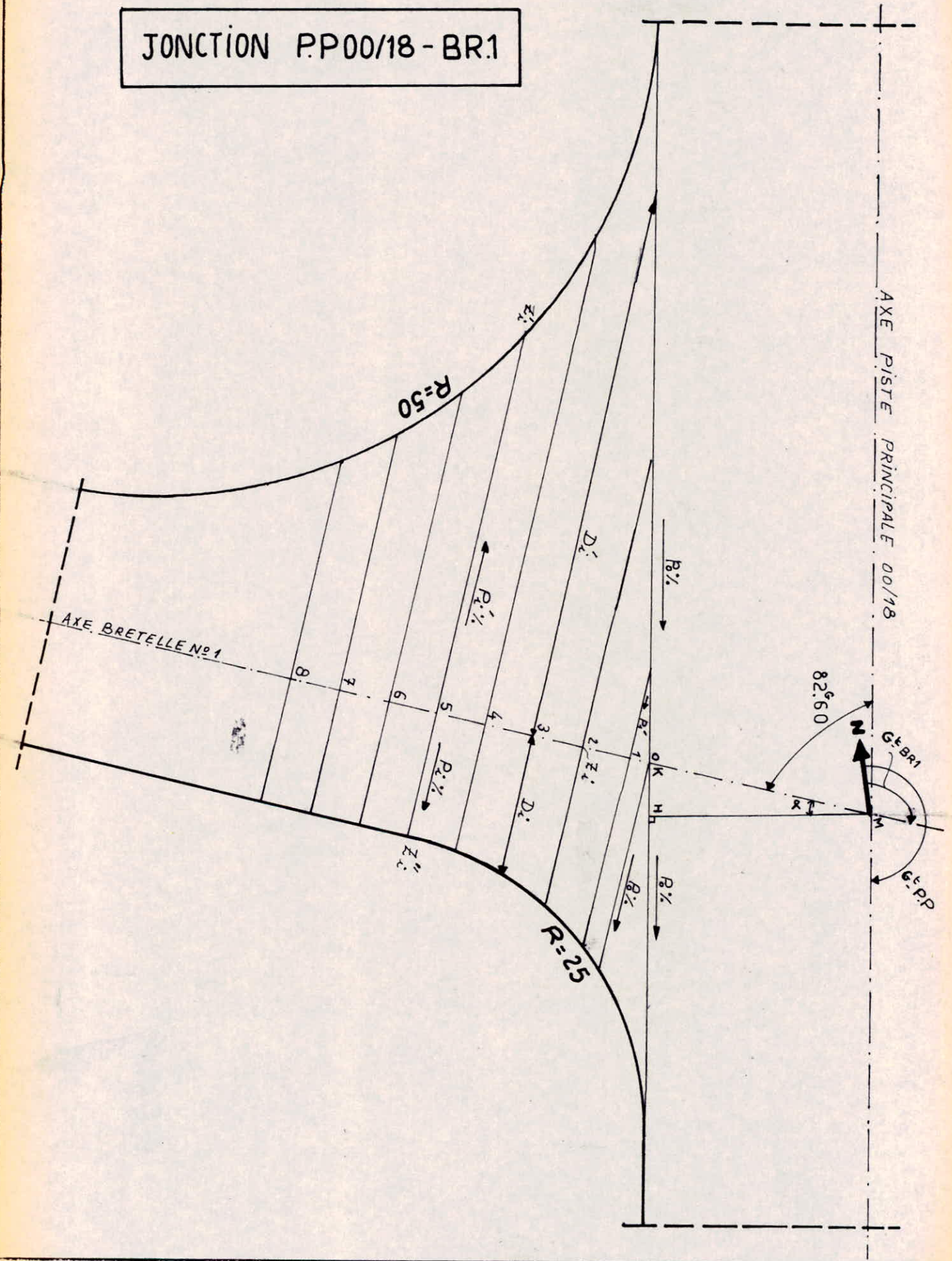


TABLEAU N° 2 JONCTION P.P00/18 - BR.1

N°	Z _i (m)	P _i '(%)	P _i (%)	X _i '(m)	X _i (m)	D _i '(m)	D _i (m)	Y _i '(m)	Y _i (m)	Z _i "(m)	Z _i '(m)
0	141.559	0.438	0.438	—	34.41	—	26.22	13.720	—	141.444	—
1	141.561	0.496	0.485	—	32.77	—	24.74	12.237	—	141.441	—
2	141.567	0.210	0.630	24.84	27.77	34.29	20.92	8.422	18.473	141.435	141.547
3	141.573	0.074	0.775	19.84	22.77	22.29	17.99	5.486	8.908	141.433	141.499
4	141.579	0.360	0.920	14.84	17.77	17.38	15.76	3.26	4.378	141.434	141.473
5	141.585	0.645	1.065	9.84	12.77	14.52	14.16	1.66	1.728	141.434	141.459
6	141.591	0.928	1.210	4.84	7.77	12.97	13.11	0.607	0.344	0.607	141.439

45

• Calcul de $z_{K'}$

$$\cdot z_{H'} = z_N - 0.01 \times 22.5 = 151.439 - 0.01 \times 22.5 = 151.214 \text{ m}$$

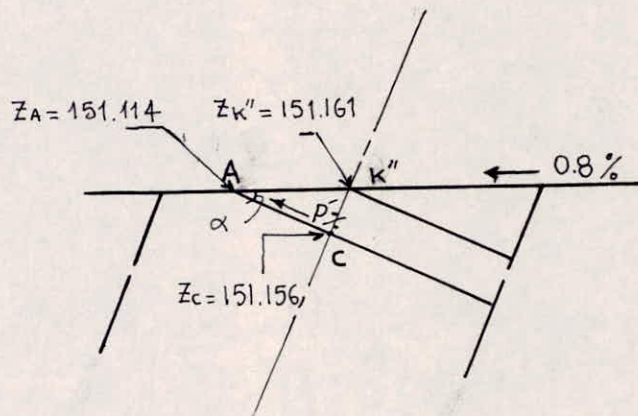
$$\cdot \overline{H'K''}^2 = \overline{NK''}^2 - \overline{NH'}^2 = 23.446^2 - (22.5)^2 = 43.4649$$

$$\Rightarrow \overline{H'K''} = 6.593 \text{ m}$$

$$\cdot z_{K''} = z_{H'} - 0.008 \times 6.593 = 151.214 - 0.008 \times 6.593$$

$$z_{K''} = 151.161 \text{ m}$$

• Avant de faire la répartition des pentes sur la jonction, on doit calculer la pente $P\%$



$$\cdot \sin \alpha = \frac{K''C}{AK''} \Rightarrow AK'' = \frac{K''C}{\sin \alpha} = \frac{1.554}{\sin(18.147)} = 5.526$$

$$\cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{K''C}{AK''} \Rightarrow AC = \frac{K''C}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1.554}{\operatorname{tg}(18.147)} = 5.303$$

$$\cdot z_A = z_{K''} - AK''(P\%) = 151.161 - 5.526 \cdot 0.8\% = 151.114$$

$$\cdot P\% = \frac{z_C - z_A}{AC} \times 100 = \frac{151.156 - 151.114}{5.303} \times 100 = 0.792\%$$

• On résume les résultats des calculs pour la jonction (BR(2) - PP 00/18) dans le tableau N° 3

Schema "b".

JUNCTION P.P00/18 - BR2

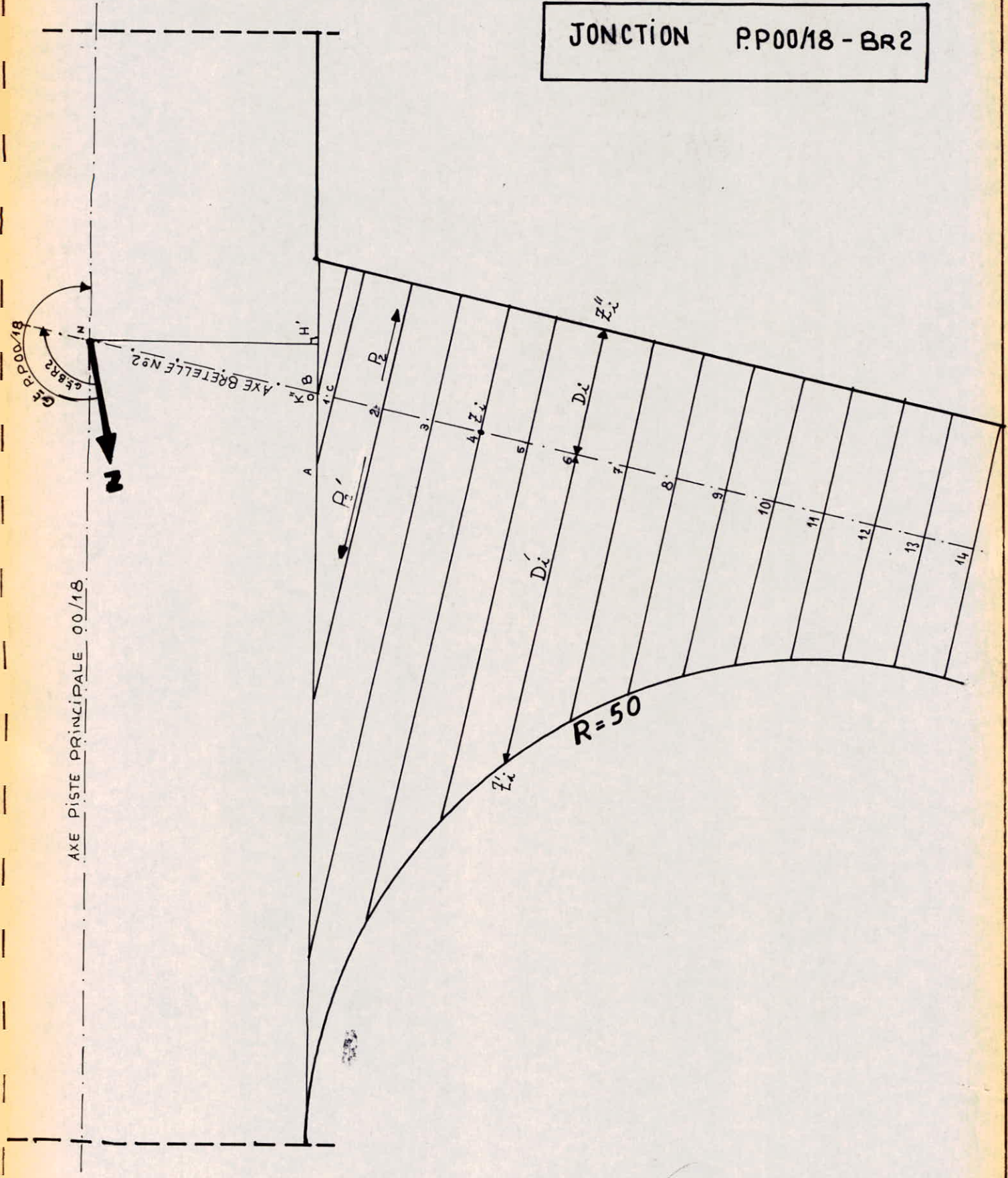


TABLEAU N° 3 JONCTION B R, 2 — P.P00/18

N°	Z _i (m)	P _i ' (%)	P _i (%)	X _i ' (m)	X _i (m)	D _i ' (m)	D _i (m)	Y _i ' (m)	Y _i (m)	Z _i '' (m)	Z _i ' (m)
0	151.161	07 -	0.747	-	60.423	-	12.5	-	-	-	151.254
1	151.156	0.743	0.798	-	58.859	22.77	12.5	-	-	151.114	151.266
2	151.141	0.797	0.634	-	53.859	39.934	12.5	-	-	150.969	151.920
3	151.127	0.851	0.470	-	48.859	57.097	12.5	-	-	150.787	151.186
4	151.112	0.905	0.306	-	43.859	42.576	12.5	-	-	150.595	151.150
5	151.098	0.959	0.141	48.941	38.859	38.492	12.5	39.76	-	150.689	151.115
6	151.081	1.014	0.223	43.941	35.859	31.036	12.5	26.14	-	150.692	151.095
7	151.069	1.068	0.186	38.941	28.859	25.709	12.5	18.63	-	150.737	151.046
8	151.054	1.122	0.351	33.941	23.859	21.669	12.5	13.28	-	150.765	151.010
9	151.039	1.176	0.514	28.941	18.859	18.559	12.5	9.227	-	150.784	150.975
10	151.027	1.230	0.679	23.941	13.859	16.199	12.5	6.104	-	150.798	150.942
11	151.011	1.284	0.843	18.941	8.859	14.459	12.5	3.720	-	150.803	150.906
12	150.996	1.338	1.007	13.941	3.859	13.910	12.5	1.982	-	150.802	150.870
13	150.981	1.392	1.171	8.941	-	12.649	12.5	0.809	-	150.787	150.834
14	150.967	1.446	1.336	3.941	-	12.50	12.5	0.155	-	150.784	150.800
15	150.952	1.50	1.50	-	-	-	12.5	-	-	150.764	150.764

3. JONCTION (VR.PP.00/18). (voir schéma "c" page 51).

• $\beta = G^{\dagger} PP(00/18) - G^{\dagger}(VR)$

$= 203.6172 - 136.6172 = 67 \text{ Gr}$

• $\alpha = 100 - \beta = 100 - 67 = 33 \text{ Gr}$

• $\cos \alpha = \frac{CH''}{CK''} \Rightarrow CK'' = \frac{CH''}{\cos \alpha} \Rightarrow CK'' = \frac{22.5}{\cos(33)} = 25.903 \text{ m}$

• Calcul de $Z_{K''}$.

