

TECHNIQUES INNOVANTES DE LA MAINTENANCE DES CHAUSSEES LE RETRAITEMENT DES MATERIAUX EN PLACE

M. L.TAOUSSI /GCR

INTRODUCTION

L'homme a toujours besoin de se déplacer. Ses relations avec son environnement immédiat font de son déplacement une condition nécessaire pour son existence et sa survie. Ce besoin a évolué avec le temps pour répondre à des exigences générées par la recherche du confort et l'amélioration des conditions de vie, principe inné, qui inscrit le comportement de l'homme dans une dynamique du changement, cadencée par ses ambitions et ses capacités physiques et intellectuelles.

L'apparition de l'être humain a été accompagnée par la création des réseaux de transport routier. D'abord les sentiers et les muletiers, ensuite les réseaux des pistes et enfin les routes modernes : routes revêtues, voies express et autoroutes.

Le développement de ces réseaux a été l'émanation de l'évolution des facteurs d'ordre économique, démographique et social. Ce sont également des éléments à l'origine de la naissance de l'organisation des transports routiers en tant qu'activité et comme infrastructure de base.

C'est alors que la sauvegarde du patrimoine routier apparaissait déjà comme paramètre clef dans la gestion de ces infrastructures, leur maintenance et leur entretien étaient au centre des préoccupations des responsables et devenaient depuis les époques antérieures une nécessité et une condition de la pérennité des investissements.

La présente communication donnera un aperçu succinct sur l'évolution de la maintenance et de l'entretien routier, et développera la technique du retraitement des matériaux en place qui répond à des soucis spécifiques des gestionnaires des réseaux.

I - GENERALITES

Le réseau routier constitue la principale infrastructure de transport. Il présente l'avantage de pouvoir désenclaver à faible coût des régions à forte valeur ajoutée économique, compte tenu des investissements nécessaires pour des performances accrues au niveau de la mobilité des biens et des personnes.

La route est donc nécessaire lorsqu'il y a des échanges. Inversement, sa présence rend ces échanges possibles et les développe. L'histoire de la route est ainsi liée à celle des objets transportés, aux types de véhicules, aux modes concurrents, à la géographie, à l'organisation sociale, et aux ressources disponibles .

Le patrimoine routier est une richesse nationale, son niveau de confort, sa modernisation et son extension reflètent le niveau de développement des états et leur faculté à s'intégrer dans leur environnement international.

La préservation et la sauvegarde de ce patrimoine passent désormais par sa maintenance et son entretien. Les gestionnaires et les exploitants de ces infrastructures, se déploient à cet effet à développer la recherche dans ce domaine pour pérenniser les investissements et garantir les meilleures conditions de leur utilisation.

L'entretien routier est né avec la construction des premières routes. D'abord la génération des pistes carrossables, et à la fin les autoroutes et les pistes d'aérodromes. Son évolution a suivi la modernisation des infrastructures routières générée par la croissance des échanges, l'accélération du rythme des transactions et la diversité des interactions socio - économiques.

Les techniques de l'entretien routier diffèrent selon le type de l'infrastructure, les flux du trafic, les données économiques, la géographie et d'autres facteurs qui déterminent les seuils des niveaux de service compatibles avec la politique et le niveau du développement socio économique escompté.

La sécurité reste toutefois l'élément fédérateur de toutes les techniques par sa dimension économique, son impact favorable à l'encouragement des investissements et parce qu'elle permet de privilégier la route en tant qu'infrastructure de transport.

Jadis, l'entretien se faisait par des cantonniers qui prenaient en charge des sections de routes revêtues, pour remettre à niveau des accotements constituant, à l'époque des faibles trafics, la seule partie vulnérable d'une route . Avec des moyens rudimentaires et archaïques (généralement une pelle, une pioche et un couffin à bord d'une bicyclette), ces hommes de la route parvenaient à entretenir convenablement le réseau routier et assurer le confort nécessaire à une circulation à faible vitesse. Il faut dire que les structures des routes à cette époque étaient généralement en macadam ou en pierre cassée, avec un profil en long épousant le terrain naturel, ce qui confère à ce type de chaussée plus de stabilité et réduit la typologie des dégradations .

