



Cours des 50 Otages à Nantes (Loire-Atlantique) : vue aérienne de l'ensemble du chantier de retraitement en place à froid au liant hydraulique routier.

Photos © Nautilus Photographie - J.-D. Billaud

Un retraitement en place à froid au liant hydraulique routier en plein cœur de Nantes

Afin de supporter, lors des 30 prochaines années, le passage de 900 bus / jour / sens, la chaussée du Cours des 50 Otages a dû être sérieusement renforcée. Choisie pour ses performances, la technique du retraitement en place des matériaux à froid au liant hydraulique routier présente, en plus, l'intérêt de minimiser les nuisances en centre-ville.

Le projet « Cœur de Nantes 2015 », dont l'objectif est de transformer la ville en une grande métropole européenne et d'en augmenter l'attractivité, est ambitieux. Plusieurs axes d'intervention sont prévus : redynamisation du commerce en centre-ville, amélioration de l'habitat, meilleure mise en valeur du patrimoine historique, rénovation et agrandissement du Musée des Beaux-Arts... Parallèlement, au niveau de la circulation automobile, Nantes

Métropole met en place un plan de modulation et de modération des vitesses : zones 30, zones à trafic limité (rues dédiées aux piétons, vélos, transports en commun et riverains munis d'un macaron spécifique). En réduisant la circulation automobile, on améliore la régularité des transports en commun et on accroît les modes de déplacement « doux » (pistes cyclables plus larges, traversées piétonnes plus faciles...). Depuis plusieurs années, la Ville de Nantes et Nantes Métropole testent

déjà ce dispositif, chaque dimanche, sur différents axes : rue Crébillon, Cours des 50 Otages...

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage :
Nantes Métropole
Maîtrise d'œuvre :
Pôle Nantes Loire (Nantes Métropole)
Retraitement des matériaux :
Eiffage Agence Pays de Loire
Fournisseur du liant hydraulique routier Rolac® 645 E SP:
Lafarge Ciments

Cette démarche va s'étendre à toute la semaine, mais aussi à d'autres rues du centre-ville. La part du vélo doit ainsi doubler d'ici à 2015 et même représenter 15 % des transports dans l'agglomération nantaise d'ici à 2030. À partir du 1^{er} octobre 2012, de nouveaux bus, les Chronobus, circuleront à la même fréquence (toutes les 5 à 8 minutes en heure de pointe) et aux mêmes horaires que le tramway (de 5 h à minuit). Sur les sept lignes créées, cinq desserviront le centre-ville d'ici à septembre 2013. Et en 2016, 100 km de réseau seront réalisés pour accueillir un total de 10 lignes Chronobus. Soit plus de 100 000 passagers attendus chaque jour.

Une nécessité : renforcer le Cours des 50 otages

Aménagé pendant les années 1929-1946 en comblant une partie de l'ancien cours de l'Erdre, le Cours des 50 Otages est devenu une des artères principales de Nantes. Au début des années 1990, la création de deux lignes de tramway a entraîné son réaménagement pour lui donner un caractère plus urbain et piétonnier. Ses contre-allées sont alors devenues de larges trottoirs et la circulation automobile a été réduite à deux voies, partagées avec les autobus. La transformation du Cours des 50 Otages en zone à trafic limité implique que la chaussée et les trottoirs soient

repensés. Il y aura 10 000 véhicules en moins par jour sur cette zone, déjà parcourue quotidiennement par 50 000 piétons.

« La chaussée sera quasi exclusivement réservée à la circulation des nouveaux Chronobus. En raison de leur fréquence de passage élevée, le trafic quotidien projeté est de 900 bus par sens. Or la voie actuelle, qui date d'une vingtaine d'années, est en cours de dégradation alors que seulement 500 bus circulent par jour dans chaque sens. Il y a notamment un important fluage du revêtement au niveau des arrêts de bus. Le phénomène d'orniérage n'est pas, pour le moment, trop gênant car les bus actuels circulent sur une chaussée bidirectionnelle large de 11 m. La



Vue aérienne de l'atelier mobile de retraitement en pleine action.



La livraison « juste à temps » du liant hydraulique est faite par camion-citerne de 25 tonnes en centre-ville, pour éviter toute rupture d'approvisionnement.



Le contrôle de la régularité de l'épandage et de la quantité de liant hydraulique routier est réalisé sur une surface témoin de 1 m² par la méthode dite « à la bâche ».

circulation des futurs Chronobus sera beaucoup plus canalisée avec une chaussée large de 3,40 m, dans chaque sens, d'où un risque d'ornièrage bien plus important si rien n'était fait. Il était donc indispensable de procéder au renforcement structurel de cette chaussée pour qu'elle puisse endurer trente années de trafic intense. D'où le recours à la technique du retraitement en place des matériaux, à froid, au liant hydraulique routier, sur une épaisseur de 32 cm et sur près de 6 000 m² » explique Sébastien Le Guevellou, chargé d'opération à Nantes Métropole.