$Z_{H''} = Z_C - 0.01 \times 22.5 = 141.409 \text{ m}$

$Z_{H''} = 141.409$

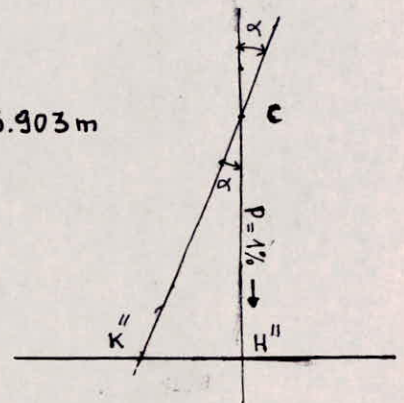
• $\overline{H''K''}^2 = \overline{CK''}^2 - \overline{CH''}^2$

$= (25.903)^2 - (22.5)^2 = 164.715$

$H''K'' = 12.83 \text{ m}$

$\Rightarrow Z_{K''} = Z_{H''} - H''K'' P\% = 141.409 - \frac{12.83 \cdot 0.21818}{100} = 141.381 \text{ m}$

$Z_{K''} = 141.381 \text{ m}$



Les résultats de calcul sont donnés dans les tableaux N° 1 et 1'

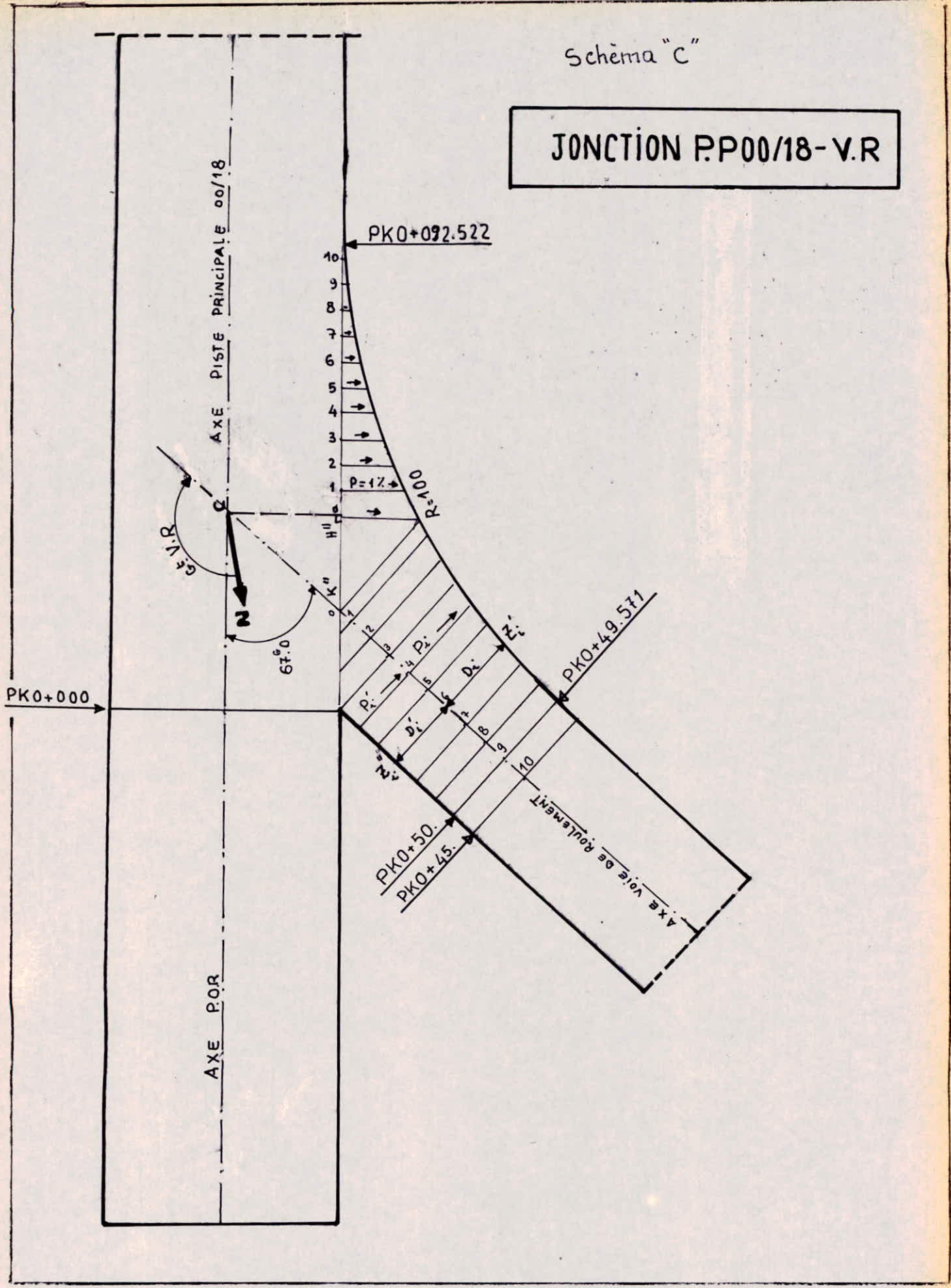
TABLEAU N° 1'

N°	Z _i ' (m)	P _i (%)	X _i (m)	D _i (m)	Z _i (m)
0	141.383	1.00	50	13.947	141.243
1	141.372	1.00	45	11.00	141.262
2	141.361	1.00	40	8.612	141.274
3	141.350	1.00	35	6.550	141.273
4	141.339	1.00	30	4.706	141.291
5	141.328	1.00	25	3.330	141.284
6	141.317	1.00	20	2.144	141.295
7	141.306	1.00	15	1.131	141.293
8	141.295	1.00	10	0.501	141.290
9	141.284	1.00	5	0.125	141.283

N°	$Z_i(m)$	$P_i(\%)$	$P_i(\%)$	$X_i'(m)$	$X_i(m)$	$D_i'(m)$	$D_i(m)$	$Y_i'(m)$	$Y_i(m)$	$Z_i''(m)$	$Z_i'(m)$
0	141.437	—	0.689	—	49.571	—	28.151	—	13.151	—	141.243
1	141.351	1.400	0.750	—	44.571	4.716	25.482	—	10.482	141.455	141.162
2	141.321	1.110	0.825	40.0	39.571	15.0	23.162	—	8.162	141.487	141.129
3	141.288	0.820	0.900	35.0	34.571	15.0	21.166	—	6.166	141.411	141.097
4	141.255	0.530	0.975	30.0	29.571	15.0	19.472	—	4.472	141.334	141.074
5	141.222	0.223	1.050	25.0	24.571	15.0	18.065	—	3.016	141.255	141.032
6	141.188	0.050	1.125	20.0	19.571	15.0	16.934	—	1.934	141.180	140.997
7	141.156	0.340	1.200	15.0	14.571	15.0	16.016	—	1.017	141.105	140.958
8	141.123	0.630	1.275	10.0	9.571	15.0	15.459	—	0.459	141.028	140.925
9	141.089	0.920	1.350	5.0	4.571	15.0	15.104	—	0.104	140.951	140.885
10	141.056	1.210	1.425	0.0	—	15.0	15.00	—	—	140.874	140.992
11	141.023	1.500	1.50	—	—	15.0	—	—	—	140.798	140.798

Schema "C"

JONCTION P.P00/18-V.R



4. JONCTION (BR1-PP 20/02) (voir schéma "D" page 54).

• $\beta = G_{PP(02/20)} - G_{(BR1)} = 100 \text{ Gr.}$

• $\alpha = 100 - \beta = 100 - 100 = 0$

• $\cos \alpha = \frac{CH''}{CK''} \Rightarrow CK'' = CH'' = 22.5 \text{ m}$

• Calcul de $Z_{K''}$.

• $Z_{H''} = Z_c - 0.01 \times 22.5 = 142.515 - 0.01 \times 22.5 = 142.290 \text{ m}$

• $H''K'' = 0$

• $Z_{K''} = Z_{H''} = 142.290 \text{ m.}$

• Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau N° 4

5. JONCTION (BR 2-PP 20/02) (voir schéma "E" page 56).

• $\beta = G_{PP(02/20)} - G_{(BR2)} = 99.253 \text{ Gr}$

• $\alpha = 100 - \beta = 100 - 99.253 \text{ Gr} = 0.747 \text{ Gr} \approx 0 \text{ Gr}$

• $\cos \alpha = \frac{CH''}{CK''} \Rightarrow CK'' = CH'' \Rightarrow CK'' = CH'' = 22.5 \text{ m.}$

• Calcul de $Z_{K''}$.

- $Z_{H''} = Z_c - 0.01 \times 22.5 = 151.054 - 0.01 \times 22.5 = 150.829 \text{ m.}$

- $Z_{K''} = Z_{H''} = 150.829 \text{ m.}$

• Les résultats des calculs sont donnés dans le Tableau N° 5

TABLEAU N°4 JONCTION B.R N°1 - P.P 20/02

N°	$Z_i(m)$	$P_i'(\%)_G$	$P_i(\%)_D$	$X_i'(m)_G$	$X_i(m)_D$	$D_i'(m)_G$	$D_i(m)_D$	$Y_i'(m)_G$	$Y_i(m)_D$	$Z_i''(m)_G$	$Z_i'(m)_D$
0	142.290	0.850	0.975	49.50	62.50	62.50	42.946	42.946	42.946	142.821	141.680
1	142.286	0.733	1.001	47.50	47.50	46.887	46.887	34.387	34.387	142.629	141.816
2	142.279	0.498	1.054	42.50	42.50	36.161	36.161	23.660	23.660	142.459	141.897
3	142.273	0.263	1.106	37.50	37.50	29.428	29.428	16.928	16.928	142.350	141.947
4	142.266	0.028	1.156	32.50	32.50	24.503	24.503	12.003	12.003	142.272	141.982
5	142.259	0.207	1.211	27.50	27.50	20.742	20.742	8.241	8.241	142.216	142.007
6	142.253	0.442	1.264	22.50	22.50	17.848	17.848	5.348	5.348	142.174	142.027
7	142.246	0.677	1.316	17.50	17.50	15.562	15.562	3.162	3.162	142.140	142.041
8	142.239	0.912	1.368	12.50	12.50	14.088	14.088	1.587	1.587	142.110	142.046
9	142.233	1.147	1.421	7.50	7.50	13.066	13.066	0.566	0.566	142.083	142.047
10	142.226	1.382	1.473	2.50	2.50	12.560	12.560	0.062	0.062	142.052	142.041
11	142.220	1.50	1.50	-	-	12.50	12.50	-	-	142.032	142.032

53

Schema D.

JUNCTION BR1-PP20/02

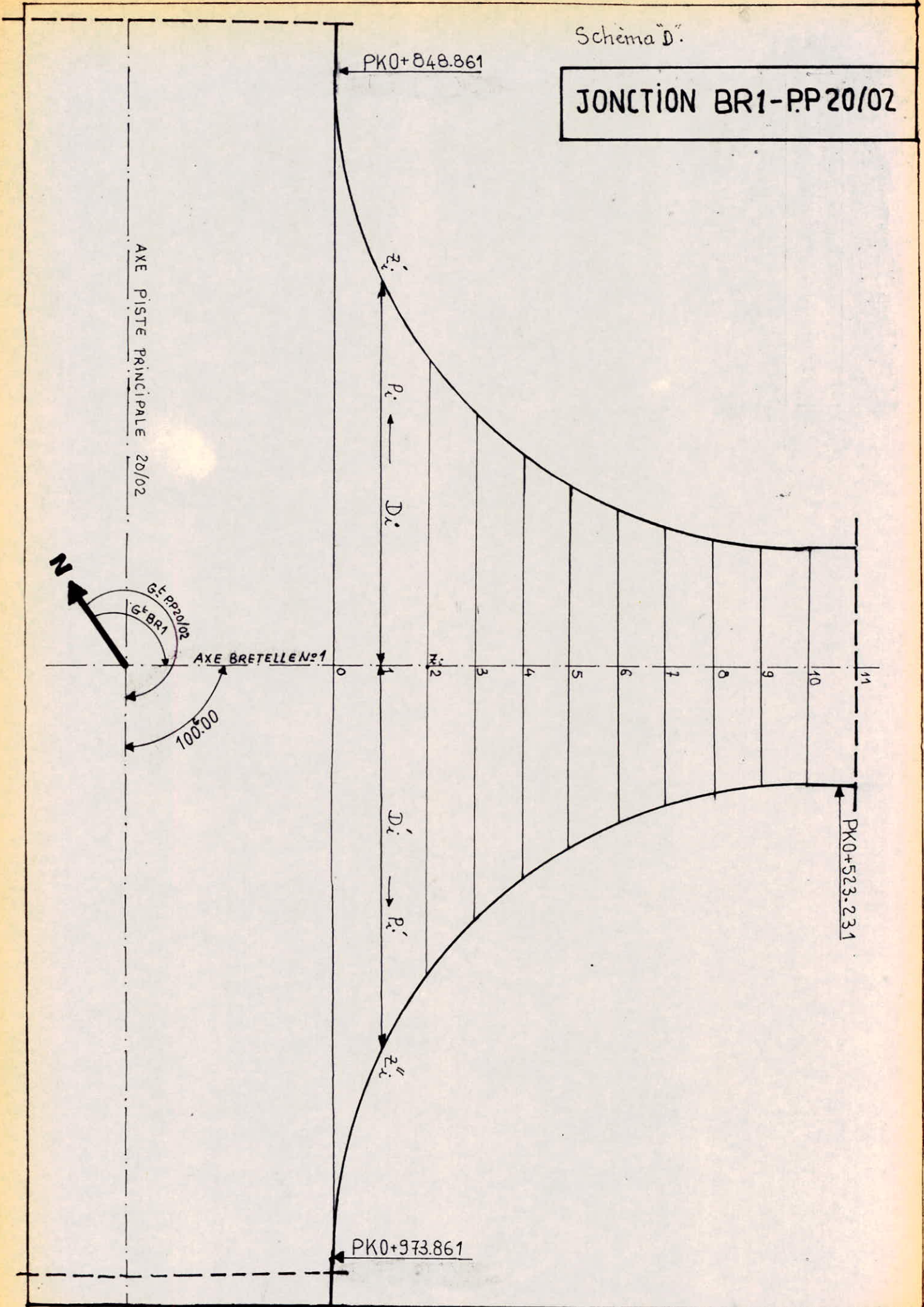


TABLEAU N° 5

JONCTION

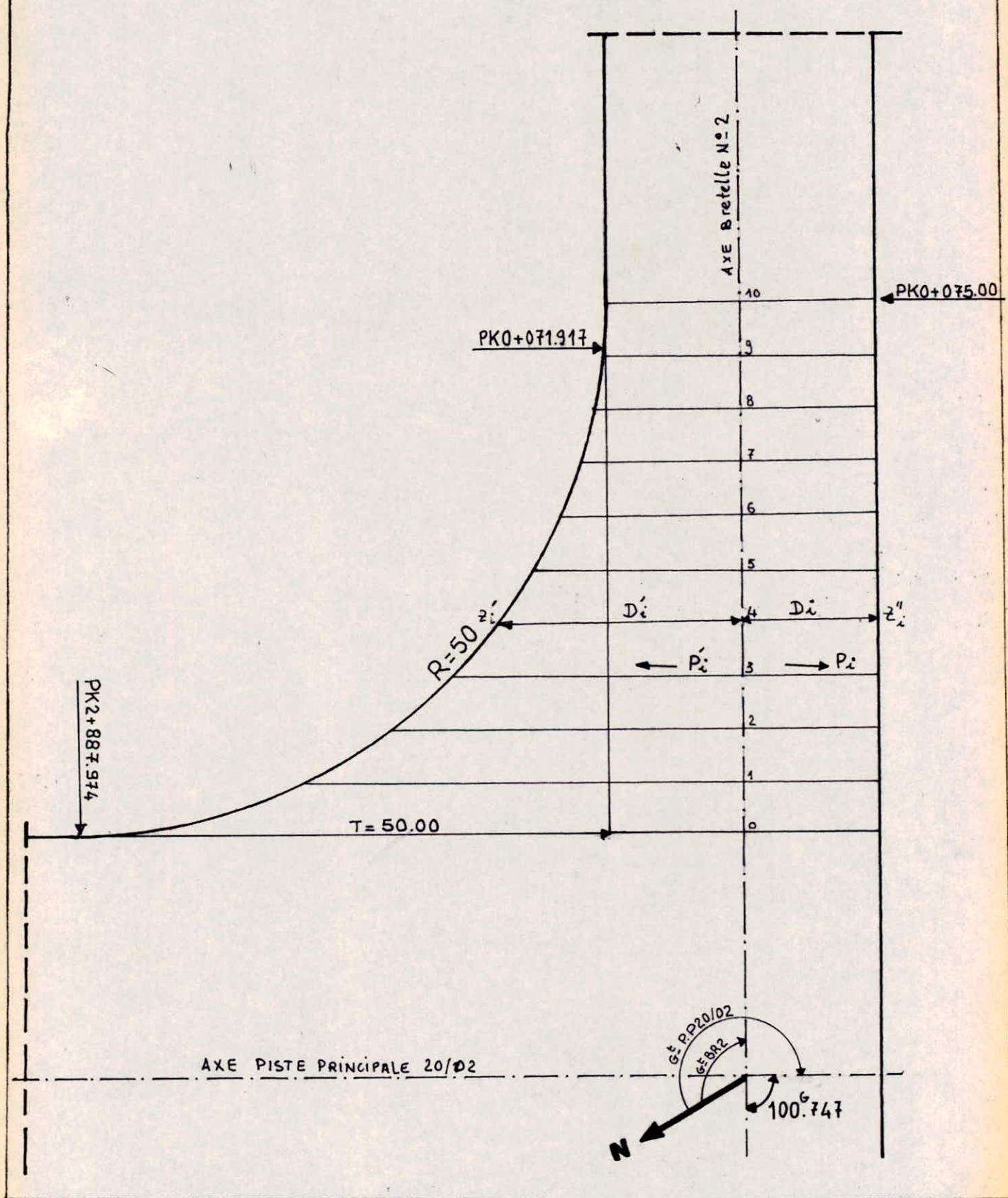
P.P 20/02 - BR.2

N°	Z _i (m)	P _i (%) _g	P _i (%) _b	X _i (m) _g	X _i (m) _b	D _i (m) _g	D _i (m) _b	Y _i (m) _g	Y _i (m) _b	Z' _i (m) _g	Z' _i (m) _b
0	150.829	0.50	0.50	49.417	-	-	12.50	42.386	-	-	150.641
1	150.820	0.385	0.547	46.917	-	45.214	12.50	32.714	-	151.089	150.632
2	150.802	0.176	0.642	41.917	-	35.243	12.50	22.742	-	150.937	150.614
3	150.785	0.033	0.738	36.917	-	28.778	12.50	16.278	-	150.835	150.597
4	150.768	0.033	0.833	31.917	-	24.012	12.50	11.512	-	150.760	150.580
5	150.751	0.243	0.928	26.917	-	20.364	12.50	7.863	-	150.761	150.563
6	150.733	0.452	1.023	21.917	-	17.559	12.50	5.059	-	150.654	150.545
7	150.716	0.662	1.119	16.917	-	15.449	12.50	2.948	-	150.614	150.528
8	150.698	0.871	1.214	11.917	-	13.941	12.50	1.440	-	150.559	150.510
9	150.681	1.081	1.309	6.917	-	12.981	12.50	0.480	-	150.541	150.493
10	150.664	1.290	1.405	1.917	-	12.537	12.50	0.036	-	150.507	150.476
11	150.647	1.50	1.50	-	-	12.50	12.50	-	-	150.459	150.459

55

Schema "D".

