



**Info
#11**

MONTALIEU-VERCIEU
ISÈRE (38)

**Durable et 100 % local,
le premier giratoire
en béton de réfé-
rence de l'Isère**

**Info
#12**

ORLÉANS
LOIRET (45)

**Deux belles réalisa-
tions en béton
décoratif dans la
cité de Jeanne d'Arc**

**Info
#13**

LA BERNERIE-EN-RETZ
PAYS DE LA LOIRE (44)

**Piste cyclable en béton
et retraitement en place au
LHR pour un projet de requa-
lification urbaine durable**

**Info
#14**

RÉAU
SEINE-ET-MARNE (77)

**Une plate-forme
support de chaussée
innovante**



#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#voiriesetaménagementsbéton

CIMbéton a le plaisir de vous adresser le numéro 3 de *Routes La Revue*. À travers quatre reportages, nous vous présentons toute la richesse des solutions techniques à base de liant hydraulique routier (LHR) et de béton. En effet, l'utilisation du liant hydraulique routier est illustrée par deux reportages de chantiers représentatifs de la filière de valorisation des matériaux en place :

- > Le retraitement des chaussées en place au LHR pour entretenir structurellement les chaussées anciennes fatiguées (cf. « La Bernerie-en-Retz ; Pays de la Loire – Retraitement en place au LHR pour un projet de requalification urbaine durable ») ;
- > Le traitement des sols en place au LHR pour la stabilisation des arases et la confection des couches de chaussées (cf. « Réau ; Seine-et-Marne – Une plate-forme support de chaussée innovante »).

Quant à l'utilisation du béton, elle est illustrée par deux reportages de chantiers (4 réalisations) montrant à la fois la diversité des types de structures utilisées et la variété des techniques de traitement de surface retenues :

- > La structure composite en dalles béton non armé et à joints goujonnés sur fondation en grave-bitume BC5g/GB3, associée à un traitement de surface du béton par balayage (cf. « Montalieu-Vercieu ; Isère – Durable et 100% local, le premier giratoire en béton de référence de l'Isère ») ;
- > La structure en dalles béton non armé et à joints non goujonnés, associée à deux types de traitements de surface par désactivation et bouchardage (cf. « Orléans ; Loiret – Deux belles réalisations en béton décoratif dans la cité de Jeanne d'Arc ») ;
- > La structure en dalles béton non armé et à joints non goujonnés, associée à un traitement de surface par balayage (cf. « La Bernerie-en-Retz ; Pays de la Loire – Piste cyclable en béton pour un projet de requalification urbaine durable »).

Nous sommes sûrs que vous saurez apprécier ces quatre reportages montrant toutes les potentialités dans l'utilisation des LHR et des bétons pour construire, entretenir et aménager les infrastructures de la mobilité de demain. Vous pouvez, bien entendu, retrouver l'ensemble des reportages *Routes* et des cahiers techniques sur : www.infociments.fr/publications/routes

Bonne lecture
Joseph ABDO

MONTALIEU-VERCIEU

ISÈRE (38)



#mieuxcirculer

#mieuxvivre

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#carrefourgiratoire



Béton
balayé



1 400 m²



Isère

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre

Département de l'Isère

Contrôle extérieur

Laboratoire routier du département de l'Isère

Entreprises

Entreprise générale : Spie Batignolles-Favier

Mise en œuvre du béton : Minéral Concept

Aménagement (MCA), filiale du groupe Tebior

Fournisseur du béton

Béton Vicat (Meximieux, centrale de Pérouges)

Fournisseur du ciment

Ciment Vicat

PHOTO D'OUVERTURE : le nouveau giratoire

à trois branches situé à la sortie nord de Montalieu-Vercieu.



7, place de la Défense
92974 Paris-la-Défense Cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
E-mail : centrinfo@cim beton.net

Le premier giratoire en chaussée béton de l'Isère a été achevé le 20 novembre 2020. Le Département a souhaité expérimenter un ouvrage à la durabilité renforcée, destiné à résoudre la problématique de la sollicitation accélérée des giratoires en enrobé en cas d'important trafic de poids lourds. Après Pérouges dans l'Ain, en 2018, cette solution durable et 100 % locale a fait son chemin en Isère.

SITUATION

Situées dans le canton de Morestel, dans le Nord-Isère, les communes de Porcieu-Amblagnieu et de Montalieu-Vercieu sont limitrophes, bordées toutes deux à l'est par le Rhône, qui les sépare du département de l'Ain. Territoires d'anciennes carrières et agglomérations agricoles, elles se situent à faible altitude (200-350 m). Particularité : Montalieu-Vercieu accueille une Maison de la pierre et du ciment, espace d'exposition permanente qui retrace l'histoire du bassin carrier d'extraction de la pierre dite « de Villebois ».

ÉTAT DES LIEUX

Montalieu-Vercieu et Porcieu-Amblagnieu sont desservies par la RD1075, qui traverse les agglomérations du nord au sud, en suivant son tracé sur la rive gauche du Rhône. Ancienne route nationale avec un trafic important, la RD1075 assure la connexion entre le département de l'Ain et celui de l'Isère, en empruntant le pont de Lagnieu, à une dizaine de kilomètres plus au nord. Spécificité locale : la présence de carrières et d'usines dans les environs génère un important trafic de poids lourds (500 à 600 par jour, avec des convois exceptionnels de 250 tonnes).

Principale « victime » de ce trafic : le giratoire à trois branches en enrobé, situé à la sortie nord de Montalieu-Vercieu, sur le territoire de la commune voisine de Porcieu-Amblagnieu. Construit il y a une trentaine d'années, l'ouvrage présentait des stigmates d'usures avancées malgré des travaux d'entretien réguliers : orniérage du revêtement bitumineux ; arrachement des granulats en surface ; faiencage.

« Ce premier rond-point en béton de l'Isère est une solution innovante qui permet non seulement de sécuriser cette portion de route – très abîmée par un transit de poids lourds important, toutes les surfaces et les bordures devant être reprises –, mais également de veiller à notre environnement et de privilégier des solutions locales. Pour éviter le plus d'impact possible sur le commerce local, nous avons redoublé d'efforts pour terminer ce chantier au plus tôt, avec une réouverture le 16 novembre [au lieu du 30] », résume Bernard Pérezio, vice-président chargé de la voirie, des réseaux d'eau, de l'assainissement et de l'électrification rurale du département de l'Isère.

PROJET

En 2019, un projet de rénovation est mis à l'étude. « Cela faisait un moment que les élus locaux et le Département souhaitaient obtenir de nouvelles données sur l'état et la durabilité des voiries de ce secteur, commente Olivier Bonnard, conseiller départemental du canton de Morestel. Le cas du rond-point de Montalieu-Vercieu – Porcieu-Amblagnieu était symptomatique. Il était absolument nécessaire de le rénover. »

Objectifs

Le projet fait l'objet d'études et de réflexions. Plusieurs objectifs sont assignés au futur ouvrage :

- > Fluidifier et sécuriser le trafic
- > Avoir une durabilité la plus longue possible (vingt ans)
- > Limiter l'impact sur l'environnement
- > Permettre l'utilisation de matériaux locaux
- > Être résistant au cycle gel-dégel, condition impérative dans le département
- > Garantir une adhérence durable de la chaussée

Choix du béton

« À partir du moment où la décision de rénover le giratoire de Montalieu-Vercieu – Porcieu-Amblagnieu a été prise, le département de l'Isère s'est interrogé sur les matériaux à utiliser, reprend Olivier Bonnard. Avec Vicat, l'Isère est l'un des berceaux de l'industrie cimentière française. L'histoire de Montalieu-Vercieu est marquée par la pierre et la commune a un espace culturel dédié au ciment. Choisir de réaliser un giratoire en béton dans cette commune a beaucoup de sens du point de vue de l'histoire et de l'économie locale. »

L'argument de la durabilité, associée à la solidité de l'ouvrage, conforte ce choix. « Un giratoire en béton a une durée de vie deux fois plus longue que celle d'un rond-point en enrobé », insiste Olivier Bonnard.

Un moment envisagée, l'utilisation de BCMC (béton de ciment mince collé) est finalement écartée, notamment à cause du manque d'homogénéité de la couche d'assise existante, mis en évidence par différents sondages.

Feu vert pour un giratoire en béton ! Mais cette réalisation étant inédite en Isère, les services techniques du Département approfondissent minutieusement tous les aspects du projet. Sollicité, CIMbéton fournit les informations utiles et les règles de l'art dans le domaine. Élus et techniciens du Département visitent aussi plusieurs ouvrages de référence, dont le giratoire de Pérouges (Ain), situé à une quarantaine de kilomètres (cf. Routes 145, septembre 2018). Ils valident le choix du matériau.

Le choix définitif s'arrête sur la réalisation d'un giratoire en béton de classe mécanique BC5 goujonné, en mesure de répondre à la problématique actuelle et aux besoins de l'avenir. « Nos prévisions de trafic montrent une légère augmentation de la circulation dans l'avenir, mais pas de croissance spectaculaire », signale Richard Andréosso, le responsable de la filière Route du Haut-Rhône dauphinois.