La croissance des échanges, a forcé le développement de la technologie de la construction automobile, pour donner naissance à la nouvelle génération des véhicules caractérisés par des vitesses moyennes et des charges transmises à la chaussée plus importantes. Le rythme des dégradations s'est accéléré en conséquence et le niveau du confort est devenu inadapté aux conditions de la circulation requises. L'entretien et la maintenance devaient évoluer également pour s'étendre aux structures des chaussées, aux caractéristiques géométriques et techniques, à l'assainissement, au drainage, etc ...

Cette croissance doit être soutenue par une infrastructure favorable au rythme des échanges, à la dimension du temps des transactions commerciales et la rapidité du déplacement qu'elles nécessitent, à la sécurité et à la fluidité du trafic etc... Les concepteurs de la nouvelle génération des routes, ont pris en considération toutes ces contraintes pour mettre en service un produit moderne, apte à accompagner convenablement l'évolution rapide du niveau de la mobilité des biens et des personnes.

Le recours à des techniques de construction des routes adaptées au niveau du confort exigé par la nouvelle génération des moyens de transport, ont orienté la recherche dans le domaine de l'entretien et de la maintenance vers des techniques qui :

- améliorent les caractéristiques géométriques et structurelles
- garantissent des niveaux satisfaisants des conditions de la sécurité et la fluidité du trafic
- minimisent les coûts financiers des interventions d'entretien
- optimisent l'utilisation des matériaux
- réduisent les délais et la gêne aux usagers

C'est ainsi que l'entretien et la maintenance ont dépassé le niveau des moyens rudimentaires pour se placer au seuil de la mécanisation et de la recherche scientifique.

Ces recherches ont essayé d'apporter des réponses à plusieurs aspects qui présentent des risques pouvant aller jusqu'à compromettre le rythme du développement socio – économique, et constituer un frein à la croissance des échanges inter régionaux .

Les risques recensés s'articulent essentiellement autour des contraintes de la sauvegarde de l'environnement qui occupe actuellement une place centrale dans le processus du développement des projets d'infrastructures, les coûts de l'entretien qui sont une fonction croissante de l'âge des infrastructures, la diminution des ressources financières et la rareté des matériaux nobles qui touche actuellement plusieurs régions.

La parfaite connaissance des matériaux et des comportements du produit final dérivé de leurs mélanges, a conduit vers l'innovation en matière d'entretien par la circonscription des domaines qui techniquement ouvrent des horizons vers l'atteinte des objectifs précités.

Les matériaux ont constitué à cet effet la première cible dans la mesure où leurs caractéristiques intrinsèques conditionnent déjà les structures à mettre en place et de là les quantités à mettre en œuvre. D'autre part, la maintenance dépend également de la nature des dégradations qui elles mêmes sont fonction du trafic et de son agressivité, ce qui explique l'intérêt accordé aux liants assurant la cohésion des mélanges et responsables de leur comportement sous les sollicitations des différents agents dégradants .

La convergence de tous les efforts ont permis de mettre au point plusieurs procédés de modification des matériaux de base d'une part, et de développer plusieurs techniques de mise en œuvre d'autre part pour atteindre les objectifs fixés. Des techniques dites innovantes ont vu le jour depuis plusieurs années et sont actuellement adoptées à l'échelon national.

Les techniques innovantes de la maintenance des chaussées, peuvent être classées en deux grandes familles : celles basées sur les liants modifiés et celles permettant le retraitement des matériaux en place.

II - TECHNIQUES A BASE DE BITUME MODIFIE

Ces techniques utilisent le bitume modifié en usine par l'ajout de polymère, d'élastomère, de fibre organique, etc.

Cette modification a pour objectif l'amélioration des caractéristiques des bitumes et des émulsions afin d'augmenter la résistance des mélanges aux différentes sollicitations qu'ils sont appelés à supporter, aussi bien celles du trafic que celles des agents climatiques.

Les polymères et les élastomères ou d'autres produits modifiant les bitumes, permettent de rendre les bitumes ainsi modifiés moins sensibles au gradient thermique. Cette propriété élimine déjà la fissuration en temps de froid et les ressues pendant les épisodes des températures élevées. Ils sont également à l'origine d'une augmentation de la cohésion des mélanges ce qui est favorable à une diminution des structures d'entretien, une parfaite étanchéité et une résistance à la déformation permanente. Pour les mêmes performances techniques, les structures à base de bitume modifié sont moins importantes que celles réalisées par des liants classiques.

