

4/96

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

d'ingénieur d'état en GENIE - CIVIL

***INFLUENCE DU TRAFIC SUR LE
DIMENSIONNEMENT DES
CHAUSSEES SOUPLES***

Proposé par

Mme. MORSLI

Etudié par

Mr A. Ben Aïssa

Dirigé par

Mme. MORSLI

Promotion : Septembre 96

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

d'ingénieur d'état en GENIE - CIVIL

***INFLUENCE DU TRAFIC SUR LE
DIMENSIONNEMENT DES
CHAUSSEES SOUPLES***

Proposé par

Mme. MORSLI

Etudié par

Mr A. Ben Aïssa

Dirigé par

Mme. MORSLI

Promotion : Septembre 96

DEDICACE

A la mémoire de ma grande mère

*A mes chers parents qui ont souffert pour moi, qui n'ont cessé
de m'aider, m'encourager et dépenser pour moi.*

A mes frères

A ma soeur

A mes tantes, mes oncles et leurs familles

A tous mes amis et ceux qui me sont chers

Amara 

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser, tout d'abord, mes plus vifs remerciements à ma promotrice **Mme MORSLI**, pour l'aide permanente qu'elle m'a prodiguée et les conseils précieux qu'elle a donnés tout au long de ce travail.

Je veux aussi exprimer mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, tout particulièrement :

Mr S. BELKACEMI (Maître de conférence,
ENP)

Mr A. BOUKERROU (Ingénieur à
SONATRO)

Le personnel du centre de documentations au **CTTP**, ainsi qu'à l'ensemble du personnel du centre de calcul et de la bibliothèque de l'**ENP**, pour leurs servicialité.

NOTATIONS



CBR	<i>Indice de portance de sol</i>
D	<i>Dommage sous un cycle de chargement</i>
d	<i>Dommage sous l'essieu de référence</i>
Δe	<i>différence d'épaisseur</i>
e	<i>épaisseur de la chaussée</i>
i	<i>le taux d'accroissement annuel</i>
k	<i>nombre d'années s'écoule entre l'année de mise en service et l'année de comptage</i>
N_r	<i>Nombre de cycles à la rupture</i>
N	<i>Nombre moyen journalier de camions de plus 1,5t à vide .</i>
n	<i>la durée de vie de la chaussée</i>
PL	<i>Poids Lourds</i>
RN	<i>Route Nationale</i>
T	<i>épaisseur équivalente de la chaussée</i>
Tct	<i>trafic cumulé total</i>
Tc	<i>trafic cumulé en poids lourds</i>
TJMA	<i>Trafic journalier moyen annuel</i>
TJMAs	<i>Trafic journalier moyen annuel de mise en service</i>
Véh	<i>Véhicule</i>
W	<i>Nombre de passages équivalent de l'essieu de référence</i>

SOMMAIRE



INTRODUCTION GENERALE

1- Définition	1
2- Types des chaussées	1
3 - Dimensionnement des chaussées	1
4- But du travail	3

I - LE TRAFIC

I-1 - Introduction	4
I-2 - Définitions générales.....	4
I-3 - Les méthodes d'observation du trafic	5
I-3-1 - Les comptages.....	5
I-3-2 - Les enquêtes	6
I-3-3 - Les mesures de vitesse	6
I-3-4 - Les pesées des véhicules	7
I-4 - Eléments à prendre en compte dans les mesures du trafic (Les fluctuations)...7	
I-5 - Agressivité du trafic.....	8
I-5-1 - Les principes retenus - définition de l'agressivité	8
I-5-2 - Dommages causés par le passage d'un essieu	8
I-5-3 - Agressivité d'un essieu	9
I-6 - Fatigue des matériaux	10
I-6-1 - La courbe de WÖHLER	10
I-6-2 - Le cumul des dommages (loi de MINER).....	11

II - LE RECENSEMENTS DE LA CIRCULATION ET DE PESAGE EN ALGERIE

II-1 - Introduction	13
II-2 - Déroulement de la comptage de pesée	14
II-2-1 - Types de mesures effectuées	14
II-2-1-1 - Les pesages	14
II-2-1-2 - Les comptages	14
II-2-2 - Résultats obtenus	16
II-2-3 - Les fluctuations.....	27

III - LA PRISE EN COMPTE DU TRAFIC DANS LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

III-1 - Introduction	33
III-2 - Paramètres caractérisant le trafic	34
III-3 - La prise en compte du trafic selon différentes méthodes.....	35
III-3-1 - La méthode CBR	36
III-3-2 - La méthode de SHOOK-FINN.....	37
III-3-3 - La méthode de CATALOGUE.....	39
III-4 - Exemple illustratif	40

IV - INFLUENCE DU TRAFIC SUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

IV-1 - Influence de la composition du trafic	45
IV-1-1 - Les données du trafic	46
IV-1-2 - Résultats de calcul	46
IV-1-3 - Analyse des graphes.....	50
IV-1-4 - Conclusion.	51
IV-2 - Epaisseur de la chaussée en fonction du trafic	51
IV-2-1 - Les données des trafics	51
IV-2-2 - Résultats de calcul	52
IV-2-3 - Analyse des graphes	58
IV-2-4 - Conclusion.	59

CONCLUSION GENERALE	60
----------------------------------	-----------

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

1)- Définition

Toute surface aménagée sur un sol, pour le stationnement ou la circulation des véhicules est appelée chaussée.

La chaussée est essentiellement un ouvrage de répartition des charges roulantes sur le terrain de fondation, sans déformation permanente au sein de la chaussée et du terrain.

2)- Types de chaussées

Du point de vue constructif, les chaussées peuvent être en Trois catégories :

2.1 - Les chaussées souples

La chaussée souple est constituée par des couches superposées de matériaux, graves non susceptibles de résister à la traction. La résistance mécanique de la chaussée est obtenue par comptage.

L'absence de cohésion entre les différentes couches assure une flexibilité et une déformation au passage des charges roulantes d'où le non de *chaussée souple* dite aussi *chaussée flexible*

2.2 Les chaussées mixtes:

Dans certains cas, les matériaux utilisés sont traités au liant (bitume, goudron, pouzzolane, ciment). Ces matériaux permettent de réduire l'attrition inter granulaire de fissuration des couches supérieurs et créer un *effet dalle* assurant une meilleure répartition des charges. Ces chaussées sont appelées *mixtes* ou *semi-rigides*

2.3 Les chaussées rigides:

La chaussée rigide est constituée par une dalle en béton de ciment et une couche de fonction. Ces chaussées doivent résister aux efforts de compression.

On peut rencontrer la chaussée rigide dans le cas d'un sol très mauvais ou pour une chaussée qui supporte une forte circulation.

3)- Dimensionnement des chaussées

La démarche générale du dimensionnement d'une structure de chaussée n'est pas foncièrement différente de celle de dimensionnement des autres structures en Genie-Civil.

Cependant, le dimensionnement des chaussées présente de nombreuses particularités fondamentales.

a) - La notion de *durée de vie* ou *fin de vie* d'une chaussée doit être définie à partir de critères fixes à l'avance (la fin de vie ne peuvent être assimilée à une ruine généralisée vu qu'on intervient pour entretenir une chaussée) .

b) - Les propriétés des sols-supports et des matériaux utilisés dans une section donnée de chaussée sont dispersés ,la rupture par fatigue d'un matériau est un phénomène aléatoire, avec une durée de vie, pour des conditions de sollicitation, particulièrement dispersée. On est donc devant un problème à caractère probabiliste.

c) - Les paramètres d'environnement extérieur de la chaussée jouent un rôle important : la teneur en eau des sols-supports traversés par la route influe sur la résistance et la stabilité de la chaussée, et la température change les propriétés des matériaux bitumineux.

d) - La condition de chargement de la chaussée par le trafic est très complexe : la distribution complète par essieu des véhicules circulant sur la chaussée et donc la détermination de l'effet de prévision de trafic et sa croissance au cours des années de vie de la chaussée ainsi que sa répartition entre les différentes charges par essieu.

Lorsqu'enfin, les données sont rassemblées, les méthodes de calcul restent tributaires de l'approche que l'on fait du dimensionnement des chaussées: en effet, il existe deux approches :

- L'une empirique, basée sur les résultats des essais AASHO. Approche qui nécessite un nombre important de sections expérimentales, le coût est très élevé, le temps de réponse est très long et la génération des résultats est hasardeuse.

- L'autre théorique, basée sur la modélisation de la chaussée et la détermination des sollicitation du travail et des sollicitations admissibles des matériaux utilisés.

C'est une approche qui utilise une branche particulière de mécanique des milieux continus dite *mécanique des chaussées*

On remarque que si par l'approche empirique, il est difficile de généraliser les résultats obtenus, par l'approche théorique on prend le risque à cause de la modélisation de s'éloigner de la réalité et d'aboutir à des résultats erronés.

En réalité, ces deux approches ne sont pas disjointes, puisque l'approche expérimentale s'appuie sur la théorie et l'approche théorique nécessite un calage par référence au comportement des chaussées réelles. Cette combinaison a donné naissance à des méthodes pratiques de calcul de l'épaisseur de chaussée.

Dans ces méthodes, le facteur *trafic* (Particularité n° d) est apprécié et est introduit de manière différente selon les auteurs.

4)- But du travail

Parmi toutes les particularités citées ci-dessus, nous avons choisi d'étudier le facteur "trafic" et sa prise en compte dans le dimensionnement des chaussées souples.

Le travail se fera en 04 Chapitres:

I - Définition du trafic et de ses paramètres

II - Recensement de la circulation ^{et} de pesage .

III - Prise en compte du trafic dans le dimensionnement des chaussées souples

IV -

- a) Influence du trafic dans le dimensionnement des chaussées souples (calcul des épaisseurs)
- b) Analyse des résultats et conclusions

Chapitre I

LE TRAFIC

I.

LE TRAFIC

I-1 - INTRODUCTION

Le trafic est l'un des paramètres prépondérant du dimensionnement des chaussées, il est donc nécessaire de l'analyser en terme d'agressivité vis-à-vis des chaussées sur les quelles il circule.

I-2 - DEFINITIONS GENERALES

a) Le trafic :

En général le trafic exprime pour une voie de circulation le nombre de passages de véhicules dans une période déterminée .

b) Le débit :

C'est le nombre de véhicules dont le passage est enregistré par unité de temps en un point donné ; exprimé en (nombre de véhicules / jour, heure, ...) .

c) L'intensité :

C'est le nombre de véhicules dont le passage est enregistré pour ^{une} courte durée, (par exemple : la seconde) .

$$I = \frac{d(NV)}{dt}$$

Chapitre I
LE TRAFIC

avec

NV : le nombre de véhicules

t : le temps

b) La capacité

Elle exprime le nombre de véhicules pour la longueur de la section d'une route considérée

$$D = \frac{\text{nombre de véhicules}}{\text{la longueur de la section}}$$

I-3- LES METHODES D'OBSERVATION DU TRAFIC

L'observation du trafic est destinée ^{pour} l'établissement de statistiques, en vue surtout de caractériser l'usure des routes et les dépenses de leurs entretiens.

Alors pour aboutir à ces objectifs on procède aux méthodes suivantes :

I-3-1- Les comptages :

a) **Les comptages manuels:** Consiste à faire compter, par un observateur le nombre de véhicules passant devant lui. L'observateur dispose de chronomètre et de compteur à déclic qu'il manoeuvre à chaque passage.

Souvent ce type de comptage sert à déterminer la composition de la circulation, notamment les types des véhicules.

b) **Les comptages automatiques:** Les méthodes manuelles sont bien sûr utilisables, mais il faut signaler l'apparition récente d'appareils de comptage automatique. On peut citer :

*) Les compteurs automatiques sont actionnés par des dispositifs de captage ou de détection de types très divers

*) Le compteur pneumatique : Il est constitué d'un détecteur en caoutchouc placé sur la chaussée, obturé à une extrémité et relié à l'autre extrémité à une capsule manométrique. Ce compteur est un compteur d'essieux qu'un compteur de véhicules.

Il y a d'autres modèles de capteurs qui sont réalisés sur le principe des cellules magnétiques ou l'effet Doppler - Fiseau.

Pour ces types de comptages automatiques, il est indispensable d'effectuer un comptage manuel parallèle, pour étalonner l'appareil et passer du nombre d'essieux enregistrés au nombre de véhicules passées.

c) **Les comptages directionnels** : On a besoin parfois, pour étudier un carrefour, de connaître les différents courants qui le traversent. On effectue alors un comptage directionnel en plaçant un nombre d'observateurs suffisant, chacun de ces observateurs se voit affecter le comptage d'un ou plusieurs mouvements suivant leur importance.

I-3-2 - Les enquêtes

I-3-2-1 - Les enquêtes simplifiées

Lorsque la zone à étudier s'agrandit et les courants deviennent très nombreux, l'observation simple des véhicules devient insuffisante. Il faut les identifier, de façon plus ou moins précise, pour pouvoir les suivre.

Plusieurs procédés sont utilisés :

- *) Relevé des numéros minéralogiques
- *) Enquête par papillons
- *) Enquête par cartes

I-3-2-2 - Les enquêtes complètes

Elles consistent à interroger les usagers en leur posant un certain nombre de questions qui permettent, après dépouillement, d'obtenir des renseignements très complets.

On distingue :

- *) Enquêtes par interview le long de la route
- *) Enquêtes par interview à la domicile

I-3-3 - Les mesures de vitesse

Pour les mesures de vitesse instantanée : A côté de l'observation directe du temps de parcours d'une distance donnée ou l'étude à partir d'un film, les cinémomètres les plus couramment utilisés reposent sur deux méthodes :

- *) La mesure automatique du temps de parcours entre deux points fixés
- *) L'utilisation de l'effet Doppler - Fiseau, au moyen de radar

Pour les mesures de vitesse moyenne : La vitesse moyenne d'un point est la moyenne des vitesses des véhicules dans un intervalle de temps $[T_0 , T_1]$ passant par un point x .

I-3-4 - Les pesées des véhicules

Pour avoir une image plus précise de l'agressivité réelle des poids lourds circulant sur la chaussée, il est nécessaire de disposer, en plus des informations sur les trafics, des données chiffrées sur les charges à l'essieu.

Les pesées d'essieux sont essentielles pour le bon dimensionnement et la protection des chaussées vis-à-vis des trafics lourds. On les effectue, soit en arrêtant les véhicules que l'on pese essieu par essieu en les faisant monter sur des balances portables, soit en insérant dans la chaussée une bascule dynamique qui pese les véhicules sans les arrêter.

I-4 - Eléments à prendre en compte dans les mesures du trafic

Les fluctuations sont des éléments à prendre en compte dans les mesures du trafic pour éviter de mauvaises interprétations des résultats obtenus. On trouve ici :

I-4-1 - Les fluctuations hebdomadaires :

Elles ne sont pas rentables suivant le caractère de la voie considérée, alors que les voies urbaines, les jours fériés présentent un creux sur certaines routes de réseau où la circulation est plus ^{élevée} ce jour là.

I-4-2 - Les fluctuations journalières

Il est clair que le trafic n'est pas constant tout au ~~cours~~ de la journée, alors il est intéressant de considérer une heure de pointe journalière qui impose les contraintes les plus sévères.

I-4-3 - Les fluctuations saisonnières

Il est évident que la circulation durant les mois d'été est plus élevée qu'en hiver, ce qui nous conduit à constater des creux, des pointes maximales ne se présentent pas partout durant les mêmes périodes.

Alors, en faisant l'abstraction de ces fluctuations, il est habituelle d'utiliser la notion du moyenne journalière annuelle (M . J . A).

I-5 - AGRESSIVITE DU TRAFIC

I-5-1 - Les principes retenus - Définition de l'agressivité :

Le passage d'une charge lourde sur une chaussée provoque des dommages de différentes natures:

*) Le support de la chaussée, sol support ou couche de forme en matériaux non traités, enregistre à chaque passage d'une charge une déformation permanente fonction de la contrainte verticale qui lui est appliquée. L'accumulation de ces déformations permanentes se traduit à la surface de la chaussée par des déformations profils .

*) Les structures des chaussées qui comportent des couches liées fléchissent à chaque passage de la charge. Ce fléchissement donne lieu, à la base de la chaussée, à des contraintes de traction, par flexion.

*) Le passage des charges peut aussi entraîner d'autres dommages dans la couche de surface de la chaussée.

I-5-2 - Dommages causés par le passage d'un essieu

On calcule, en utilisant une représentation schématique de la structure et de la charge exercée par l'essieu, des paramètres caractéristiques du niveau de sollicitations de la chaussée; on retient en général :

*) La contrainte de traction σ_{τ} (ou l'allongement ϵ_{τ}) à la base des couches liées. Ce paramètre est représentatif du travail en flexion de la couche liée.

*) La déformation ϵ_z au niveau du sol support, ce paramètre est représentatif des déformations permanentes au niveau du sol support .

Disposant des valeurs de σ_{τ} et ϵ_z sous un essieu lourd, on peut calculer les nombres de cycles à la rupture (N_T et N_Z) et leur associer des dommages définis par :

$$D_T = \frac{1}{N_T} \quad ; \quad D_Z = \frac{1}{N_Z}$$

I-5-3 - Agressivité d'un essieu (ou d'un groupe d'essieux)

Cette agressivité repose sur une notion de dommage relatif quand on cherche comparer un essieu par rapport à un autre. Un essieu type est choisi en référence d'agressivité égale à 1; (en Algérie l'essieu de référence est l'essieu jumelé de 13 tonnes).

A cet essieu de référence on peut associer des valeurs d_T et d_Z des dommages (couches liées et sol support). Un essieu quelconque étant caractérisé par deux valeurs D_T et D_Z , on introduit les rapports :

$$Y_T = \frac{D_T}{d_T} \quad Y_Z = \frac{D_Z}{d_Z}$$

Les deux grandeurs Y_T et Y_Z sont représentatives des dommages relatifs subis par le support de la chaussée et par les couches liées. L'agressivité d'un essieu ou d'un groupe d'essieux est caractérisée par deux paramètres Y_T et Y_Z ; pour pouvoir effectuer des comparaisons entre charges, il est commode de les réduire à un seul paramètre :

$$Y = F(Y_T, Y_Z)$$

Par souci de simplicité et car la dépendance entre ces deux paramètres n'est pas connue et varie avec l'état de la chaussée, les chercheurs ont choisi pour la fonction F une fonction linéaire de Y_T et Y_Z :

$$Y = aY_Z + bY_T$$

Les coefficients a et b varient selon l'état (type) de la chaussée.

Comme on a vu :

la notion d'agressivité d'une charge se présente comme une valeur relative, ce qui est confirmée par la formule générale de l'agressivité :

$$Y' = \frac{Y}{Y_E}$$

où :

Y_E : l'agressivité du nouveau essieu de référence par rapport à l'essieu de 13 tonnes

Y : l'agressivité de l'essieu considéré dans l'ancien système (ie : par rapport à l'essieu de 13 tonnes)

Y' : l'agressivité de l'essieu considéré dans le nouveau système .

