Généralités sur le fonctionnement des chaussées

Mars 2024

Avant d'aborder les questions spécifiques à la voirie et aux aménagements urbains en béton de ciment, il est utile de rappeler le fonctionnement d'une chaussée sur le plan général. Ceci permet de souligner les règles fondamentales pour la concevoir et la dimensionner, mais aussi les spécifications requises pour les matériaux routiers.

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

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 dé- veloppée 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 XXe 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.

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: Wt.
- Lorsque la roue s'éloigne, le sol remonte mais pas totalement : il reste une déformation résiduelle : Wr.

La différence d = Wt - Wr s'appelle la « déflexion ».

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. Ce sont donc des matériaux à module faible compris entre 100 et 500 MPa. Par conséquent, 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.

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 3e rangée, il y aura successivement :
p/4 2 p/4 p/4

sur les quatre billes de la 4e rangée, il y aura :
p/8 3 p/8 3 p/8 p/8 et ainsi de suite.
On voit qu'à la énième 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.

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 2.1.) :
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'orniérage.

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 transmis- sion 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'applica- tion 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 com- pression et surtout de traction à la partie inférieure (Fig. 4).

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.

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 suppor- ter, 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.

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'inconvénient 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.

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 affaire 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 méca- nique des chaussées :

Les chaussées « souples » qui sont constituées d'un corps de chaussée en maté- riau non traité et en matériau traité au bitume. Celles-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 chaus- sée 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 déforma- tions de la chaussée.

Les chaussées « rigides » qui sont constituées d'un corps de chaussée en maté- riau 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 limi- tation des efforts de traction par flexion des matériaux sous l'effet de la répétition des charges.

Cet article est extrait de **T50. Voiries et aménagements urbains en béton (Tome 1) - Conception et dimensionnement**

Auteur

Cimbéton

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr