

LA PATHOLOGIE DES DEGRADATIONS
DES CHAUSSÉES LIÉES AUX
PROBLÈMES DES EAUX

A. MANAL (LPEE)

L'eau, quelle que soit son origine dans la nature (pluie, eau infiltrée dans le sol, cours d'eau, canaux d'irrigation, etc ...) pose à l'ingénieur routier des problèmes multiples et complexes.

Les effets de l'eau sur la route sont de deux sortes :

Ceux qui mettent en jeu la sécurité de l'usager (glissement, inondations, diminution des conditions de visibilité, projections de gravillons par désenrobage des couches de surface, etc ...),

Ceux qui influent sur la pérennité des chaussées en diminuant la portance des sols support de chaussées et des parties non traitées du corps de chaussées.

Dans ce cas l'eau s'infiltré dans le corps de chaussée soit :

- Par percolation à travers la couche de surface qui n'est jamais absolument étanche, cette percolation est d'autant plus importante si la couche de surface est fissurée.
- Par remontées capillaires dans le cas de présence d'une nappe phréatique ou d'une nappe saisonnière suspendue.
- Par infiltration sur les cotés par les accotements dans le cas d'un drainage superficiel inefficace par les fossés latéraux.

Cet article se propose donc de traiter de la pathologie des dégradations des chaussées qui sont liées à la présence de ces eaux.

TYPOLOGIE DES CHAUSSÉES MAROCAINES

Au Maroc, les chaussées existantes sont classées en trois familles à savoir :

- Les chaussées souples,
- Les chaussées semi-souples,
- Les chaussées rigides,

Les chaussées souples sont les chaussées à couches, de base non traitées. Elles sont en général constituées d'une couche de surface en enduit superficiel ou en enrobés bitumineux de faible épaisseur (4 à 6 cm).

Les couches de surface en enduits superficiels sont les plus fréquentes.

La couche de base peut être soit en grave non traitée GNA ou GNB ou en pierre cassée de type Macadam à l'eau ou les deux à la fois dans le cas de chaussées souples ayant déjà fait l'objet d'une opération de renforcement en grave non traitée.

La couche de fondation est en général constituée de blocage et c'est généralement le cas où la couche de base est en pierre cassée. Cette couche de fondation peut être également en grave non traitée type catalogue (GNF) ou autre.

Ce type de chaussée représente la part la plus importante du réseau marocain revêtu.

Les chaussées semi-souples ont vu le jour les vingt dernières années. Elles présentent une couche de base en grave bitume. Dans cette catégorie, sont également incluses les anciennes chaussées souples qui ont été renforcées en grave bitume et béton bitumineux.

Les chaussées semi souples présentent en général une couche de surface aux enrobés bitumineux et l'épaisseur totale des matériaux traités aux liants hydrocarbonés (GBB et EB) dépasse en général 15 cm.

Ce type de chaussée vient en deuxième position de point de vue importance. Toutes ces chaussées sont en général très circulées.

Les chaussées rigides sont les chaussées en béton. Actuellement ce type de chaussée est au stade d'expérimentation seulement.

Dans ce qui suit, on traitera uniquement les aspects liés aux chaussées souples et semi souples.

FAMILLES DES DEGRADATIONS ET LEURS CAUSES

Chaque couche de chaussée joue un rôle important dans la répartition des charges exercées principalement par le trafic lourd. Les couches supérieures résistent au cisaillement et absorbent les efforts horizontaux. La couche de base diffuse et répartit les efforts verticaux.

Dans le cas de chaussées souples, les matériaux non liés tassent sous l'action répétée des charges. La chaussée arrive à la fin de sa vie lorsque les déformations deviennent excessives et commencent à constituer une gêne trop forte à la circulation. On verra plus loin que ce type de chaussée, qui constitue la part importante du réseau marocain, est particulièrement sensible aux variations des conditions hydriques.

En ce qui concerne les chaussées semi-souples qui présentent des couches hydrocarbonées épaisses, la couche de base a un rôle répartition des contraintes. Ces couches sont soumises à des allongements à la base d'autant plus élevés que les charges sont plus fortes et que les couches inférieures sont moins rigides. Ces couches inférieures sont en général constituées d'une ancienne chaussée souple ou d'une ou plusieurs couches de grave non traitée et du sol support. Ces couches inférieures sont très sensibles aux variations des conditions hydriques. Ces chaussées périssent donc par fissuration avec ou sans déformation.

D'une manière générale, les dégradations des chaussées souples et semi-souples sont classées en quatre grandes familles qui sont les suivantes :

Les déformations : qui se présentent sous forme d'affaissements, d'ornièrages ou de bourrelets,

Les fissures : qui se présentent sous forme de fissures simples, ramifiées, ou faïençages à mailles larges ou fines,

Les arrachements : qui se présentent sous forme de nids de poules, désenrobages, plumage, pelade ou glaçage.

Les remontées : qui se présentent sous forme de remontées d'eau ou de boue.

Les déformations et les fissures affectent en général les couches inférieures pour atteindre la couche de roulement tandis que les arrachements affectent la couche de surface.

