

Chapitre 1 Généralités sur le fonctionnement des chaussées

1. Introduction
2. Pourquoi une structure de chaussée
3. Conclusion

Introduction

Rappelons le fonctionnement d'une chaussée sur le plan général.

Ceci permet de souligner les règles fondamentales pour concevoir et dimensionner une route, mais aussi les spécifications requises pour les matériaux routiers, et le soin à apporter à leur mise en œuvre.

L'influence de ces règles fondamentales sur la durabilité de la chaussée, est primordiale.

1. Pourquoi une structure de chaussée

De tout temps, on a eu besoin de circuler. Mais, les « routes » ne furent guère que des pistes plus ou moins sommaires permettant de joindre des villes, villages ou hameaux, sans empiéter sur les prairies ou terres cultivées. La route ne différait alors pas tellement des surfaces qui la bordaient.

Il est vrai qu'on circulait aisément sur des pistes bien nivelées quand les conditions climatiques étaient favorables, mais en période de pluie, les sols mouillés devenaient glissants ou se transformaient en bourbiers.

On entreprit alors d'étaler, aux endroits les plus mauvais, des lits de pierres dont le mérite était d'être moins sensibles à l'eau.

L'idée du matelas de pierres a duré de nombreux siècles. Elle s'est développée à l'époque des Romains pour donner naissance à la « chaussée romaine » : le dallage.

Plus tard, la route empierrée « macadam » a fait son apparition et avec elle, les premières spécifications pour l'exécution d'une bonne route.

Avec le développement des engins lourds au début du XX^e siècle, les premiers problèmes ont surgi :

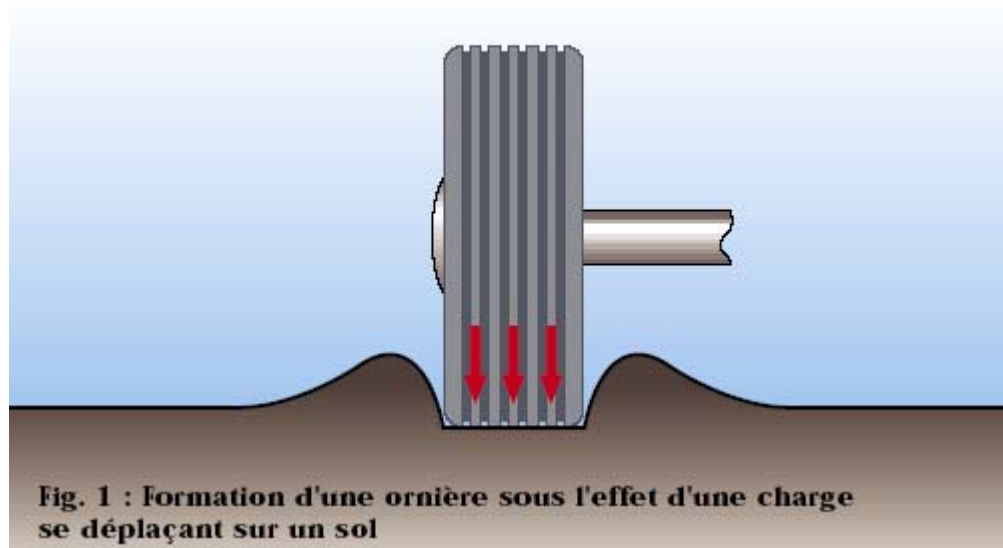
- apparition de nids de poule,
- poinçonnement du hérisson et effondrement de la chaussée aux premières pluies.

La structure de la chaussée était donc mal adaptée. Une mutation s'imposait pour aboutir à une route moderne. Elle a été initiée par l'emploi des matériaux à granulométrie continue et de calibre déterminé et puis avec l'émergence des matériaux traités au ciment.

2.1. Que se passe-t-il lorsqu'un véhicule se déplace sur un sol ?

Le poids du véhicule est transmis au sol, sous forme de pressions, par l'intermédiaire des pneumatiques.