Fig(1) : Agressivité des essieux

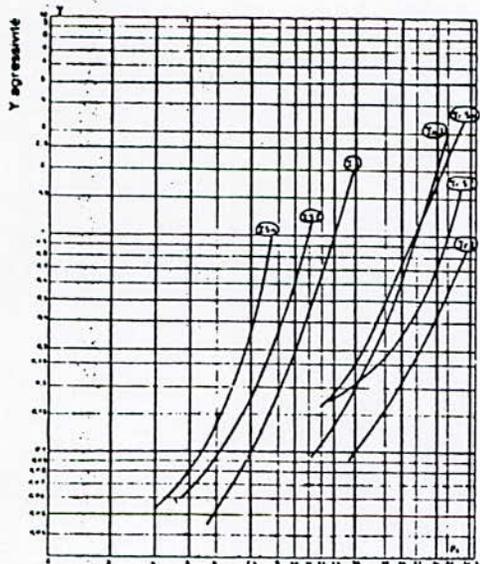


Planche I Pt poids en tonnes (1 t = 10 kN)

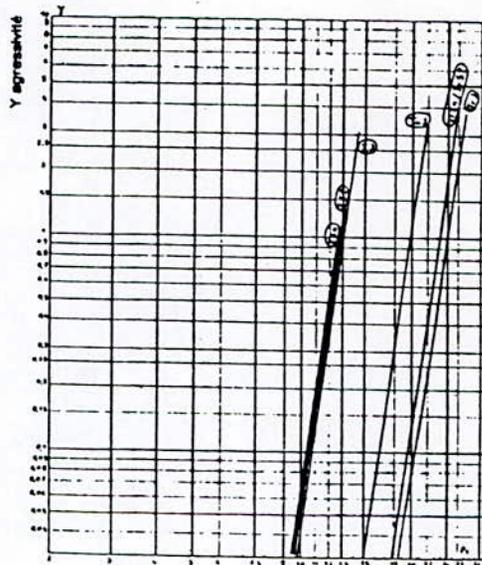


Planche II Pt poids en tonnes (1 t = 10 kN)

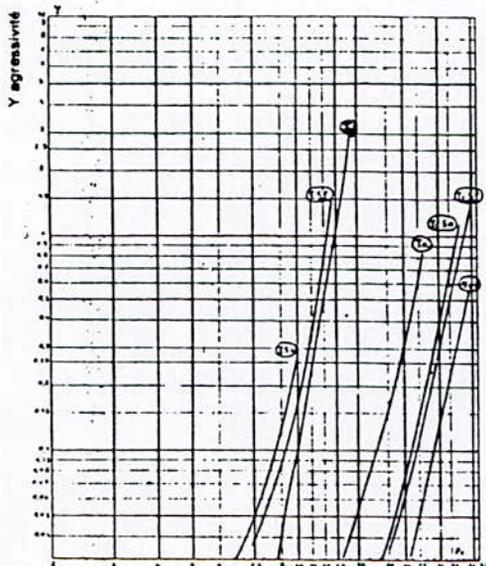


Planche III Pt poids en tonnes (1 t = 10 kN)

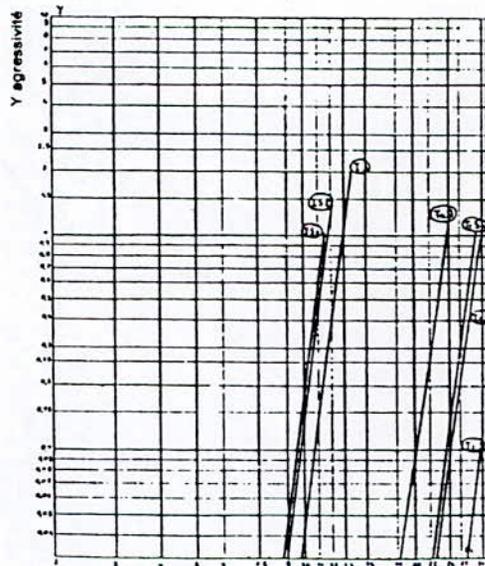


Planche IV Pt poids en tonnes (1 t = 10 kN)

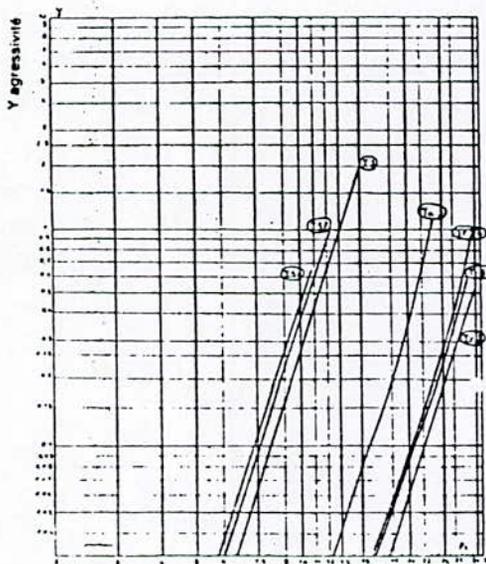


Planche V Pt poids en tonnes (1 t = 10 kN)

I	essieu isolé
Ta	essieux tandem
Tr	essieux tridem
Sn	roues simples, pneumatiques normaux
Si	pneumatiques larges
J	jumelages

Planche I. Agressivité des essieux. Structure n° 1 (traditionnelle)

Planche II. Agressivité des essieux. Structure n° 2 (neuve en grave hydraulique)

Planche III. Agressivité des essieux. Structure n° 3 (neuve mixte)

Planche IV. Agressivité des essieux. Structure n° 4 (renforcement en grave hydraulique)

Planche V. Agressivité des essieux. Structure n° 5 (renforcement en grave bitume)

La notion d'agressivité (comme une valeur relative) et la comparaison des dommages par rapport au dommage d'un essieu de référence sont des raisons qui nous poussent à assimiler le trafic qui est composé de différents types d'essieux à un trafic équivalent composé d'un ensemble d'essieu de référence .

I-6 - LA FATIGUE DES MATERIAUX

Depuis très longtemps on a observé ^{que} des pièces ou des matériaux peuvent se rompre si on leur applique de façon répétée un grand nombre de sollicitations, dont l'amplitude est inférieure à la résistance à la rupture instantanée. C'est ce phénomène que l'on désigne sous le nom de fatigue.

Ce phénomène de fatigue est d'une très grande importance dans les diverses constructions. Il ya en effet de nombreux cas où les matériaux doivent résister à des sollicitations répétées à très grand nombre de fois par exemple ; la sollicitation des matériaux routiers dans une chaussée dûe au passage répété des véhicules lourds.

I-6-1 - La courbe de WÖHLER

L'expérience de base, permettant de mettre en évidence le comportement à la fatigue d'un matériau, consiste à soumettre une éprouvette de matériau à des sollicitations répétées toutes identiques et à déterminer le nombre de répétitions entraînant rupture .

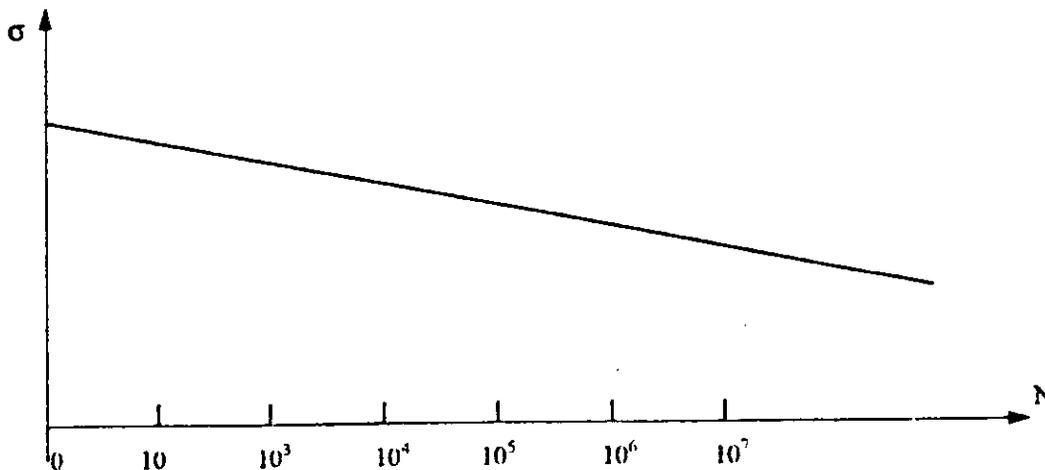


Fig (2) : Courbe de WÖHLER.

Amplitude de la contrainte en fonction du nombre de sollicitations.

I-6-2 - Le cumul des dommages (loi de MINER)

On a considéré jusqu'ici des sollicitations de fatigue dans les quelles on répétait des sollicitations toutes identiques. Ce cas ne se produit pratiquement jamais dans la réalité et l'amplitude des sollicitations est le plus souvent distribuée au hasard, les expérimentations se sont donc intéressés à ce cas.

On considère d'abord le cas d'applications successives de deux périodes de sollicitation périodiques de niveau différent.

*) n_1 sollicitations d'amplitude σ_1 , telle que N_1 est la durée de vie pour l'application de sollicitations d'amplitude σ_1 , $n_1 < N_1$.

*) Ensuite des sollicitations d'amplitude σ_2 (soit N_2 la durée de vie que l'on aurait trouvé, si on avait appliqué des sollicitations d'amplitude unique σ_2)

Quelle est le nombre n_2 de ces sollicitations d'amplitude σ_2 qui conduira à la ruine du matériau ?

La loi de MINER donne réponse approché à cette question, le nombre n_2 sera tel que :

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} = 1$$

Cette loi de MINER se généralise au cas d'un grand nombre de séquences de chargement répétées, d'amplitude différente pour chaque séquence.

La condition de rupture par fatigue qui en résulte est donnée par :

$$\sum \frac{n_i}{N_i} = 1$$

Malheureusement MINER à trouvé expérimentalement que :

$$\sum \frac{n_i}{N_i} \text{ variait entre } 0,61 \text{ et } 1,45$$

Chapitre I
LE TRAFIC

Si on commence par appliquer le niveau de contraintes le plus élevé, la durée de vie totale est en général plus faible que si on applique d'abord le niveau de contraintes le plus faible. L'inverse se produit dans le cas contraire.

Soit σ_1 l'amplitude des contraintes appliquées lors de la première période d'application de chargements répétées, et σ_2 l'amplitude des contraintes lors de la seconde période.

Si :

*) $\sigma_1 > \sigma_2$ la rupture par fatigue se produit par :

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} < 1$$

*) $\sigma_1 < \sigma_2$ la rupture par fatigue se produit par :

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} > 1$$

Chapitre II

***LE RECENSEMENT DE LA
CIRCULATION ET DE PESAGE
EN ALGERIE***

II.

LE RECENSEMENT DE LA CIRCULATION ET DE PESAGE EN ALGERIE

II-1 - INTRODUCTION

Le transport routier présente une grande importance dans les sociétés modernes, celle-ci est due à l'impact économique du secteur et ses conséquences sur la vie du citoyen.

Le trafic étant un critère important pour la gestion du réseau routier national dont une partie ne répond plus aux exigences actuelles et va donc être destinataire de sommes importantes pour son entretien donc, pour connaître la composition du trafic, et pour estimer les volumes du trafic initial et futur et la répartition des charges; les équipes de C.T.T.P(*) ont réalisé au droit d'une soixantaine (60) de sections des mesures de trafic pendant des périodes variables.

Ce recensement de 1985 / 1986 intéresse les routes nationales, les chemins de Wilaya reclassés en routes nationales et les chemins de Wilaya revêtus.

Le programme à réaliser couvre 40,000 Kms toutes ^{routes} confondues.

(*) C.T.T.P : Organisme National de Contrôle Technique des Travaux Publics (Kouba)

II-2 - Déroulement de la campagne de pesage

La campagne de pesage s'est déroulée essentiellement pendant le second semestre 1985, toutefois un certain nombre de postes ont fait l'objet de pesées complémentaires en janvier et février 1986.

Pendant toute la durée du pesage, il a été procédé à des comptages manuels de classification portant uniquement sur les camions qui passaient, qu'ils aient été pesés ou non.

Ceci pour permettre de définir un taux d'échantillonnage au droit de chaque poste.

II-2-1 - Types de mesures effectuées :

II-2-1-1 - Les pesages

Pour les pesages, il a été définie huit (08) catégories de "A" à "G" de camions en fonction de leur configuration d'essieux, comme l'indique la page ci-après (Fig 3)

II-2-1-2 - Les comptages

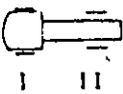
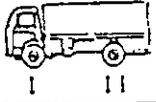
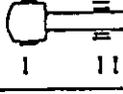
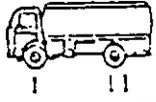
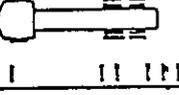
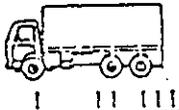
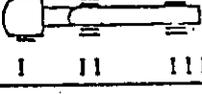
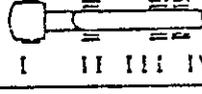
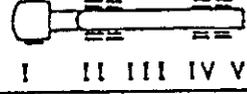
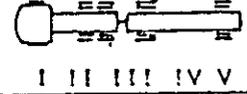
a) - Les comptages manuels : Ce sont des comptages de classification qui permettent d'évaluer le pourcentage de différents types de véhicules.

- *) Véhicules particuliers (légers) : Classe 1
- *) Véhicules utilitaires (camionnettes) : Classe 2
- *) Bus (cars) : Classe 3
- *) Camions à deux (2) essieux : Classe 4
- *) Camions à trois (3) essieux : Classe 5
- *) Véhicules lourds articulés : Classe 6
(ou ensembles articulés)

Les trois dernières classes (4,5,6) couvrent les huit types de camions reconnus pour les pesages. Les comptages sont effectués deux (02) heures par semaine sur l'ensemble du réseau.

Ils sont nécessaires, après le démarrage de la campagne, afin de connaître le nombre réel de véhicules, car les compteurs automatiques n'enregistrent que des nombres de paires d'essieux.

TYPES DE CAMIONS

DEFINITION	TYPE	NOMBRE ESSIEUX	ROUES PAR ESSIEU					PLAN	SILHOUETTE
			I	II	III	IV	V		
CAMION LEGER	A	2	2	2	-	-	-		
CAMION LEGER	B	2	2	4	-	-	-		
CAMION LOUFD	C	3	2	4	4	-	-		
TRACTEUR - SEMI REMORQUE	D	3	2	4	4	-	-		
TRACTEUR - SEMI REMORQUE	E	4	2	4	4	-	-		
TRACTEUR - SEMI REMORQUE	F	5	2	4	4	4	4		
CAMION - REMORQUE	G	5	2	4	4	4	4		

Fig(3) : Types de camions

b) - Les comptages automatiques : Deux catégories de comptages automatiques ont lieu:

* - Comptages permanents : Ce sont les plus importants. les comptages permettent de connaître le TJMA, les variations mensuelles, journalières et horaires de la circulation.

* - Comptages mobiles : La durée de ces comptages s'étale sur deux semaines par an (une semaine par semestre)

Ils permettent, connaissant les variations saisonnières obtenues à partir des postes permanents de calculer la MJA (moyenne journalière annuelle), les variations journalières et horaires.

II-2-2 - Résultats obtenus

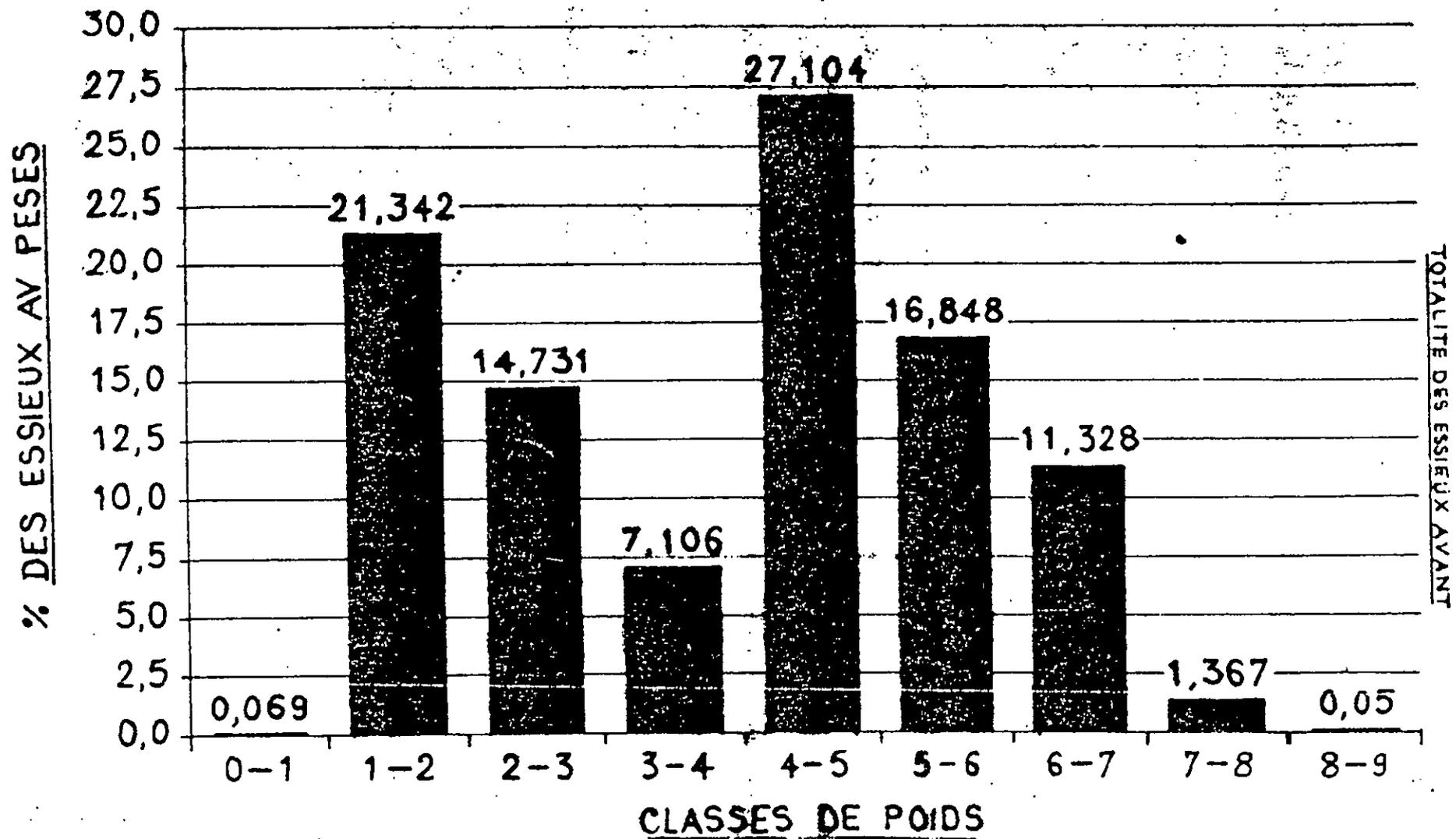
Le nombre de camions de charge utile supérieur ou égale à cinq (05) tonnes est 64% se répartissent de la façon suivante :

B	40,70 %	Camions à 2 essieux
C	6,40 %	Camions à 3 essieux
D	1,33 %	16,60 % (ensembles articulés)
E	11,77 %	
F	3,12 %	
G	0,38 %	

le

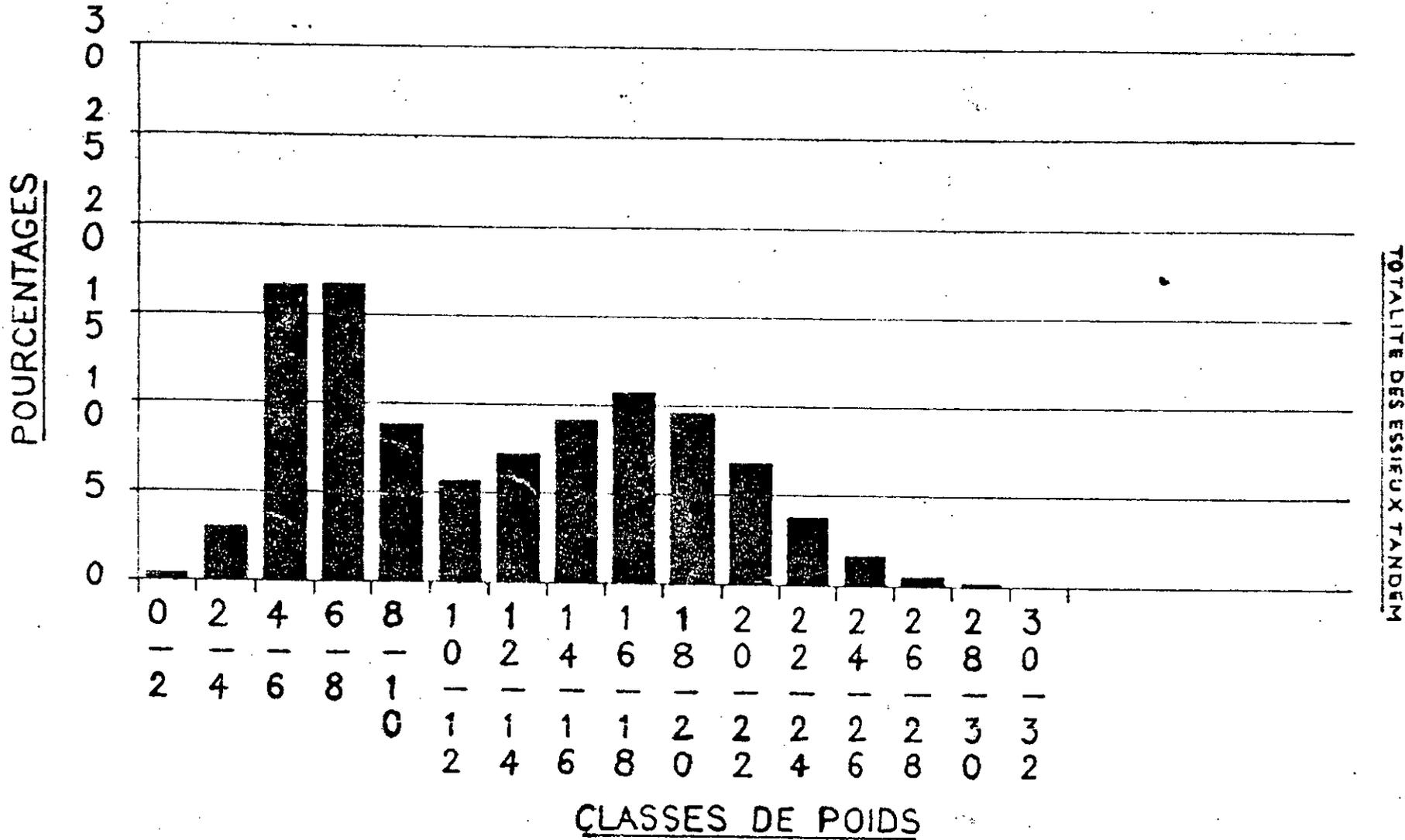
Pour l'ensemble des camions pesés, CTTPa dresser des histogrammes comme le montre la figure (4)