Structure existante du giratoire

Les investigations menées (sondages, déflexions et prélèvements d'échantillons à différents endroits) montrent que le giratoire existant est constitué d'une couche de surface en enrobé (épaisseur de 6 cm), d'une assise en grave-bitume (épaisseur variant entre 30 et 40 cm) et d'une couche de forme en matériaux de type GNT. En outre, les sondages ont révélé la présence d'un décollement entre deux couches de la structure de chaussée à une vingtaine de centimètres de profondeur.

Choix de la solution d'entretien du giratoire

Le décollement de la structure à partir de moins 20 cm a orienté le Département vers un choix de structure du béton de type BC5g et d'épaisseur 20 cm / GB 8 cm de façon à :

- > supprimer le décollement existant de la chaussée ;
- > respecter la géométrie du giratoire existant ;
- > dimensionner le giratoire pour un trafic T1 à vingt ans, voire trente ans.

En 2020, la solution retenue consiste, après rabotage de la structure de chaussée sur une profondeur de plus ou moins 28 cm (jusqu'au niveau du décollement), à mettre en place un revêtement en béton BC5g (résistance à la compression C35/45 et résistance au fendage 3,2 MPa à joints goujonnés « g ») d'épaisseur 20 cm, appliqué sur la structure de chaussée restante, d'épaisseur minimale 8 cm.

Choix de l'entreprise

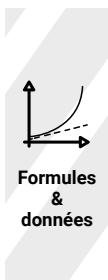
Après un an de tests et d'études, le projet est fin prêt. L'appel d'offres est lancé.

Le groupement Spie Batignolles-Favier – MCA (Minéral Concept Aménagement) remporte le marché. L'entreprise Spie Batignolles-Favier, basée à Morestel, réalisera les travaux de VRD ;



▲ « Choisir de réaliser un giratoire en béton dans cette commune a beaucoup de sens du point de vue de l'histoire et de l'économie locale », rappelle Olivier Bonnard.

Un giratoire en béton a une durée de vie deux fois plus longue que celle d'un rond-point en enrobé.



La solution retenue consiste, après rabotage de la structure de chaussée sur une profondeur de plus ou moins 28 cm, à mettre en place un revêtement en béton BC5g (résistance à la compression C35/45 et résistance au fendage 3,2 MPa à joints goujonnés « g ») d'épaisseur 20 cm, appliqué sur la structure de chaussée restante, d'épaisseur minimale 8 cm.

MCA, basée à Pusignan (Rhône), filiale du groupe Tebior, membre du Specbea et spécialiste du béton décoratif, réalisera la mise en œuvre du béton. L'entreprise est particulièrement motivée par la technicité du chantier et par la validation de son savoir-faire sur un tel ouvrage. Le béton BC5 sera fourni par la centrale Vicat de Pérouges.

TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Début octobre 2020, les phases préparatoires du chantier commencent, avec de nombreux essais, notamment sur la formulation du béton, sa résistance à l'écaillage, le type de balayage, les essais volumétriques de macrostructure (profondeur moyenne de texture) et le calepinage des trois types de joints (retrait-flexion, dilatation, longitudinaux).

Gestion de la circulation

Durant les phases de séchage, la route doit rester fermée. Plusieurs procédés sont employés pour réduire ces temps. Une analyse fine a été menée sur l'exploitation du chantier et son organisation afin de limiter au maximum les nuisances pour les usagers.

Démolition et rabotage

Spie Batignolles-Favier se charge de la préparation du chantier, avec la démolition de l'ancienne structure jusqu'au décollement, la modification des réseaux, le revêtement des îlots et des trottoirs, le rabotage et le reprofilage de l'ancienne chaussée.

Mise en place de nouvelles bordures

« Spie Batignolles-Favier a mis en place de nouvelles bordures dotées de fondations renforcées, car, sur les giratoires classiques, elles s'arrachent régulièrement. Nous souhaitons que la durabilité des bordures soit en phase avec l'espérance de vie de l'ouvrage en béton », précise Richard Andréosso, le responsable de la filière Route à la direction du Haut-Rhône dauphinois de l'Isère.

Harmonisation de la GB

L'ancien tapis d'enrobés et une partie de la grave-bitume (jusqu'au niveau du décollement) ont été retirés.

Une purge et un reprofilage général ont été réalisés de façon à reconstituer une structure homogène en enrobés sous la future dalle béton et à éviter les tassements différentiels.

L'épaisseur résiduelle de la structure de chaussée restante était de 15 à 17 cm.

Cette purge a permis d'établir la portance de la plate-forme à 80 MPa.