III - LES RETRAITEMENTS

Le retraitement des matériaux en place est une technique qui consiste à apporter les corrections nécessaires en élément de carence, suite à une analyse au laboratoire des matériaux extraits de la section à traiter. Le procédé est automatique, le rabotage et le malaxage des matériaux en place sont réalisés par une machine qui réalise également un premier compactage. Les liants et l'eau enrichissent systématiquement le mélange selon les dosages définis par l'étude. Le complément de compactage est apporté par les engins. Le traitement des matériaux en place est toujours couplé à un renouvellement de la couche de roulement.

1 - Le retraitement des matériaux en place

1.1- Concepts généraux

Le retraitement en place des chaussées est actuellement quasiment inexistant au Maroc, mais très répandu par exemple en Europe et en Amérique. En effet ce procédé beaucoup moins rentable pour les entreprises, car consommant moins de matériaux et de liant hydrocarboné et nécessitant un investissement lourd en matériel et en formation, a un avantage pour les collectivités par la réduction des durées des travaux et des apports, réduisant ainsi les coûts des projets.

Le retraitement des chaussées à l'émulsion à froid consiste à retraiter tout ou partie d'une chaussée avec de l'émulsion de bitume, avec ou sans apport complémentaire de granulats. Le retraitement se fait le plus fréquemment en place.

On distingue principalement :

- le retraitement de chaussée essentiellement constituée de matériau non traité et dont la couverture bitumineuse est faible
- le retraitement d'enrobés bitumineux minces (4 cm) ou épais (égale ou supérieure à 6 cm) sur chaussée souple ou semi-rigide (couche de base traitée aux liants hydrauliques).

Il est à noter qu'il faut éviter de retraiter une chaussée comportant à la fois des matériaux hydrocarbonés en épaisseur supérieure à 4 cm et des matériaux non traités, ceci afin d'obtenir un matériau retraité le plus homogène possible.

Le retraitement des chaussées en place constitue une réponse économiquement intéressante et techniquement fiable à la maintenance des chaussées routières et aéronautiques.

Réponse économique par le fait qu'elle contribue:

- à économiser les prélèvements des granulats « nobles » en carrières
- à réduire la production des déchets provenant des chantiers routiers
- à réduire les nuisances dues au transport des granulats
- à réduire la dégradation de l'environnement

Réponse technique à l'entretien :

- en cas de faiblesse structurelle de la chaussée
- en cas de défauts observés dans les couches de surface (faïençage, nids de poule, arrachements, fissures ...)
- en cas de décollement des couches constituant la chaussée

Cette technique a pour avantages sur les autres techniques de la maintenance des chaussées, de sauvegarder le niveau du seuil de la chaussée et de réduire la gêne à l'usager en travaillant alternativement par demi - chaussée. Elle permet également de réduire le risque de fatigue du réseau adjacent par la circulation induite par le transport des matériaux.

Il faut cependant préciser une faiblesse liée à la performance des matériaux qui au maximum serait égale aux caractéristiques initiales.

L'appauvrissement des ressources en granulats dans certaines régions , la surenchère dans le domaine des transports ainsi que la prise en compte des problèmes liés à l'environnement, ont favorisé le développement de telles solutions palliatives dans la

maintenance des chaussées , en faisant notamment appel à la réutilisation des matériaux en place .

Dans le cas des voiries urbaines, cette technique épargne les concepteurs de tous les travaux sur les dépendances : surélévation des bordures, reprises des trottoirs, reprise des réseaux d'éclairage public etc ..., garantit la fluidité du trafic et améliore la sécurité de la circulation.

1.2- Consistance des travaux

Les travaux nécessaires à la réalisation des retraitements se situent à plusieurs niveaux, et passent par différentes phases pour juger de la faisabilité et pour déterminer les motifs techniques et économiques qui justifient le recours à une telle technique.

L'environnement du projet est un élément capital dans le processus de l'étude et de la réalisation des travaux. L'impact de la création des carrières et des conditions de réalisation de leurs accès deviennent de plus en plus des éléments déterminant au niveau de l'octroi des autorisations nécessaires à l'extraction des matériaux. Les effets des gênes causées aux usagers, à l'environnement immédiat et aux riverains sont autant de facteurs qui exigent une prise en considération par le concepteur et qui orientent vers le type de technique à adopter.