Fig (4): 1. REPARTITION DES POIDS DES ESSIEUX
TOTALITE DES ESSIEUX AVANT



Fig(4): 2-

ESSIEUX TANDEM
HISTOGRAMMES DE REPARTITION DES POIDS



Fig(4):3- REPARTITION DES POIDS DES ESSIEUX
TOTALITE DES ESSIEUX A ROUES JUMEEES
(Les essieux tandem sont exclus)

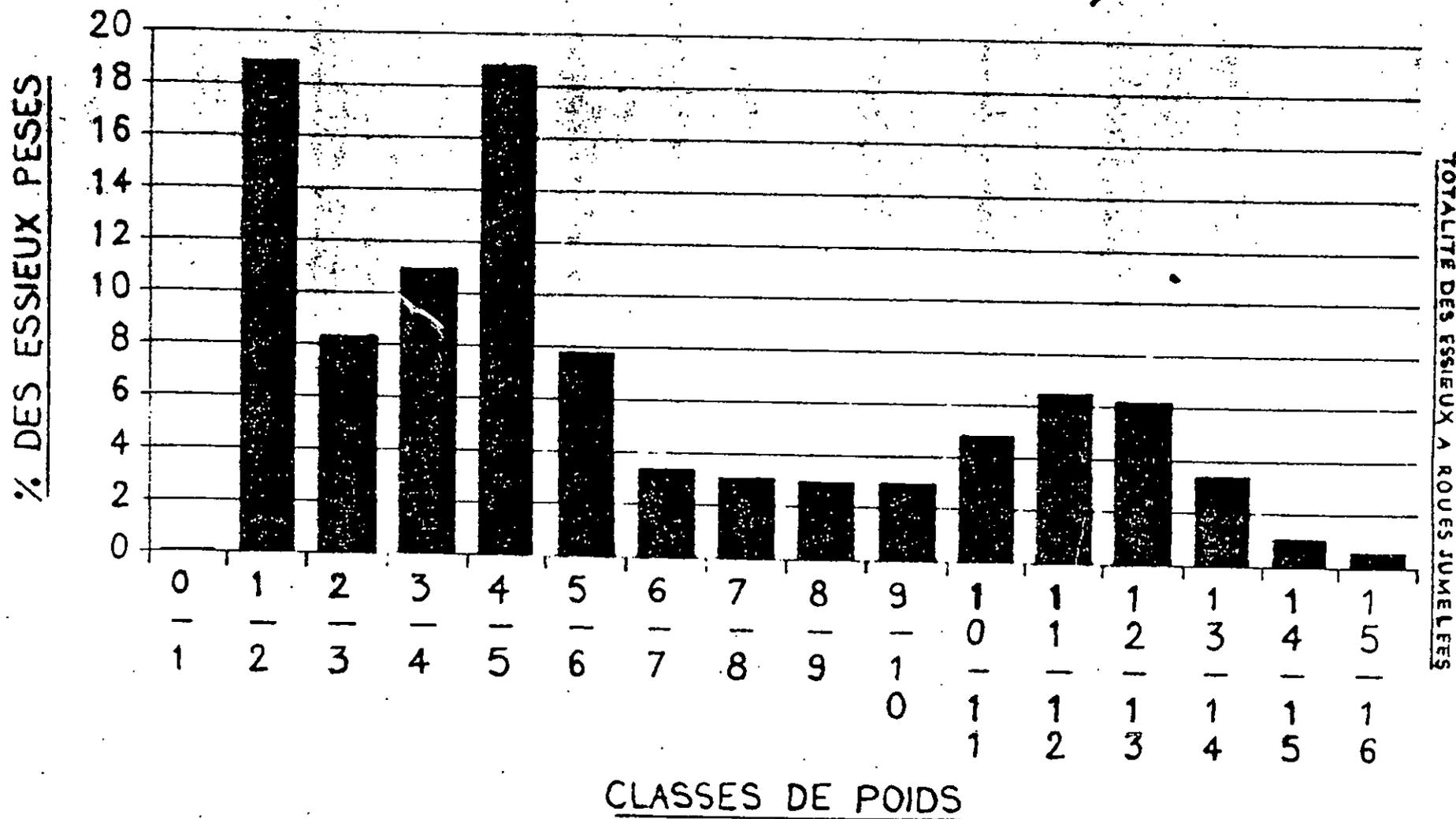
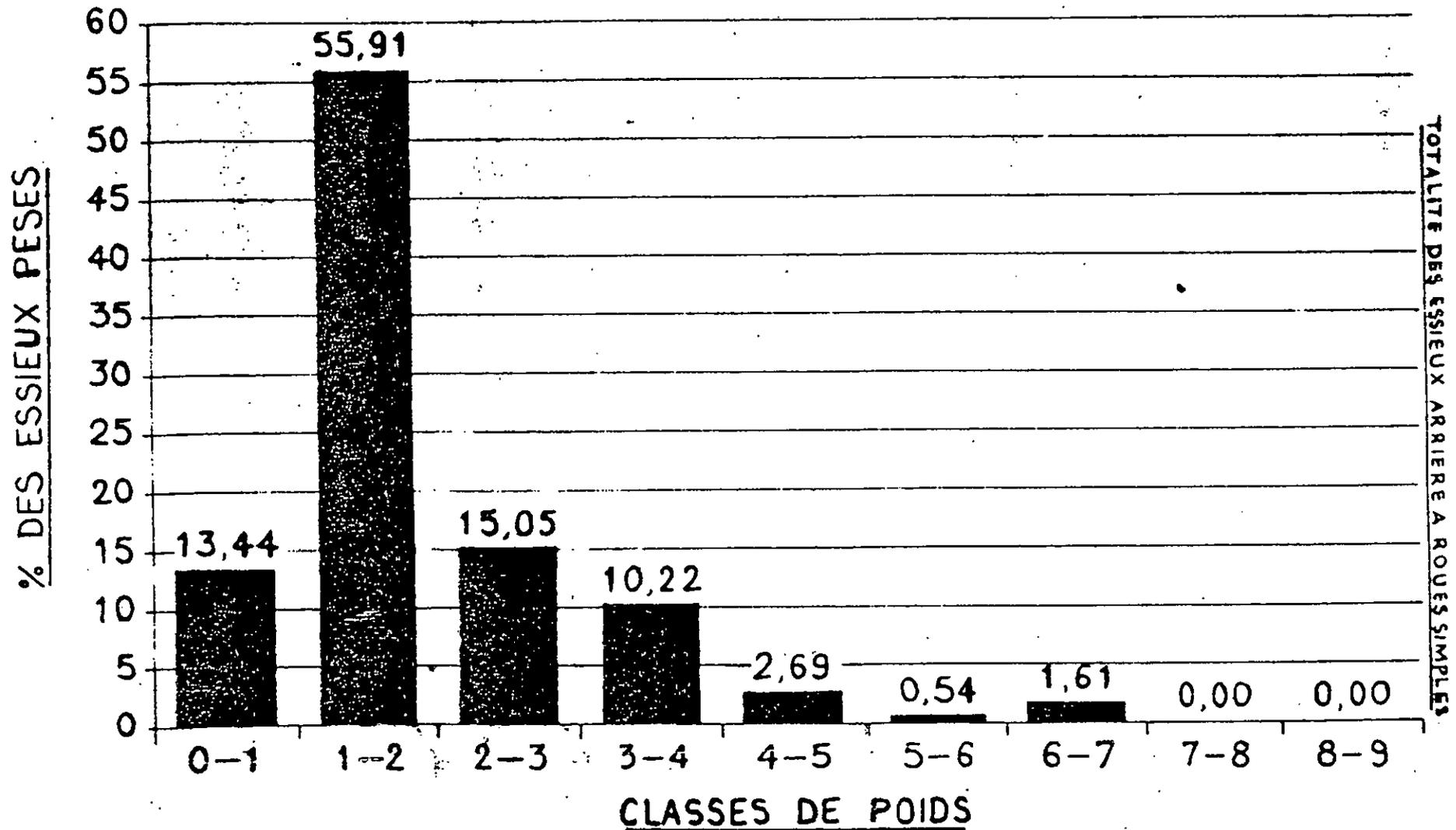


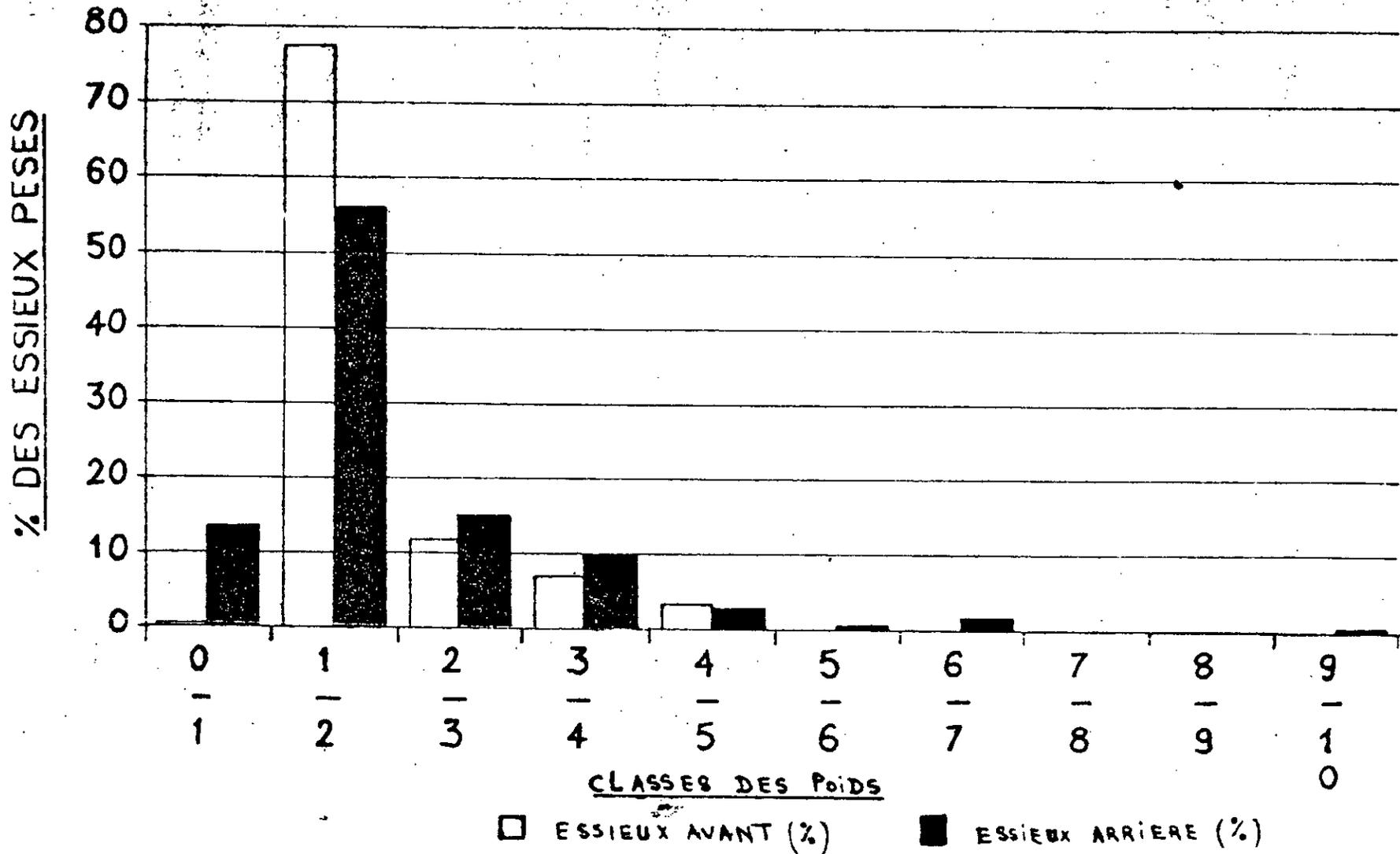
Fig (4): 4- REPARTITION DES POIDS DES ESSIEUX
TOTALITE DES ESSIEUX A ROUES SIMPLES.



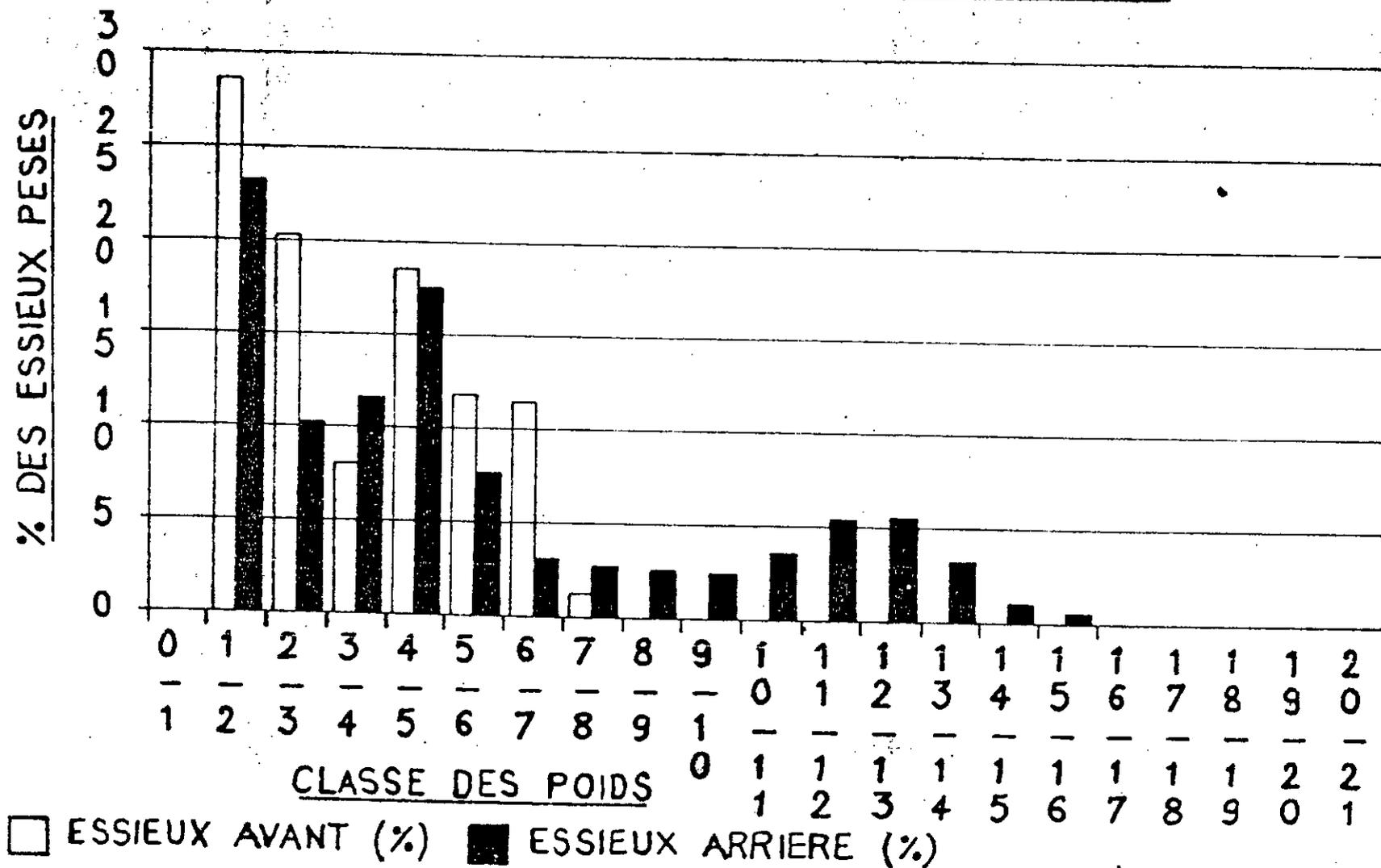
Cet histogramme se rapporte aux seuls
 essieux arriere a roues simples que l'on
 trouve sur les camions de type X.

Fig (4) 5-

ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "A"
HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS

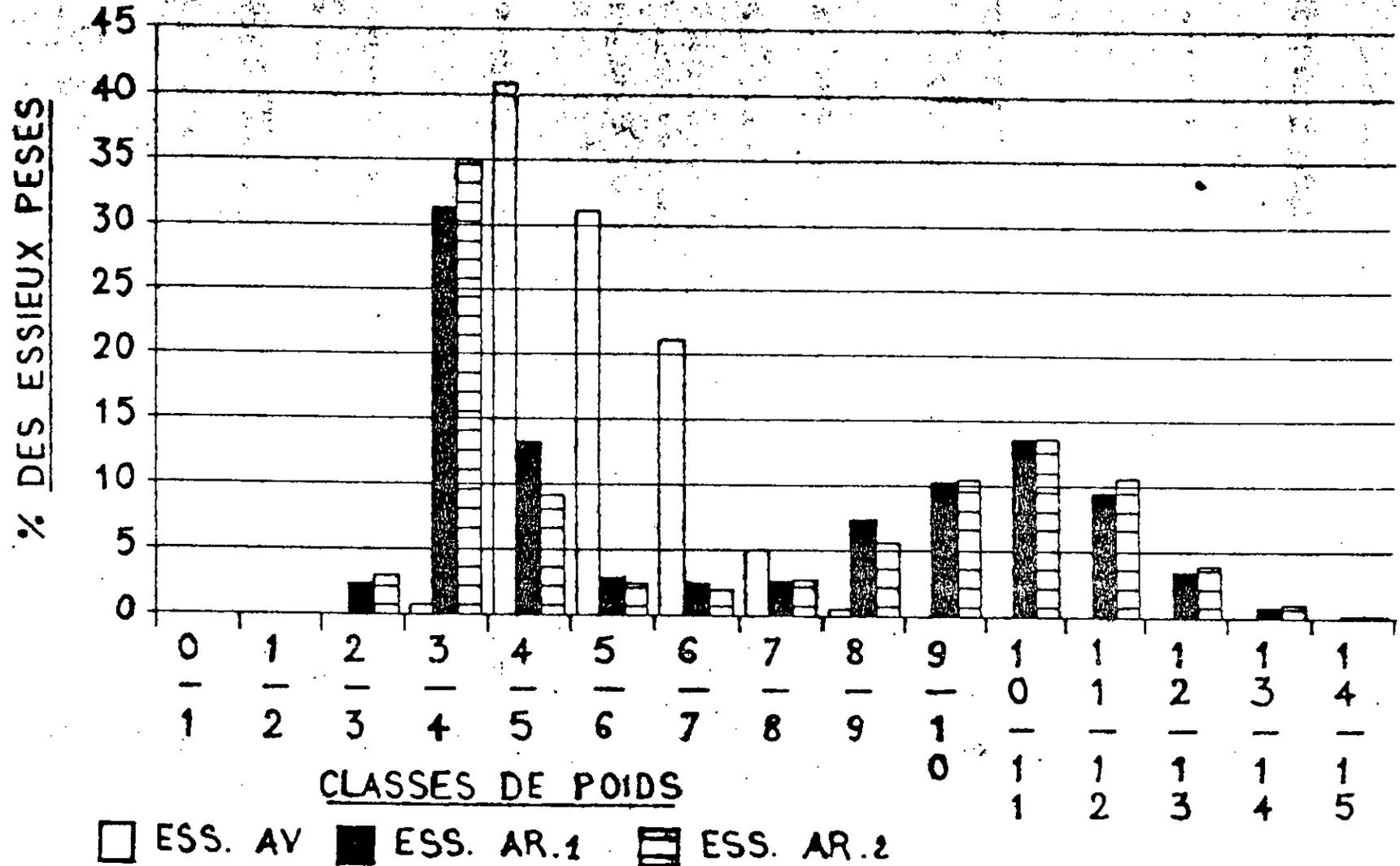


Fig(4): 6- ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "B"
HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS



Fig(4) = 7.

ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "C" HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS

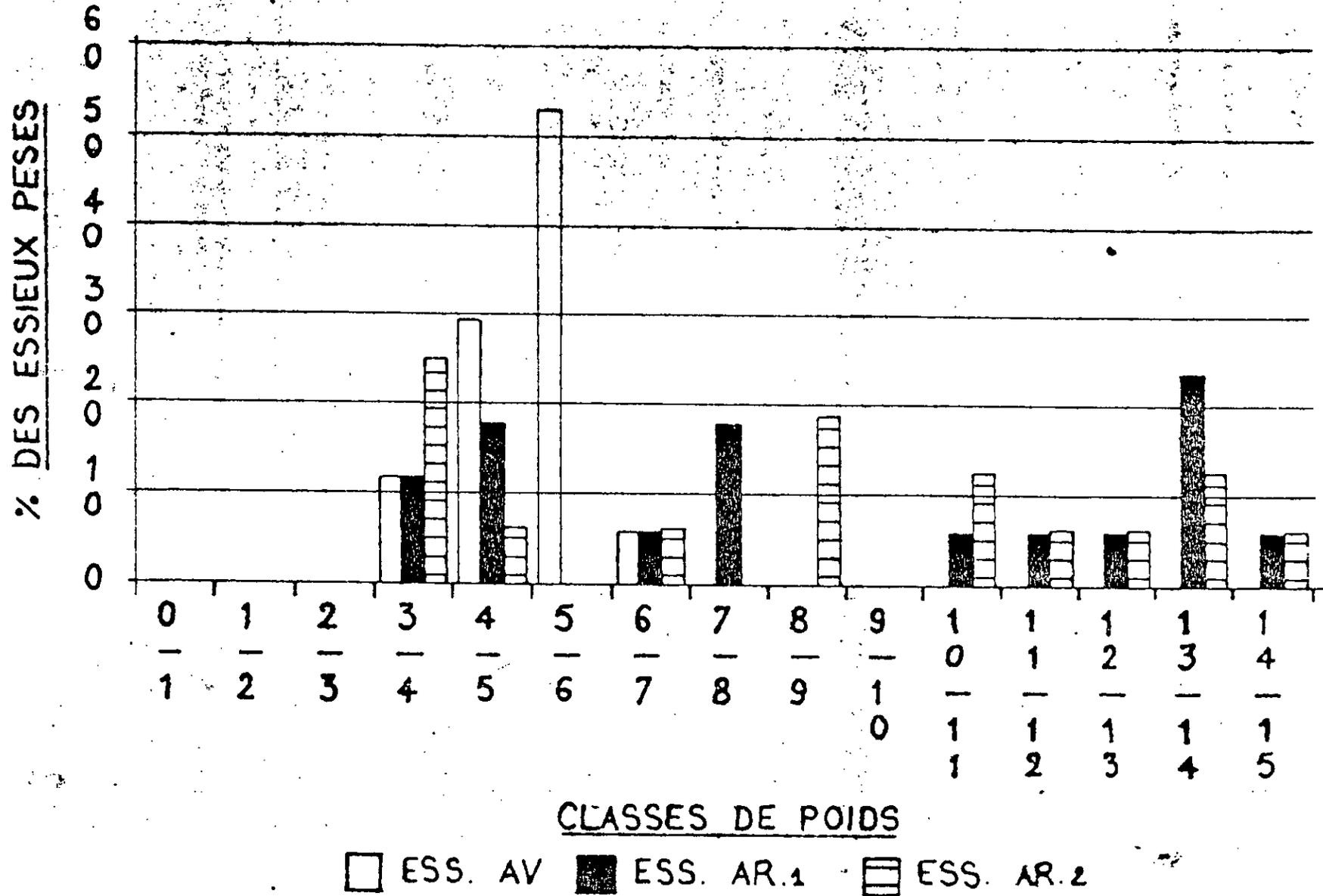


CLASSES DE POIDS

ESS. AV
 ESS. AR.1
 ESS. AR.2

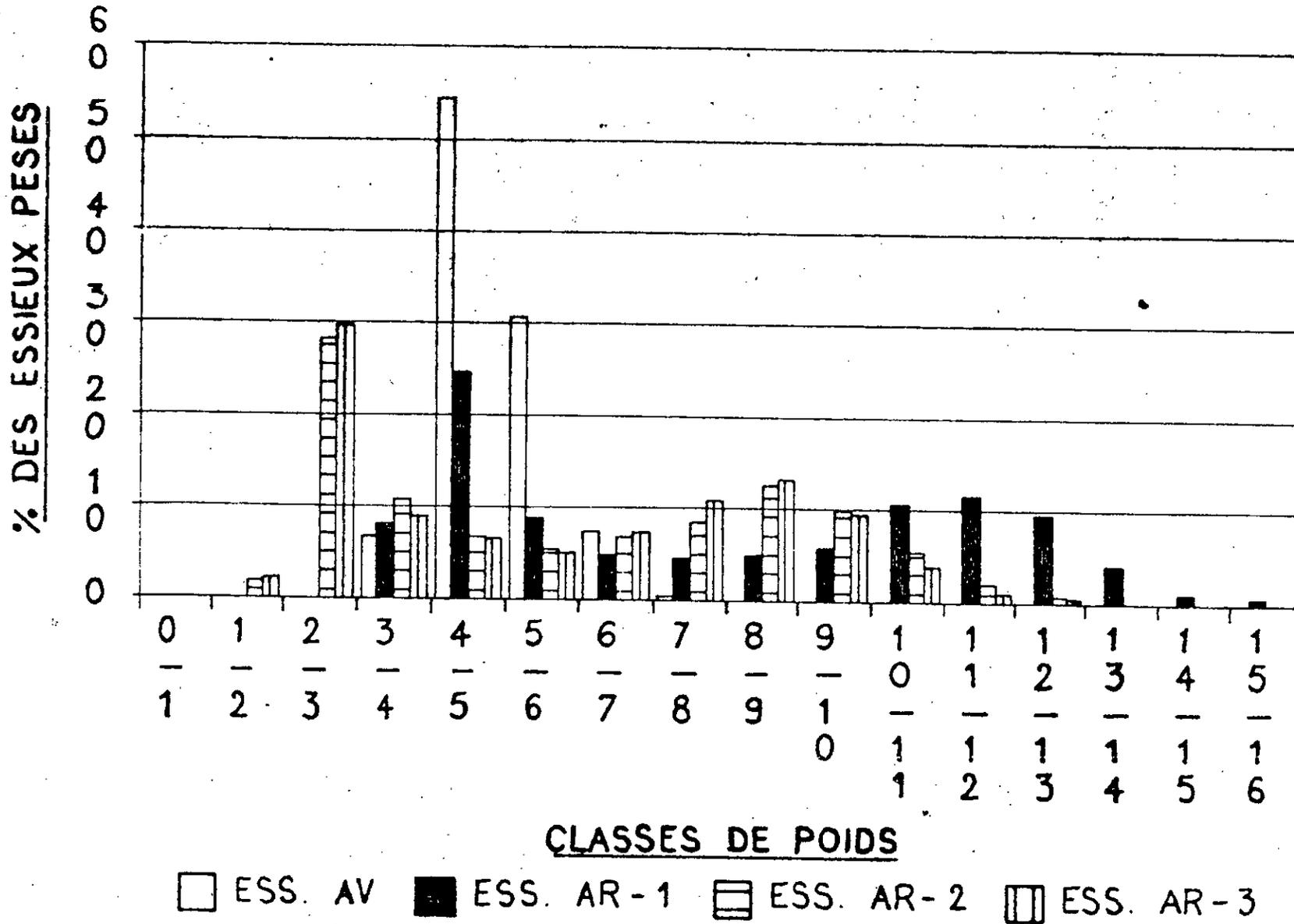
DEUX AR1 + AR2 = TANDEM

Fig(4):8- ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "D"
HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS



Fig(4): 9-

ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "E" HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS

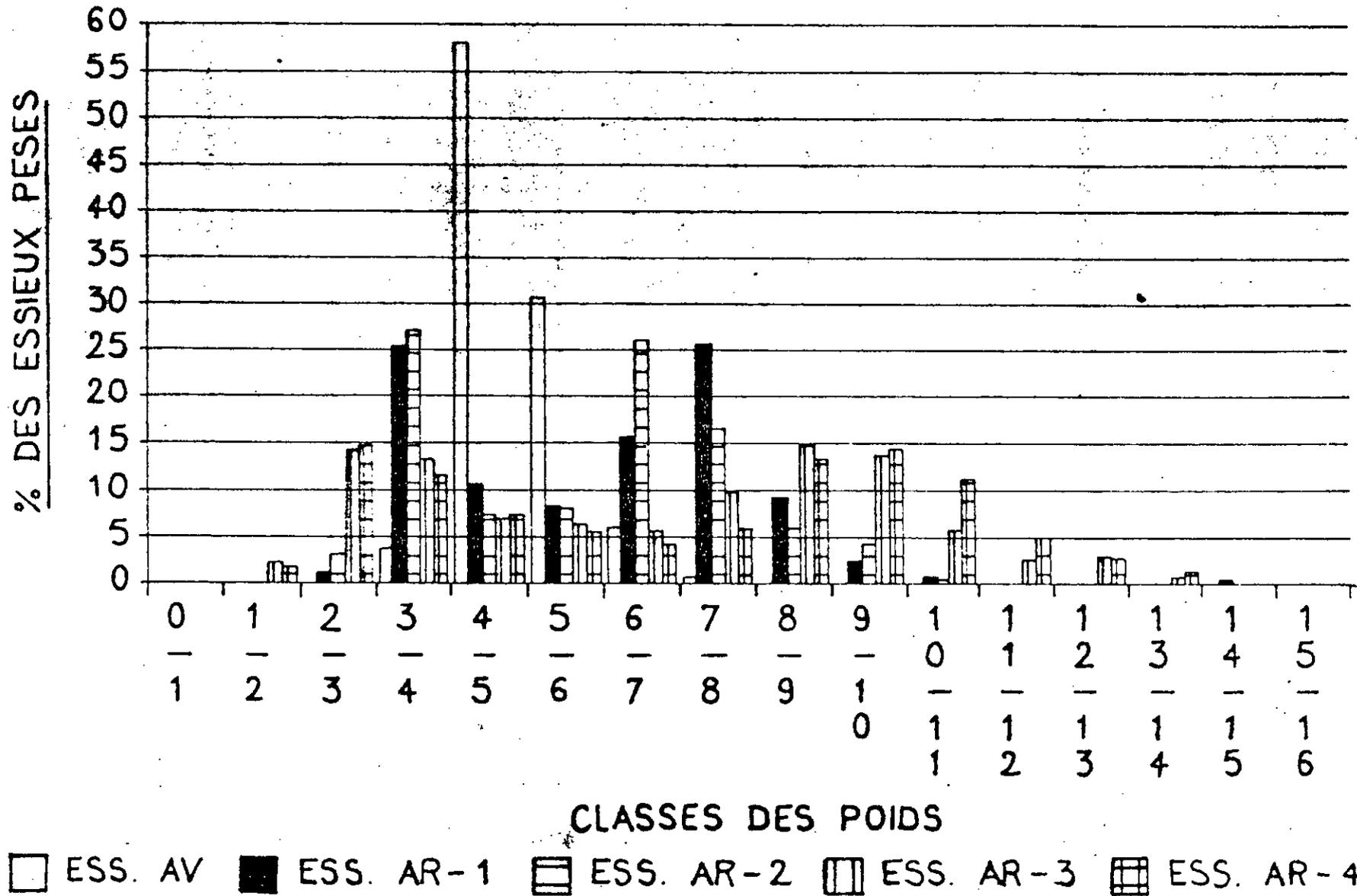


25

eu AR1 = roues jumelées
eux AR2 ET AR3 forment un TANDEM

Fig(4): 10 -

ESSIEUX DES CAMIONS DE TYPE "F" HISTOGRAMME DE REPARTITION DES POIDS



Essieux AR1 et AR2 = TANDEM
Essieux AR3 et AR4 = TANDEM

II-2-3 - Les fluctuations

Pour illustrer ce phénomène, on a pris comme exemple la section n°: 0910010090 de la route nationale n°:1 du BLIDA au Sud de BOUFARIK.

Pour cette section le TJMA = 14761 (Véh / j)

a) - Courbe des variations mensuelles : A l'exception du mois de janvier dont les valeurs sont faibles, le reste de l'année, le trafic est stable. On note seulement un petit creux en Août (13708 Véh / j), et une pointe en décembre, mois le plus chargé de l'année (16132 Véh / j).

La valeur avancée pour Décembre ne peut être qu'accidentelle, et cela vu le nombre de jours comptés par mois (6 jours). Le trafic est donc soutenu toute l'année, sans aucune caractère saisonnière .

b) - Courbe des variations journalières : La distribution hebdomadaire indique deux (2) jours de pointe :

*- Lundi , jour le plus chargé de la semaine (16340 Véh / j)

*- Mercredi, marquant la fin du semaine de travail (15739 Véh / j)

. Le jour creux de la semaine de travail est mardi (15027) Véh / j) .

Pour Samedi, Dimanche, le rythme de circulation ne varie guère.

Le week-end, le volume chute jusqu'au 12225 Véh / j pour vendredi.

Le trafic de la RN1 est de nature économique.

c) - Courbe des variation horaires : Les variations horaires indiquent un faible trafic de 3h à 4h du matin. La courbe passe par deux (2) pointes, l'une vers 9h à 10h (1059 Véh / h), l'autre la plus importante marquant la fin de la journée de travail, vers 17h à 18h avec (1085 Véh / h).

Entre les pointes s'établit un creux accentué vers 13h à 14h (902 Véh / h). Dès 18h à 19h, s'amorce la décroissance du trafic, atteignant (144 Véh / h) à 24h.

CONCLUSION

La RN1 est empruntée par un trafic non saisonnier, lié à l'activité économique, influencé par les déplacements domicile - travail, et par la présence d'agglomération importante à proximité.

Fig (5.1)

SECTION 0910010090

BLIDA

RN 1

TRONCON 9-0

TRAFIC JOURNALIER MOYEN ANNUEL 14761

LONGUEUR DE LA SECTION 29.0

VEHICULE-KM 428069.

TRAFIC JOURNALIER MOYEN PAR MOIS

=====

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
JRS CMPT	31	28	16	23	31	27	31	27	30	31	30	5
	12637	15171	15045	15414	15545	15023	14826	13708	14710	15171	14999	16132
X TJMA	85.61	102.78	101.92	104.42	105.31	101.77	100.44	92.87	99.65	102.78	101.61	109.29

TRAFIC JOURNALIER MOYEN PAR JOUR

=====

	SAMEDI	DIMANCHE	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI
JRS CMPT	46	45	44	44	46	45	45
	15154	15212	16340	15027	15739	13575	12225
X TJMA	102.55	103.05	110.70	101.90	106.53	91.97	92.92

Fig (5.2): VARIATIONS MENSUELLES DU TRAFIC
en veh/jour

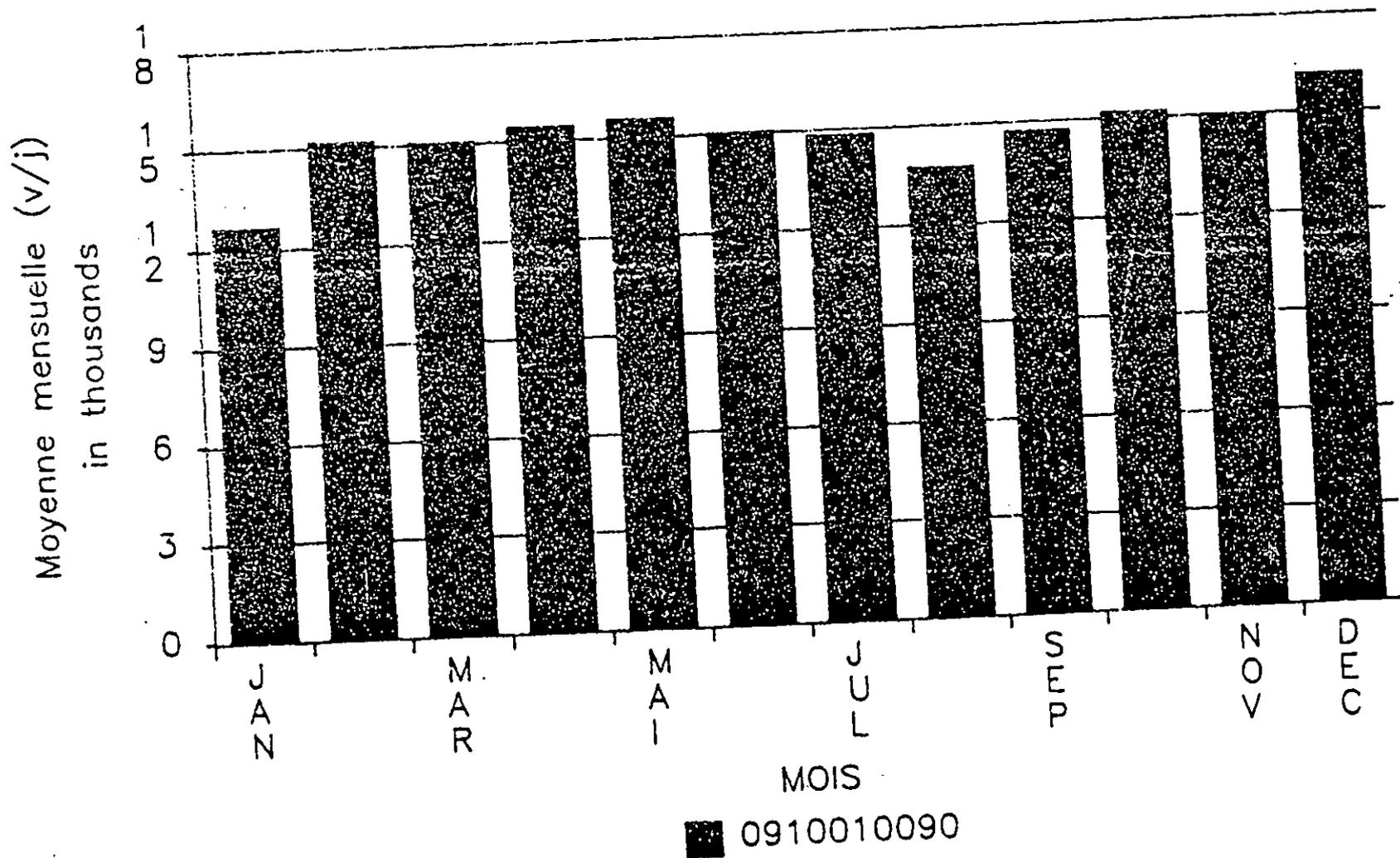
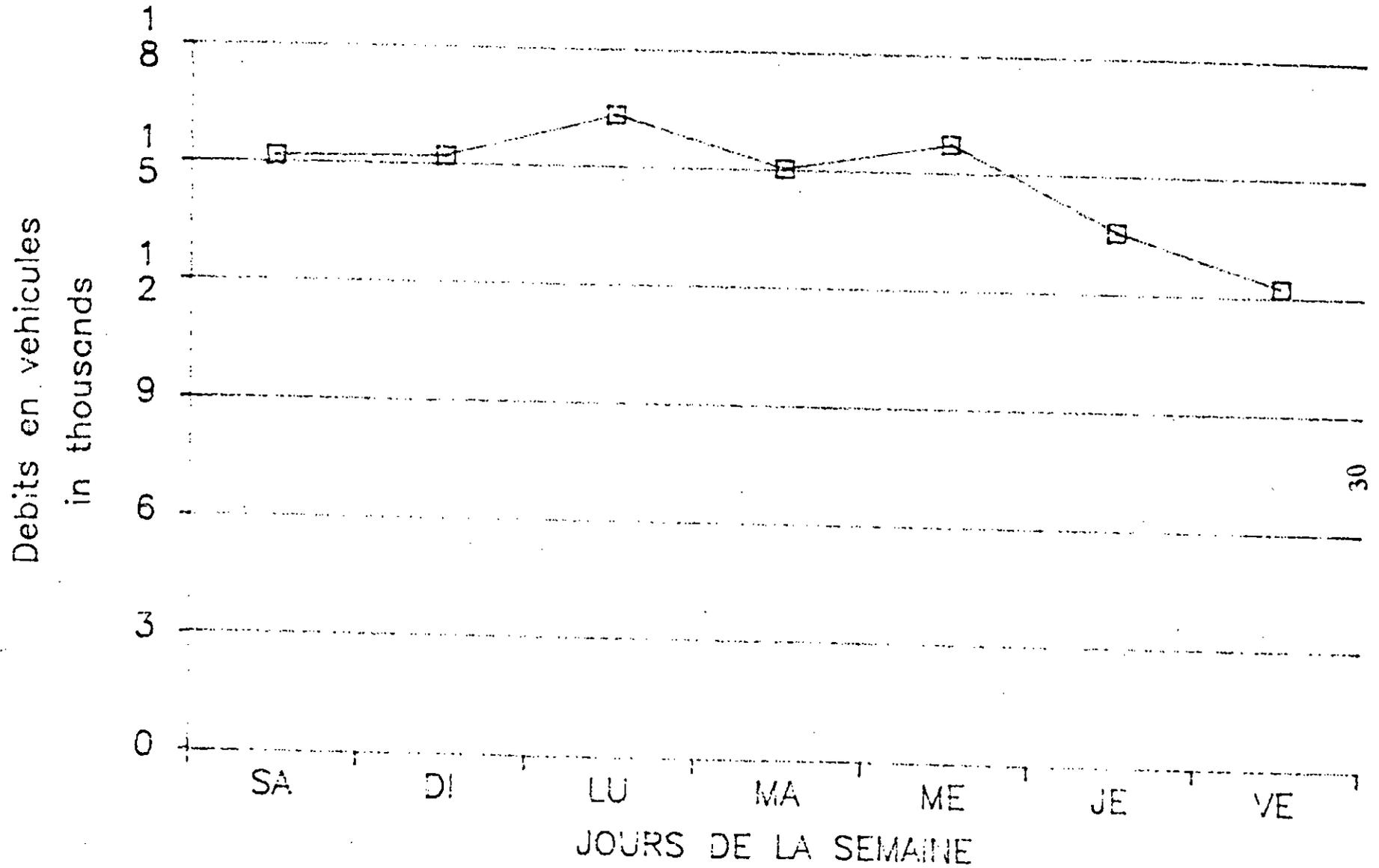