Coffrage, ferrailage et goujonage

Les fers de liaison et les goujons métalliques (quelque 2 147 goujons au total, d'une longueur de 0,45 m et d'un diamètre de 25 mm, avec un revêtement antiadhérent de 0,5 mm, espacés tous les 30 cm) ont été disposés sur des supports et fixés sur la grave-bitume, à mi-hauteur des dalles et à cheval sur les joints transversaux, selon le calepinage prévu.

BÉTONNAGE

Le coulage a débuté le 3 novembre. En accord avec tous les intervenants, il s'est effectué en quatre phases.

« Au total, nous avons livré 280 m³ de béton BC5 en provenance de notre centrale de Pérouges (Ain), située à une trentaine de kilomètres au nord de Montalieu-Vercieu, explique Sabrina Pighetti, manager du secteur Rhône-Saône chez Béton Vicat. Les granulats utilisés provenaient également de la carrière de granulats Vicat de Pérouges. Soit environ 70 m³ par phase de coulage (une phase pour l'anneau intérieur, une phase pour l'anneau extérieur, une phase pour les dalles de transition et une phase pour les bretelles d'accès). » Il s'agissait à chaque fois d'une formule XF4 D3 pompable (S2-S3) pour tenir compte de l'accessibilité réduite au plan de ferrailage et de goujonage.

« Chaque plan de coulage a été validé par le Département, précise de son côté Sylvain Boyon, le chargé d'affaires béton de MCA. Nous avons également systématiquement vérifié la consistance du béton et réalisé des éprouvettes et des contrôles de résistance en fendage et en compression. »

Régalé à la pompe, le béton est ensuite réparti à la pelle et au râteau, puis taloché.

Vibration

« Une fois le béton pompé, nous l'avons travaillé par vibration externe à la règle vibrante pour bien le fermer et ainsi assurer la résistance et la classe d'exposition, précise encore Sylvain Boyon de MCA. Nous n'avons fait que très peu de vibrations à cœur, à l'aiguille vibrante, essentiellement dans les endroits difficiles comme les pieds de coffrage. Si l'on vibre trop avec une formule pompable (S2-S3), le risque est de créer un problème de tenue du béton. Nous n'avons pas eu



↑ Le giratoire a été doté de nouvelles bordures dont les fondations ont été renforcées pour éviter les retournements.



↑ Après l'homogénéisation de la fondation en GB, l'entreprise a procédé à l'installation des coffrages et des paniers de goujons, conformément au plan de calepinage.



↑ Le béton pompé a été réparti et étalé manuellement, puis vibré à la règle vibrante pour assurer son bon serrage.



⤴ Le balayage, une étape cruciale pour obtenir une bonne PMT, gage d'adhérence sur le long terme pour les véhicules.



⤴ La protection du béton a été assurée par un produit de cure qui a été pulvérisé immédiatement après le traitement de surface.



⤴ Réalisation des dalles de transition.

besoin d'utiliser du très gros matériel : la règle vibrante classique s'est révélée être une bonne méthodologie. Le savoir-faire de nos hommes a fait le reste. Le nivellement et la planéité ont été parfaitement assurés, l'écoulement des eaux s'effectuant sur les exutoires. »

Balayage et PMT

Dernier aspect et non des moindres : la profondeur moyenne de texture (PMT), qui permet de quantifier la macrotecture et qui détermine l'adhérence des véhicules. Sur un giratoire en chaussée béton, cette PMT résulte du balayage effectué à la surface du béton fraîchement coulé. Ce balayage texture la surface en y imprimant des stries. La régularité et la forme de ces stries peuvent varier selon le balai utilisé et l'aspect final recherché. *« Cela a constitué un autre point de vigilance très important, se souvient Sylvain Boyon de MCA. Avec un balayage fin, nous obtenions une PMT proche de celle d'un BBSG. Mais après dix ou quinze ans de circulation sur l'ouvrage, le risque était de perdre en adhérence. Il nous a fallu réaliser plusieurs essais en phase préparatoire pour trouver le bon type de balayage, légèrement plus grossier, tout en restant régulier et esthétique pour garantir une PMT à long terme. Le laboratoire routier du Département nous a accompagnés dans cette démarche. »*

Cure

Un produit de cure a été immédiatement pulvérisé sur le béton, après sa mise en œuvre, pour éviter sa dessiccation.

Joint

Trois types de joints ont été réalisés sur le nouveau giratoire de Montalieu-Vercieu, conformément au schéma de calepinage :

- > 120 ml de joints de construction sur la hauteur totale du béton et d'une largeur de 1 cm.
- > 600 ml de joints de retrait d'une largeur de 1 cm sur 7 cm de profondeur (soit un tiers du dallage). Il s'agit d'un présciage.