JUNCTION P.P 20/02 - BRN° 2



CHAPITRE IV

ETUDE GEOTECHNIQUE

A. INTRODUCTION :

1:) But de l'étude : - La présente étude consiste à déterminer les éléments essentiels pour le dimensionnement du corps de chaussée des différentes infrastructures de l'aérodrome.

Il s'avère alors indispensable de connaître toutes les caractéristiques physiques et chimiques du sol support. On doit donc procéder par l'analyse du sol aux moyens des essais spéciaux permettant d'avoir ces caractéristiques telles :

- L'indice CBR, module de réaction, granulométrie, teneur en eau, perméabilité, densité en place, gonflement au contact de l'eau

- La SAETI a lancé un programme de reconnaissances géotechniques, avant le début de notre stage, qui vise la reconnaissance des conditions géologiques et géotechniques de la zone de l'aérodrome, propriétés des sols, niveau de la nappe phréatique.

- Le programme comprend deux sortes de reconnaissances : "in-situ" et en laboratoire.

1. a). Reconnaissances in-situ : dans la reconnaissance in-situ on a fait :

- Deux (02) sondages corotés de 10 m de profondeur
- 28 sondages au pénétromètre (11 sondages pour les infrastructures nouvelles).
- 31 puits (15 pour infrastructures nouvelles).

- 8 essais de plaques
- Densités et teneurs en eau.

1.a.1 ESSAI C.B.R : (Californian Bearing Ratio).

L'objet de l'essai est de déterminer une qualité de sol qui est la portance, c'est-à-dire la résistance au poinçonnement ou à la rupture, permettant le dimensionnement des chaussées. L'essai consiste à enfoncer à vitesse constante un piston dans un sol placé dans un état de densité et de teneur en eau déterminées.

L'indice portant C.B.R exprime en pourcentage le rapport entre les pressions produisant dans le même temps un enfoncement donné dans un matériau à étudier d'une part et dans un matériau type d'autre part.

1.a.2 ESSAI DE PLAQUE :

L'essai de plaque consiste à déterminer le coefficient de raideur (module de réaction de WESTERGAARD) pour le dimensionnement des chaussées rigides (en béton).

Les essais sont prévus sur les premiers 300 m des bouts de piste principale. On a prévu un essai tous les 50 m, qui sera exécuté à une profondeur variant de 0,2 à 0,5 m au dessous du terrain naturel, avec des plaques circulaires de diamètre variant de 45 à 75 cm (plaques rigides).

1.b RECONNAISSANCE EN LABORATOIRE :

Dans la zone entière de l'aérodrome, le sous-sol est formé par des formations sédimentaires plus ou moins récentes. Il s'agit surtout de gros sables légèrement graveleux.

On trouve des endroits, où le sol est cimenté par une matière calcaire ou gypseux, et transformé en gris tendue ou croûte de sable gypseux, de telles couches gresifiées ont délimité, en général la profondeur de pénétration du pénétromètre dynamique, à des profondeurs entre 1m et 3m.

1.b.1 COMPACTITÉ : La compacité, des couches supérieures, augmente avec la profondeur. Sur les 50 cm sous la surface du T.N, les densités sèches varient entre 1.33 et 1.80 t/m³ (23 valeurs avec une moyenne de 1.64 t/m³). Les teneurs en eau sont faibles, entre 1% et 3%, dans la plus part des cas.

1.b.2 ESSAI PROCTOR MODIFIÉ : Les essais "PROCTOR MODIFIÉ" donnent des densités sèches entre 1.84 et 2.14 t/m³ (14 valeurs, avec une moyenne de 2.01) et des teneurs en eau O.P.M, entre 6 et 8%.

- Les essais C.B.R in situ demandés dans le programme géotechnique n'ont pas été exécutés. Les indices de portance déterminés en laboratoires pour des échantillons compactés à 92% ou plus de la densité O.P.M sont les suivants:

- Sous imbibition : 11,26 ; 34%. (3 essais).
- Après 2 heures d'imbibition : 8 à 23%. (7 valeurs avec une moyenne de 13).
- La valeur proposé par le L.T.P.S comme base pour le dimensionnement des chaussées souples est de C.B.R = 10%

1.b.3 MODULE DE REACTION : - Ses mesures du module de réaction du sol (par des essais de plaque) ont donné 8 valeurs entre 3.0 et 10.2 Kg/cm^3 en moyenne 7.5 Kg/cm^3 . Après élimination de la valeur minimale il reste 7 valeurs entre 7.1 et 10.2 avec une moyenne de 8.1. - Le module proposé pour le dimensionnement des chaussées rigides par le L.T.P.S est de 7.7 kg/cm^3 .

1.b.4 NAPPE PHREATIQUE : - Lors de l'exécution de 2 sondages carottés (de 10 m de profondeur) aucune nappe phréatique n'a été rencontrée ; cependant la date de cette exécution n'est pas mentionnée dans le rapport. Deux autres sondages, effectués près des bouts de la piste principale existante indiquaient l'existence d'une nappe phréatique à 6.8 m (nord) et 10.4 m (sud) le 6 juin 1984, mais étaient secs deux (02) mois plus tard.

1.C. RECHERCHE DES MATERIAUX :

L'objet de cette recherche portera sur les matériaux de construction suivants :

- Matériaux de remblais
- Matériaux sélectionnés, pour couche supérieure de terrassement
- Matériaux granulaires, pour couches de fondation.
- Matériaux à concasser, pour l'utilisation en couche de base bitumineuse. Cette étude portera aussi sur :
 - La localisation et nature géologique et minérale des gisements (Carrières, balastières).
 - Réserves, accès et conditions d'exploitation.

- Description et caractéristiques géotechniques des matériaux (granulométrie, équivalent de sable, limite d'Atterberg, Los Angeles).
- Niveau chimique.
- Essai proctor modifié et C.B.R pour les matériaux de remblais et pour couche de fondation ou couche de base.

1.C.4:

MATERIAUX EXISTANTS SUR SITES: Le L.T.P.S propose trois sites:

* Site N°1: - Le site se situe à environs 17Kms en allant vers GHARDAÏA mais, exploité en grande quantité. Ce site est caractérisé par un faciès gypso-calcaire, est constitué par 20 à 30 cm de grès quartzeux à ciment calcaire (pouvant être utilisés comme roches concassables) et du tuf calcaire fortement gypseux mené à des blocs de calcaire griseux puis, au dessous se trouve du sable rougeâtre consolidé.

* Site N°2: Celui-ci se situe au sud de la ville de OVARGLA sur la route AMD et à 800 m de l'aérodrome où 8 puits ont été ouverts en différents endroits. Les gisements se composent de sables fins gypseux consolidés.

* Site N°3: Il se trouve à 5 Kms au sud de l'aérodrome où 3 puits ont été ouverts montrants des affleurements de sable fin rougeâtre légèrement gypseux.

1.02. IDENTIFICATION DES SOLS

- Equivalent. sable (E.S) : Cet essai doit servir à détecter la présence d'éléments argileux polluant au sein du matériau.

- La valeur de l'équivalent de sable est liée à la nature physico-chimique des éléments fins.

- L'équivalent de sable est de l'ordre de 5% sur les 2 premiers sites et, de 6% pour le 3^{ème} site.

- Analyse chimique : L'analyse chimique révèle un pourcentage en gypse ne dépassant pas les 50% avec une faible teneur en carbonates pour le site N°1. Pour le site N°2, les analyses révèlent des teneurs en carbonates (variant de 3 à 13%) et en sulfates ($\approx 25\%$) très faibles. Pour le dernier site, les teneurs en carbonates et en sulfates sont respectivement de 3 à 8% et 12%.

- Analyse granulométrique

* Site N°1 : La granulométrie se présente sous forme de fuseau serré et généralement étalé avec une moyenne à la limite des sables fins et grossiers.

* Site N°2 : Toutes les courbes des échantillons prélevés sur ce site sont au dessus du fuseau saharien avec un pourcentage inférieurs à 80 μ variant de 20 à 30%.

* Site N°3 : L'allure des courbes montre un matériau sableux à prédominance de fines avec un pourcentage inférieurs à 80 μ variant de 10 à 12%.

- Essais mécaniques :

* Site N°1 : Les courbes proctors sont assez aplaties et de bonne densité sèche pour des teneurs en eau optimum moyenne. Les densités proctor sont comprises entre 1.67 et 1.76 t/m³ pour des teneurs en eau comprises entre 9.8 et 12.4%.

* Site N°2 : Les courbes sont étalées et le matériau ne semble pas avide d'eau.

* Site N°3 : Les densités obtenues varient de 1.58 à 1.72 pour des teneurs en eau de 12.5 à 14%.

- Les courbes proctors sont relativement plates et les C.B.R sont de l'ordre de 20.

- Essais de compression simple : Le critère essentiel pour la sélection de ces matériaux reste la compression simple permettant d'apprécier la cohésion du matériau. Une résistance à la compression simple de 20 bars était demandée pour des éprouvettes confectionnées à la teneur en eau optimale proctor modifié et séchée à l'étuve (60° jusqu'à ce que la teneur en eau soit voisine de 0%).

* Site N°1 : Les résistances varient de 5.69 bars pour une teneur en eau finale de 1.58% à 15.55 bars pour une teneur en eau finale de 1.61%. Ces valeurs sont nettement au dessous de la valeur demandée.

* Site N°2 : Les valeurs des résistances à la compression simple sont dans cette zone très appréciables comparativement à la valeur demandée $R_c = 17.14$ bars pour une teneur en eau finale de 2.10%.

* Site N°3 : Les résistances à la compression obtenues sont excellentes : 31.23 bars pour une teneur en eau finale de 2.04% et 21.63 bars pour une teneur en eau finale de 2.19%.
(voir Tableau récapitulatif).

1.C.3.CONCLUSIONS : On peut dire le site N°(1) présente de bonnes caractéristiques mais nécessite un bon compactage réalisé aux conditions O.P.M.

- Le site N°2 (Réserves estimées à 6000 m³) présente de bonnes caractéristiques surtout, des bonnes cohésions.

- Le site N°3 : présente de bonnes caractéristiques mécaniques et portances appréciables. Les matériaux exigeront une mise en oeuvre soignée.

- Les conditions du sous-sol sont assez favorables pour la construction des infrastructures prévues.

L'eau souterraine ne présente aucune contrainte. Le sol naturel forme un bon matériau de remblai et il n'est pas nécessaire d'utiliser un matériau d'apport en couche de forme.

Avant la mise en oeuvre de la première couche de remblai, le sous-sol doit être compacté à une teneur en eau favorable

- Les valeurs de portance du sous-sol à utiliser pour le dimensionnement des chaussées (Indice CBR et module de réaction) seront celles proposées par le L.T.P.S.

- L'exécution de couches de fondation en sable gypseux exige une certaine expérience avec ce type de matériau.

Si le matériau est extrait partiellement, en concretions (grave et blocs), il doit être désagrégé après étalage par exemple au moyen de passages d'engins à chenille.

En outre, il est nécessaire, que les couches à compacter aient des épaisseurs bien adaptées aux épaisseurs voulues en corps de chaussée et une teneur en eau homogène et très près de l'OPM.

En vue de ces problèmes et celui du choix du type de compactage à utiliser, l'exécution d'une planche d'essai est indispensable.

La mise en oeuvre des autres couches de corps de chaussée (grave bitume, grave ciment et béton bitumineux et béton) doit être effectuée selon les spécifications du C.P.S en tenant compte des conditions climatiques particulières de la région.

TABLEAU RECAPITULATIF (RESULTATS DES ESSAIS)

CARIERES COMPOSITION	SITE N°1					SITE N°2								SITE N°3	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2
CaCO ₃ (%)	14	10	3.7	5	3.4	3	2	13	-	3	13	3	18	5	4
CaSO ₄ (%)	44	34	44	35	49	18	27	26	-	1	24	10	15	4	5
INSOLUBLE(%)	39	44	46	53	43	75	70	55	-	91	60	76	63	86	80
W. OPM(%)	9.8	11.2	12.0	14.4	11.5	10.5	11.0	10.2	14.7	13.3	13.8	13.3	12.3	14	12.5
δ OPM (t/m ²)	1.76	1.67	1.70	1.70	1.71	1.71	1.71	1.81	1.69	1.65	1.76	1.73	1.90	1.58	1.72
C.B.R	62.2	0	27.66	9.21	20	44.4	31.5	57.7	26.19	28.15	7.23	37	15.7	27.9	21.35
(%) < 80 μ	24	33	36	20	25	40	36	20	30	23	28	35	27	26	30
% < 20 μ	11	15	21	9	11	24	21	11	13	12	14	18	15	12	16
% < 2 μ	2	3	5	2	3	4	4	2	3	3	3	4	3	2	1
E.S	10.3	17.58	12.25	14.78	8.54	5.42	6.19	13	4	5.2	5	5.65	6.13	5	9.55
R.C (bars)	1.22	3.44	7.59	15.55	5.69	2.37	12.46	3.5	-	15.45	9.71	22.14	17.14	31.23	21.63
W. Finale%	9.38	4.47	1.61	1.64	1.58	10.25	3.14	4	-	2.59	4.41	2.10	2.55	2.04	2.19

ROCHES CONCASSABLES

■ SITE « KOUM - ADDAM » (NORDS - OUEST) à 20 Km
sur la piste de Ouargla
2. Concasseurs en service: Roche d'excellente qualité
LOS ANGELES < 25
ESSAI DEVAL > 12

■ SITE « SERKHA - MELLAL »: (NORDS - OUEST)
à 25 Km sur la piste de Ouargla
- Roches d'excellente qualité
- Los Angeles < 25

CHAPITRE V DIMENSIONNEMENT

A. DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES RIGIDES

La méthode utilisée repose sur le fait qu'on peut se rendre compte des déformations des dalles de béton appuyées sur un sol déformable en formulant l'hypothèse de proportionnalité en chaque point entre la réaction du sol et son enfoncement. Si un élément du feuillet moyen de la dalle se déplace verticalement d'une quantité w , cette hypothèse, dite de WESTERGAARD, s'écrit :

$$P = K \cdot w$$

où :

- P : C'est la réaction du sol sur l'élément
- K : C'est le coefficient de proportionnalité, appelé module de réaction.