Les remontées d'eau ou de boue affectent en général tout ou partie du corps de chaussées et surviennent sous l'action d'une importante fissuration avec existence d'un mauvais drainage interne (les effets de baignoire par exemple).

Les causes de dégradations sont nombreuses et variées, cependant les facteurs de dégradations les plus importants sont les suivants :

- Le trafic,
- le dimensionnement du corps de chaussée,
- la qualité des matériaux et leur mise en oeuvre,
- les conditions hydriques et l'environnement.

Les trois premiers facteurs peuvent être maîtrisés par une bonne conception du projet et une bonne réalisation des travaux, tandis que le facteur hydrique présente un caractère aléatoire.

Un facteur n'intervient presque jamais seul. La combinaison de deux ou plusieurs facteurs et notamment les mauvaises conditions hydriques engendrent l'apparition et l'amplification des vitesses de dégradations.

Dans la suite de l'article, on s'intéressera de plus près à l'influence des mauvaises conditions hydriques.

EFFETS NÉFASTES DE L'EAU POUR LA CHAUSSÉE

L'eau peut être l'origine de dégradations de type superficielles qui intéressent la couche de surface et également de type structurelles qui intéressent la structure de la chaussée elle même.

1- CAS DES DÉGRADATIONS SUPERFICIELLES :

Nous avons vu que les couches de surface des chaussées souples et semi-souples sont de deux types; les enduits superficiels et les enrobés bitumineux.

Les matériaux utilisés pour la réalisation de ces couches de surface sont : les liants hydrocarbonés (bitumes purs, émulsion, bitumes fluidifiés) et les granulats. L'eau agit au niveau des granulats et de l'affinité liants granulats.

Cas des enduits superficiels :

La présence d'eau sur la chaussée contribue à l'apparition sous l'action combinée du trafic à l'apparition de plumage et un décollement des granulats du liant en présence d'eau par diminution de l'adhésivité liant-granat, ce phénomène survient généralement avec les granulats siliceux (quartzite par exemple). La présence d'eau sur la chaussée favorise également l'apparition du glaçage qui est dû à l'usure des granulats sous l'action combinée du trafic.

Le phénomène d'usure des granulats est toujours présent, il est plus important pour une catégorie de granulats (calcaire tendre par exemple) que pour d'autres catégories. La présence d'eau contribue dans tous les cas à l'augmentation de la vitesse d'usure sous ces phénomènes de plumage et de glaçage et entraîne pour la couche de surface en enduit superficiel une diminution des aptitudes à jouer le rôle auquel elle est destinée à savoir : assurer l'adhérence avec les pneumatiques des véhicules et l'étanchéité de la chaussée.

Cas des enrobés bitumineux :

Un enrobé bitumineux est également constitué de liants hydrocarbonés et de granulats, il n'est jamais étanche malgré sa forte compacité.

La présence d'eau à la surface de la chaussée et dans la masse des enrobés bitumineux contribue, à :

Exercer une action de désenrobage des granulats en diminuant l'adhésivité liant-granulats (surtout siliceux) d'où des départs de matériaux sous forme de plumage voire par pelades,

Diminuer la résistance mécanique des enrobés bitumineux dans la masse d'où une diminution de l'apport structurel de cette couche.

La présence d'eau peut également contribuer à diminuer le collage entre la couche de surface aux enrobés bitumineux et la couche de grave bitume sous-jacente, le fonctionnement mécanique de la structure entière se trouve alors radicalement modifié. La couche de surface décollée se fatigue alors très rapidement sous l'action du trafic, ce qui crée l'apparition de fissures. Les opérations de renforcement d'une telle structure sont très onéreuses.

2 - CAS DES DÉGRADATIONS STRUCTURELLES

La présence d'eau est très nocive pour le corps de chaussée au niveau des matériaux suivants :

- Le sol support de chaussée,
- Les couches de grave non traitée.

Les sols supports quand ils sont proches de la saturation, deviennent très déformables et leur portance diminue énormément. Cette sensibilité à l'eau est d'autant plus importante si le sol est fin et plastique.

En ce qui concerne les graves non traitées l'expérience a montré que leurs caractéristiques mécaniques chutent énormément si la teneur en eau est élevée. Des essais triaxiaux à chargements répétés réalisés dans des laboratoires étrangers, ainsi que des essais en vraie grandeur au manège de fatigue ont confirmé ces résultats. La grave non traitée et par conséquent la chaussée souple craignent beaucoup l'eau.

Sous l'action de l'eau et du trafic les chaussées se dégradent. Le processus de dégradations n'est pas le même pour une chaussée souple et une chaussée semi-souple.

Cas des chaussées souples :

La chaussée souple, essentiellement constituée de matériaux non traités, se déforme sous forme d'ornièrage et d'affaissement, généralement en rives à

cause des effets de bords. Ces effets de bord sont dus à un manque d'épaulement suffisant et à une alimentation en eau en rive.