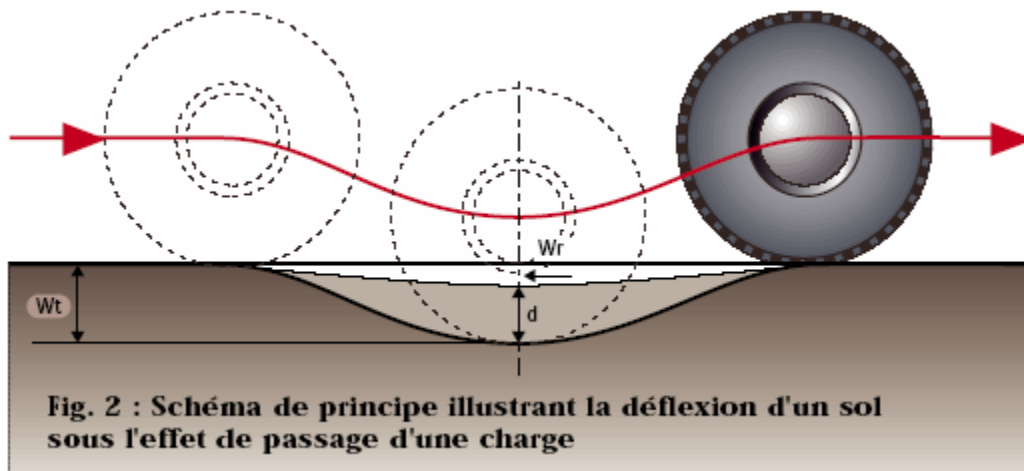
D'une manière générale, les sols ne peuvent supporter sans dommage de telles pressions. Si le sol n'est pas assez porteur, le pneu comprime le sol et il se forme une ornière (Fig. 1).



Si le sol est porteur, il se passe deux choses imperceptibles mais qu'il faut bien comprendre (Fig. 2).

- Le sol s'affaisse sous le pneu. C'est la déformation totale : W_t .
- Lorsque la roue s'éloigne, le sol remonte mais pas totalement : il reste une déformation résiduelle : W_r .

La différence $d = W_t - W_r$ s'appelle la « *déflexion* ».



- La déflexion « d » est proportionnelle à la charge appliquée. Elle est pratiquement constante si l'on répète l'application de cette charge des milliers de fois.
- L'orniérage est la déformation résiduelle « W_r » qui s'accroît au fur et à mesure des passages des véhicules et proportionnellement à leur charges.