Fig (5.3): DEBITS JOURNALIERS PAR JOUR



□ 0910010090

TRAFIC HOAIRE MOYEN
=====

Fig (5.4)

TRAFIC HOAIRE MOYEN ANNUEL 515

	0- 1	1- 2	2- 3	3- 4	4- 5	5- 6	5- 7	7- 8	8- 9	9-10	10-11	11-12
VAL. OK	316 101	316 75	316 51	316 50	316 93	316 206	316 460	316 913	316 1006	316 1059	316 1044	316 1006
X	16.42	12.19	8.29	8.13	15.12	33.49	74.79	148.45	163.57	172.18	169.74	163.57
	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
VAL. OK	316 935	316 902	316 1002	316 1014	316 1036	316 1085	316 912	316 685	316 433	316 321	316 216	316 144
X	152.02	145.66	162.92	164.97	158.44	175.41	148.28	111.37	70.40	52.19	35.12	23.41

31

COMPOSITION MOYENNE DU TRAFIC PAR TYPE DE VEHICULES
=====

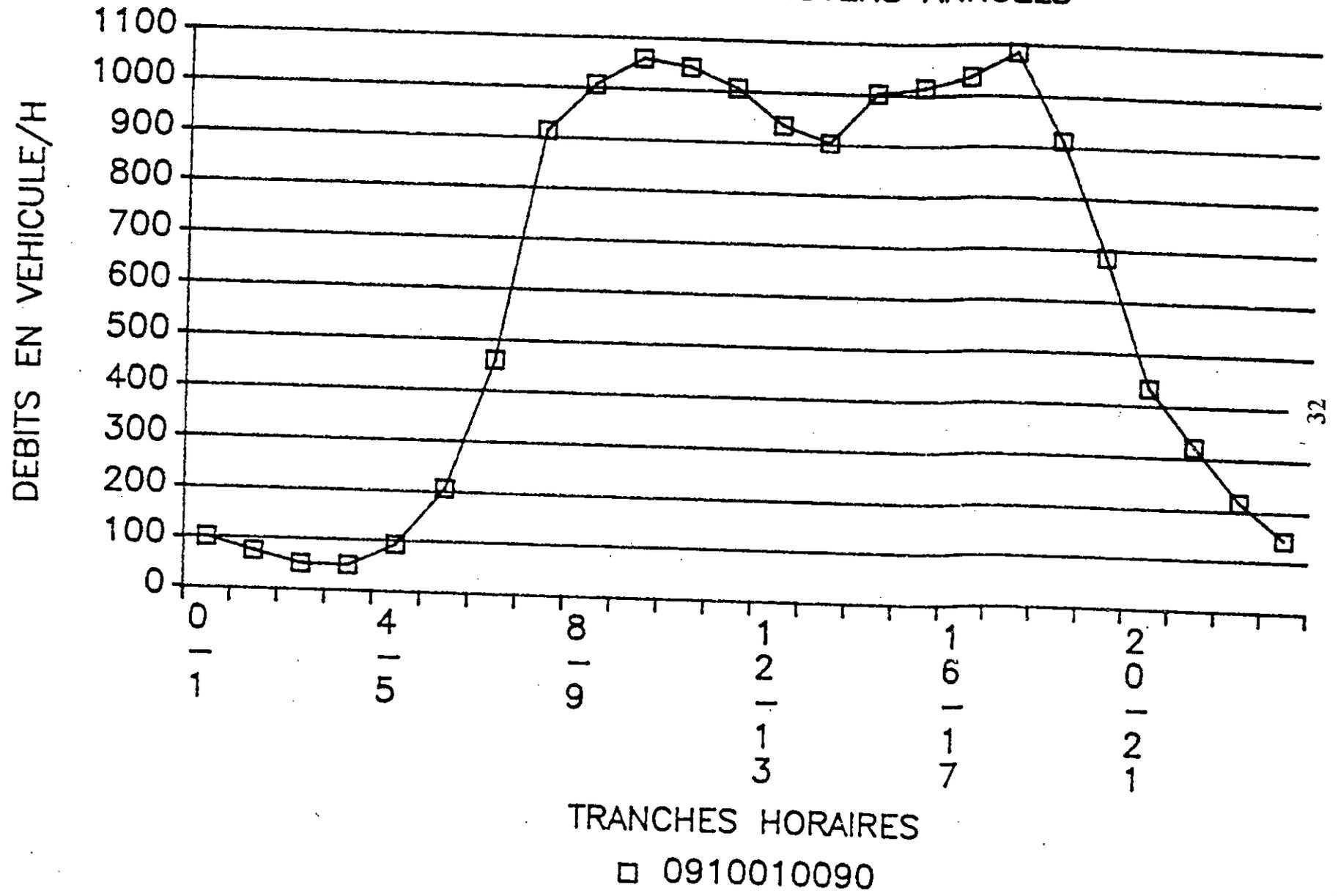
	1	2	3	4	5	6
X TOTAL	75.86	7.18	0.99	11.85	2.23	1.93

FACTEURS CORRECTIFS ESSEUX/VEHICULES
=====

JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
0.88	0.97	0.97	0.97	0.97	0.88	0.97	0.98	0.97	1.00	0.97	1.00

Fig (5.5):

DEBITS HORAIRES MOYENS ANNUELS



Chapitre III

LA PRISE EN COMPTE DU TRAFIC DANS LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES.

III.

LA PRISE EN COMPTE DU TRAFIC DANS LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

III-1 - INTRODUCTION

Tenir compte du trafic pour dimensionner une chaussée c'est avant tout se rappeler^{que} le dimensionnement d'une chaussée est un dimensionnement à la fatigue. Tous les auteurs s'accordent sur au moins deux facteurs prépondérants du trafic :

- La composition en poids lourds du trafic .
- La répétition de charge .

Toutefois l'approche faite par rapport à ces termes diffèrent d'un auteur à un autre.

- Pour certains auteurs, c'est la roue la plus chargée et la répétition de charge journalière qui sont déterminants .
- Pour d'autres, c'est le cumul des passages de tous les véhicules (poids lourds + poids légers) pendant la durée de vie de la chaussée qui est important.
- D'autres estiment que la prise en compte des poids lourds cumulés durant la durée de vie suffit pour évaluer l'épaisseur de la chaussée.

Mais avant d'illustrer ces trois approches par trois méthodes on va définir certains paramètres caractérisant le trafic

III-2 - PARAMETRE CARACTERISANT LE TRAFIC

III-2-1 - Trafic à la mise en service (en poids lourds)

C'est le paramètre qui fait l'objet de mesure ou de prévision dans les études préalables et c'est donc lui, le plus souvent, qui sera utilisé comme entrée dans les méthodes de dimensionnement des chaussées.

Il est souvent exprimé en nombre de poids lourds (de charge utile supérieur à 50 KN), mais on peut envisager de l'exprimer en nombre d'essieux lourds (90 KN par exemple) dans la mesure où les appareils automatiques permettent de déterminer les histogrammes des charges.

III-2-2 - La durée de service

On peut dire que le choix d'une durée de service traduit en fait le choix d'une stratégie de dimensionnement en tenant compte notamment des dépenses que le maître d'ouvrage veut ou peut consacrer à la construction d'une part et à l'entretien d'autre part.

La durée de service est en fait la période pendant laquelle on n'aura pas besoin en principe à effectuer d'entretien structurel, les seules opérations nécessaires étant celles liées aux caractéristiques superficielles (adhérences, ..)

III-2-3 - Le taux du croissancement du trafic

Le taux de croissance à prendre en compte doit représenter non seulement l'augmentation probable du trafic poids lourd mais également celle de son agressivité.

C'est pour cette raison que le catalogue des structures types de chaussées Algérien a été établi pour un taux de croissance annuel de 5%

III-2-4 - Le trafic cumulé équivalent durant la vie de la chaussée

Ce trafic est basé sur la notion d'agressivité du trafic, le trafic cumulé équivalent est le nombre de passages d'un essieu de référence qui produirait les mêmes effets destructeurs que le trafic cumulé réel.

III-3 - PRISE EN COMPTE SELON DIFFERENTES METHODES DE CALCUL

Nous avons choisi trois méthodes de calcul qui répondent aux trois approches citées dans l'introduction de ce chapitre :

- *) - La méthode CBR : *La roue la plus chargée + répétition de charge. Q_p*
- *) - La méthode de SHOOK - FINN : *Equivalence des essieux*
- *) - Le catalogue : *Le cumul de poids lourds*

III-3-1 - La méthode CBR (California Bearing Ratio)

La roue la plus chargée

Elle connaît une faveur croissante dans tous les pays, basée sur des essais de poinçonnement, elle consiste à mesurer dans des conditions standardisées la résistance du sol de la plate forme, en supposant que toute la chaussée n'est composée^{que} de grave bien graduée.

*) Détermination de l'épaisseur

La détermination de l'épaisseur s'établit suivant la formule suivante (formule de PELTIER)

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{\text{CBR} + 5}$$

avec :

- e : épaisseur de la chaussée en cm
- P : Charge maximale par la roue en tonnes
- CBR : Indice de portance de sol en (%)

Seulement cette formule ne tient pas compte de la répétition de charge, élément non négligable dans le dimensionnement d'une chaussée.

Pour cela, les anglais l'ont amélioré en tenant compte de l'intensité du trafic, et ils ont aboutit à la formule suivante : (La formule de PELTIER corrigée)

$$e = \frac{100 + \sqrt{P} \cdot (75 + 5 \log(N / 10))}{\text{CBR} + 5}$$

ou :

N : représente le nombre moyen journalier de camions de plus 1,5 tonnes à vide.

III-3-2 - La méthode de SHOOK - FINN (ASPHALT INSTITUTE) *équivalence des essieux*

III-3-2-1 - Introduction

Bien que cette méthode de dimensionnement des chaussées souples soit relativement récente; elle dérive des nombreux essais *AASHO*.

Elle est basée sur les notions équivalence de trafic. En effet, l'une des difficultés majeures rencontrées lors de l'utilisation des méthodes modernes de calcul des chaussées est l'appréciation du trafic, c'est -à- dire la distribution statistique des charges par essieu ainsi que l'appréciation des effets destructeurs d'essieux de divers poids.

Grâce, aux essais *AASHO*, il a été possible d'établir une équivalence de ces charges, c'est -à- dire qu'à partir d'un essieu de référence, obtenir le nombre de passages d'un essieu différent qui produirait les mêmes effets destructeurs sur la chaussée que cet essieu de référence.

En prépondérant le poids de l'essieu, par un facteur ^{d'}équivalence, on peut se ramener d'un trafic mixte, composé d'essieux divers à un trafic homogène, équivalent exprimé en nombre de passages de l'essieu de référence choisi (8,2 t ou 13 t , en général)

III-3-2-2 - Détermination de l'épaisseur : [4 , 8]

Pour déterminer l'épaisseur de la chaussée, la méthode de SHOOK - FINN est basée sur les hypothèses suivantes

1°)- Indice de viabilité (définissant l'état de la chaussée)

* - Initial : 4,2 (Chaussée neuve)

* - Final : 2,5 (Chaussée hors d'usage)

2°)- Coefficient d'équivalence des matériaux : Les matériaux utilisés sont analogues à ceux des section courantes de l'essai *AASHO*

* - Revêtement en béton bitumineux

- * - Couche de base en pierres concassées
- * - Couche de fondation en graviers sableuses

D'où les coefficients d'équivalence sont :

$$a_1 = 2 \quad ; a_2 = 2 \quad ; a_3 = 2$$

D'où : $T = 2D_1 + D_2 + 0,75D_3$

3°)- Facteur de charge pour le trafic (coefficient d'équivalence) pour représenter l'influence de la charge, l'ASPHALT INSTITUTE a abouti à la relation suivante :

$$F = 10^{0,25(P-8,15)}$$

avec :

F : Coefficient d'équivalence de la charge P.

P : poids de l'essieu simple en tonnes, ou 0,57 du poids pour essieu jumelé .

8,15 : représente le poids en tonnes de l'essieu de référence choisi .

4°)- Influence de la répétition de charge : La relation fondamentale reliant l'épaisseur équivalente ou nombre de passage W de l'essieu de référence est :

$$T_{(\text{en pouces})} = -8,50 + 5,53 \text{ Log } W$$

5°)- Influence du sol de fondation : Pour faire apparaître l'influence du paramètre variable du sol de fondation, l'ASPHALT INSTITUTE trouva que l'épaisseur équivalente égale à :

$$T_{(\text{en pouces})} = (-8,5 + 5,53 \text{ Log } W) \frac{(2,5)^{0,4}}{\text{CBR}}$$

III-3-3 - La méthode du CATALOGUE (Structures Types des Chaussées neuves)

Le cumul du trafic poids lourds

Le catalogue propose en fonction de la nature de sol et du trafic prévisionnel un certain nombre de chaussée en précisant pour chaque cas, les matériaux à utiliser.

Le choix de chaussée est déterminé par des considérations pratiques : (disponibilité des matériaux et possibilité de réalisation sur chantier).

La première codification française en matière de structures de chaussées date de 1971.

Elle répondait à un réel besoin, dans une période d'extension très importante du réseau routier, et elle optait pour solution satisfaisante à plusieurs égards.

*) - Détermination du trafic

D'après le catalogue, c'est le trafic poids lourds qui conditionne le dimensionnement des chaussées. Les études (les compagnes de pesages et comptage) effectuées sur des réseaux routiers notamment en France ont montré que la proportion des véhicules lourds (poids lourds de charge utile supérieure à 5 tonnes) était la grande proportion (*).

En se basant sur ce motif, les fondateurs du catalogue avaient décidé que devant le cas des connaissances insuffisantes sur le trafic, on peut tenir compte que du trafic lourd total.

Donc devant l'imprécision des connaissances sur le trafic réel, la classe du trafic sera définie à partir du nombre de véhicules lourds de charge utile supérieure à 5 tonnes passant sur la voie la plus chargée durant la durée de vie de la chaussée choisie par le constructeur (maître de l'ouvrage) pour l'aménagement de la route.

Pour la durée de vie pourrait être de 20 ans pour le réseau routier principal, de 10 ans pour les routes modestes. Les limites de classe de trafic pourraient être définies de la manière suivante :

Classe de trafic	nombre de PL de charge utile > 5T cumulé pendant la durée de vie
T ₀	T ₀ < 3,5 10 ⁵
T ₁	3,5 10 ⁵ < T ₁ < 7,3 10 ⁵
T ₂	7,3 10 ⁵ < T ₂ < 2 . 10 ⁶
T ₃	2 . 10 ⁶ < T ₃ < 7,3 . 10 ⁶
T ₄	7,3 . 10 ⁶ < T ₄ < 4 . 10 ⁷
T ₅	T ₅ < 4 . 10 ⁷

(*) le pourcentage du poids lourds en Algérie est de 64 %

III-4 - EXEMPLE ILLUSTRATIF

Pour illustrer les principes des trois approches précédentes on a pris une section de la Wilaya de SETIF (RN5) de longueur de 2 Km. (cette section a 2 voies).

Configuration des véhicules

Type de véhicule	Poids total en (tonnes)	Nombre d'essieux	Poids en (t) d'essieux avant	Poids en (t) d'essieux arrières	Distribution du trafic (%)
Véhicules légers	1,0	2	0,5	0,5	P ₁
Camionnettes	1,5	2	0,5	1,0	P ₂
Bus	5,5	2	2,0	3,5	P ₃
Camions à 2 essieux	5,0	2	1,5	3,5	P ₄
Camions à 3 essieux	20,0	3	7,0	13,5	P ₅
Ensembles articulés	30,0	3	7,0	10,0 13,0	P ₆

Tableau (1)

*) Le trafic journalier moyen annuel

$$TJMA = 5452 \text{ (Véh / j)}$$

*) La composition du trafic par type de véhicules :

$$P_1 = 58,07 \%$$

$$P_2 = 13,98 \%$$

$$P_3 = 01,91 \%$$

$$P_4 = 21,55 \%$$

$$P_5 = 0,25 \%$$

$$P_6 = 04,24 \%$$

) Les trois dernières catégories 4,5 et 6 couvrent les huit types de A à G des camions reconnus pour les pesages ()

(*) Voir annexe (1) pour la campagne de pesage effectuée sur cette section

*) Le pourcentage de poids lourds (PL) : pour cette section est :

$$PL = P_4 + P_5 + P_6 = 21,55 + 0,25 + 4,24$$

$$PL = 26,04 \% (PL / j)$$

NB : Pour cette section on a :

* - Nombre de camions comptés: 477

* - Nombre de camions pesés 216

Donc le taux d'échantillonnage est : 45,28 %

III-4-1 - Calcul des paramètres du trafic intervenant dans les méthodes de dimensionnement retenus

1°) - La 1 ère méthode (CBR)

$$P_{max} = f (du trafic)$$

$$N = TJMA s * PL \% * (1 + i)^n$$

où

TJMA s : le trafic journalier moyen annuel de mise en service par voie de circulation

$$TJMA s = (1 + i)^k * TJMA * C \%$$

avec

i : le taux d'accroissement annuel (i = 5 %)

k : nombre d'années s'écoulant entre l'année de mise en service et l'année de comptage

TJMA : Le trafic journalier moyen annuel

C % : Le pourcentage de répartition du trafic par voie , (pour chaussée à 2 voie C = 50%)

PL % : pourcentage de poids lourds par voie considérée

n : durée de vie de la chaussée

2°) - La 2 ème méthode (SHOOK - FINN)

W (nombre de passages équivalents de l'essieu de référence) : dépend du trafic total cumulé durant la durée de vie de la chaussée Tct

ou :

$$T_{ct} = 365 * TJMA_s * \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Une fois T_{ct} calculé on fait la distribution selon les pourcentages de véhicules par catégories composant le trafic. On répartit la charge du véhicule sur les essieux correspondants, on détermine la facteur d'équivalence par rapport à l'essieu de 8,15 t et moyennant le nombre d'essieux par véhicule, et le nombre de véhicule concernés, on déduit le nombre de cycles équivalents au passage de l'essieu de référence par rapport à la catégorie du véhicule.

On fait la même opération pour chaque catégorie et on somme pour trouver W en nombre de cycles de référence pour le trafic cumulé.

3°) - La 3 eme méthode (Catalogue)

$$T_c = T_{ct} * PL\%$$

T_c : trafic cumulé en poids lourds pendant la durée de vie de chaussée

III-4-2 - Application numérique :

- $TJMA = 5452$ (Véh / j) pour deux voies

- $PL = 26,04 \%$

- $i = 5 \%$

- $n = 10$ ans

- $k = 2$ ans

- $P_{max} = 6,5$ tonnes

Donc :

$$TJMA_s = 5452 * (1 + 0,05)^2 * 50\% = 3006 \text{ (Véh / j)}$$

$TJMA_s = 3006$ véhicules par jour par voie à l'année de mise en service

1°) Méthode CBR

$$P_{max} = 6,5 \text{ t}$$

$$N = 3006 * 26,04\% * (1 + 0,05)^{10} = 1275$$

N = 1275 Véh. poids lourds / j / voie

2°) Méthode (SHOOK - FINN)

$$T_{\alpha} = 365 * 3006 * \frac{(1 + 0,05)^{10} - 1}{0,05} = 13,8 * 10^6 \text{ Véh}$$

$T_{ct} = 13,8 * 10^6$ Véhicules durant la durée de vie

On distribue les véhicules aussi obtenus sur les différentes catégories, selon le pourcentage trouvé lors du recensement et on répartit la charge du véhicule sur les essieux correspondants (Voir tableau 3)

3°) - Méthode (CATALOGUE)

$$T_c = 26,04\% * 13,8 * 10^6 = 3,60 * 10^6$$

$T_c = 3,60 * 10^6$ véhicules poids lourds durant la durée de vie

III-4-3 - Résultats

TJMA = 5452 (Véh / j) pour les 2 voies

Pmax	N / J / voie	W essieu de référence = 8,15 t	Tc
6,5 t	1275	$1,2 * 10^7$	$3,60 * 10^6$

Tableau (2)

$$Tct = 13,80 \times 10^6 \text{ Véhicules}$$

$$TJMA = 5452 \text{ (Véh / j)}$$

Types de véhicules	nombre de véhicules	nombre d'essieux et poids en (t)	Coefficient d'équivalence	nombre passages équivalents	le cumul de passages équivalents
Véhicules légers	$8,01 \times 10^6$	(1) 0,5	0,012	$0,96 \times 10^5$	$1,92 \times 10^5$
		(1) 0,5	0,012	$0,96 \times 10^5$	
Camionnette	$1,93 \times 10^6$	(1) 0,5	0,012	$2,31 \times 10^4$	$5,39 \times 10^4$
		(1) 1,0	0,016	$3,08 \times 10^4$	
Bus	$2,63 \times 10^5$	(1) 2,0	0,029	$7,62 \times 10^3$	$2,54 \times 10^4$
		(1) 3,5	0,068	$1,78 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$2,97 \times 10^6$	(1) 1,5	0,022	$6,53 \times 10^4$	$2,66 \times 10^5$
		(1) 3,5	0,068	$2,01 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$3,45 \times 10^4$	(1) 7,0	0,515	$1,77 \times 10^4$	$4,02 \times 10^4$
		(1) 13*	0,653	$2,25 \times 10^4$	
Ensembles articulés	$5,85 \times 10^5$	(1) 7,0	0,515	$3,01 \times 10^5$	$11,53 \times 10^6$
		(1) 10,0	2,900	$1,69 \times 10^6$	
		(1) 13,0	16,31	$0,95 \times 10^7$	

Tableau (3)

W = nombre de passages = $1,20 \times 10^7$

de l'essieu de référence

(*) Les 13 tonnes représentent le poids d'un essieu jumelé

Chapitre IV

***INFLUENCE DU TRAFIC SUR
LE DIMENSIONNEMENT DES
CHAUSSEES SOUPLES***

IV.

INFLUENCE DU TRAFIC SUR LE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES SOUPLES

IV-1 - INFLUENCE DE LA COMPOSITION DU TRAFIC

Pour visualiser l'influence de la composition du trafic on se donne un trafic journalier moyen annuel constant et on propose trois compositions *sur différents types de sols.*

1) - Le trafic est composé à 85 % de poids légers et 15 % de poids lourds sans toutefois comporter de camions ni d'ensembles articulés ($P_{max} = 3,5 / 2 = 1,75 t$)

2) - La même composition globale (85 % poids légers et 15 % poids lourds) avec quelques passages de camions et d'ensembles articulés ($P_{max} = 13 / 2 = 6,5 t$)

3) - La troisième composition correspond à un trafic avec 95% de poids légers et seulement de 5 % de poids lourds sans camions et ensembles articulés ($P_{max} = 3,5 / 2 = 1,75 t$)

Pour ces trois compositions, on calcule les épaisseurs préconisées par les trois méthodes déjà citées et pour plusieurs sols supports .

- Les méthodes
 - * CBR
 - * SHOOK-FINN
 - * CATALOGUE

- L'indice CBR : varie de 0 à 26 ($CBR = 0, \dots, 26$)

- Les matériaux :

- * Couche de revêtement : en béton bitumineux
- * Couche de base : en graves
- * Couche de fondation : en graves

IV-1-1 - Les données du trafic

* TJMA = 9024 (Véh / j)

* n = 10 k = 2 ans C = 50 % i = 5 %

Cas	P ₁ %	P ₂ %	P ₃ %	P ₄ %	P ₅ %	P ₆ %	Poids légers	PL %
1	76,50	6,90	1,60	15,00	0	0	85	15
2	76,14	6,50	2,36	13,00	0,50	1,50	85	15
3	86	7,15	1,85	5,00	0	0	95	5

Tableau (4)

IV-1-2 - Résultats de calcul

a) Les paramètres du trafic

Cas	Pmax (t)	N	W	Tc	PL %
1	1,75	1214	$8,07 \cdot 10^5$	$3,42 \cdot 10^6$	15
2	6,50	1214	$7,65 \cdot 10^6$	$3,42 \cdot 10^6$	15
3	1,75	368	$6,62 \cdot 10^5$	$1,15 \cdot 10^6$	5

Tableau (5)

b) Epaisseurs de chaussée

TJMA = 9024 (Véh / j) pour les deux voies

Classe de sol	Cas n ° :	PL %	Epaisseurs CBR	de Chaussée Shook - Finn	en (cm) Catalogue
	1	15	38	60	78
CBR = 4	2	15	63	73	78
(S4)	3	5	36	58	72

	1	31	40	50
CBR = 6 (S3)	2	51	49	50
	3	29	39	46

	1	22	21	28
CBR = 11 (S2)	2	35	27	28
	3	20	21	26

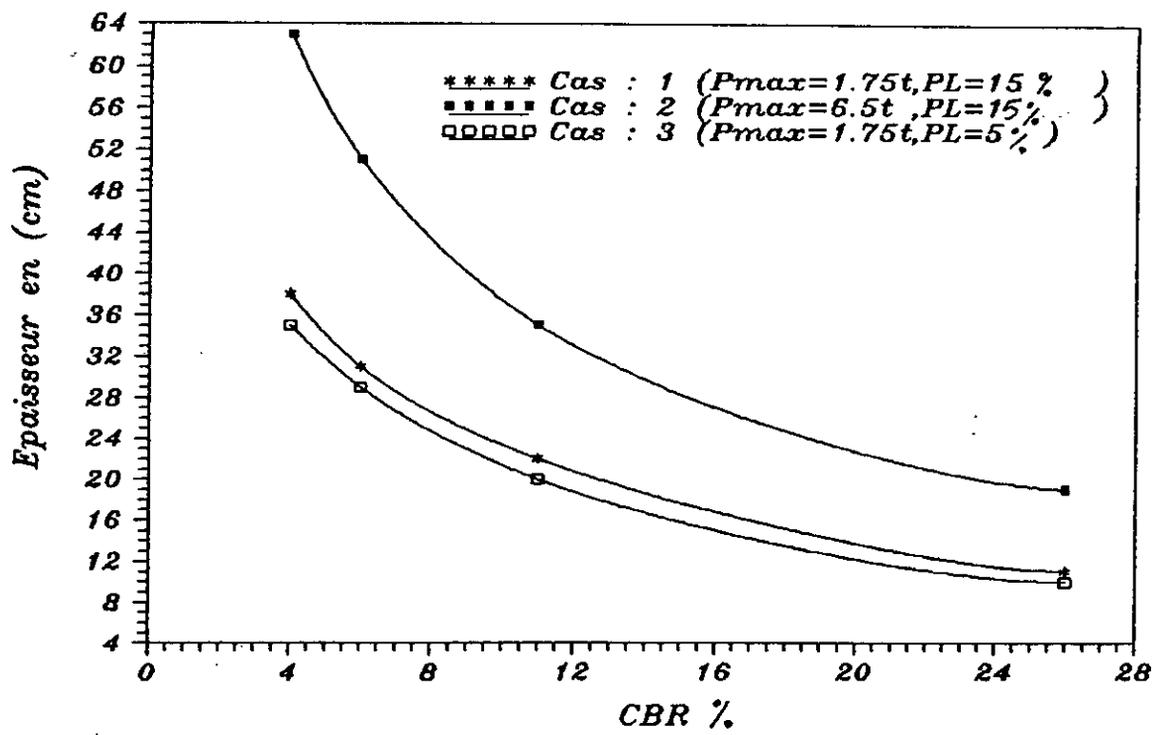


Fig (6): La comparaison graphique entre les trois cas par la méthode * CBR *

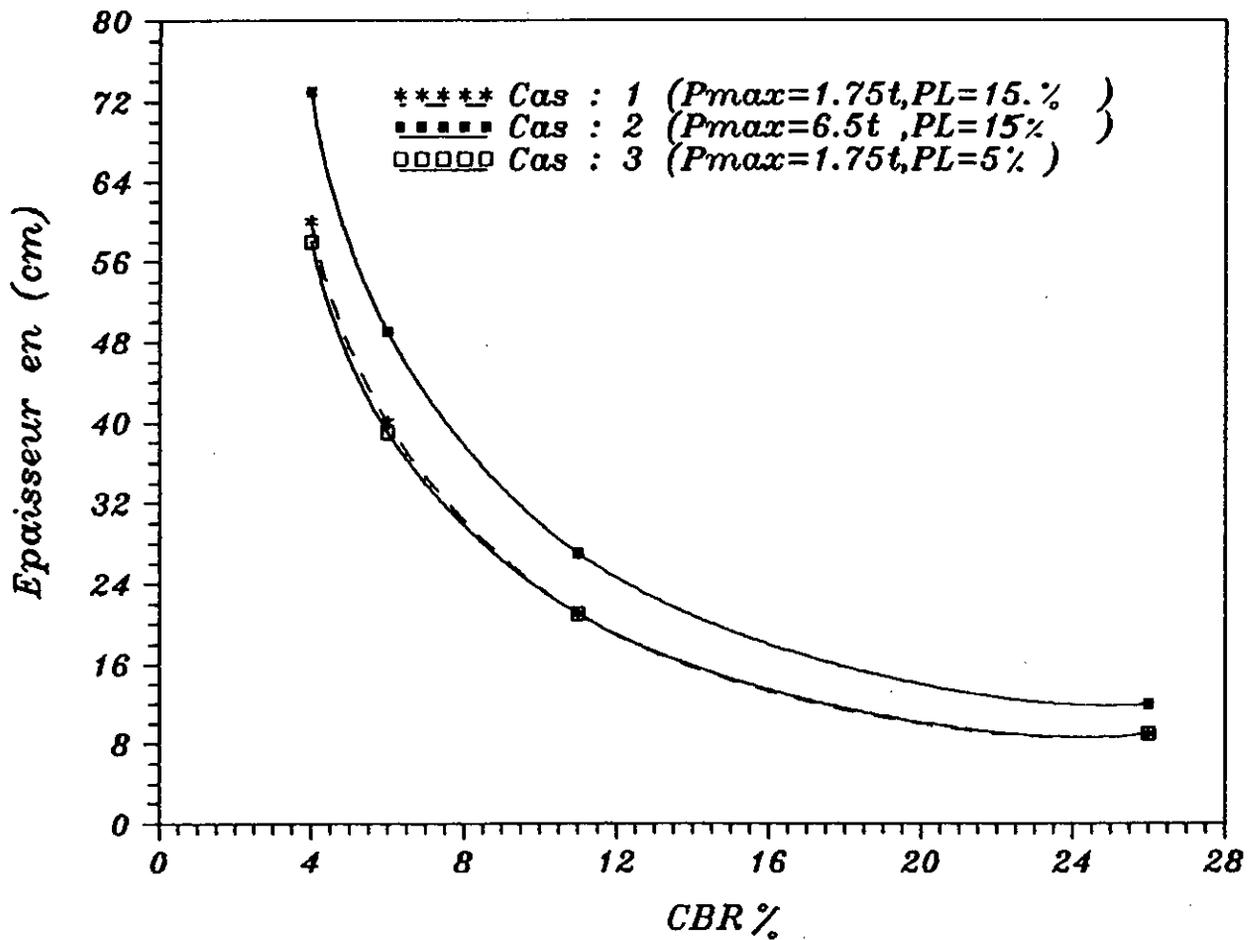


Fig (7): La comparaison graphique entre les trois cas par la methode * SHOOK-FINN *

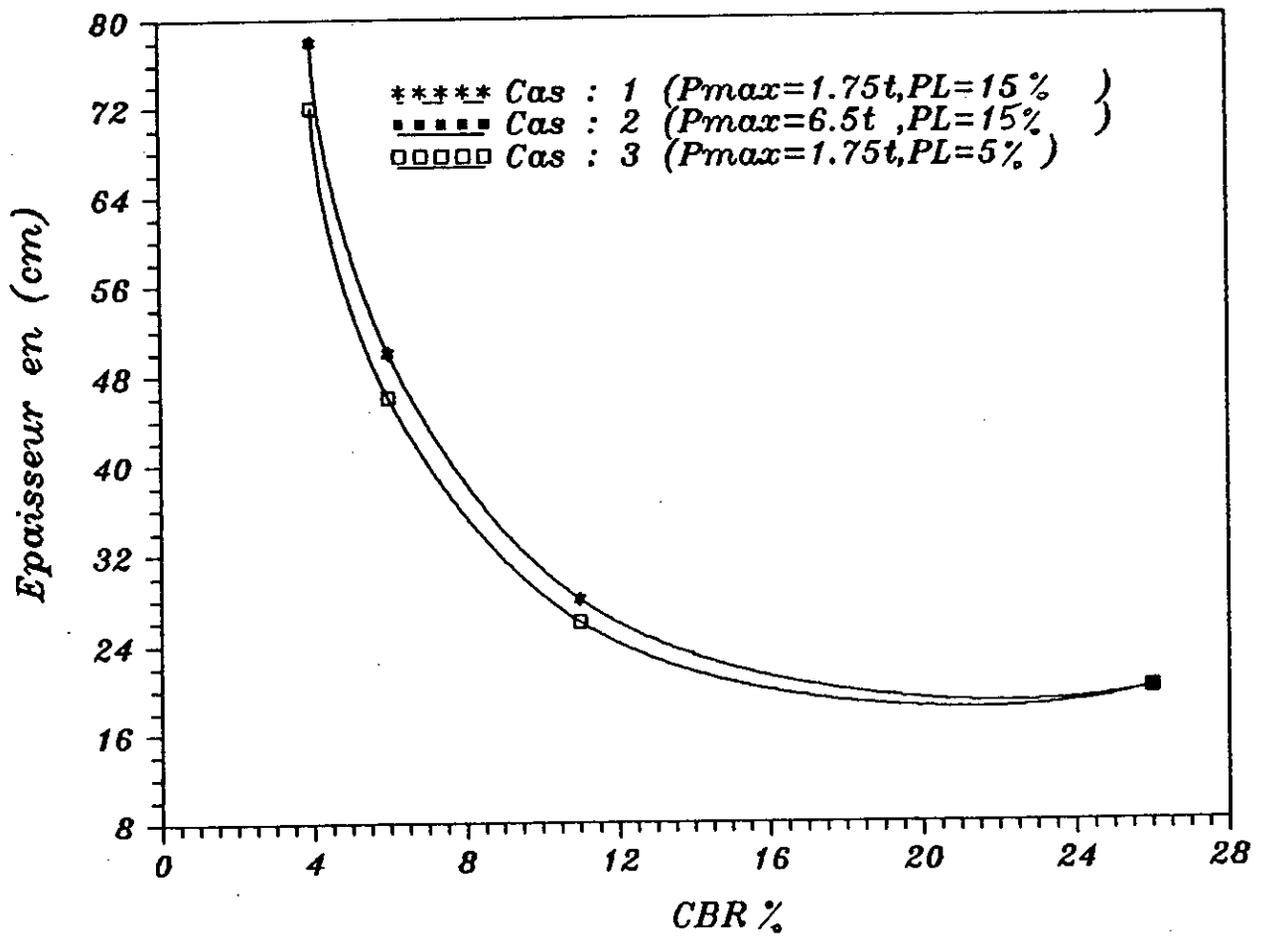


Fig (8): La comparaison graphique entre les trois cas par la methode du * CATALOGUE *

	1	11	09	20
CBR = 26 (S1)	2	19	12	20
	3	10	09	20

Tableau (6)

IV-1-3 - Analyse des graphes

Remarques

1°) La méthode de CBR

La composition du trafic a une nette influence sur l'épaisseur obtenue : en effet on observe une augmentation de l'épaisseur de l'ordre de 66 % pour certains sols (CBR = 4), entre la première composition et la deuxième composition, pourtant c'est un trafic presque identique (même pourcentage en poids lourds), sauf que dans le deuxième cas on a des poids lourds de catégories 5 et 6.

Par contre, une diminution sensible du pourcentage en poids lourds n'affecte pas beaucoup les résultats.

$\Delta e \approx 25$ cm pour CBR = 4 (Voir Fig n°: 6)

Donc, pour cette méthode la composition des poids lourds joue un rôle important par la prise en compte dans le calcul de la roue la plus chargée, et la diminution même sensible du pourcentage en poids lourds, n'a pas de grande influence sur les épaisseurs des chaussées.

2°) La méthode SHOOK - FINN

La présence de camions et ensembles articulés, même en faibles pourcentage augmente l'épaisseur de l'ordre de 22 % dans certain cas (CBR = 4) entre la première, deuxième et la troisième compositions (trafic de même composition globale mais de distribution en poids lourds différents).

Par contre, une diminution sensible du pourcentage en poids lourds n'influe par d'une manière significative sur les résultats .

$\Delta e \approx 13$ cm pour CBR = 4 (Voir Fig n°: 7)

Donc, pour cette méthode le fait de faire intervenir la totalité véhicules dans le calcul (moyennant l'essieu de référence) fait atténuer l'influence de la composition du trafic sur les épaisseurs .

3°) Le CATALOGUE de structures types de chaussées

Dans les trois cas, on obtient sensiblement la même épaisseur (voir Fig 8). Pour le catalogue; par le classement en catégories (classes) de trafic, fait que le changement de pourcentages de poids lourds et le composition du trafic influence sur l'épaisseur.

IV-1-4 - Conclusion :

Les résultats obtenus de l'étude comparative confirme la complexité de la prise en compte du facteur trafic : en effet on pense aux difficultés que présente le recensement d'un trafic, sa croissance dans le temps, les fluctuations, sa composition, ... etc, viennent s'ajouter, une fois les premiers paramètres fixés, Celles relatives à l'appréciation de ces mêmes paramètres. Et selon l'appréciation faite par l'auteur la composition du trafic influera plus ou moins sur les résultats.

IV-2 - EPAISSEUR DE LA CHAUSSEE EN FONCTION DU TRAFIC

IV-2-1 - Données :

- On dispose de 7 sections: Les données de ces 7 sections sont obtenus au CTTTP, la section n°: 1 se situe dans la wilaya de Medea, tandis que les sections se 2 à 7 appartient à la wilaya de Blida (voir annexe 2)

- Les caractéristiques du trafic concernant ces sections sont consignées dans le tableau n°:7

- Toutes les sections appartiennent à des chaussées à deux voies.

- La durée de vie retenue est de 10 ans

- Les conditions de trafics sont celles citées ci-dessus avec un taux d'accroissement annuel de 5%

- Le nombre d'années s'écoulant entre l'année de mise en service et l'année de comptage est $k = 2$.

- La structure choisie est souple

- Les matériaux utilisés sont les suivants

* - Couche de revêtement en béton ditumineux

* - Couche de base en graves

* - Couche de fondation en graves

- Le calcul des épaisseur sera fait ^{par} les trois méthodes vues dans les chapitres précédentes. *pour différents types de sols (S_1, S_2, S_3 et S_4)*

Les sections	TJMA (Véh / j)	P ₁ %	P ₂ %	P ₃ %	P ₄ %	P ₅ %	P ₆ %
1	241	41,67	33,33	2,78	13,89	8,33	0,00
2	1308	73,08	1,92	9,62	13,46	1,92	0,00
3	5320	77,09	5,26	0,77	14,09	1,86	0,93
4	9024	75,14	6,15	1,30	15,54	0,50	1,37
5	13733	73,92	5,59	0,24	15,02	1,76	3,47
6	16453	69,51	6,08	0,57	18,59	1,09	4,16
7	37877	69,79	4,42	0,97	15,21	3,15	3,45

Tableau (7) : Les caracteristiques des trafics

IV-2-2 - Résultats de calcul

a) Paramètres du trafic

Les sections	TJMA (Véh / j)	Pmax (t)	N (PL / j)	W	Tc (Véh)	PL %
1	241	6,5	44	$8,12 \cdot 10^4$	$1,36 \cdot 10^5$	22,22
2	1308	6,5	164	$2,05 \cdot 10^5$	$5,10 \cdot 10^5$	15,38
3	5320	6,5	732	$3,21 \cdot 10^6$	$2,28 \cdot 10^6$	16,88
4	9024	6,5	1287	$7,11 \cdot 10^6$	$3,98 \cdot 10^6$	17,41
5	13733	6,5	2267	$2,57 \cdot 10^7$	$7,04 \cdot 10^6$	20,25
6	16453	6,5	3197	$3,62 \cdot 10^7$	$9,93 \cdot 10^6$	23,84
7	37877	6,5	6733	$7,21 \cdot 10^7$	$2,10 \cdot 10^7$	21,81

Tableau (8)

b) Les épaisseurs des chaussées (*) (en cm) en fonction de TJMA.