Le sol est donc assimilé à un liquide très dense ou encore à un assemblage de ressorts.

De façon pratique, pour chaque appareil, des abaques relient le module du sol de fondation, la charge sur l'atterrisseur, la contrainte maximale de traction pour flexion admissible du béton et l'épaisseur de la dalle (voir abaque) en tenant compte des :

- Caractéristiques de la couche de fondation.
- de la pression réelle des pneumatiques
- de la qualité du système de transfert de charges (en modifiant le coefficient de sécurité à la rupture du béton), l'épaisseur trouvée sera corrigée.

Les chaussées en béton sont constituées de dalles dont les dimensions sont limitées par l'existence des phénomènes de retrait du béton au moment de la construction.

On prévoit des joints créés à la jonction des dalles, qui doivent être obturés, opération qui peut être réalisée à l'aide de mastic bitumineux ou bien de profilés en néoprène collés au béton.

B. DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

Nous proposerons un dimensionnement par la méthode la plus utilisée en FRANCE, appelée "METHODE STBA" qui se base sur l'utilisation d'un indice relatif à la portance du sol de fondation, appelé indice CBR (CALIFORNIAN BEARING RATIO).

Cet indice est obtenu en exécutant des essais de poinçonnements sur des échantillons du sol de fondation préparés dans des conditions standardisées.

Il existe une relation relativement simple, entre l'épaisseur de chaussée nécessaire H , la charge exercée par la roue simple équivalente de l'atterrisseur d'un avion P et le CBR du sol de fondation, cette relation s'écrit :

$$H = P \cdot \left(\frac{1}{8.1 \text{ CBR}} - \frac{1}{9. \pi} \right)$$

q : étant la pression des pneumatiques d'avions.

Cette relation est représentée sous-forme d'abaques en coordonnées semi-logarithmiques, H variant linéairement en fonction de P . (Voir Abaques).

Cette épaisseur est en fait une épaisseur équivalente à l'épaisseur réelle de la chaussée. On passe de l'épaisseur réelle à l'épaisseur équivalente en affectant, aux épaisseurs des différentes couches de chaussée, des coefficients d'équivalence et en sommant les différentes épaisseurs ainsi corrigées. Cette opération est destinée à tenir en compte de la qualité des différentes couches qui constituent la chaussée.

C. CHOIX DE LA CHARGE DE CALCUL

On utilise dans la plus part du temps, comme charge de référence celle de l'atterrisseur le plus contraignant pour la chaussée.

Les abaques de dimensionnement étant tracés pour 5000 recouvrement de charges (ce qui correspond à environ 10 mouvements par jour pendant 10 ans), il faut donc dans chaque cas particulier procéder à deux sortes de calcul.

- a. Transformer le nombre de mouvements divers en nombre de mouvements équivalent de la charge de référence.

- b. Corriger les résultats donnés par l'abaque de calcul en fonction du nombre total de mouvements de la charge de référence lorsque celui-ci diffère notablement de 10 mouvements par jour.

. Notre avion de référence étant le BOEING 727.200 avec un trafic de 32 mouvements par jour.

. Le BOEING 727.200 a une charge P maximale sur une jambe de l'atterrisseur principal de 36.22^T (voir abaque en Annexe)

. On corrige la charge P avec un coefficient correcteur C

avec : $C = (1.2 - 0.2 \text{ Log } N)$

où : N : (nombre de mouvement/jours = 32) telle que :

$$P' = \frac{P}{C} \quad ; \quad \begin{array}{l} P' : \text{charge corrigée} \\ P : \text{charge réelle.} \end{array}$$

Application Numérique :

$$C = 1.2 - 0.2 \text{ Log } N = 1.2 - 0.2 \text{ Log } 32 = 0.899$$

$$\Rightarrow P' = \frac{36.22}{0.899} = 40.29^T$$

$$P' = 40.29^T$$

D. CALCUL DES EPAISSEURS :

D.1 . Chaussée souple :

On utilise l'abaque STBA propre au BOEING 727.200 (donnée en Annexe), connaissant le CBR = 10 et la charge P' , la projection de leur intersection sur l'axe des épaisseurs équivalente totale $E_e = 64 \text{ cm}$

On propose une distribution des différentes épaisseurs des couches comme suit :

10 cm du béton bitumineux (BB 0/14)

16 cm de la grave bitume (G.B 0/20)

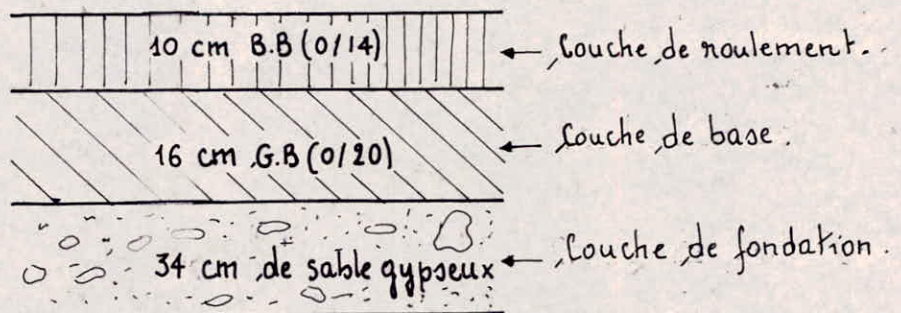
34 cm du sable gypseux (SG)

. Calcul de l'épaisseur équivalente totale :

Couche de roulement	10	2	20	BB.0/14
Couche de base	16	1.5	24	GB.0/20
Couche de fondation	34	0.6	20	Sable. gypseux.
	Épaisseur réelle.	Coefficient d'équivalence	Épaisseur équivalente	STRUCTURE.

- L'épaisseur réelle totale = 60 cm.

- L'épaisseur équivalente totale = 64 cm.



D.2. Chaussée rigide :

Contrairement à la chaussée souple, la chaussée rigide n'est pas revêtue d'une couche antikerogène.

Cette chaussée est soumise à des coups de chalumeau (Température des gaz éjectés par les réacteurs de l'ordre de 1000°C)

Selon les recommandations de la DIB de Ouargla^{on}, a opté pour des bouts de piste de 300 mètres en béton de ciment.

• Application numérique :

Nous disposons des paramètres suivants :

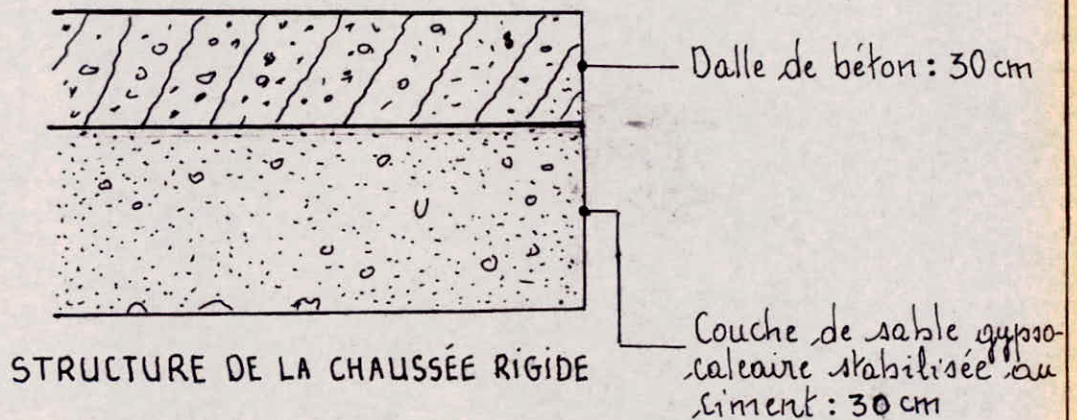
- Coefficient de rigidité $K_0 = 7.7 \text{ Kg/cm}^3$ du sol de fondation qui en corrigera en fonction de l'épaisseur équivalente de la couche de fondation, on obtient un coefficient de rigidité corrigé $K = 8.6 \text{ Kg/cm}^3$ pour une épaisseur équivalente de 20 cm (voir abaque chaussée rigide en Annexe).
- La résistance à la traction par flexion du béton à 90° telle que : $\sigma_{90} = \sigma_{28} \times 1.1 = 55 \times 1.1 = 60.5 \text{ Kg/cm}^2$.

L'épaisseur totale de la chaussée rigide, est donnée par l'abaque STBA relatif au B727-200. On obtient: $h = 30$ cm (avec σ_{90} : voir Nota).

Nota: Un système de transfert de charges, est mis au point, et qui sera assuré par des goujons dans le sens longitudinal et par une dalle épaisse et courte de longueur (suivant l'axe de la piste) $L = 5$ m et de largeur (dans le sens transversal) $l = 4.50$ et d'épaisseur $h = 30$ cm

Le système de transfert de charges permettra de diminuer l'épaisseur totale de la dalle, en divisant la résistance σ_{90} par un coefficient de sécurité $f = 1.8$

$$\sigma'_{90} = \frac{\sigma_{90}}{f} = \frac{60.5}{1.8} = 33.6 \text{ Kg/cm}^2$$



E. ACCOTEMENT ET P.O.R.: Les accotements et prolongement occasionnellement roulant seront dimensionnés à 50% de la charge P : $P = \frac{36.22}{2} = 18.11^T$

L'abaque S.T.B.A nous donne une épaisseur équivalente totale: $E_{eT} = 55$ cm

BB 0/14	12.5	2	25
GR. NATURELLE	40	0.75	30
TOTAL	52.5	-	55
	épaisseurs réelles	coefficient d'équivalen	épaisseurs équivalentes

CHAPITRE VI

A) PROFILS DES INFRASTRUCTURES

1. PROFILS EN LONG

Les profils en longs des différentes infrastructures doivent être aussi plats que possible et répondre aux normes OACI :

Les conditions à respecter pour le tracé du profil en long :

- La pente moyenne de la piste principale ne devra pas dépasser 1%.

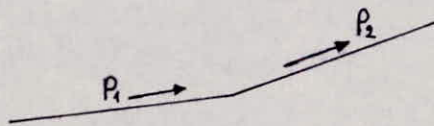
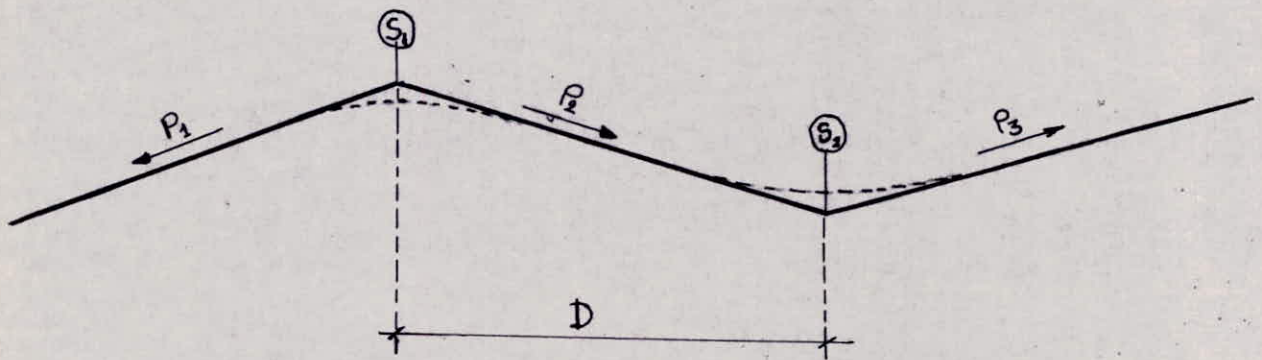
$$P_{moy} = \frac{P_{inf} - P_{sup}}{L(\text{Profil})}$$

- Il est recommandé de ne pas dépasser une pente de 0.8% sur le premier et dernier quart de la longueur de piste et la pente entre chaque point ne doit pas dépasser 1.5%.

- Il est recommandé qu'entre deux pentes consécutives le changement n'excède pas 1.5%, lorsqu'il est impossible d'éviter les changements des pentes.

- Il faut vérifier la distance D entre changement de pentes, c'est à dire que la distance entre les points d'intersections de deux courbes consécutives ne doit pas être inférieure au produit de la somme des changements de pentes par le rayon de la courbe adopté.

$$D > R (|P_1 \pm P_2| + |P_2 \pm P_3|)$$



$P_1 > 0$ et $P_2 > 0$



$P_1 > 0$ et $P_2 < 0$

• Il est recommandé que le profil en long soit tel que tout point situé à 3 m au dessus de la piste jusqu'à une distance au moins égale à la moitié de la longueur totale de la piste.

• Le passage d'une pente à une autre doit s'effectuer par des courbes de raccordement dont le rayon ne doit pas être inférieure à

- 30000 m pour la piste principale.
- 15000 m pour les voies de circulation.

2. PROFILS EN TRAVERS

a). Piste principale et bretelles (OACI):

Pour assurer un assèchement aussi rapide que possible, il est recommandé que la surface de la piste soit si possible bombée.

- La pente transversale devrait être aussi prononcée que le permettent les caractéristiques de maniabilité des avions auxquels la piste est destinée, mais il ne devrait pas dépasser 1.5% lorsque la lettre d'identification de la piste est B (ce qui est notre cas).

b). Accotements et bandes:

Il est recommandé que la partie supérieure d'une bande ou accotement doit être nivelée. Ses pentes transversales soient suffisantes pour empêcher l'accumulation d'eau sur la surface, mais ne dépassent pas: 2.5% pour la lettre d'identification de la piste B.

3. DETAIL DE JONCTION (SOUPLE-RIGIDES) : (voir planche N° 7/4)

On prévoit une section trapézoïdale (section longitudinale) pour la première dalle située en contact avec la chaussée souple, et cela pour éviter le tassement des différentes couches du corps de chaussée, par rapport au niveau des dalles (chaussée rigide)

- On prévoit : des goujons longitudinaux tous le long de la chaussée rigide et ceux pour le transfert de charges d'une dalle à l'autre.

- Des barres de liaisons : disposées transversalement (parallèlement à la largeur de la chaussée) et qui relient toutes les dalles voisines.

- Des joints sans épaisseur (joints de construction) : Ils comprennent

- 2 types :
- 1) Joints longitudinaux
 - 2) Joints transversaux

Ces joints seront distants de 7.5 m au maximum, et exécutés à une profondeur de 8 cm à la scie mince dès que l'état du béton le permettra.

On fait une réserve de 1 cm de large et 3.5 cm de profondeur sera exécutée à la partie supérieure du joint, à l'aide d'une meule.

- Des joints de dilatation d'épaisseur de 20 mm : permet la dilatation des dalles pendant les périodes de hautes températures.

4 - MATERIAUX UTILISÉS :

a). Chaussée rigide : -Le ciment à employer sera du type Portland (avec ou sans constituants secondaires) ou ciment métallurgique de classe 325, ou éventuellement de classe 250.