Sur le plan technique, plusieurs aspects concourent dans le choix de la technique du retraitement en place.

Une parfaite connaissance du gisement des matériaux en place est impérative pour mieux apprécier les corrections à apporter. Une étude géotechnique correcte est nécessaire sur des échantillons plus représentatifs. La campagne de reconnaissance doit se faire en fonction de l'état de la chaussée de manière à donner une image aussi réelle que possible sur la composition de la chaussée, sur l'homogénéité et les caractéristiques techniques résiduelles en place.

Le niveau et la composition du trafic permettent à leur tour de confirmer ou d'infirmer le recours à la technologie du retraitement en place d'une chaussée. On s'intéressera à cet effet au spectre du trafic qui transite par l'axe et à son agressivité réelle. Ces composantes sont d'ailleurs à la base des différents dimensionnements des chaussées.

Le critère économique est dans le cas du Maroc considéré pour la prise de décision. La comparaison des coûts directs, découlant des prix des prestations qui s'intègrent dans le processus de réalisation du renforcement, est le premier réflexe que développe le maître d'ouvrage de manière générale. L'instinct humain étant caractérisé par son attachement à la réduction des coûts couplée à l'amélioration de la qualité, toute solution à cette équation favorisera intuitivement l'acceptation de l'innovation et encouragera le recours au retraitement des chaussées en place.

Une géotechnique très poussée est par conséquent nécessaire lorsque les paramètres environnementaux et économiques sont favorables. Cette étude devra conduire à l'établissement de la formulation du retraitement à réaliser pour le chantier en question.

Compte tenu de l'âge des sections à traiter et de leur hétérogénéité, il est nécessaire de prévoir un nombre de sondages qui couvrira convenablement, et pour les besoins d'une étude au laboratoire précise, les profils en long et en travers pour dégager les sections homogènes . Selon les cas les sondages peuvent être réalisés par intervalle de 100, 200 ou 400 m . Il est important de préciser que tant que la maille des sondages est très serrée tant que l'étude est plus précise et le résultat final est concluant.

Les analyses au laboratoire à effectuer sur le fraisât, porteront sur la granularité, la nature et la qualité des matériaux, la nature et la propreté des fines. Elles s'intéresseront également à l'épaisseur des couches constituant la chaussées et aux caractéristiques des matériaux traités à l'émulsion. Pour les matériaux bitumineux, en plus de la granularité, il y a lieu e

réaliser tous les essais d'identification des liants en place : la teneur, la pénétrabilité, le point de ramollissement etc...

A l'issue de cette analyse, et lorsque la faisabilité du retraitement à l'émulsion est confirmée, il est procédé à l'étude de la formulation du mélange sur la base des caractéristiques des matériaux des sections homogènes. Cet exercice consiste à déterminer l'ossature minérale des matériaux, la teneur en eau qui permettra une bonne répartition du liant, et les caractéristiques de l'émulsion notamment son dosage et sa compatibilité avec la nature et la granulométrie des matériaux à retraiter.

Une telle étude a pour objectif d'obtenir à la fin de l'opération de retraitement une structure présentant des caractéristiques mécaniques homogènes et plus performantes que celles de la couche traitée.

Les travaux de retraitement en place à l'émulsion consistent à :

- le fraisage à froid de la chaussée sur 'épaisseur fixée
- l'ajout de l'eau au fraisât pour faciliter la dispersion homogène du liant
- le malaxage de tous les composants y compris le liant
- le répandage préalable des granulats en cas de besoin et si la formulation prévoit ce type de matériau
- le répandage du produit final soit par la machine elle-même de manière automatique ou à l'aide d'un finisseur
- compactage des matériaux

Il convient de préciser que la couche ainsi retraitée nécessite une période de mûrissement de 15 à 21 jours avant la réalisation de la couche de roulement

1.3- Etude de cas

Le groupe delta holding opère dans le domaine du bâtiment travaux publics, secteur routier, par le biais des entreprises GCR et BITUMA. Spécialisées dans la construction et la maintenance des infrastructures routières, ces entreprises développent une veille technologique, qui leur permet d'accompagner le développement de la recherche dans le domaine de la maintenance des chaussées.

C'est dans ce cadre que s'inscrivent les efforts déployés par ces sociétés, pour apporter leur contribution au développement du pays en stimulant le transfert des technologies, et en favorisant le voie de la promotion des techniques innovantes de la maintenance des chaussées.