Ces déformations peuvent concerner et la grave non traitée et le sol support. La vitesse d'évolution est d'autant plus importante si l'eau reste piégée dans la chaussée par manque de drainage interne suffisant ou par existence d'un effet de baignoire. L'apparition de nids de poules est très fréquente dans ce cas.

L'eau a aussi une action sur les granulats par augmentation de l'attrition aussi bien pour la grave non traitée que pour la pierre cassée. Cette attrition est d'autant plus importante que les granulats présentent des caractéristiques intrinsèques proches des limites des spécifications.

Pour les chaussées souples anciennes en pierre cassée et blocage, la présence d'eau peut en plus créer une sorte de lubrification de la matière d'agrégation si elle est polluée et contribue aussi à favoriser les poinçonnements du sol support par les gros éléments du blocage. Ceci crée donc une instabilité interne du corps de chaussée et l'apparition des déformations.

Dans le cas où la chaussée souple présente une couche de surface en enrobés bitumineux (par définition de faible épaisseur) le phénomène de fissuration devient inéluctable et son évolution est en général rapide.

Cas des chaussées semi-souples

La présence d'eau a une action également sur le sol support et la grave non traitée. Elle peut également avoir une action sur la tenue des matériaux traités aux liants hydrocarbonés (grave bitume et béton bitumineux).

Les teneurs en eau élevées engendrent dans ces chaussées des déflexions importantes. Ces déflexions sont très nuisibles pour les parties à rigidité élevée qui sont la grave bitume et l'enrobé bitumineux. Sous l'action du trafic les allongements à la base de la grave bitume deviennent importants d'où une fatigue accélérée de cette dernière qui peut déboucher sur un début de fissuration ou l'évolution rapide d'une fissura-

tion existante, plus la fissuration évolue et plus l'étanchéité de la structure est diminuée et plus les apports d'eau par la surface deviennent importantes.

Des actions de désenrobage en présence d'eau peuvent survenir dans le cas de granulats siliceux plus ou moins pollués, cette action de désenrobage débouche sur des décollements de granulats et voire une désagrégation de la couche supérieure avec départs sous forme de pelades ou de nids de poules.

COMMENT LUTTER CONTRE LES EFFETS NÉFASTES DE L'EAU

Les dispositions généralement adoptées sont valables pour les conditions hydriques normales. Ces dispositions peuvent s'avérer insuffisantes dans le cas de conditions exceptionnelles.

Il a été montré que l'eau s'infiltre dans le corps de chaussée, soit :

- par percolation à travers la couche de surface,
- Par infiltration sur les côtés,
- Par remontées capillaires.

Les arrivées d'eau par percolation peuvent être diminuées par la fermeture de la chaussée en surface. Cette fermeture se fait par petit entretien ou par renouvellement de couche de surface.

Les infiltrations sur les côtés ne sont pas forcément les plus importantes du point de vue de la quantité d'eau par unité de temps. Elles sont cependant les plus fréquentes dans le temps. Dans des conditions hydriques normales une bonne conception du dispositif de drainage interne et un entretien régulier des fossés ainsi que l'aménagement des exutoires sont nécessaires. Ces opérations d'entretien sont évidemment coûteuses.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue qu'une solution en matière de drainage peut s'avérer suffisante dans un cas et insuffisante dans un autre qui pourtant paraît semblable. La lutte contre les remontées capillaires est en général plus difficile, chaque cas, également, a ses aspects particuliers qu'il faut prendre en compte.

En matière de conception, la technique routière marocaine a évolué pour prendre en compte justement les effets néfastes de l'eau. Les documents normatifs préconisent désormais :

- De ne plus réaliser les chaussées en encaissement,
- d'intégrer aux profils les dispositifs de drainage nécessaires.

Les caractéristiques intrinsèques des matériaux de corps de chaussée, les caractéristiques des mélanges ainsi que la mise en oeuvre de ces matériaux, doivent répondre à des spécifications standards qui figurent dans les cahiers des charges relatifs aux travaux routiers et qui sont en vigueur depuis à peu près deux décennies.

Ces documents font l'objet d'actualisation au fur et à mesure que la connaissance en matière de technique évolue. Les aspects liés à l'eau sont évidemment pris en compte au niveau de ces documents normatifs, aussi bien en matière de dispositions constructives pour le drainage superficiel et interne, qu'en matière de conception de chaussée.

Le nouveau catalogue de structure de chaussée est un exemple en la matière.

CONCLUSION

Une route est un ouvrage qui vit et donc se fatigue sous l'action du trafic. L'action de l'eau qui est toujours plus ou moins présente dans un corps de chaussée, contribue à l'accélération de cette fatigue et à amplifier les conséquences.

La lutte contre les effets néfastes de cette eau au niveau d'une chaussée n'est pas toujours une chose facile.

La technique routière marocaine ne cesse d'évoluer pour prendre en compte les problèmes de drainage. Des dispositions en matière de drainage, ainsi qu'en matière de choix de matériaux et de leur mise en oeuvre qui prennent en compte les aspects liés à l'eau, existent dans des documents normatifs contractuels.