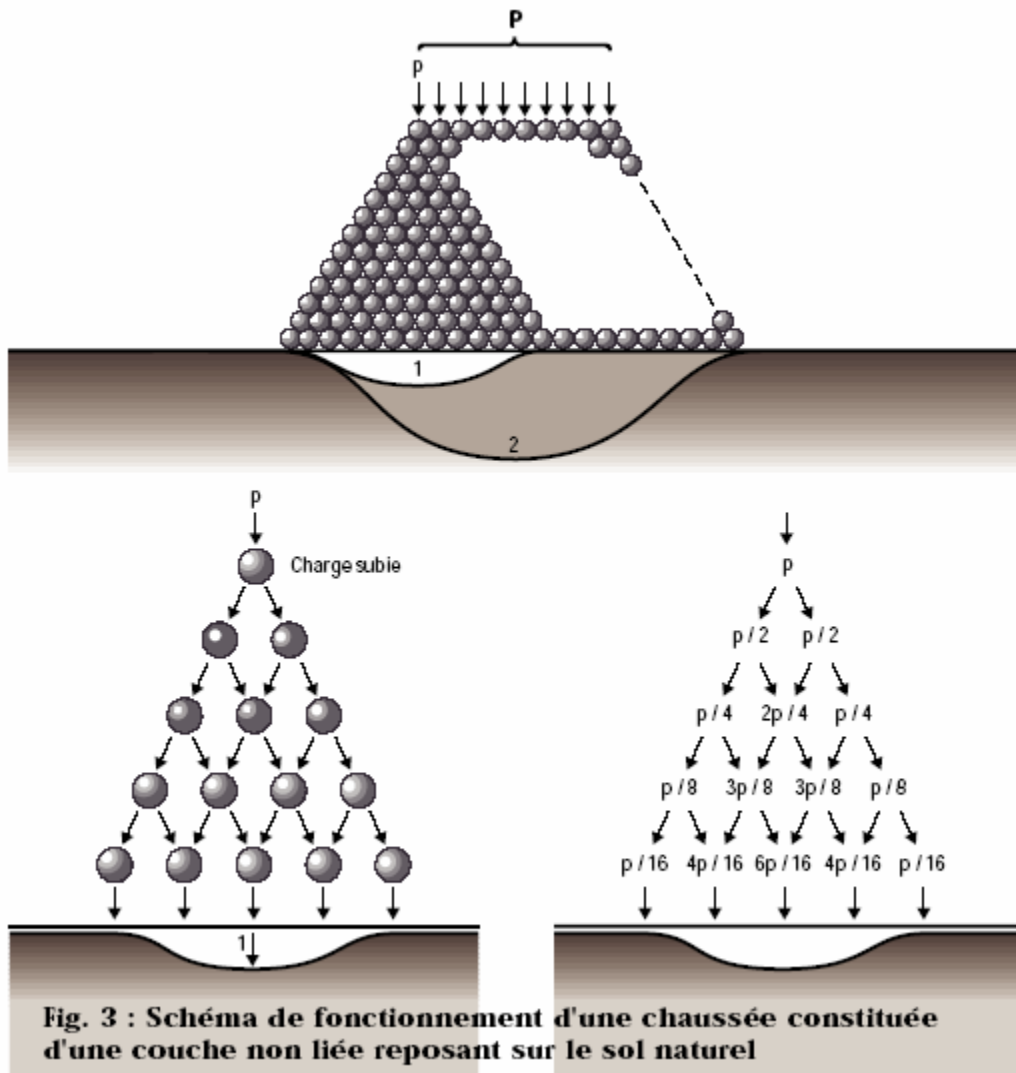
2.2. Que se passe-t-il si on interpose entre le sol et la roue une couche granulaire non liée ?

Dans une couche granulaire non liée, les grains constitutifs restent indépendants les uns des autres.

Sous l'action d'une charge, cette couche travaille principalement en compression, c'est-à-dire qu'elle transmet au sol sous-jacent la totalité de la charge en la répartissant d'une façon non uniforme.

La pression la plus importante se situe en dessous de la charge.

Pour schématiser le phénomène, imaginons un empilement de pierres identiques, ou même de billes.



Pour schématiser le phénomène, considérons une charge p sur une bille.

Celle-ci va transmettre $p/2$ à chacune des deux billes de la couche sous-jacente.

Sur les trois billes de la 3^e rangée, il y aura successivement : $p/4$ $2 p/4$ $p/4$

Sur les quatre billes de la 4^e rangée, il y aura : $p/8$ $3 p/8$ $3 p/8$ $p/8$
et ainsi de suite.

On voit qu'à la n ème rangée, il y a une répartition en cloche qui correspond à un étalement de la charge p (Fig. 3).

Mais, à l'interface couche granulaire - sol, on peut constater que la somme des charges réparties est égale à la charge p .

Sous l'action d'une charge, une couche granulaire non liée travaille principalement en compression.

La pression la plus élevée se situe à la verticale de la charge.

Pour dimensionner une couche granulaire, c'est-à-dire définir son épaisseur, il faut que la pression verticale maximale transmise au sol sous-jacent soit inférieure à la portance du sol.

Celle-ci est, en règle générale, appréciée par l'essai CBR (Californian Bearing Ratio).