Faire une bonne analyse des contraintes du chantier

« La logique du retraitement en place d'une chaussée existante, afin de lui donner une deuxième durée de vie, s'appuie essentiellement sur les recommandations du Guide technique 2003 du SETRA qui précise les analyses à réaliser pour préparer ce type de chantier » commente Hervé Dumont, responsable technique régional d'Eiffage Travaux Publics Ouest.

Il faut bien identifier la nature des matériaux à retraiter et leurs caractéristiques techniques. Cela permet d'évaluer avec précision leur aptitude au retraitement et de déterminer les caractéristiques du matériel à employer.

« Une vingtaine de carottages ont donc été réalisés selon un maillage régulier de 500 mètres, qui peut être adapté en fonction de l'homogénéité des matériaux rencontrés. Si ceux-ci sont hétérogènes, le maillage des



Le rotor permet d'assurer une bonne homogénéité du matériau.



La niveleuse intervient juste après le passage du rotomalaxeur.

sondages doit être resserré pour que la machine de retraitement soit en mesure d'appréhender les différentes hétérogénéités. Il faut donc étudier de près le risque d'hétérogénéité. Dans le cas de ce chantier, la chaussée sondée est relativement récente, donc homogène. Elle est constituée de matériaux aptes au retraitement à froid : des couches bitumineuses surmontant une grave naturelle » ajoute Hervé Dumont.

Il faut ensuite étudier la réactivité de ces matériaux en présence de liants hydrauliques routiers pour s'assurer du bon développement d'une prise hydraulique.

« Le dosage est adapté pour atteindre la performance mécanique recherchée, sans obtenir des modules de rigidité trop élevés qui seraient synonymes de risques de fissuration transversale. Dans le cas présent, c'est un liant hydraulique routier riche en clinker qui a été choisi : le Rolac® 645 E SP de Lafarge, dosé à 3,5 -4 % sur tout le parcours du chantier » précise Hervé Dumont.

La nouvelle assise de chaussée est dimensionnée pour 30 ans, avec pour objectif d'atteindre une déflexion finale inférieure à 40/100^{ème} avant la pose d'une couche de roulement en enrobés, soit une plateforme de classe PF3 à PF4.

Un atelier mobile autoroutier en centre-ville

L'atelier mobile de retraitement de chaussée à froid comprend une semi-remorque, munie d'un réservoir d'eau et d'un silo de liant hydraulique, et l'ARC 700 (acronyme de « Atelier de Reconditionnement de Chaussées »).

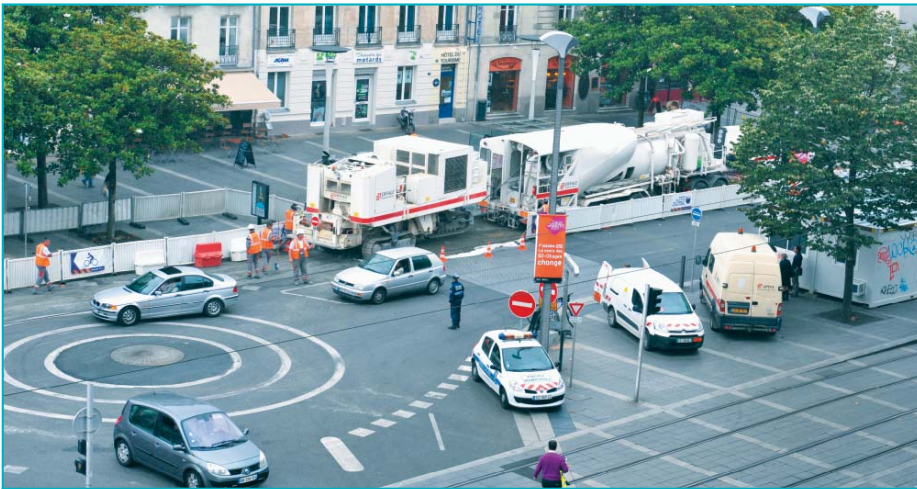
Il s'agit d'un bâti mécano-soudé sur chenilles muni d'un rotor équipé de nombreuses dents, d'une lame flottante pour assurer le nivellement du fond de forme, d'un malaxeur, d'une vis de répartition et d'une lame de répandage. Asservi à l'avancement de l'ensemble, le dosage en liant hydraulique et en eau est très précis. « Pour que le mélange soit parfaitement homogène en tout point de la nouvelle structure de chaussée, le malaxage a lieu en 3D : à la fois verticalement dans l'épaisseur et transversalement dans la largeur, grâce au malaxeur indépendant du rotor de décohesion » précise Hervé Dumont.

Cet atelier mobile est habituellement employé pour le retraitement en place des chaussées d'autoroutes, de départementales, de plates-formes portuaires ou aéroportuaires.