Les sections	TJMA (Véh / j)	CBR	SHOOK-FINN	CATALOGUE
1	241	43	50	62
2	1308	50	56	68
3	5320	59	69	78
4	9024	63	73	78
5	13733	67	79	78
6	16453	69	82	80
7	37877	74	86	80

Tableau (9)

NB : Les épaisseurs inscrites dans ce tableau correspondent à un CBR = 4

(*) Pour d'autres valeurs de CBR, voir annexe 04

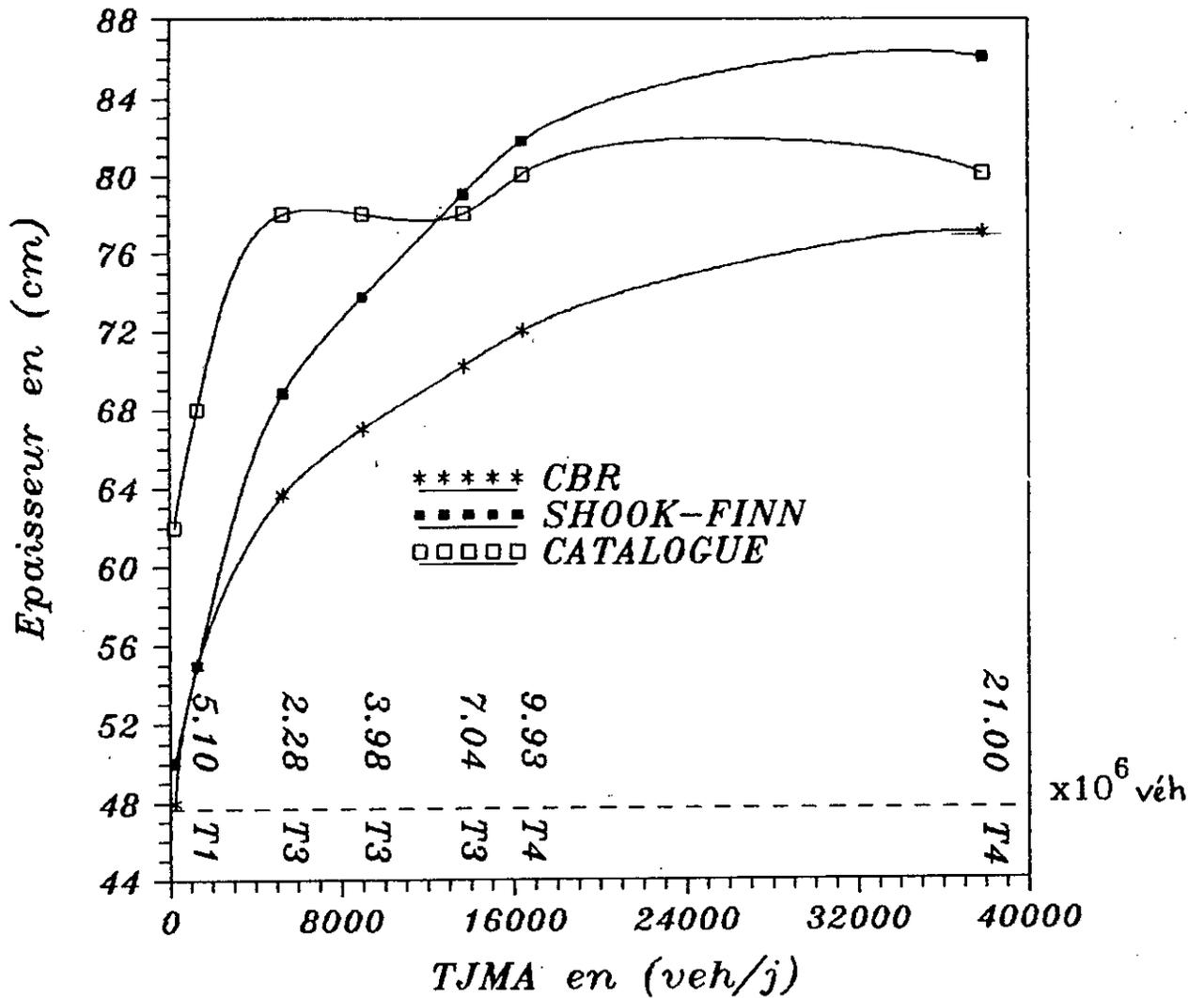


Fig (9.1): Les epaisseurs donnees par :
 les trois (3) methodes
 (classe de sol : S4)

CBR= 4

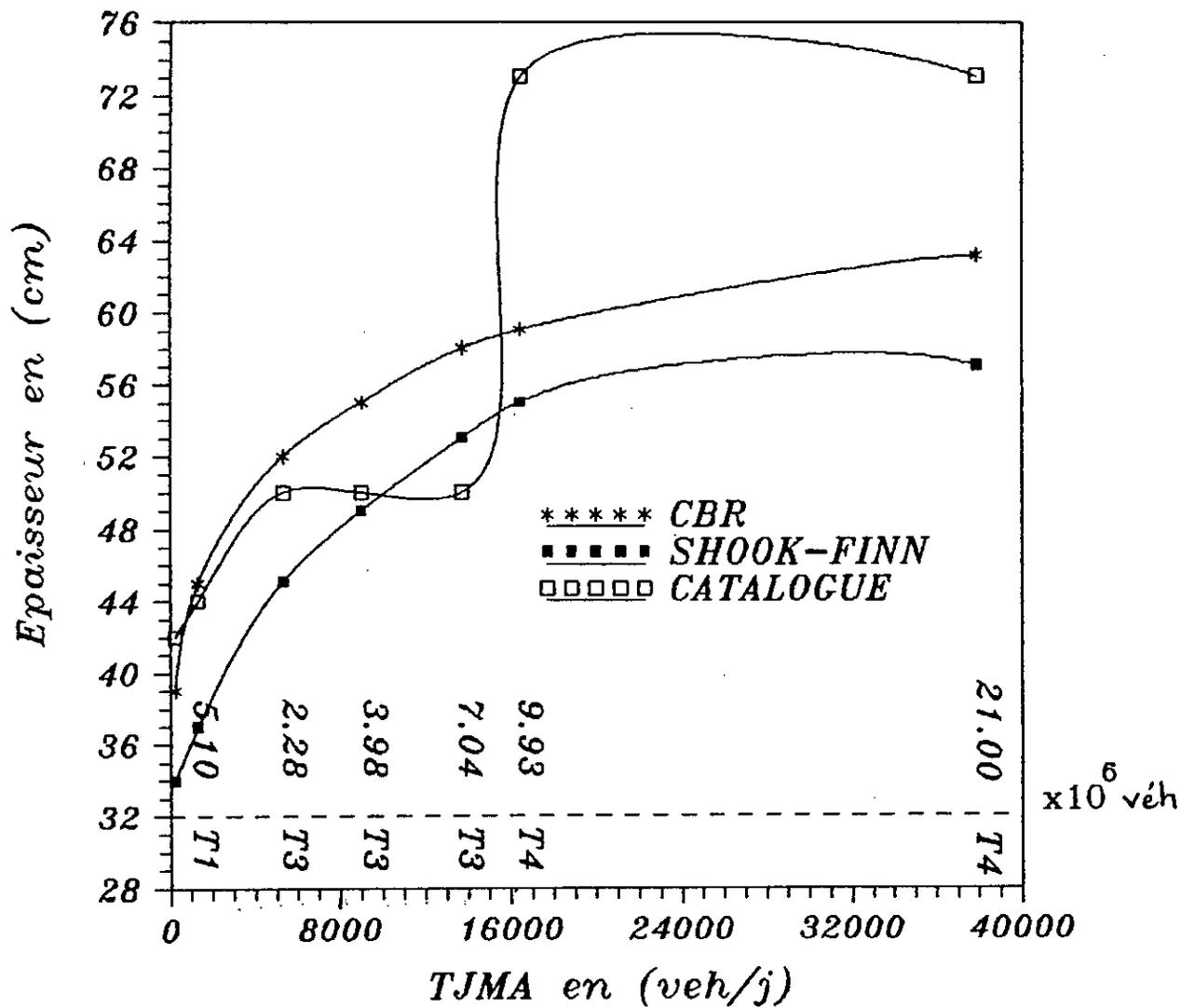


Fig (9.2): Les epaisseurs donnees par :
 les trois (3) methodes
 (classe de sol : S3)

CBR = 6

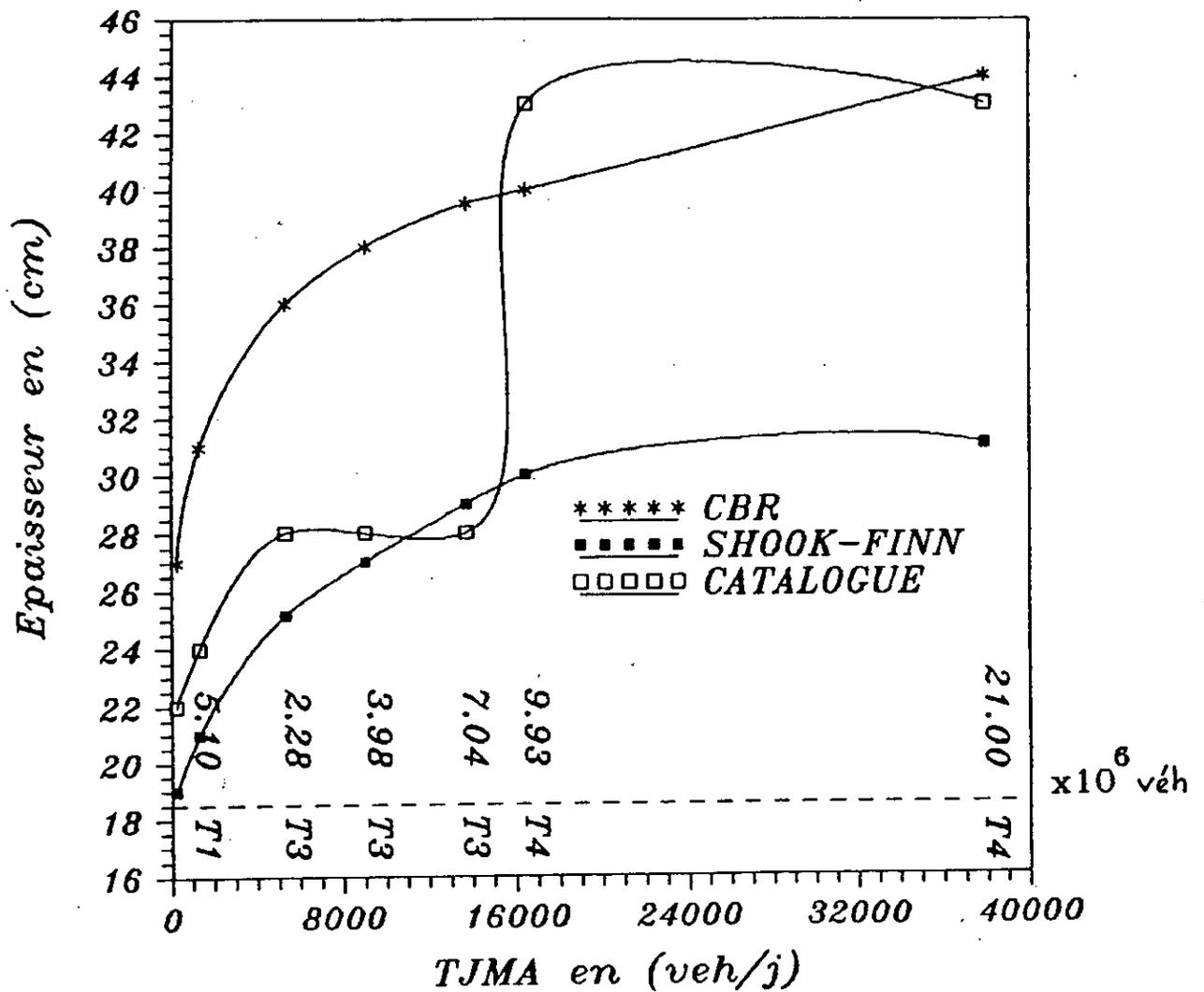


Fig (9.3): Les epaisseurs donnees par :
 les trois (3) methodes
 (classe de sol : S2)

CBR = 11

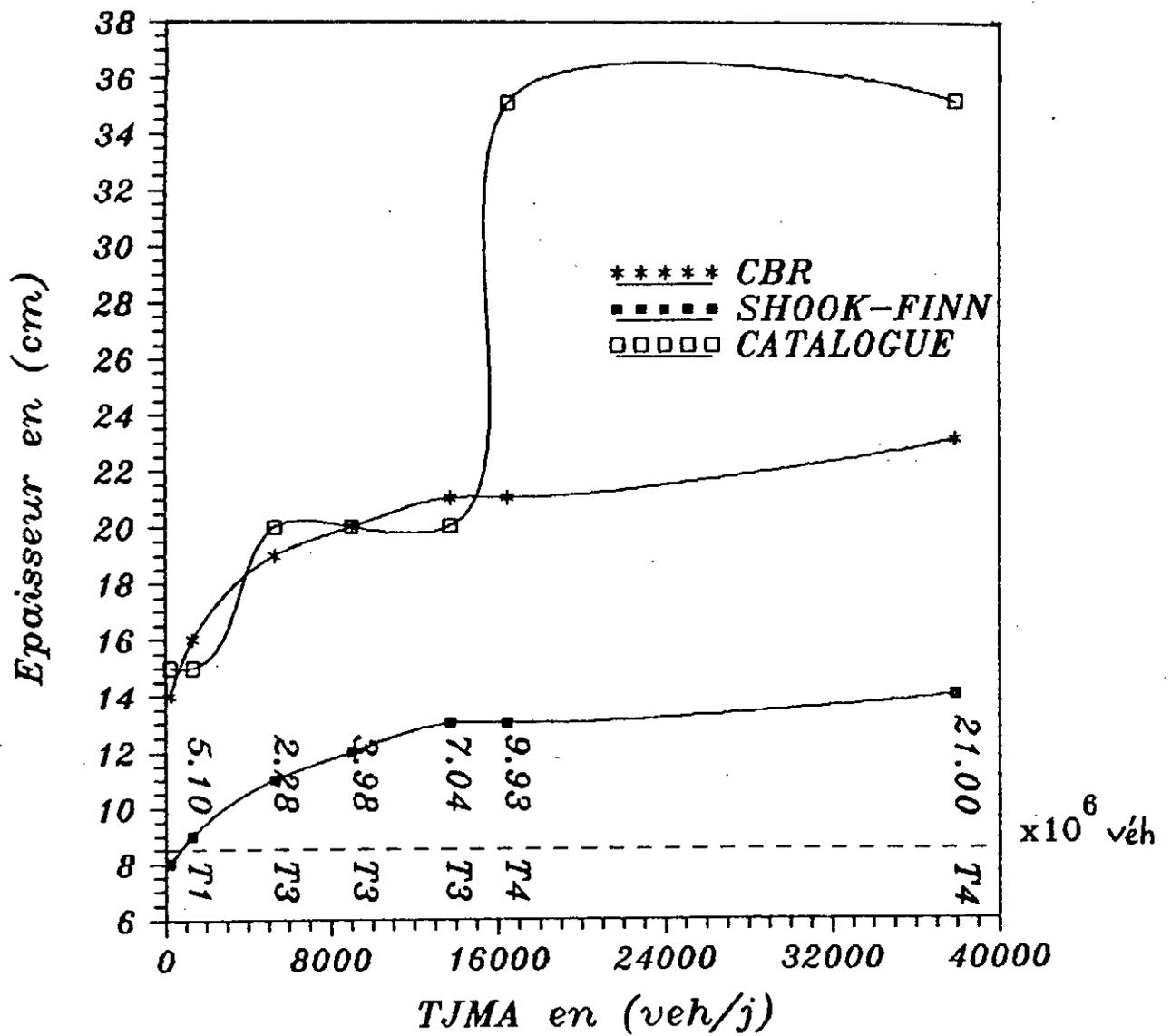


Fig (9.4): Les epaisseurs donnees par :
 les trois (3) methodes
 (classe de sol : S1)

CBR = 26

IV-2-3 Analyse des graphes

Par l'application des trois méthodes précédentes, pour des valeurs différentes du trafic, et pour différents types de sols, on a abouti aux résultats représentés par les graphes (fig 9.1 , 9.2 , 9.3 , 9.4).

Remarques**1°) Pour les méthodes CBR et SHOOK - FINN**

Les graphes ont la même allure : les épaisseurs (pour différentes classes de sols) augmentent rapidement puis tendent vers des valeurs asymptotiques pour un trafic supérieur à 16000 (véh /j).

On remarque toute fois que les valeurs données par les deux courbes sont proches pour des sols de classes S3 et S4 et s'éloignent pur les bons sols (S1 et S2).

2°) Pour la méthode du catalogue:

L'allure des courbes obtenues en fonction du TJMA (c'est pour l'ensemble des classe de sols), n'est pas régulière : on remarque une augmentation rapide des épaisseurs pour des valeurs du trafic (TJMA) inférieures à 8000 (véh /j), puis un palier (ou l'épaisseur est constatnte) pour un trafic compris entre (8000 et 14000) véh/J), suivi d'un saut qui va jusqu'à plus de 20 cm pour enfin tendre vers une valeur asymptotique pour un trafic supérieur à 16000 (véh/j).

Mais si on analyse ce graphe dans l'esprit de la méthode i.e. par rapport au trafic cumulé en poids lourds, alors ces "anomalies" semblent s'expliquer par le passage d'une classe de trafic à une autre.

Il est à noter également que la structure de la chaussée en plus de l'augmentation de "l'épaisseur-changée", on passe d'une chaussée semi-ridige, exigence de la méthode en passant de T3 à T4.

IV.2.4 Conclusion

- La méthode CBR donne des épaisseurs économiques quel que soit le trafic et quel que soit le type de sol , ce qui justifie son utilisation fréquente dans le prédimensionnement.

Sa faiblesse est que la composition du trafic peut avoir une influence qui peut ne pas être justifiée (voir chapitre IV , page 46 cas 1 et 2).

- La méthode SHOOK-FINN

Les épaisseurs sont de même ordre de grandeur - surtout pour les mauvais sols (classe S3 et S4) , que celles obtenues par CBR , sans toute fois être influencée par un léger changement dans la composition du trafic ^{qui} entraîne un changement sensible dans l' épaisseur (page 46, cas 2 et3) .

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La prise en compte du trafic opération très complexe , à plusieurs facettes et qui passe par plusieurs étapes :

Il faut tout d'abord procéder au recensement de la circulation avec tous les aléas et toutes les difficultés que cela comporte , pour analyser correctement le trafic ; qu' on peut le définir d' une manière simple comme étant le nombre de passages de véhicules pour une voie de circulation dans une période .

Afin de simplifier l' introduction du trafic dans le calcul du dimensionnement , on le caractérise par un certain nombre de paramètres (trafic à la mise en service , la durée de service , le taux de croissance et le trafic cumulé équivalent) , sans toute fois s'éloigner de la réalité .

Une fois ces étapes achevées, il reste l' appréciation que chaque auteur fait de ces paramètres ; en effet la façon dont ils sont introduits dans les calculs influe beaucoup sur l'épaisseur préconisée .

Il apparaît , au vu de ce modeste travail , que pour un même trafic, un même sol support et les mêmes matériaux, selon que l'on privilégie la roue la plus chargée , l'essieu de référence ou le cumul des poids lourds les résultats sont différents.

Dans le cas de la méthode du CATALOGUE , on tend à surdimensionner les chaussées . Elle reste cependant très utilisée chez nous .

Actuellement , une équipe du C.T.T.P travaille sur l' élaboration d' un catalogue algérien et il serait souhaitable que d' autres étudiants en collaboration avec le C.T.T.P étudient plus en profondeur "la prise en compte du trafic dans le catalogue de structures types de chaussées" .