Sous l'effet de passages répétés de charges, la couche granulaire se comporte comme un sol (se référer au paragraphe 1.) :

- a) elle a une déflexion,
- b) elle a donc une déformation résiduelle qui augmente en fonction des passages répétés des charges et finit par provoquer de l'ornièrage.

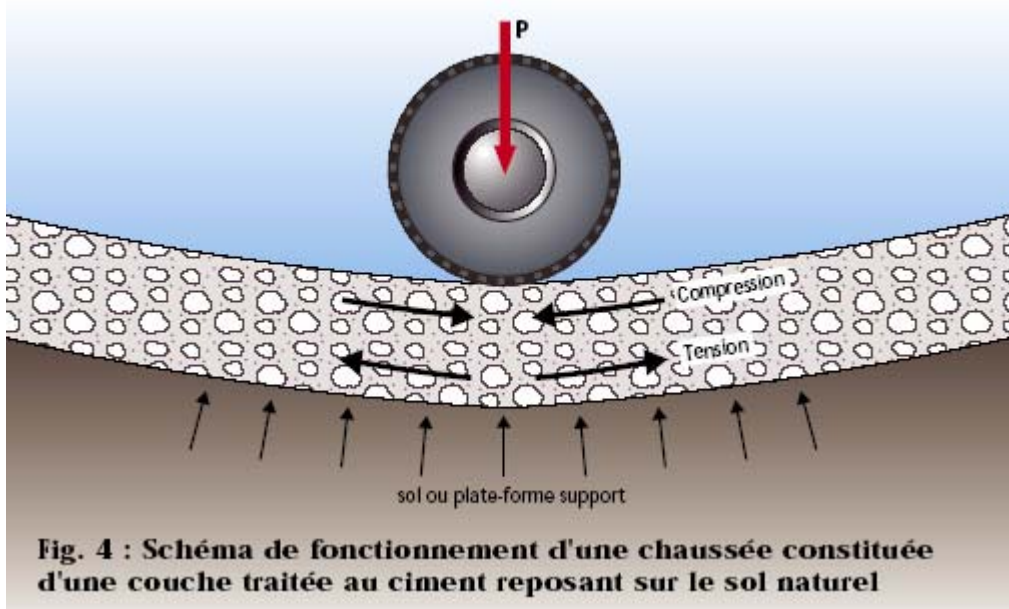
2.3. Que se passe-t-il si on interpose entre le sol et la roue une couche granulaire traitée au ciment ?

Considérons maintenant une couche granulaire traitée au ciment, donc liée, et reposant sur le sol.

Si on applique une charge P à cette couche, la transmission de la charge au sol ne se fait pas de la même façon que dans le cas d'une couche granulaire non liée (se référer au paragraphe 2.2).

L'existence des liaisons entre les grains et leur multiplicité modifient la transmission de la charge. La couche liée forme ainsi une dalle qui peut être très rigide, dont le module est constant et indépendant de la température et de la durée d'application de la charge. L'effet de répartition de la charge sur le sol support est alors très important. Les contraintes de compression qui sont transmises au sol sont, dans ce cas, relativement faibles.

Mais, l'amortissement très élevé des contraintes verticales dues aux charges est compensé par l'apparition, au sein de la couche traitée, de contraintes de compression et surtout de traction à la partie inférieure (Fig. 4).



Seule cette contrainte de traction est prise en compte pour le dimensionnement.

Sous l'action d'une charge, une couche traitée au ciment, donc liée, induit les phénomènes suivants :

- répartition uniforme de la charge sur le sol support. Donc, contraintes de compression sur le sol relativement faibles.
- apparition de deux types de contrainte au sein de la couche liée :

1. une contrainte de compression dont la valeur est très inférieure à la résistance en compression du matériau.
2. une contrainte de traction par flexion, dont la valeur peut être élevée, qui se manifeste à la base de la couche traitée.