« Cette machine intervient cette fois-ci en plein cœur de ville. Aux spécificités techniques liées à son emploi, s'ajoute donc la délicate gestion de la circulation toute proche des autobus et des piétons » souligne Alain Vigneau, chef de l'agence Pays de Loire d'Eiffage. Car si la circulation des automobiles est déviée depuis le début des travaux, les bus continuent d'emprunter le Cours des 50 Otages, mais sans s'y arrêter. L'accès aux commerces et la circulation piétonne sur les trottoirs sont très peu perturbés et les tramways circulent normalement.



La phase de compactage suit le passage de la niveleuse.



Lors des travaux, les bus continuent d'emprunter le Cours des 50 Otages mais sans s'y arrêter, et les tramways circulent normalement.

≡ Livrer le liant hydraulique routier juste à temps

Le retraitement des matériaux en place évite la circulation des nombreux poids lourds qui, sinon, auraient été chargés d'évacuer les gravats puis d'apporter de nouveaux matériaux. Selon les caractéristiques du chantier, le trafic poids lourds peut ainsi être divisé par 5 à 10, ce qui va dans le droit fil d'une logique de développement durable.

Pièce maîtresse du chantier, la livraison du liant hydraulique routier en centre-ville par deux camions-citernes de 25 tonnes doit être effectuée « juste à temps » pour éviter toute rupture d'approvisionnement.

« *Aucun stock tampon n'était envisageable sur ce chantier, faute de place. La livraison doit donc avoir lieu tôt le matin à condition de ne pas arriver plus d'un quart d'heure à l'avance pour ne pas encombrer le chantier, qui reste en partie sous circulation, ni trop tard pour ne pas interrompre le fonctionnement de l'atelier mobile de retraitement. Tenir compte des diverses contraintes de circulation et de sécurité, ainsi que respecter un timing serré pour effectuer 150 km depuis notre usine de production de Saint-Pierre-La-Cour (Mayenne) : ce n'est pas simple. Aussi, seul un pilotage de l'opération par une équipe logistique dédiée, à la rigueur quasi militaire, nous a permis d'obtenir le zéro défaut : arriver exactement à l'heure* » confie

Jean-Christophe Redon, responsable Travaux Publics région Ouest de Lafarge Ciments.

≡ Le délicat traitement des émergences

« *Le chantier se déroule en deux phases : le retraitement d'une voie, puis celui de l'autre, afin de toujours maintenir un couloir de circulation pour les bus et les véhicules de secours et d'assistance. Après l'intervention de l'atelier mobile de retraitement, suivent le passage d'une niveleuse et d'un compacteur, avant l'application d'une protection monocouche et la remise en place des bordures et pavages en périphérie* » explique Alain Vigneau.

Lors du chantier, deux difficultés majeures doivent aussi être gérées : la présence de réseaux enterrés et d'émergences. Cela sous-entend une bonne reconnaissance préliminaire du site. « *Dans le cas présent, le chantier est situé sur un site relativement récent : il n'y a donc aucune mauvaise surprise au niveau des réseaux enterrés car ils sont parfaitement repérés et répertoriés. Pour les émergences, il suffit d'abaisser leur niveau à la cote sous la machine, à chaque fois que cela s'avère possible, puis de les remettre à leur cote initiale après son passage. Sinon, la machine contourne l'émergence en retraitant juste à côté* » commente Alain Vigneau.

Pour les ronds-points, l'atelier

mobile réalise des bandes parallèles successives, car il ne peut pas avoir un rayon de braquage aussi réduit. « *Sur toute la longueur de son tracé, la nouvelle structure de chaussée ne présente aucun joint : en effet, à la reprise du chantier, la machine se recoupe sur le dernier mètre réalisé la veille et fusionne les matériaux avec ceux du nouveau tronçon. Comme les deux voies seront séparées par une bordure, il n'y a donc pas de raccordement axial entre les deux parties* » précise Alain Vigneau.

≡ Une forte implication du laboratoire

« *La présence des membres du laboratoire sur le chantier est indispensable pour vérifier la régularité du dosage en liant hydraulique. Ajusté directement au niveau du malaxeur, comme pour une centrale à béton fixe, le dosage en eau est aussi contrôlé de près. L'intensité et la régularité du compactage sont aussi régulièrement vérifiés. L'objectif est de s'assurer que les matériaux soient retraités de la manière la plus homogène possible pour éviter la manifestation ultérieure de comportements différentiels* » souligne Hervé Dumont.

Puis, à la fin du chantier, la bonne montée en résistance des matériaux traités est mesurée par déflexion. « *La portance atteinte dépasse même les objectifs fixés car elle tendra vers une classe PF4, avant mise en œuvre de l'enrobé* » conclut Hervé Dumont. ≡



La mesure de densité sert à vérifier le bon compactage nécessaire à l'obtention de performances mécaniques élevées.