* Granulats : Suivant l'article 2.09 du C.P.S (partie A) on propose :

1. Granulats fins (0/4) au sable
2. Granulats moyen (4/20) (gravillons)
3. Granulats gros (20/40) (cailloux).

b) Chaussée souple

- Couche de roulement : -Elle est d'une épaisseur ($e=16$ cm) en (BB) de nuance (0/10)

- Couche de base : Elle est d'une épaisseur ($e=16$ cm) en Grave bitume (G.B) de nuance 0/20 (L.A < 25)

- Couche de fondation : Puisqu'on dispose de matériaux locaux (Sable gypseux-calcaire), donc on préfère les utiliser, l'épaisseur de la couche est de 34 cm.

** Eau de gâchage : Les eaux à utiliser pour le gâchage proviendront des forages donnant de l'eau potable et existant dans la région de l'aéroport ou de creuser des puits.

*** Les adjuvants : C'est un agent plastifiant, réducteur d'eau, utilisé pendant les périodes pluviales, et conformément au C.P.S.

B) SIGNALISATION:

Pour le bon déroulement de la navigation, on propose, conformément aux règlements de l'OACI les marques suivantes:

1^o) Marques d'identification de piste: seront placées au seuil de piste et composées d'un nombre de deux chiffres.

2^o) Marques d'axe de piste: seront disposées le long de l'axe de la piste entre les marques d'identification de piste et, constituées par une ligne de traits uniformément espacés. La longueur d'un trait et de l'intervalle qui le sépare du trait suivant ne sera pas inférieure à 50 m, ni la longueur de l'intervalle est inférieure à 30 m.

3^o) Marques de seuil: seront constituées pour une série de bandes longitudinales de même dimension, disposées symétriquement par rapport à l'axe de la piste d'une longueur \geq à 45 m

4^o) Marques de points d'attente: seront disposées aux intersections des voies de circulation à revêtement et d'une piste.

- Un point d'attente ne se trouvera pas à une distance de l'axe de la piste inférieure à:

75 m pour la lettre d'identification de la piste B

5^o) Marques de zones de toucher des roues: seront disposées:

- dans la zone de toucher des roues d'une piste avec approche de précision.

- symétriquement de part et d'autre de l'axe de la piste, ces marques auront au moins 22.5 m de long et au moins 3 m de large

- Les bandes adjacentes seront espacées de 1.5 m. (voir plan 8/1)

C) ASSAINISSEMENT :

a). Système de drainage :

- Le site de l'aérodrome de Ouargla se situe sur un terrain plat (ΔZ_i sont très faibles) permet d'éviter les dépenses onéreuses pour le système d'assainissement. Les fréquences des intensités de pluie sont très faibles (climat saharien). Pour cela, on a choisit un système de drainage dit: "Système d'eau dormante et peu profonde".

- Le système se base sur la formule de REYNOLDS, qui nous donne l'intensité décennale de la pluie.

$$C_{(T,N)} = \frac{38}{T+9} \left(\frac{1}{4\sqrt{N}} - 0.369 \right).$$

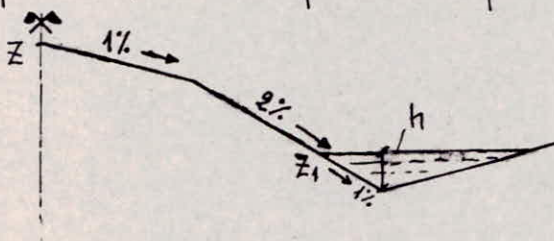
avec : n = nbre d'années,
 T = La durée de l'intensité de pluie.
 $C_{(T,N)}$ = Coefficient d'intensité de pluie.

b). Etapes de calcul.

- 1°) On calcule l'intensité de la pluie $I_{(t,N)}$ journalière.
- 2°) On calcule l'intensité de la pluie $I_{(c,N)}$ annuelle.
- 3°) On calcule l'intensité de la pluie pendant 20 ans.
- 4°) On calcule le stockage d'eau pour la période de 20 ans.
- 5°) Connaissant la hauteur d'eau, on calcule le temps d'absorption.

c). Interprétation des résultats : Conformément aux résultats trouvés

on peut en conclure que si la pluie présente un danger ou non.



- h = hauteur d'eau stockée
 Z_1 = côte supérieure d'eau
 Z = côte ligne rouge de la piste
- Si $Z_1 < Z \Rightarrow$ Il n'existe pas d'inondation
 - Si $Z_1 > Z \Rightarrow$ Il existe une inondation.

CHAPITRE VII

TERRASSEMENT

1. GENERALITÉS :

Les terrassements représentent toujours une part importante du coût des ouvrages dans l'étude d'un projet d'infrastructure d'aérodrome.

En effet, le volume des terrassements est très grand par unité de longueur du profil en long à cause de l'emprise de la bande d'enrol (300 m) et des voies de circulation.

Dans l'opération de terrassement, on procède d'abord au décapage des terres végétales renfermant généralement une importante quantité d'eau et pouvant causer la ruine des chaussées (par action du gel). Les décapages de terres végétales se feront sur les zones de remblais et les volumes récupérés peuvent servir pour revêtir les talus qui tiendront mieux par la poussée de végétation.

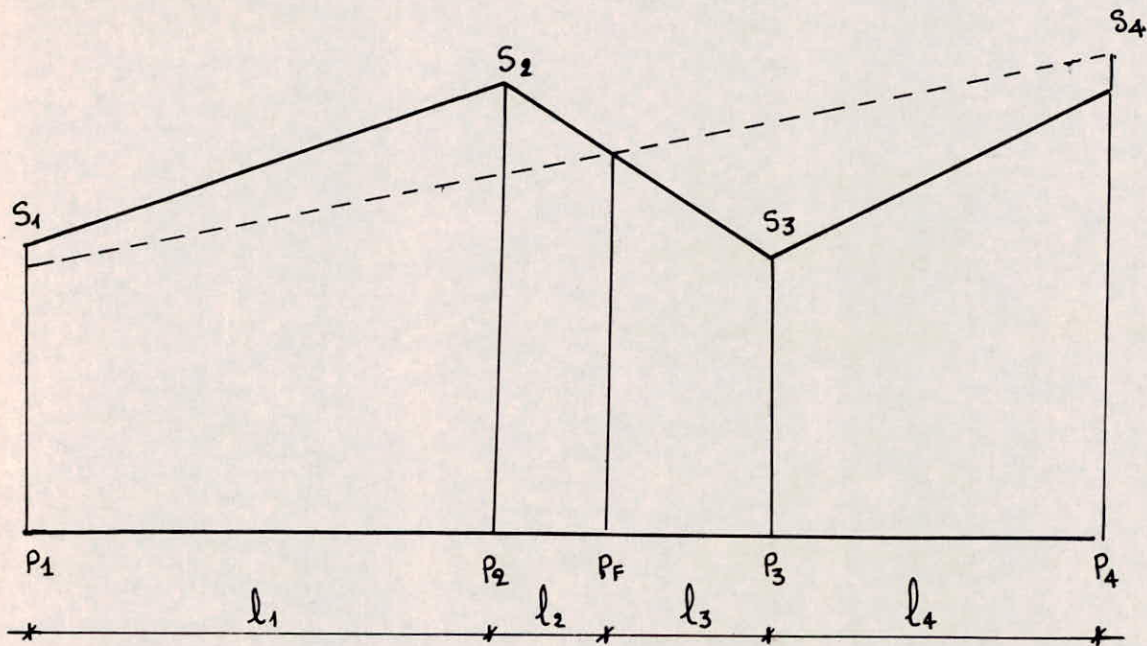
2. MISE AU POINT D'UN PROJET DE TERRASSEMENT :

Les projets de terrassement sont généralement établis en définissant le profil en long de l'ouvrage (piste, voie ou aire) et un certain nombre de profils en travers. Le nombre des profils en travers dépend de la précision recherchée. Par exemple, au niveau d'un APS, on peut prévoir des profils en travers espacés de 100 à 200 m.

3. CALCUL DES CUBATURES :

Nous avons fait des profils en travers courants sur les différents infrastructures pour nous permettre d'évaluer les volumes de terres (en remblais ou en déblais).

Pour le calcul des cubatures, on utilisera la méthode dite de la moyenne des aires.



P_1, P_2 : profils successifs.

l : Distance entre profils

B, B' : Aires des profils P_1 et P_2

P_f : Profil fictif

Cette méthode nous donne une évaluation approximative du cube de terre compris entre deux profils en travers successifs.

On fait le produit de la moyenne des sections de chacun des deux profils par la longueur de l'autre

On calculera le volume compris entre les profils P_1 et P_2 par la formule : $V = \frac{l}{6} (B + B' + 4B'')$ avec $B'' = \frac{B + B'}{2}$

En appliquant cette formule à l'exemple donné, on aura les volumes suivants :

• Entre P_1 et P_2 $V_1 = \frac{l_1}{2} (S_1 + S_2)$

• Entre P_2 et P_f $V_2 = \frac{l_2}{2} (S_2 + 0)$

Entre P_2 et P_3 $V_3 = \frac{l_3}{2} (0 + S_3)$

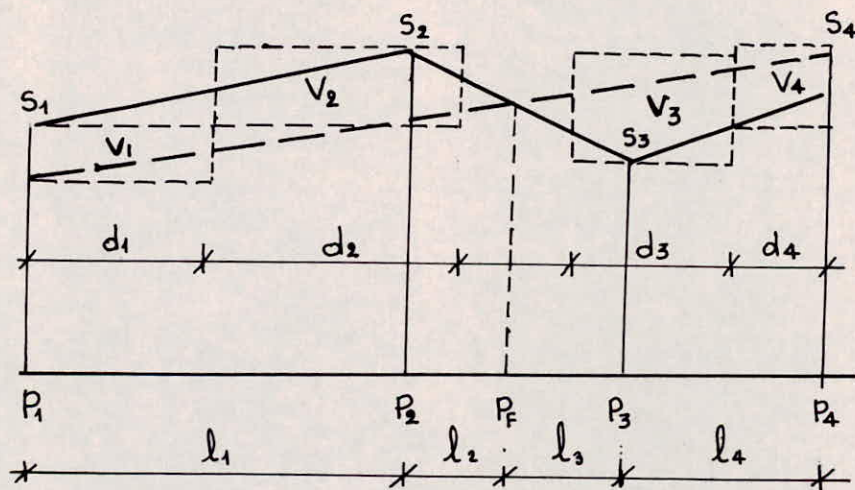
Entre P_3 et P_4 $V_4 = \frac{l_4}{2} (S_3 + S_4)$.

Le volume total est obtenu, en faisant la somme (membre à membre des égalités précédentes) :

$$\begin{aligned} V_T &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \\ &= \frac{l_1}{2} (S_1 + S_2) + \frac{l_2}{2} (S_2 + 0) + \frac{l_3}{2} (0 + S_3) + \frac{l_4}{2} (S_3 + S_4) \\ &= \frac{l_1}{2} S_1 + \frac{(l_1 + l_2)}{2} S_2 + \frac{(l_2 + l_3)}{2} 0 + \frac{l_3 + l_4}{2} S_3 + \frac{l_4}{2} S_4 \end{aligned}$$

Les termes : $\frac{l_1}{2}$; $\frac{l_1 + l_2}{2}$; $\frac{l_2 + l_3}{2}$; sont appelés longueurs d'application, tel que :

$$d_1 = \frac{l_1}{2} ; d_2 = \frac{l_1 + l_2}{2} ; d_3 = \frac{l_2 + l_3}{2} \text{ et } d_4 = \frac{l_4}{2}$$



Chaque rectangle du graphique a pour hauteur, la hauteur du profil et pour base, la demi-somme des longueurs entre profils qui l'encadrent. La formule de la moyenne des aires revient donc à remplacer les profils longs réels du terrain (dessinés en traits pleins) par des profils en long fictifs, constitués par des éléments horizontaux (en pointillés).

BRETELLE N°1 (BANDES + ACCOTEMENTS)

P.K.	DIST. ENTRE PROFILS	LONGUEURS D'APPLICATIONS	DEBLAIS		REMBLAIS		Terres Végétales	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+150	150	202.0	—	—	21.496	4342.19	7.80	1575.60
0+300	150	150.0	—	—	15.384	2307.60	6.80	1020.00
0+450	150	200.0	—	—	8.089	1617.80	6.60	1320.00
TOTAL				—		8267.59		3915.60

BRETELLE N°2 (BANDES + ACCOTEMENTS)

P.K.	DIST. ENTRE PROFILS	LONGUEURS D'APPLICATIONS	DEBLAIS		REMBLAIS		Terres Végétales	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+150	150	202.0	4.929	995.66	1.592	321.58	3.60	727.20
0+300	150	150	0.205	30.75	6.587	988.05	5.40	810.10
0+450	150	150	21.766	3264.90	0.088	13.20	4.70	705.00
0+600	150	150	—	—	33.83	5074.50	9.00	1350.00
0+750	150	150	—	—	124.299	18659.85	15.80	2370.00
0+900	150	150	—	—	71.309	10696.35	11.60	1740.00
1+050	150	193	—	—	21.687	4185.59	7.40	1428.20
TOTAL				4291.76		39939.12		9130.50

VOIE DE ROULEMENT (BANDES + ACCOTEMENTS)

P.K.	DIST. ENTRE PROFILS	LONGUEURS D'APPLICATIONS	DEBLAIS		REMBLAIS		Terres Végétales	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+100	100.0	125.	1.35	168.75	1.93	241.25	4.10	512.50
TOTAL				168.75		241.25		512.50

BRETELLE N°1 (CORPS DE CHAUSSEE)

PK	DIST. ENTRE PROFILS	LONGUEURS D'application	DEBLAIS		REMBLAIS		TERRES VEGETALES	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+150	150	202	—	—	18.625	3762.25	5.00	1010.00
0+300	150	150	—	—	19.662	2949.30	5.00	750.00
0+450	150	200	—	—	8.949	1789.80	5.00	1000.00
TOTAL				—		8501.35		2760.0

BRETELLE N°2 (CORPS DE CHAUSSEE)

PK	DIST. ENTRES PROFILS	LONGUEURS D'application	DEBLAIS		REMBLAIS		Terres Végétales	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+150	150	202.0	—	—	5.13	1035.25	5.0	1010.0
0+300	150	150.0	—	—	9.45	1417.50	5.0	750.0
0+450	150	150.0	0.541	81.15	6.321	948.15	4.20	630.0
0+600	150	150.0	—	—	29.80	4469.85	5.0	750.0
0+750	150	150.0	—	—	44.36	6654.30	5.0	750.0
0+900	150	150.0	—	—	47.02	7053.75	5.0	750.0
1+050	150	193.0	—	—	25.83	4984.22	5.0	965.0
TOTAL				81.15		26563.0		5605.0

VOIE DE ROULEMENT (CORPS DE CHAUSSEE)

PK	DIST. ENTRE PROFILS	LONGUEURS D'application	DEBLAIS		REMBLAIS		Terres Végétales	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0+100	100	125.0	—	—	8.249	1031.12	6.0	750.0
TOTAL				—		1031.12		750.0