ANNEXE

SETIF

RN 5 TRONCUN 2-0

NOMBRE D'ESSEUX PAR CLASSE DE POIDS

PESAGE EFFECTUE LE : 24 9

PESAGE EFFECTUE LE : 28 9

FACTEURS CORRECTIFS (CAMIONS COMPTES/CAMIONS PESES)

	A	B	C	D	E	F	G	H
Nb COMPTES	11	365	21	1	62	12	4	1
Nb PESES	3	173	12	0	25	3	0	0
FACTEURS	3.57	2.11	1.75	0.00	2.48	4.00	0.00	0.00

NOMBRE (COMPTES) ET P T C DES POIDS LOURDS PESES PAR CATEGORIE

	A	B	C	D	E	F	G	H
NOMBRE	11	365	21	1	62	12	4	1
Z	2.31	76.52	4.40	0.21	13.00	2.52	0.84	0.21
CHARGE MDY	4.27	7.52	18.03	0.00	25.16	37.77	0.00	0.00

CHARGE MOYENNE PAR ESSEU ET PAR CATEGORIE

NOMBRE ESSEUX	A	B	C	D	E	F	G	H
1	1.33	3.05	5.52	0.00	4.80	5.10	0.00	0.00
2	2.43	4.44	6.37	0.00	7.04	7.40	0.00	0.00
3	0.00	0.02	6.15	0.00	8.03	7.40	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	5.29	7.97	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.90	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

POIDS	NOMBRE ESSEUX	X TOTAL
0- 1 T	1	0.29
1- 2 T	71	20.29
2- 3 T	62	17.71
3- 4 T	45	12.86
4- 5 T	71	20.29
5- 6 T	33	9.43
6- 7 T	14	4.00
7- 8 T	16	4.57
8- 9 T	16	4.57
9-10 T	9	2.57
10-11 T	4	1.14
11-12 T	5	1.43
12-13 T	3	0.86
13-14 T	0	0.00
14-15 T	0	0.00
15-16 T	0	0.00
16-17 T	0	0.00
17-18 T	0	0.00
19-20 T	0	0.00
20-21 T	0	0.00
21-22 T	0	0.00
22-23 T	0	0.00
23-24 T	0	0.00

ANNEXE 2:

Caracteristiques des trafics

WILAYA DE BLIDA

SECTION	ROUTE	Pk-op	Pk-ext	Longueur	TJAA	Veh*km	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
	0910010030	RN01	19.00	23.00	4.00	31 622	126487	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0910010040	RN01	29.00	23.00	6.00	31 124	186746	74.92	5.65	1.37	14.29	0.76	3.01
	0910010050	RN01	29.00	32.65	3.65	22 480	32051	71.55	4.42	1.50	1.59	17.28	3.36
7 ←	0910010060	RN01	33.30	32.80	1.00	37 693	37693	73.35	7.30	1.46	13.04	1.35	3.43
	0910010070	RN01	36.00	33.80	2.20	37 877	83329	69.79	7.42	0.97	15.21	3.15	3.45
	0910010090	RN01	39.60	42.50	2.90	24 543	71174	74.64	6.59	1.99	12.05	2.22	2.50
	0910010100	RN01	45.50	42.50	3.00	27 055	81165	75.05	6.40	1.85	12.71	1.41	2.57
	0910010110	RN01	45.50	50.70	5.20	21 533	111970	74.31	5.32	2.39	15.37	0.61	2.01
	0910010120	RN01	50.70	52.80	2.10	11 347	23829	80.79	7.31	0.49	3.79	1.47	0.63
	0910010130	RN01	53.05	56.15	3.10	10 722	33233	61.02	5.24	1.94	26.06	0.79	4.95
6 ←	0910040010	RN04	0.00	2.20	2.20	12 259	141713	71.00	4.49	1.57	17.01	1.66	4.27
	0910040020	RN04	2.20	3.85	1.65	16 453	36197	69.51	6.08	0.57	18.59	1.09	4.16
	0910040030	RN04	3.85	7.70	3.85	24 392	40247	65.95	4.80	1.31	20.40	2.35	5.18
	0910040040	RN04	7.70	10.20	2.50	17 416	43540	62.73	5.35	0.72	22.48	2.56	6.05
	0910040050	RN04	10.20	14.00	3.80	14 424	49045	70.52	2.95	0.40	18.93	2.10	5.10
	0910040060	RN04	14.00	17.80	3.80	7 467	23893	61.78	5.11	0.57	24.37	1.95	6.21
5 ←	0910040070	RN04	17.80	21.23	3.43	12 431	42637	62.13	5.12	0.26	24.95	1.30	6.25
	0910041010	RN04A	0.00	3.18	3.18	13 733	43670	73.92	5.59	0.24	15.02	1.76	3.47
	0910080010	RN08	26.88	29.60	2.72	7 578	20612	78.95	3.99	0.69	14.03	1.51	0.83
	0910080040	RN08	29.60	30.00	0.40	4 813	1925	78.83	4.43	1.08	12.92	0.72	2.03
	0910080050	RN08	30.00	48.00	18.00	4 890	58020	81.56	2.31	0.60	12.83	0.46	1.80
	0910080060	RN08	48.00	52.58	4.58	4 381	20063	35.31	1.61	1.41	10.66	0.00	1.01
	0910084010	RN08D	0.00	14.65	14.65	1 518	22234	66.41	7.03	1.56	3.91	18.75	2.34
	0910084020	RN08D	14.65	18.35	3.70	1 171	4331	91.00	0.00	0.00	9.00	0.00	0.00
	0910270010	RN29	0.00	3.00	3.00	12 184	36561	90.07	5.33	2.67	1.95	7.47	0.31
	0910270020	RN29	3.00	6.72	3.72	14 499	53937	74.63	6.82	1.16	14.40	0.91	2.07
	0910270030	RN29	6.72	9.46	2.74	10 466	28578	74.61	6.01	1.23	14.79	1.10	2.26
	0910290040	RN29	9.46	14.29	4.83	9 312	44977	74.44	6.10	0.18	13.90	0.45	4.93
	0910290050	RN29	14.29	17.59	3.30	7 038	23227	70.55	4.42	0.91	18.65	1.75	3.72
	0910290060	RN29	17.59	20.92	3.33	11 352	37801	70.69	4.05	1.09	16.37	4.99	2.31
	0910290070	RN29	20.92	24.30	3.38	10 602	35836	72.81	6.63	0.93	15.38	3.14	1.10
	0910290080	RN29	24.30	31.60	7.30	7 616	70196	79.39	4.07	2.50	12.98	0.50	0.57
	0910290090	RN29	31.60	39.00	7.40	7 090	32469	72.45	5.10	2.06	17.90	1.74	0.76
2 ←	0910290100	RN29	39.00	43.95	4.95	7 159	32572	73.65	4.32	0.94	19.36	0.57	0.66
	0910370010	RN37	0.00	19.30	19.30	1 308	25242	73.08	1.92	9.62	13.46	1.92	0.00
	0910420010	RN42	0.00	5.50	5.50	22 501	123755	75.43	4.88	2.74	14.65	0.75	1.56
	0910420020	RN42	5.50	9.00	3.50	21 350	74724	74.27	4.76	1.71	13.54	1.73	4.00
	0910420030	RN42	9.00	12.15	3.15	15 392	51633	68.20	5.35	1.97	19.17	1.14	4.17
4 ←	0910610010	RN61	0.67	8.80	7.93	9 024	71560	75.14	6.15	1.31	15.54	0.50	1.37
	0910610020	RN61	8.60	11.25	2.65	10 693	28337	72.35	5.87	0.33	19.20	1.04	1.21
	0910610030	RN61	11.25	13.61	2.36	8 872	20937	67.78	6.74	0.06	22.67	0.89	1.85
	0910610040	RN61	13.61	16.05	2.44	8 972	21892	70.58	6.34	0.12	19.32	1.76	1.88
	0910610050	RN61	16.05	21.77	5.72	8 047	30338	75.06	5.60	0.54	16.69	0.84	1.27
	0910610060	RN61	21.77	24.99	3.22	10 452	33656	70.01	6.02	0.61	20.50	1.28	1.58
	0910670010	RN67	6.30	11.97	5.67	4 669	26472	68.72	6.68	0.35	22.67	0.18	1.41
3 ←	0910670020	RN67	6.30	4.80	1.50	7 586	11379	76.53	5.37	1.07	13.65	0.77	2.61
	0910670030	RN67	0.00	4.80	4.80	5 320	25534	77.09	5.26	0.77	14.09	1.86	0.93
	0910690010	RN69	14.02	18.90	4.88	9 322	45490	75.15	5.41	1.61	14.37	1.27	2.20
	0910690020	RN69	18.90	28.58	9.68	14 012	135640	76.36	3.21	0.79	15.52	1.38	2.75
	0920070130	CU07	6.30	11.97	5.67	2 912	16509	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0920070150	CU07	0.00	4.80	4.80	3 170	15215	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0920140010	CU14	16.20	21.60	5.40	11 040	59617	76.92	16.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	0920140020	CU14	14.60	16.20	1.60	15 497	24795	66.78	6.14	0.47	23.52	1.59	1.50
	0920140030	CU14	9.40	14.60	5.20	7 425	38612	78.75	5.97	0.90	12.41	0.90	1.07

ANNEXE 3 : Calcul de "W" (nombre de passages équivalent)

Section : 1

Tjma = 241 (Véh / j)

Tct = 6.15×10^5 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$2,56 \times 10^5$	0,5	0,012	$3,08 \times 10^3$	$6,50 \times 10^3$
		0,5	0,012	$3,08 \times 10^3$	
Camionnettes	$2,05 \times 10^3$	0,5	0,012	$2,46 \times 10^3$	$6,03 \times 10^3$
		1	0,016	$3,28 \times 10^3$	
Bus	$1,71 \times 10^4$	2	0,029	$4,96 \times 10^2$	$1,80 \times 10^3$
		3,5	0,068	$1,16 \times 10^3$	
Camions à 2 essieux	$8,54 \times 10^4$	1,5	0,022	$1,88 \times 10^3$	$8,08 \times 10^3$
		3,5	0,068	$5,88 \times 10^3$	
Camions à 3 essieux	$5,12 \times 10^4$	7	0,515	$2,64 \times 10^4$	$6,29 \times 10^4$
		13	0,653	$3,35 \times 10^4$	
Ensembles Articulés	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		10	2,900		
		13	16,310		
W = Le TOTAL =					$8,12 \times 10^4$

Section : 2

Tjma = 1308 (Véh / j)

Tct = 3.31×10^6 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$2,42 \times 10^5$	0,5	0,012	$2,91 \times 10^4$	$5,82 \times 10^4$
		0,5	0,012	$2,91 \times 10^4$	
Camionnettes	$6,36 \times 10^4$	0,5	0,012	$7,64 \times 10^2$	$1,78 \times 10^3$
		1	0,016	$1,02 \times 10^3$	
Bus	$3,19 \times 10^5$	2	0,029	$9,25 \times 10^3$	$3,09 \times 10^4$
		3,5	0,068	$2,17 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$4,46 \times 10^5$	1,5	0,022	$9,82 \times 10^3$	$4,01 \times 10^4$
		3,5	0,068	$3,03 \times 10^4$	
Camions à 3 essieux	$6,36 \times 10^4$	7	0,515	$3,28 \times 10^4$	$7,44 \times 10^4$
		13	0,653	$4,16 \times 10^4$	
Ensembles Articulés	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		10	2,900		
		13	16,310		
W = Le TOTAL =					$2,05 \times 10^5$

ANNEXE 3

Section : 3

$T_{jma} = 5320$ (Véh / j)

$T_{ct} = 1.35 \times 10^7$ (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$1,04 \times 10^7$	0,5	0,012	$1,25 \times 10^5$	$2,50 \times 10^5$
		0,5	0,012	$1,25 \times 10^5$	
Camionnettes	$7,09 \times 10^5$	0,5	0,012	$8,50 \times 10^3$	$1,98 \times 10^4$
		1	0,016	$1,13 \times 10^4$	
Bus	$1,04 \times 10^5$	2	0,029	$3,01 \times 10^3$	$1,01 \times 10^4$
		3,5	0,068	$7,05 \times 10^3$	
Camions à 2 essieux	$1,90 \times 10^6$	1,5	0,022	$4,18 \times 10^4$	$1,71 \times 10^5$
		3,5	0,068	$1,29 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$2,51 \times 10^5$	7	0,515	$1,29 \times 10^5$	$2,93 \times 10^5$
		13	0,653	$1,64 \times 10^5$	
Ensembles Articulés	$1,25 \times 10^5$	7	0,515	$6,45 \times 10^4$	$2,47 \times 10^6$
		10	2,900	$3,63 \times 10^5$	
		13	16,310	$2,04 \times 10^6$	
$W = Le$				TOTAL =	$3,21 \times 10^6$

Section : 4

$T_{jma} = 9024$ (Véh / j)

$T_{ct} = 2.28 \times 10^7$ (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$1,72 \times 10^7$	0,5	0,012	$2,06 \times 10^5$	$4,12 \times 10^5$
		0,5	0,012	$2,06 \times 10^5$	
Camionnettes	$1,41 \times 10^6$	0,5	0,012	$1,69 \times 10^4$	$3,94 \times 10^4$
		1	0,016	$2,25 \times 10^4$	
Bus	$2,99 \times 10^5$	2	0,029	$8,68 \times 10^3$	$2,91 \times 10^4$
		3,5	0,068	$2,04 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$3,55 \times 10^6$	1,5	0,022	$7,81 \times 10^4$	$3,19 \times 10^5$
		3,5	0,068	$2,41 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$1,14 \times 10^5$	7	0,515	$5,88 \times 10^4$	$1,33 \times 10^5$
		13	0,653	$7,46 \times 10^4$	
Ensembles Articulés	$3,13 \times 10^5$	7	0,515	$1,61 \times 10^5$	$6,17 \times 10^6$
		10	2,900	$9,08 \times 10^5$	
		13	16,310	$5,11 \times 10^6$	
$W = Le$				TOTAL =	$7,11 \times 10^6$

ANNEXE 3

Section : 4 (1^{er} cas)

Tjma = 9024 (Véh / j)

Tc_t = 2.28 x 10⁷ (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	1,75 x 10 ⁷	0,5	0,012	2,10 x 10 ⁵	4,20 x 10 ⁵
		0,5	0,012	2,10 x 10 ⁵	
Camionnettes	1,57 x 10 ⁶	0,5	0,012	1,88 x 10 ⁴	4,39 x 10 ⁴
		1	0,016	2,51 x 10 ⁴	
Bus	3,65 x 10 ⁵	2	0,029	1,06 x 10 ⁴	3,54 x 10 ⁴
		3,5	0,068	2,48 x 10 ⁴	
Camions à 2 essieux	3,42 x 10 ⁶	1,5	0,022	7,52 x 10 ⁴	3,08 x 10 ⁵
		3,5	0,068	2,33 x 10 ⁵	
Camions à 3 essieux	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		13	0,653		
Ensembles Articulés	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		10	2,900		
		13	16,310		
W = Le TOTAL =					8,07 x 10 ⁵

Section : 4 (2^{eme} cas)

Tjma = 9024 (Véh / j)

Tc_t = 2.28 x 10⁷ (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	1,74 x 10 ⁷	0,5	0,012	2,08 x 10 ⁵	4,16 x 10 ⁵
		0,5	0,012	2,08 x 10 ⁵	
Camionnettes	1,48 x 10 ⁶	0,5	0,012	1,78 x 10 ⁴	4,05 x 10 ⁴
		1	0,016	2,37 x 10 ⁴	
Bus	5,38 x 10 ⁵	2	0,029	1,56 x 10 ⁴	5,22 x 10 ⁴
		3,5	0,068	3,66 x 10 ⁴	
Camions à 2 essieux	2,96 x 10 ⁶	1,5	0,022	6,52 x 10 ⁴	2,67 x 10 ⁵
		3,5	0,068	2,02 x 10 ⁵	
Camions à 3 essieux	1,14 x 10 ⁵	7	0,515	5,87 x 10 ⁴	13,31 x 10 ⁴
		13	0,653	7,44 x 10 ⁴	
Ensembles Articulés	3,42 x 10 ⁵	7	0,515	1,76 x 10 ⁵	6,75 x 10 ⁶
		10	2,900	9,92 x 10 ⁵	
		13	16,310	5,58 x 10 ⁶	
W = Le TOTAL =					7,65 x 10 ⁶

ANNEXE 3

Section : 4 (3eme cas)

Tjma = 9024 (Véh / j)

Tct = 2.28×10^7 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$1,97 \times 10^7$	0,5	0,012	$2,36 \times 10^5$	$4,72 \times 10^5$
		0,5	0,012	$2,36 \times 10^5$	
Camionnettes	$1,63 \times 10^6$	0,5	0,012	$1,96 \times 10^4$	$4,57 \times 10^4$
		1	0,016	$2,61 \times 10^4$	
Bus	$4,23 \times 10^5$	2	0,029	$1,23 \times 10^4$	$4,10 \times 10^4$
		3,5	0,068	$2,87 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$1,14 \times 10^6$	1,5	0,022	$2,51 \times 10^4$	$1,03 \times 10^5$
		3,5	0,068	$7,77 \times 10^4$	
Camions à 3 essieux	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		13	0,653		
Ensembles Articulés	0,00	7	0,515	0,00	0,00
		10	2,900		
		13	16,310		
W = Le TOTAL =					$6,62 \times 10^5$

Section : 5

Tjma = 13733 (Véh / j)

Tct = 3.48×10^7 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$2,57 \times 10^7$	0,5	0,012	$3,08 \times 10^5$	$6,16 \times 10^5$
		0,5	0,012	$3,08 \times 10^5$	
Camionnettes	$1,94 \times 10^6$	0,5	0,012	$2,33 \times 10^4$	$5,44 \times 10^4$
		1	0,016	$3,11 \times 10^4$	
Bus	$8,35 \times 10^4$	2	0,029	$2,42 \times 10^3$	$8,40 \times 10^3$
		3,5	0,068	$5,68 \times 10^3$	
Camions à 2 essieux	$5,22 \times 10^6$	1,5	0,022	$1,15 \times 10^5$	$4,70 \times 10^5$
		3,5	0,068	$3,55 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$6,12 \times 10^5$	7	0,515	$3,15 \times 10^5$	$7,15 \times 10^5$
		13	0,653	$4,00 \times 10^5$	
Ensembles Articulés	$1,21 \times 10^6$	7	0,515	$6,21 \times 10^5$	$2,38 \times 10^7$
		10	2,900	$3,50 \times 10^6$	
		13	16,310	$1,97 \times 10^7$	
W = Le TOTAL =					$2,57 \times 10^7$

ANNEXE 3

Section : 6

Tjma = 16453 (Véh / j)

Tct = 4.17×10^7 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$2,92 \times 10^7$	0,5	0,012	$3,5 \times 10^5$	$7,00 \times 10^5$
		0,5	0,012	$3,5 \times 10^5$	
Camionnettes	$2,53 \times 10^6$	0,5	0,012	$3,04 \times 10^4$	$7,09 \times 10^4$
		1	0,016	$4,05 \times 10^4$	
Bus	$2,37 \times 10^5$	2	0,029	$6,89 \times 10^3$	$2,30 \times 10^4$
		3,5	0,068	$1,61 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$7,75 \times 10^6$	1,5	0,022	$1,70 \times 10^5$	$6,97 \times 10^5$
		3,5	0,068	$5,27 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$4,54 \times 10^5$	7	0,515	$2,34 \times 10^5$	$5,31 \times 10^5$
		13	0,653	$2,97 \times 10^5$	
Ensembles Articulés	$1,73 \times 10^6$	7	0,515	$8,93 \times 10^5$	$3,42 \times 10^7$
		10	2,900	$5,03 \times 10^6$	
		13	16,310	$2,83 \times 10^7$	
W = Le TOTAL =					$3,62 \times 10^7$

Section : 7

Tjma = 37877 (Véh / j)

Tct = 9.59×10^7 (Véhicules)

Type de véhicule	Nombre de véhicules	Nombre d'essieux et poids (t)	Coefficient d'équivalence	Nombre de passages	Nombre de passages équivalent
Véhicules légers	$6,69 \times 10^7$	0,5	0,012	$8,03 \times 10^5$	$1,61 \times 10^6$
		0,5	0,012	$8,03 \times 10^5$	
Camionnettes	$4,24 \times 10^6$	0,5	0,012	$5,09 \times 10^4$	$1,19 \times 10^5$
		1	0,016	$6,78 \times 10^4$	
Bus	$9,30 \times 10^5$	2	0,029	$2,70 \times 10^4$	$9,03 \times 10^4$
		3,5	0,068	$6,33 \times 10^4$	
Camions à 2 essieux	$1,46 \times 10^7$	1,5	0,022	$3,21 \times 10^5$	$1,41 \times 10^6$
		3,5	0,068	$9,92 \times 10^5$	
Camions à 3 essieux	$3,02 \times 10^6$	7	0,515	$1,56 \times 10^6$	$3,53 \times 10^6$
		13	0,653	$1,97 \times 10^6$	
Ensembles Articulés	$3,31 \times 10^6$	7	0,515	$1,70 \times 10^5$	$6,53 \times 10^7$
		10	2,900	$9,60 \times 10^6$	
		13	16,310	$5,40 \times 10^7$	
W = Le TOTAL =					$7,21 \times 10^7$

ANNEXE 4 : Les épaisseurs des chaussées pour CBR= 6, 11, 26

Classe de Sol	Section	TJMA (Véh/j)	Épaisseurs des chaussées en (Cm)		
			C B R	SHOOK-FINN	CATALOGUE
C B R = 6 (S ₃)	1	241	35	34	42
	2	1308	41	37	44
	3	5320	49	46	50
	4	9024	51	49	50
	5	13733	55	53	50
	6	16453	57	55	73
	7	37877	60	57	73

C B R = 11 (S ₂)	1	24	19	22
	2	29	21	24
	3	34	26	28
	4	35	27	28
	5	38	29	28
	6	39	30	43
	7	42	31	43

C B R = 26 (S ₁)	1	13	8	15
	2	15	9	15
	3	18	11	20
	4	19	12	20
	5	20	13	20
	6	20	13	35
	7	22	14	35

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

[1] C. PEYRONNE

Agressivité statistique des véhicules lourds

Revue générale des routes et aeorodromes, Avril 1980

[2] C.T.T.P

a) *Catalogue des structures types de chaussées neuves*

Août 1978 (B60 - B61)

b) *Etude de circulation routière - Compagne de pesées d'essieux 1985-1986*

c) *Recensement de la circulation*

Résultats des comptages permanentes (1991)

d) *Recensement de la circulation*

Résultat des comptages mobiles (1991)

e) *Le Rapport provisoire d'établissement du catalogue (1978)*

[3] G. JEUFFROY, R. SAUTEREY

Conception et construction des chaussées

tome I et II , Paris,Eyrolles, 1975

[4] J. BERTHIER

Cours de route

ENPC 1995

[5] R. PELTIER

a) *Manuel du laboratoire routier*

Dunod - Paris 1965

b) *Evolution des méthodes de calcul des chaussées souples*

Revue générale des routes et aérodromes, n°: 360, 1962

[7] R. SAUTEREY

Structures de chaussées pour trafic très important

Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées n°: 60

Juillet. 1972

[8] T. ROUANIA , D. BAHY

Dimensionnement des chaussées souples

Thèse de PFE , Juillet 1995 ,ENP

ERRATA

<u>Erreurs</u>	<u>page</u>	<u>Ligne</u>	<u>Corrections</u>
feriées	7	15	feriés
approché	11	13	approchée
Catégorie	43	6	Catégories
Confirme	51	7	confirment
retenu	51	20	retenue
pur	58	11	pour
influencée	59	8	influencées
... du trafic operation...	60	1	... du trafic est une operation...
pusieurs	60	2	plusieurs

"por le classement..... influe nullement sur l'épaisseur" page 51
lignes 2,3

■ Cette phrase est remplacée par:

'Le changement de pourcentages de poids lourds et la composition du trafic, influent nullement sur l'épaisseur'