Cette volonté est traduite actuellement par les différentes réalisations des sociétés du groupe qui ont utilisé les techniques innovantes de la maintenance des chaussées notamment les enrobés coulés à froid et le BBTM pour les couches de roulement et le retraitement des matériaux en place pour les couches de base d'une part, et par la mise en place d'équipements modernes pour la modification des bitumes et des émulsions accompagnés d'une importante capacité de stockage des produits bitumineux d'autre part .

L'évaluation des opérations réalisées dans ce cadre, a permis de mettre en évidence les avantages que procurent les techniques utilisées, sur les plans économique, technique, environnemental et de sécurité. Si on doit se limiter aux avantages globaux qui constituent un dénominateur commun pour la quasi totalité des techniques innovantes de la maintenance des chaussées, on peut déjà énumérer d'une manière non exhaustive les éléments suivants :

- un gain sur les coûts et les délais
- Un gain sur les quantités des matériaux à mettre en place

- Un choix diversifié et adapté à l'état de dégradation et au niveau de service requis
- Une automatisation des ateliers de mise en œuvre
- Une préservation de l'environnement
- Une amélioration de la sécurité des chantiers

RENFORCEMENT DE LA RN 1 (ASILAH – TANGER)

Les travaux de renforcement de cette section ont été lancés selon les techniques classiques pour une longueur de 38 km . la structure consiste en la mise en œuvre d'une couche de 8 cm de GBB et une couche de roulement d'une épaisseur de 5 cm en enrobé bitumineux . S'ajoutent à cela le traitement des accotements en matériaux sélectionnés et toutes les prestations relatives à l'environnement (drainage, fossés, etc...) .

La solution réalisée était le retraitement des matériaux sur place moyennant le rabotage de 8 cm, enrichissement des matériaux rabotés par une émulsion normale, et remise en place avec un début de compactage complété par les engins au fur et à mesure de l'avancement du retraitement . La chaussée ainsi réalisée a reçu une couche de roulement d'une épaisseur de 5cm en enrobé bitumineux

Cette technique a permis de traiter un linéaire de 45 km (soit 7 km supplémentaires) , de gagner 18% sur le coût des travaux et 18 % sur le délai par rapport à la section prévue initialement . Il faut noter également un gain de 100% sur les quantités des enrobés mis en place.

RENFORCEMENT DE LA RN 11

Le renforcement de cette section d'une longueur de 30 km nécessitait en structure classique une couche de base de 10 cm en GBB et une couche de roulement d'une épaisseur de 5 cm en béton bitumineux. cette structure est accompagnée par une surélévation des accotement de 15 cm .

La technique de retraitement utilisée (*rabotage et enrichissement par une émulsion normale plus un tapis de 5 cm de béton bitumineux pour la couche de roulement*), pour la réalisation du renforcement de la chaussée a permis une importante économie des matériaux dans une zone caractérisée par leur rareté, et une réduction du coût de réalisation de 20% . En ne considérant que les quantités des enrobés, l'économie réalisée sur les matériaux est de 120% ce qui a engendré une réduction des délais de mise en œuvre de 12%.

Il faut préciser par ailleurs les avantages liés à l'amélioration de l'uni, à la diminution de la gêne causée aux usagers au cours des travaux et à la sauvegarde de l'environnement en contournant l'ouverture des carrières et le transport des matériaux souvent en traversant des zones agricoles.



TECHNIQUES INNOVANTES DE LA MAINTENANCE DES CHAUSSEES

REINFORCEMENT DE LA RN 1
Tanger – Asilah

RETRAITEMENT DES MATERIAUX(8 cm)+EB(5 cm)

QUANTITE : 47 500 T D'ENROBE
LINEAIRE : 46 KM
COUT AU KM : 934 000 DH
DELAI : 175 JOURS



TECHNIQUE CLASSIQUE EQUIVALENTE

STRUCTURE EN GBB(8 cm) + EB(8 cm)

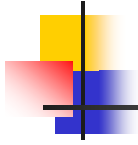
QUANTITE : 96 000 T D'ENROBE
COUT AU KM : 1 100 000 DH
DELAI : 213 JOURS