CHAUSSEE — P.P 00 / 18

PK	DIST. ENTRE PROFIL	LONG. D'APPL.	DEBLAIS		REMBLAIS		TERRES VEGETALES	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0-100	100	50	—	—	48.937	2446.25	9.00	450.0
0+00	150	125	—	—	48.937	6117.12	9.00	1125.0
0+150	150	150	—	—	59.061	8859.15	9.00	1350
0+300	150	150	—	—	51.345	7701.75	9.00	1350
0+450	150	150	—	—	53.032	7954.80	9.00	1350
0+600	150	150	—	—	58.185	8727.75	9.00	1350
0+750	150	150	—	—	57.464	8619.60	9.00	1350
0+900	150	150	—	—	28.934	4340.10	9.00	1350
1+050	150	150	—	—	7.268	1090.20	9.00	1350
1+200	150	150	—	—	15.345	2301.75	9.00	1350
1+350	150	150	—	—	77.107	11566.05	9.00	1350
1+500	150	150	—	—	113.287	16993.05	9.00	1350
1+650	150	150	—	—	72.202	10830.30	9.00	1350
1+800	150	150	6.692	1003.80	21.184	3177.60	6.20	930.0
1+950	150	150	—	—	25.672	3850.80	9.00	1350
2+100	150	150	—	—	21.375	3206.25	9.00	1350
2+250	150	150	—	—	61.042	9156.30	9.00	1350
2+400	150	150	0.844	126.60	1.982	297.30	2.00	300.0
2+550	150	150	—	—	87.074	13061.10	9.00	1350
2+700	150	150	—	—	41.849	6277.35	9.00	1350
2+850	150	150	—	—	20.024	3003.60	9.00	1350
3+000	150	150	—	—	8.888	1111.00	9.00	1125
3+100	100	50	—	—	8.888	444.40	9.00	450.0
TOTAL				1130.40		141133.6		27330

BANDES ET ACCOTEMENTS RP00/18

PK	DIST. ENTRE PROFIL	LONGUEUR D'APPL.	DEBLAIS		REBLAIS		TERRES VEGETALES	
			S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)	S(m ²)	V(m ³)
0-100	100	50	3.832	191.60	49.356	2467.80	18.80	940.0
0.000	150	125	3.832	479.0	49.356	6169.50	18.80	2250
0+150	150	150	—	—	118.473	17770.95	21.90	3285
0+300	150	150	—	—	42.504	6375.60	19.90	2985
0+450	150	150	4.262	639.30	58.969	8845.35	19.00	2850
0+600	150	150	3.484	522.60	47.239	7085.85	17.00	2550
0+750	150	150	33.699	14054.85	29.910	4486.50	9.20	1380
0+900	150	150	—	—	45.30	6795.0	21.40	3210
1+050	150	150	—	—	17.624	2643.60	21.00	3150
1+200	150	150	3.006	1350.90	26.495	3974.25	15.80	2370
1+350	150	150	—	—	144.957	21743.55	22.60	3390
1+500	150	150	—	—	194.677	29201.55	23.60	3540
1+650	150	150	—	—	154.269	23140.35	23.00	3450
1+800	150	150	33.758	5063.70	79.541	11931.15	13.70	2055
1+950	150	150	0.552	82.80	72.666	10899.90	20.20	3030
2+100	150	150	37.778	5666.70	87.821	13173.15	12.80	1920
2+250	150	150	—	—	120.787	18118.05	23.00	3450
2+400	150	150	57.431	8614.65	0.026	3.900	0.70	105
2+550	150	150	—	—	137.40	20610.0	22.60	3390
2+700	150	150	29.509	4426.35	60.239	9035.85	14.60	2190
2+850	150	150	15.874	2381.10	29.511	4426.65	14.20	2130
3+000	150	125	34.266	4283.25	1.963	245.375	2.00	250
3+100	100	50	34.266	1713.30	49.356	98.15	2.00	100
TOTAL				49470.		229242.		53970.

TABLEAU RECAPITULATIF DES TERRASSEMENTS

CUBATURES INFRASTRUC- TURES	REMBLAIS (m ³)	DEBLAIS (m ³)	T. VEGETALES (m ³)
P. PrincipALE	370375.61	50600.50	81300.00
BreTELLE.1	16768.94	—	6675.60
BreTELLE.2	66502.14	4373.26	14735.50
V. R	1272.37	168.75	1262.50
TOTAL	454919.06	55142.51	103973.60

CHAPITRE VIII

LE METRE

- Le mètre, c'est le calcul quantitatif des valeurs qui serviront de base à l'estimation du projet.

- Le mètre est établi en tenant compte des prix de références données dans le bordereau des prix unitaires.

1. CALCUL DES SURFACES :

1.a. Piste principale.

- . Chaussée : $(3000 - 600) \cdot 45 + 3925 \dots \dots \dots 111925 \text{ m}^2$
 - . Accotements:
 - Côté gauche : $3000 \times 7.5 \dots \dots \dots 22500 \text{ m}^2$
 - Côté droit : $(3000 - 92.522 - 101.992 - 136 - 52) \times 7.5 + 1265.8 \dots \dots 20896.94 \text{ m}^2$
 - . Bandes de 20m:
 - Côté gauche : $3000 \times 20 \dots \dots \dots 60000 \text{ m}^2$
 - Côté droit : $14059.56 + 389.17 + 866.34 + 502.335 + 30050.16 +$
 $544.6 + 8100 + 544.6 \dots \dots \dots 55062.765 \text{ m}^2$
 - . Bandes de 25m:
 - Côté gauche : $3000 \times 25 \dots \dots \dots 75000 \text{ m}^2$
 - Côté droit : $346.38 + 17574.45 + 1153.9 + 337.5 + 988.85 + 37562.7$
 $+ 1075 + 697.5 + 10125 + 1000 \dots \dots \dots 70861.28 \text{ m}^2$
-
- $T = 416245.95 \text{ m}^2$

1.6 Voie de roulement

• Chaussée :	$2972.90 + 548.962$	.....	3521.86 m^2
• Accotements :			
- Côté droit :	$(49.571 + \frac{60.7 \times 3.14}{180} \times 100) \times 9.5$	.....	1476.85 m^2
- Côté gauche :		.....	752.358 m^2
• Bandes :			
- Côté droit :	49.571×4	.....	198.284 m^2
- Côté gauche :		.....	128.70 m^2
			$T = 6078.052 \text{ m}^2$

1.C P.O.R. Seuil.00

• Chaussée :	100×45	.....	4500.00 m^2
• Accotements			
- Côté gauche :	7.5×100	.....	750.00 m^2
- Côté droit :		.....	733.96 m^2
• Bandes de 20 m			
- Côté droit		.....	1550.00 m^2
- Côté gauche :	20×100	.....	2000.00 m^2
• Bandes de 25 m			
- Côté droit		.....	1637.50 m^2
- Côté gauche	25×100	.....	2500.00 m^2
			$T = 13671.46 \text{ m}^2$

1.d Bre t elle N° 1

- . Chaussée : $(595.731 - 23.367 - 22.5) \times 12.5 + 2 \times 537.5 + 248.308 + 1648.23 \dots 9844.838 \text{ m}^2$
 - . Accotements :
 - Côté droit : $9.5(463.39 + 25 \times 1.843 + 50 \times 1.57) \dots 5585.66 \text{ m}^2$
 - Côté gauche : $9.5(463.39 + 50 \times 1.296 + 1.57 \times 50) \dots 5763.94 \text{ m}^2$
 - . Bandes :
 - Côté droit : $437.489 \times 4 \dots 1749.956 \text{ m}^2$
 - Côté gauche : $437.489 \times 4 \dots 1749.956 \text{ m}^2$
-
- T = 24694.35 m²

1.e Bre t elle N° 2

- . Chaussée : $(1114.35 \times 12.5) + 537.5 + 1019.176 \dots 15486.051 \text{ m}^2$
 - . Accotements :
 - Côté droit : $1164.35 \times 9.5 \dots 11061.32 \text{ m}^2$
 - Côté gauche : $(1022.024 \times 9.5) + 563.631 + 540.771 \dots 10813.63 \text{ m}^2$
 - . Bandes :
 - Côté droit : $1109.645 \times 4 \dots 4438.58 \text{ m}^2$
 - Côté gauche : $1024.94 \times 4 \dots 4099.764 \text{ m}^2$
-
- T = 45899.385 m²

1.f. POR. Seuil 18 :

- . Chaussée : $45 \times 100 \dots 4500.00 \text{ m}^2$
- . Accotements :
 - Côté droit : $67 \times 7.5 \dots 502.50 \text{ m}^2$
 - Côté gauche : $100 \times 7.5 \dots 750.00 \text{ m}^2$

. Bandes de 20 m :

- Côté droit : 1240.00 m²
- Côté gauche : 100 x 20 200.00 m²

. Bandes de 25 m :

- Côté droit : $\frac{(65+72) \times 25}{2} = 1712.5 \text{ m}^2$
- Côté gauche : 100 x 25 2500.0 m²

$$T = 13205.00 \text{ m}^2$$

TABLEAU RECAPITULATIF DES SURFACES

Designation	Chaussée (m ²)	Accotements (m ²)	Bande de 20m (m ²)	Bande de 25m (m ²)	Bande de 4m (m ²)
Piste principale	111925	43396.94	115062.77	145861.28	—
V.R	3521.862	2229.216	—	—	326.984
Bretelle N° 1	9844.838	11349.60	—	—	3499.912
Bretelle N° 2	15486.051	21874.955	—	—	8538.34
P.O.R	9000.0	2736.46	6790.0	8350.0	—
TOTAL	149777.75	81587.17	12185.0	154211.28	12365.236

2. CALCUL DE LA QUANTITE DES MATERIAUX

2.a. Béton bitumineux 0/14 (10 cm d'épaisseur pour P.P, Br₁, Br₂ et V.R).

- Piste principale : $111925 \times 0.10 \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 26862.0 \text{ T}$
- Voie de roulement : $3521.862 \times 0.10 \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 845.247 \text{ T}$
- Bretelle N°1 : $9844.838 \times 0.10 \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 2362.761 \text{ T}$
- Bretelle N°2 : $15486.051 \times 0.10 \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 3716.6 \text{ T}$
- P.O.R : $9000 \times 0.125 \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 2700 \text{ T} \Rightarrow T = 36486.66 \text{ T}$

2.b. Béton de ciment (dalle). 10^3

- Piste principale : $27000 \times 0.30 \times 3.1 = 25110^T$

2.c. Couche d'accrochage en émulsion

- Chaussée : $111925 \times 1.15 \text{ Kg/m}^2 \times 10^{-3} = 128.713^T$

- Voie de roulement : $3521.862 \times 1.15 \times 10^{-3} = 4.050^T$

- Bretelle N°1 : $9844.838 \times 1.15 \times 10^{-3} = 11.321^T$

- Bretelle N°2 : $15486.051 \times 1.15 \times 10^{-3} = 17.809^T$

- P.O.R : $9000 \times 1.15 \times 10^{-3} = 10.35^T$

\Rightarrow TOTAL = 172.243^T

2.d. Couche de base : (en grave bitume 0/20, épaisseur 0.16m)

- Piste principale : $111925 \times 0.16 \times 2.3 \text{ T/m}^3 = 41188.4^T$

- Voie de roulement : $3521.821 \times 0.16 \times 2.3 \text{ T/m}^3 = 1296.03^T$

- Bretelle N°1 : $9844.838 \times 0.16 \times 2.3 \text{ T/m}^3 = 3622.9^T$

- Bretelle N°2 : $15486.051 \times 0.16 \times 2.3 \text{ T/m}^3 = 5698.86^T$

- P.O.R : $9000 \times 0.40 \times 2.3 \text{ T/m}^3 = 8280.0^T$

\Rightarrow TOTAL = 60086.19^T

2.e. Couche d'imprégnation au CUT-BACK 01 (10^3)

2.e.1. Sous chaussée.

- Piste principale : $111925 \times 1.25 \text{ (Kg/m}^2) \times 10^{-3} = 139.906^T$

- Voie de roulement : $3521.862 \times 1.25 \text{ (Kg/m}^2) \times 10^{-3} = 4.4023^T$

- Bretelle N°1 : $9844.838 \times 1.25 \times 10^{-3} = 12.306^T$

- Bretelle N°2 : $15486.051 \times 1.25 \times 10^{-3} = 19.357^T$

- P.O.R : $9000 \times 1.25 \times 10^{-3} = 11.25^T \Rightarrow$ TOTAL = 187.221^T

2.e.2. Sous accotements :

- Piste principale : $43396.94 \times 1.25 \text{ (kg/m}^2) \times 10^{-3} = 54.246 \text{ T}$
 - Voie de roulement : $2229.216 \times 1.25 \times 10^{-3} = 2.786 \text{ T}$
 - Bretelle N°1 : $11349.60 \times 1.25 \times 10^{-3} = 14.187 \text{ T}$
 - Bretelle N°2 : $21874.955 \times 1.25 \times 10^{-3} = 27.343 \text{ T}$
 - P.O.R : $2736.46 \times 1.25 \times 10^{-3} = 3.420 \text{ T}$
- T = 101.982 T

2.f. Couche de fondation (en matériaux gypseux calcaire).

2.f.1. Sous-chaussée.

- Piste principale :
 - 3 cm de sable stabilisé au ciment (dosé à 4%) : $45 \times 600 \times 0.30 = 8100 \text{ m}^3$
 - 3 cm de sable : $0.30 \times 45 \times 2400 = 32400 \text{ m}^3$ de sable gypseux
 - Bretelle N°1 : $9844.838 \times 0.30 = 2953.45 \text{ m}^3$
 - Bretelle N°2 : $15486.051 \times 0.30 = 4645.81 \text{ m}^3$
 - Voie de roulement : $3521.862 \times 0.30 = 1056.56 \text{ m}^3$
 - P.O.R : $149777.75 \times 0.30 = 44933.325 \text{ m}^3$
- $\Rightarrow \text{TOTAL} = 91135.70 \text{ m}^3$

2.f.2. Sous accotements :

- Piste principale : $43396.94 \times 0.475 = 20613.54 \text{ m}^3$
 - Bretelle N°1 : $11349.60 \times 0.475 = 5391.06 \text{ m}^3$
 - Bretelle N°2 : $21874.955 \times 0.475 = 10390.60 \text{ m}^3$
 - Voie de roulement : $2229.216 \times 0.475 = 1058.87 \text{ m}^3$
 - P.O.R : $2736.46 \times 0.475 = 1299.82 \text{ m}^3$
- $\Rightarrow \text{TOTAL} = 38753.90 \text{ m}^3$

2.g. Couche de terrassement (en matériaux choisis)

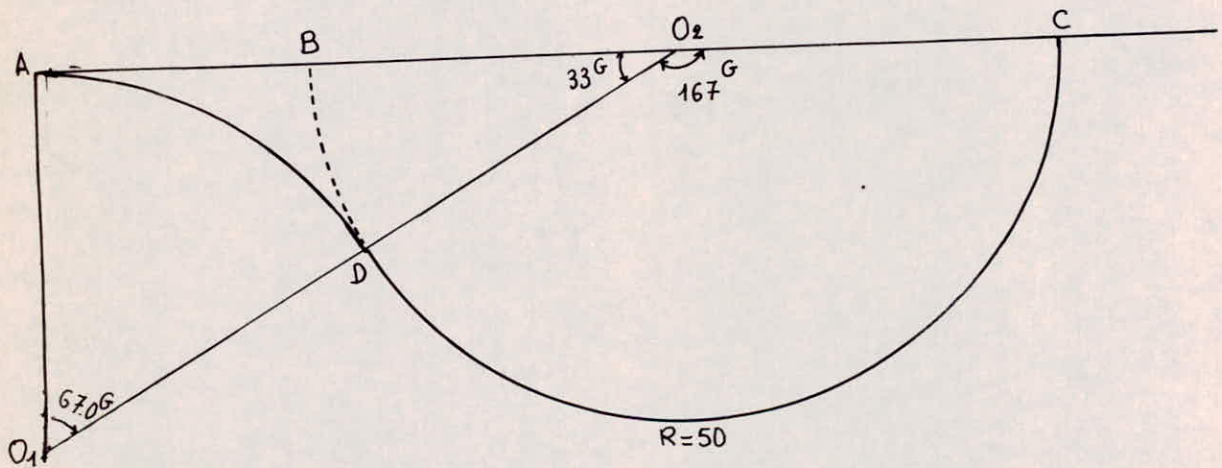
- Piste principale (chaussée rigide) = $115062.77 \times 0.2 = 23012.554 \text{ m}^3$
- Bretelle N°1 : $9844.838 \times 0.2 = 1968.967 \text{ m}^3$
- Bretelle N°2 : $15486.051 \times 0.2 = 3097.210 \text{ m}^3$
- Voie de roulement : $3521.862 \times 0.2 = 704.372 \text{ m}^3$
- P.O.R : $9000 \times 0.2 = 1800 \text{ m}^3$.

$$\Rightarrow T = 30583.103 \text{ m}^3$$

2.h. Couche de protection "ANTI-KEROSÈNE"

- Points d'attente bretelles : $(27.7 \times 30) + (27.7 \times 25 \times 4) = 3601.0 \text{ m}^2$
- Raquette de manoeuvre :

. Détail de calcul de la surface.