A chaque passage de la charge, la couche traitée travaille à la traction par flexion au niveau de la fibre inférieure ; si on répète l'opération un grand nombre de fois, cette couche se fatigue et finit par se fissurer même si les efforts engendrés ne dépassent pas, à chaque fois, la contrainte admissible du matériau. C'est ce qu'on appelle la fatigue sous efforts répétés.

Le dimensionnement d'une couche traitée au ciment consiste à déterminer son épaisseur pour qu'elle ne se fissure pas sous l'effet des charges répétées.

Il convient donc :

- a) de déterminer la contrainte à la traction de la couche traitée et s'assurer qu'elle est inférieure à la contrainte de traction admissible du matériau,
- b) d'apprécier le comportement à la fatigue de la couche traitée.

2.4. Que se passe-t-il si on interpose entre le sol et la roue une dalle en béton de ciment ?

Une dalle en béton se différencie en particulier d'une couche traitée par sa forte teneur en ciment.

Son comportement, sous l'action d'une charge P , est comparable à celui d'une couche granulaire traitée au ciment mais dont les caractéristiques mécaniques seraient beaucoup plus élevées.

Le dimensionnement consiste donc à calculer l'épaisseur de la dalle pour supporter, sans se fissurer ou se rompre, la répétition des charges pendant une durée donnée.

Ceci consiste à :

- déterminer **la contrainte du béton à la traction par flexion** et s'assurer qu'elle est inférieure à la contrainte de traction admissible du béton,
- **apprécier le comportement à la fatigue de la dalle.**

2.5. Que se passe-t-il si on interpose entre le sol et la roue une couche granulaire traitée au bitume ?

Une couche granulaire traitée au bitume présente l'**inconvenient** d'avoir un module **variable** en fonction de la **température** et de la durée d'application de la charge.

Alors qu'une couche traitée au ciment évolue comme une dalle en béton, une couche granulaire traitée au bitume présente, préalablement à la fissuration par fatigue, du fluage conduisant à des ornières provoquées par le passage répété des charges ; son comportement dépend beaucoup du climat et de la déformabilité des couches inférieures.

2. Conclusion

Ce que nous avons analysé dans les paragraphes précédents, a permis de **souligner la nécessité d'interposer**, entre le véhicule et le sol, **un écran** qui aura pour but de **répartir les charges** sur une plus grande surface et de réduire ainsi les pressions transmises au sol jusqu'à une valeur admissible. **La chaussée constitue cet écran.**

La diffusion des pressions diffère par sa nature et son intensité selon que l'on ait à faire à une couche granulaire non traitée, à une couche granulaire traitée (au ciment ou au bitume) ou à une dalle en béton de ciment.

Toutefois, cette diffusion n'est obtenue qu'avec une épaisseur convenable de matériaux adéquats.

Ces matériaux constituent la structure de la chaussée.

A cet égard, nous pouvons dire qu'il existe deux modes de fonctionnement mécanique des chaussées :

Les chaussées « souples » qui sont constituées d'un corps de chaussée en matériau non traité et en matériau traité au bitume. Celle-ci ne pouvant mobiliser que de faibles efforts assimilables à une flexion, la répartition des efforts verticaux sur le sol support est modérée. Le critère principal de dimensionnement d'une chaussée souple réside donc dans la limitation de la sollicitation du sol support de manière à éviter sa « plastification » qui se traduirait en surface par d'importantes déformations de la chaussée.

Les chaussées « rigides » qui sont constituées d'un corps de chaussée en matériau traité au ciment ou en dalle béton de ciment. Ces matériaux présentent une forte rigidité, et peuvent par conséquent mobiliser des efforts notables de traction par flexion. La répartition des efforts au niveau du sol support conduit à une faible sollicitation de ce dernier. Le principal critère de dimensionnement d'une chaussée rigide réside dans la limitation des efforts de traction par flexion des matériaux sous l'effet de la répétition des charges.