ON GAGNE

68% sur les matériaux

18% sur le coût

18% sur le délai



TECHNIQUES INNOVANTES DE LA MAINTENANCE DES CHAUSSEES

RENFORCEMENT DE LA RN 11
Khouribga - Settat

RETRAITEMENT DES MATERIAUX + BB

QUANTITE : 28 000 T DE BB
LINEAIRE : 30 KM
COUT AU KM : 1 000 000 DH
DELAI : 180 JOURS



TECHNIQUE CALSSIQUE EQUIVALENTE

GB 10 cm + BB 5 cm

QUANTITE (estimée) : 62 100 T D'ENROBE
DELAI EQUIVALENT : 200 JOURS
COUT AU KM : 1 200 000 DH

ON GAGNE

62% sur les matériaux

20% sur le coût

12% sur le délai

1.4 - Avantages et limites

La création est toujours le résultat du principe de l'amélioration continue. Elle est également l'émanation des recherches axées sur la levée des limites d'un processus de production ou d'une technologie, pour accompagner l'évolution de l'environnement dans toutes ses dimensions.

La technique du retraitement en place des chaussées à l'émulsion, n'échappe pas à cette règle générale, dans la mesure où elle constitue une amélioration des techniques de maintenance classiques, et apporte des réponses à plusieurs aspects techniques économiques et environnementaux.

Elle présente à cet effet, et à l'instar de toutes les techniques, des avantages et des limites .

Avantages :

- utilisation des matériaux en place ce qui se traduit par des économies sur les liants et les granulats
- faible impacte sur le réseau adjacent épargné des effets du transport des matériaux
- réalisation des travaux sous circulation sans atteinte à la sécurité de la circulation
- amélioration de l'uni longitudinal et de l'homogénéité transversale de la chaussée
- réduction des coûts et des délais
- faibles gênes à l'utilisateur et aux riverains
- suppression des sur largeurs de la plateforme qui accompagne le rehaussement de la chaussée
- élimination des rehaussements des accotements, des accès, des seuils et de toutes les dépendances de la chaussée
- élimination des pollutions dues au réchauffement des liants et au déversement des matériaux
- possibilité de traitement partiel d'un linéaire donné : une seule voie par exemple, des sections localisées etc...
- protection de l'environnement par l'éviction de l'ouverture de carrières

Limites :

- réalisation d'étude géotechnique très consistante : nécessite plus de temps et coûteuse
- les matériaux retraités ont des caractéristiques intrinsèques au plus égales à celles des matériaux en place
- la faisabilité n'est pas toujours confirmée

CONCLUSION

L'économie d'énergie et la protection de l'environnement sont actuellement deux paramètres dont la maîtrise est recherchée à l'échelon international. Le Maroc est désormais appelé à prendre en considération ces aspects, d'une part parce qu'il ne dispose pas de réserves pétrolières et parce que ses ressources en eau restent précaire et dépendent des aléas climatiques, et d'autre part l'extension de ces infrastructures routières nécessitent plus d'entretien et delà des budgets et un besoin en matériaux de plus en plus croissants.

Dans le domaine de la maintenance des chaussées aussi bien en milieu urbain qu'en rase campagne, la technique de retraitement en place permet déjà de concilier entre l'amenuisement des moyens et la croissance des besoins d'entretien . Tout en assurant une grande sécurité des chantiers, une fluidité relative de la circulation au cours des travaux et des caractéristiques techniques performantes, elle fait appel à de faibles quantités de liant et ne nécessite en général aucun apport en matériaux granulaires.

C'est une technique qui épargne également les maîtres d'ouvrages de toute intervention sur les dépendances des voiries, et permet des interventions ponctuelles ou par section qui peuvent être jumelées à d'autres techniques pour donner un produit final performant techniquement, moins coûteux et répondant aux exigences de sécurité et de confort de la circulation .

L'évaluation des projets réalisés par les entreprises du groupe confirme les avantages précités et l'analyse des études comparatives de la technique de retraitement et des techniques dites classiques en grave traitées ou non, fait ressortir un gain moyen sur les matériaux de plus de 80% et un gain sur les coûts et les délais de 20% . Il convient cependant de préciser que ces chiffres ne tiennent compte que des quantités des produits de structures équivalentes et n'intègrent pas les travaux de l'environnement tels que : le drainage, le rehaussement des accotements, la reprise des trottoirs, la surélévation des bordures, la reprise des réseaux, les surlargeurs de plateformes etc...