. Calcul de la surface de la raquette : (ABO₂CDA).

1°) Calcul de la surface de O₂C = $\frac{167 \times 6.28}{400} \times \frac{(50)^2}{2} = 3277.375 \text{ m}^2$

2°) Calcul de la surface de BDO₂ = $\frac{33 \times 6.28}{400} \times \frac{(50)^2}{2} = 647.625 \text{ m}^2$

3°) Calcul de la surface de O₁AO₂ = $\frac{50 \times 13}{2} = 2325 \text{ m}^2$

4°) Calcul de la surface de O₁AD = $\frac{67 \times 6.28}{400} \times \frac{(50)^2}{2} = 1314.875 \text{ m}^2$

d'où : $S_{ABD} = S(O_1AO_2) + S(BDO_2) - S(O_1AD) = 362.50 \text{ m}^2$ -

$S(ABO_2CDA) = 3277.375 + 647.625 + 362.50 = 4287.50 \text{ m}^2$. (128625.00 DA)

3. TABLEAU QUANTITATIF ET ESTIMATIF

N° des Prix	DESIGNATIONS	U	Q	P.U	TOTAL
01	Amenée du matériel, installation de chantier	F	1	600000. ⁰⁰	600000. ⁰⁰
02	repli du matériel et des installations de chantier.	F	1	280000. ⁰⁰	280000.00
03	Décapage de la terre végétale.	m ²	103973.60	10.00	1039736.00
04	Déblais	m ²	55142.51	10.00	551425.10
05	Déblais mise en remblais	m ²	55142.51	30.00	1654275.30
06	Remblais d'emprunt	m ³	399776.55	70.00	27984359.00
07	Réglage et compactage	m ²	410126.44	13.50	5536706.90
08	Couche supérieur de terrassement	m ³	62000	50.00	3100000.00
09	Couche de fondation	m ³	91135.10	110.00	10024926.45
10	Couche de base	T	60086.14	220.00	13218961.80
11	Couche d'accrochage en émulsion	T	172.243	5000.00	861215.00
12	impregnation au Cut-back	T	187.221	5000.00	936105.00
13	Couche de roulement (souple)	T	30486.66	400.00	14594664.00
14	Couche de roulement (rigide)	T	25110	540.00	13559400.00
15	Prestation - matériel en Régie				
15a	MOTOSRAPER	h	1	600.00	600.00
15b	Bull d'environs (100KN)	h	1	600.00	600.00
15c	MOTGRADER (100KN)	h	1	350.00	350.00
15d	Pelles chargeur godets, butte d'environs 100KN	h	2	280.00	560.00
15e	Compacteur 50T à pneus	h	2	150.00	300.00
15f	Compacteur à rouleau lisse	h	2	200.00	400.00
15g	Camion citerne de 10 m ³	h	4	150.00	600.00
15h	chef d'équipe	h	4	70.00	280.00
15i	MANŒUVRE spécialisée	h	50	40.00	2000.00
15j	MANŒUVRE ordinaires	h	100	35.00	3500.00

CONCLUSIONS GENERALES

Notre projet de fin d'études (étude et conception de la piste de l'aérodrome de Ouargla) nous a permis de connaître les différentes étapes à suivre pour concevoir et étudier une piste d'aérodrome à savoir :

- La détermination de l'orientation de la piste, de ses caractéristiques géométriques, des surfaces de dégagement de l'aérodrome
- La détermination des profils en long et en travers des différentes infrastructures de l'aérodrome.
- La mise au point du projet de terrassement des différentes infrastructures
- Le calcul des fonctions.
- Le dimensionnement des chaussées souples et rigides
- La détermination des caractéristiques des sols.

Nous avons effectivement rencontrées quelques difficultés juste au début de notre étude à savoir :

- Manque de connaissances fondamentales sur les bases aériennes
 - Le choix d'une documentation adéquate.
 - L'éloignement du lieu de réalisation de notre projet.
- Par la suite, le travail de notre étude s'est déroulé dans de très bonnes conditions.

Nous estimons qu'à l'avenir, un cours de bases aériennes sera impératif aux élèves ingénieurs en génie civil afin de pouvoir répondre au manque incessant de la technique moderne dans ce domaine.

Enfin, nous exprimons notre profonde reconnaissance et nos remerciements les plus dévoués aux responsables de MERS, à l'administration de l'ENPA, au département de Génie-Civil et à tous nos professeurs pour les sacrifices inestimables, et les efforts considérables qu'ils ont fournis afin de nous offrir un cadre de travail serein.

BIBLIOGRAPHIE

- . Annexe 14 (édition 84) OACI
- . Revues routes et aérodrôme
- . Manuels de conception des aérodrômes (1^{er}, 2^{em}, 3^{em}, 4^{em} partie) OACI
- . Les aéroports : Conception et construction (Tome 1, Tome 2) P. MARTY
- . Cours de bases aériennes ENTP
- . Réalisations des chaussées en béton de ciment SETRA
- . Cours Route I et Route II ENPA - M^{re} MAZIGHI
- . Conception, construction et gestion des aérodrômes G. MEUNIER
- . Infrastructures (ENAC) PASCAL
- . Cours de mécanique des sols ENTP . ENPA
- . Dimensionnement des chaussées d'aérodrômes
et détermination des charges admissibles
- . Cours de topographie ENPA (M^{re} SOLIVERES)

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier toute personne ayant participé de loin ou de près pour l'élaboration de ce modeste travail.

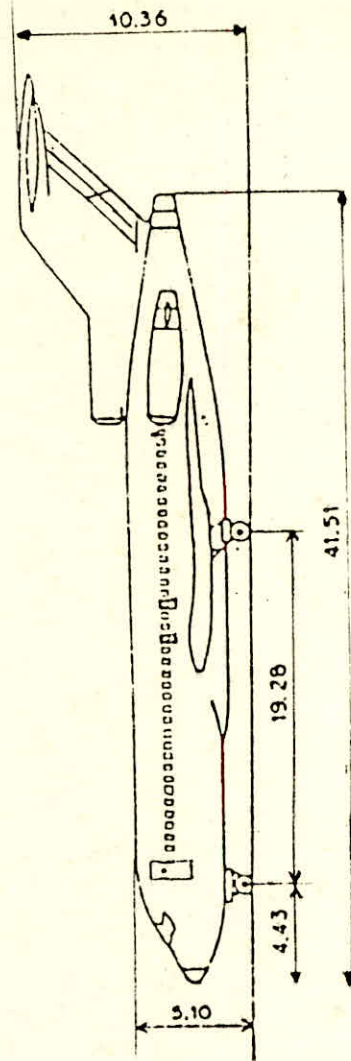
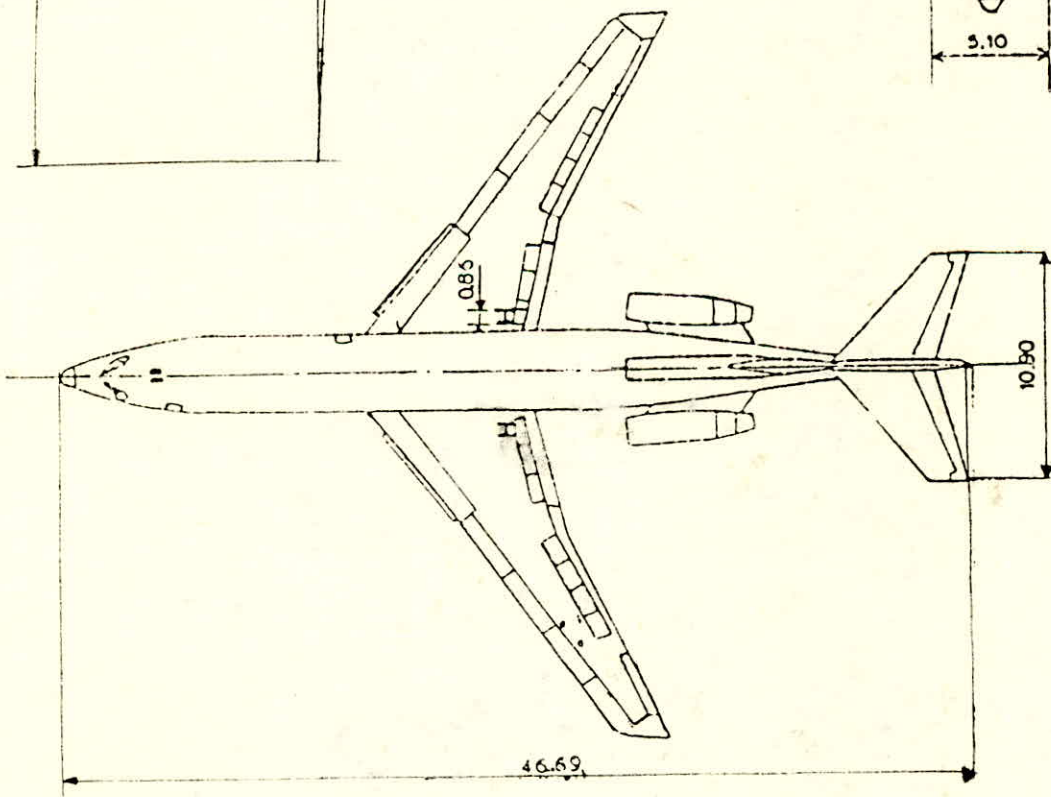
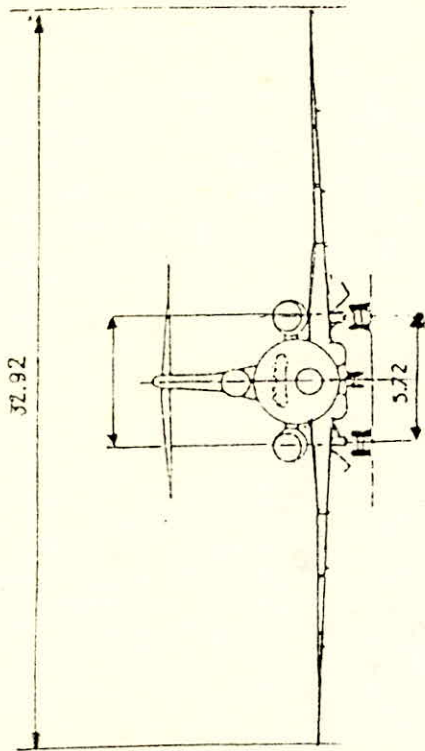
Nous citons :

- M^R FERRAT Abdelrezak : Notre encadreur à la SAETI et professeur de cours de base aériennes à L'ENTPB
- M^R BRANCI Tayeb : Notre encadreur à l'ENPA
- M^R HOUARI Moussa : Ingénieur à la SAETI
- M^R BOULEGHEB El-Hadi : Ingénieur à la SAETI
- M^R BRIBI Mohamed : Technicien
- M^R BELAZOUGH : Notre professeur de béton
- M^R HAFIDI : Notre professeur de R.D.M
- M^R BARAKA : Notre professeur de MDS
- M^R CHARIF : Chef du département de génie civil.
- Messieurs : Responsables de la salle de tirage (SAETI).
- Messieurs : Le directeur général de la SAETI (M^R AYADI)
- Messieurs : Le chef de département à la SAETI (M^R TAB)
- Monsieur : Le directeur technique du L.N.T.P.B (H. DEY) (M^R BOULAREK)
- Messieurs les cadres : OUAZIT. Noureddine
du C.T.C (H. DEY) IRKI . Abdelouahab
EL-BEY . Fouad
KEDJAOUER . Moussa
- Nos amis : HADJ RABAH Yacine
BRIBER Abdelmalek
CHALAL Brahim
BENMOUHOU B LAKHDAR.

BOEING 727

SERIE 200

Poids à vide équipé	44,2T
Poids maxi au décollage	78T
Poids maxi à l'atterrissage	68,1T
Nombre de sièges	134 à 170
Rayon d'action	1000 NM



Pression du pneumatique	7.03 Kg/cm ²	11.81 Kg/cm ²
Charge maxi statique sur la jambe	7.5T	36.22 T
	- au freinage à 3 m/s	10.8T

CHAUSSEE RIGIDE

B 727 (toutes séries)

Atterrisseur principal

Pression des pneumatiques : 1,09 MPa

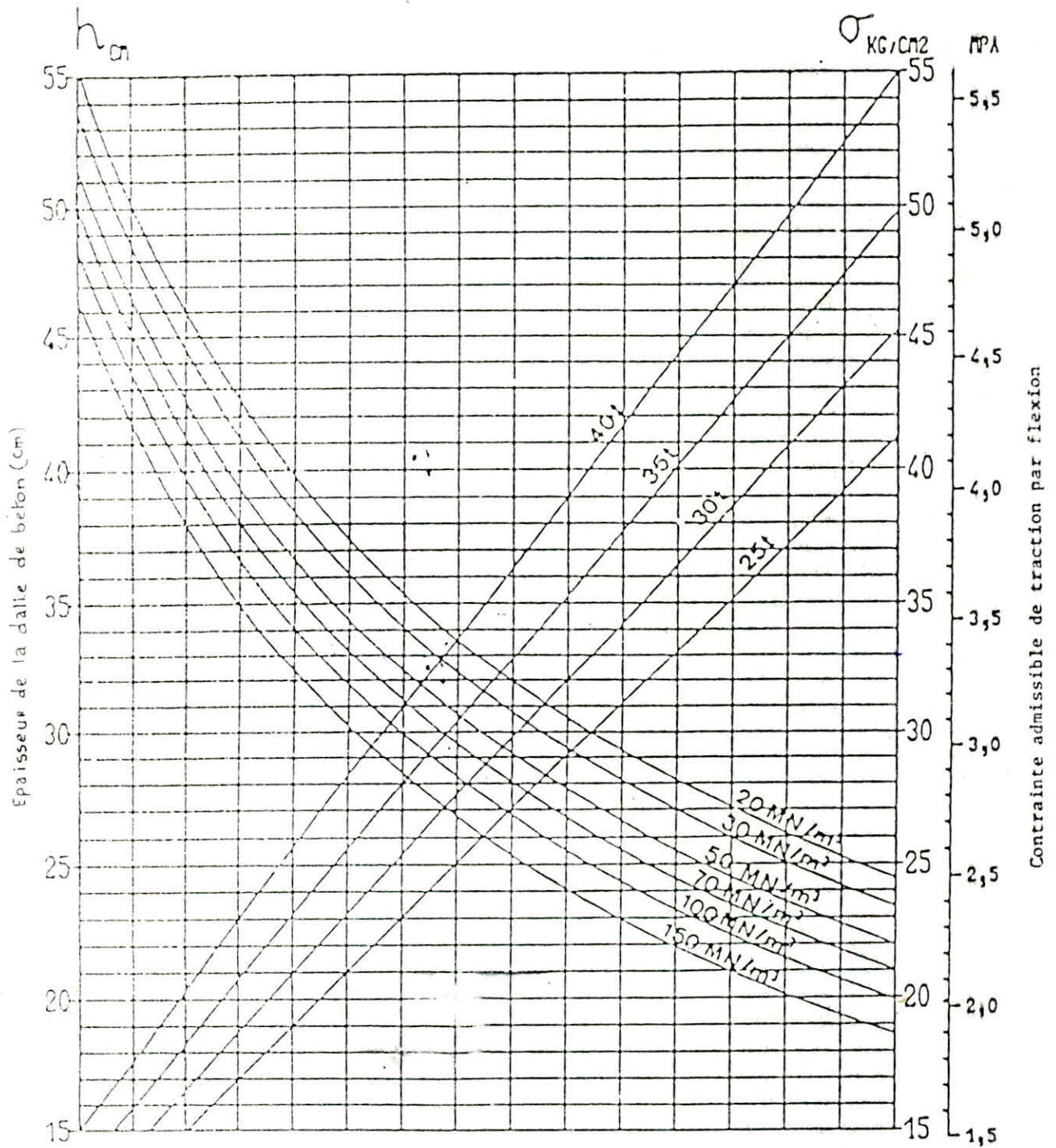


Figure A3-6

CHAUSSEE SOUPLE

B 727 (toutes séries)

Atterrisseur principal

Pression des pneumatiques : 1,09 MPa

25t 30t 35t 40t

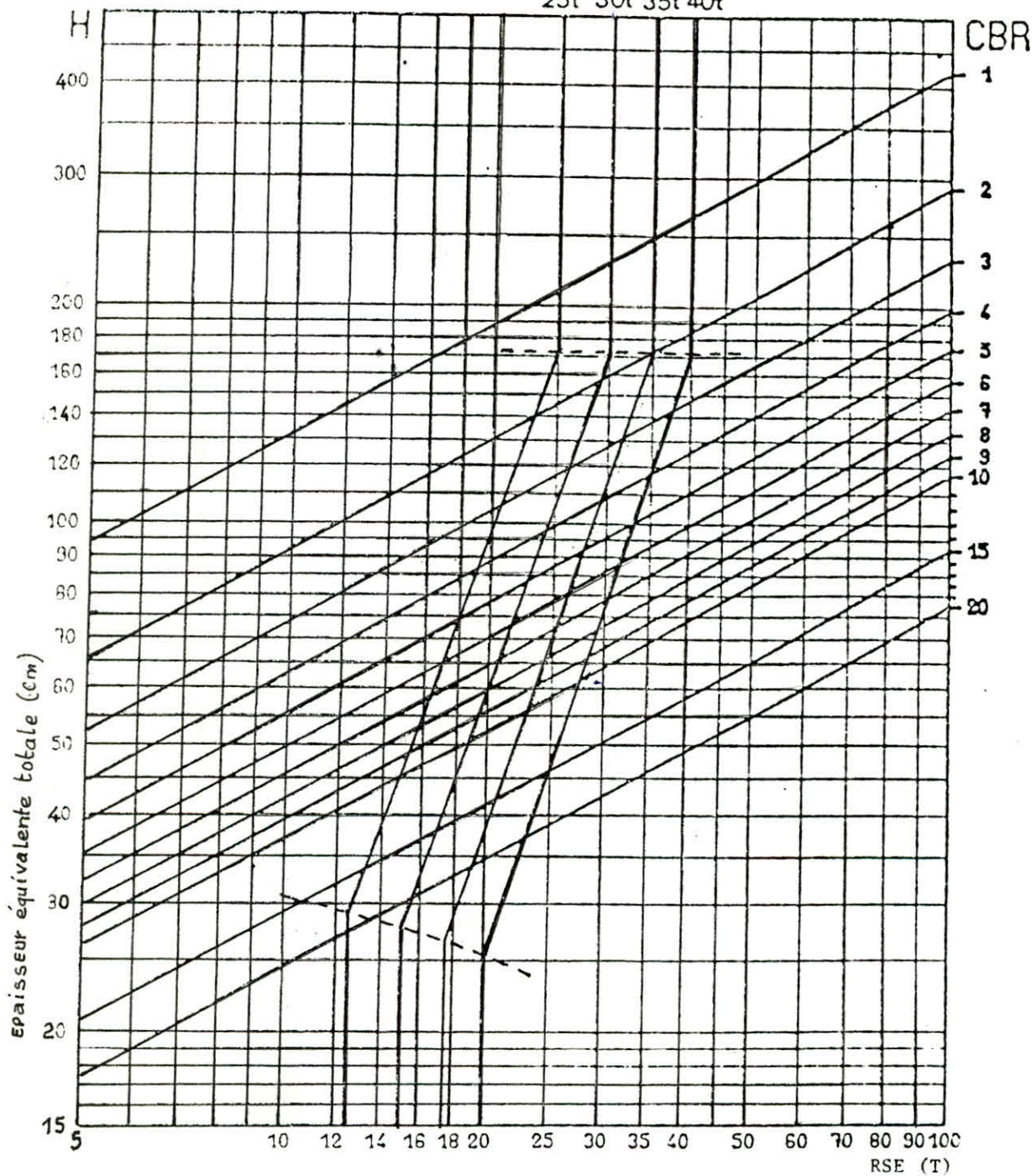


Figure A3-5

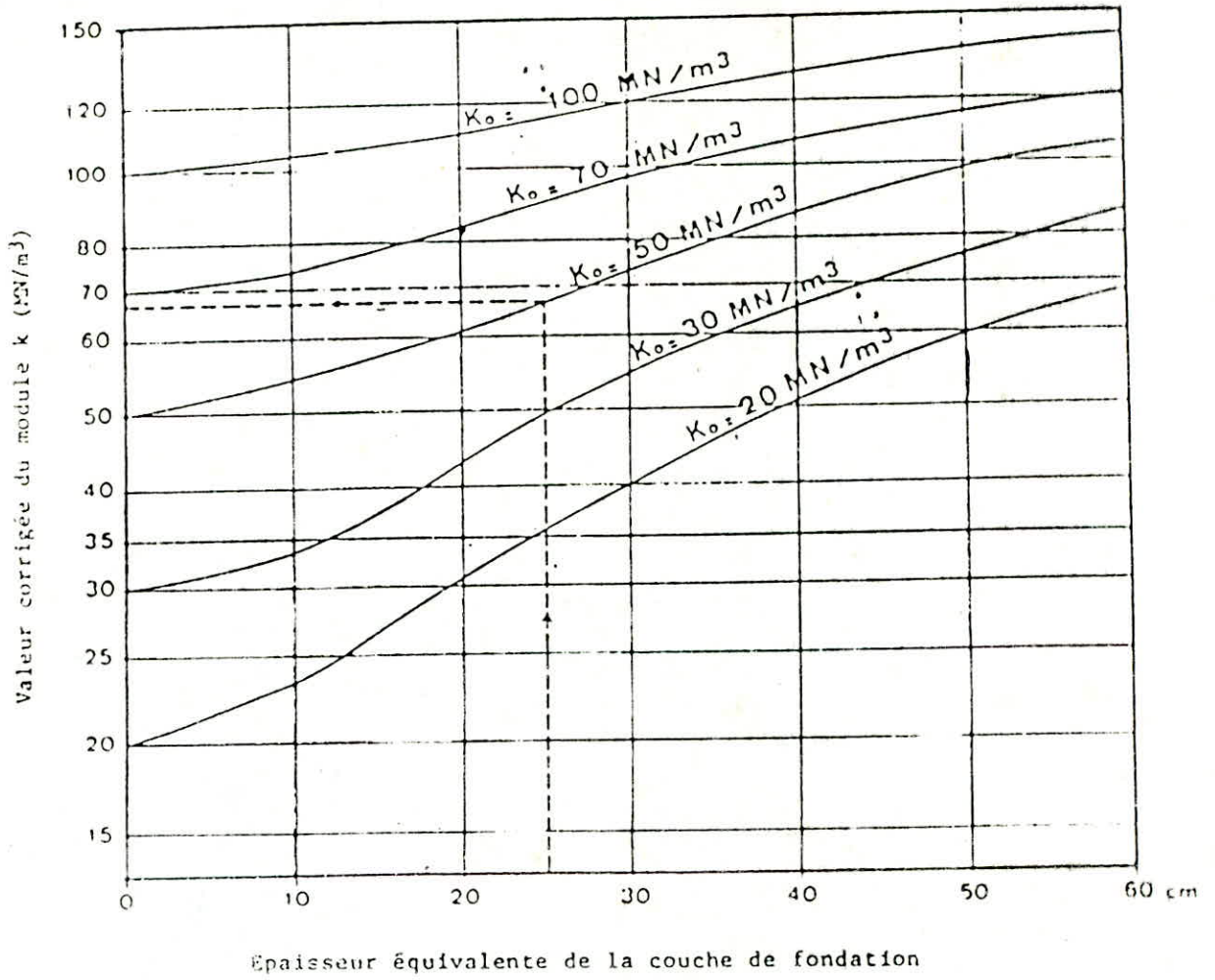


Figure 4-13. Module de réaction de la fondation : Correction du module de réaction du sol support en fonction de l'épaisseur équivalente de la couche de fondation

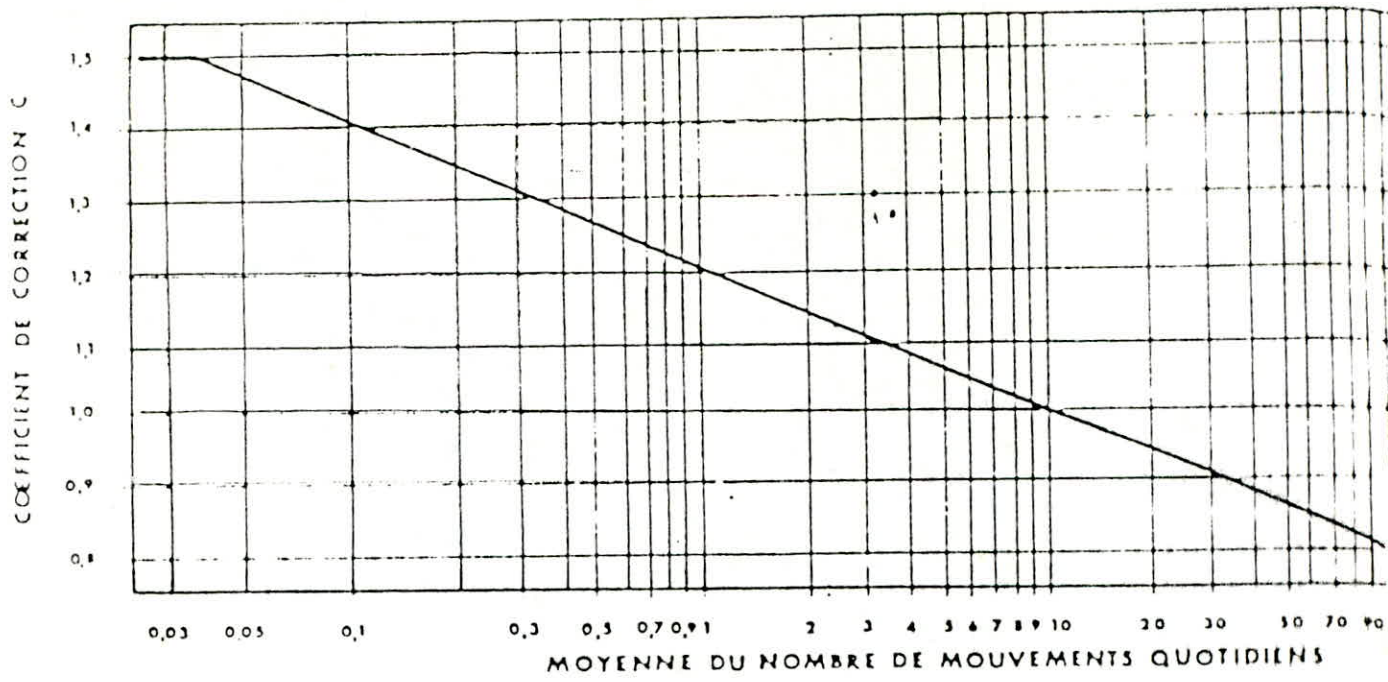


FIG.8 - CORRECTION DE LA CHARGE SERVANT AU DIMENSIONNEMENT, EN FONCTION DE L'INTENSITE DU TRAFIC.

(CHARGE CORRIGEE = $\frac{\text{CHARGE REELLE}}{C}$)

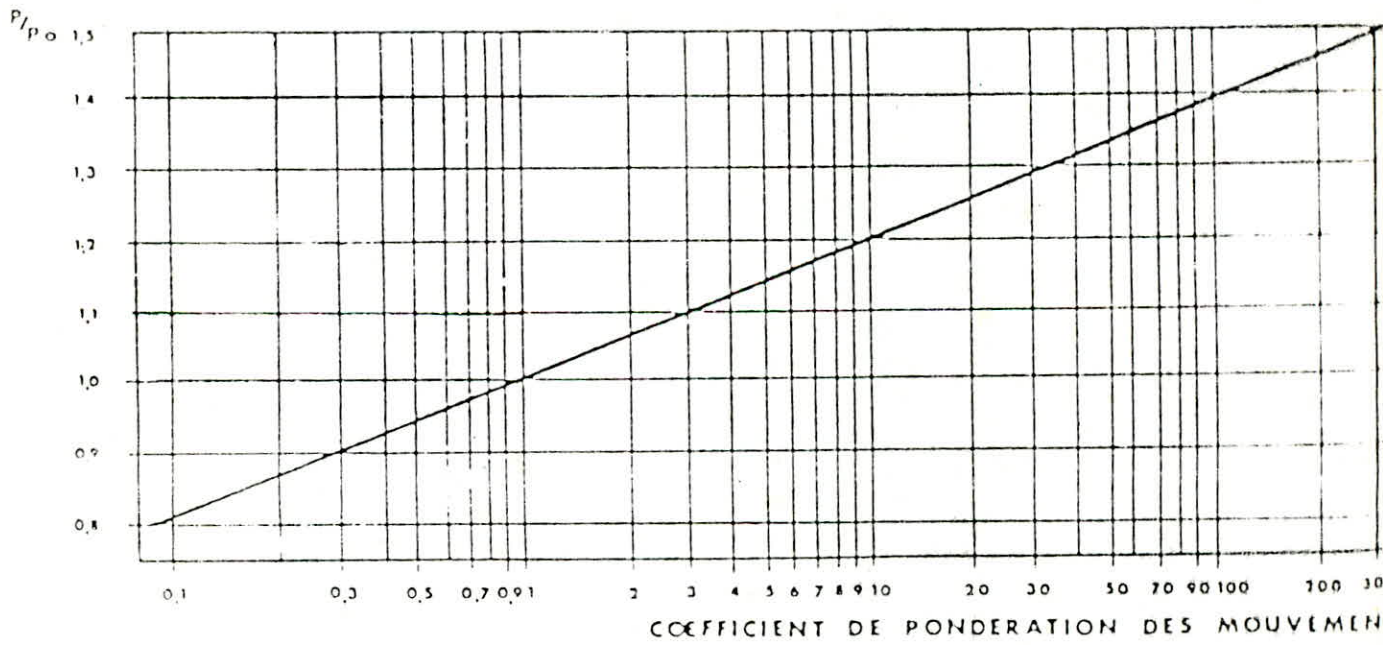


FIG.9 - TRAFIC EQUIVALENT.