Après vingt-huit jours de séchage et à maturité du béton, les joints ont été sciés et chanfreinés, puis dotés d'un fond de joint, avant d'être garnis pour assurer une bonne étanchéité, garante de la pérennité de l'ouvrage.

- > 50 ml de joints de dilatation et goujonnés ont été également réalisés.

Dalles de transition

Comme son prédécesseur, le nouveau giratoire de Montalieu-Vercieu comporte trois branches. L'entrée de chacune d'entre elles, juste avant l'anneau en béton, concentre les zones de freinage et de réaccélération des poids lourds. Dans ces aires soumises à de fortes contraintes, une dalle de transition (également en béton goujonné) a été réalisée. *« Il s'agissait d'un des points de vigilance les plus importants du chantier », souligne Sylvain Boyon de MCA. D'une longueur totale de 1,30 m, ces dalles de transition ont chacune une épaisseur qui décroît de 23 à 10 cm pour former un talon. Destinées à être recouvertes par de l'enrobé, comme le prolongement de la chaussée, elles assurent un raccordement robuste, qui transfère progressivement les efforts exercés par les poids lourds. Cela réduit ainsi les risques de déformation de l'enrobé en limite de béton, qui conduirait à l'apparition d'une marche et d'épaufrures. Un angle de 10 degrés par rapport à la rive de chaussée permet de limiter l'effet dynamique simultané du trafic sur le joint.*

PLANNING

Courant novembre, alors que la mise en œuvre du béton avait commencé au début du mois, la MO-MOE demande à l'applicateur d'accélérer le chantier. Objectif : la mise en circulation du nouvel ouvrage avant les fêtes de fin d'année. *« On nous a demandé d'être efficaces et nous l'avons été, dit en souriant Sylvain Boyon de MCA. Nous avons doublé nos effectifs et nous nous sommes mis à travailler les week-ends. Nous avons ainsi réalisé de gros coulages qui nous ont permis de bien maîtriser un planning serré en travaillant simultanément sur les trois éléments-clés du chantier : les anneaux intérieur et extérieur ainsi que les bretelles d'accès. »*

« La rapidité d'exécution de MCA, doublée d'une belle réactivité, a été l'un des enseignements de ce chantier, reconnaît Richard Andréosso, le responsable filière Route à la direction du Haut-Rhône dauphinois de l'Isère. Cette vélocité a été rendue possible par l'utilisation d'un matériel léger mais parfaitement adapté et par le grand professionnalisme des équipes. »

MÉTÉO

Le parfait respect du planning est également dû à une météo clémente pour le mois de novembre. *« Nous sommes passés entre les gouttes, résume Sylvain Boyon. Nous n'avons eu qu'un seul coulage décalé et le fait d'avoir pu accélérer au bon moment nous a permis d'éviter les perturbations de décembre. »*

FIN DES TRAVAUX

Le chantier du nouveau giratoire de Montalieu-Vercieu a pris fin le 16 novembre 2020, soit seulement deux semaines après la fin de la mise en œuvre du béton. L'ouvrage a été réceptionné, mais il n'a pu être officiellement inauguré pour cause de Covid-19.

BILAN

« La réalisation du giratoire en béton de Montalieu-Vercieu est une date importante dans l'histoire de MCA, commente Sylvain Boyon. Je tiens à souligner la très bonne coordination entre tous les intervenants, du département de l'Isère en tant que MO-MOE à Vicat, fournisseur du béton, et à l'entreprise Spie Batignolles-Favier, notre mandataire. Cela a permis une très bonne synchronisation au service d'un bel ouvrage. »

Même satisfaction pour Sabrina Pighetti, la manager du secteur Rhône-Saône de Vicat. « Nous sommes toujours heureux et fiers de pouvoir démontrer l'intérêt du béton dans le domaine des infrastructures routières. Nous sommes friands de ce genre d'expérience. » ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > 1 400 m², soit 280 m³ de béton BC5g représentant 12 jours de mise en œuvre.
- > 770 ml de joints
- > 2 147 goujons
- > 300 ml de bordures
- > 650 t d'enrobés

LIENS UTILES

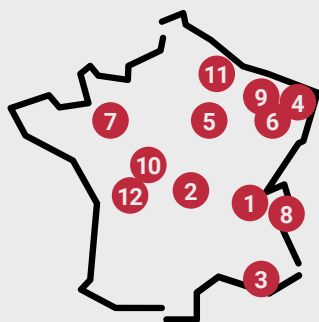
- > Conseil départemental de l'Isère
www.isere.fr
- > Spie Batignolles
www.spiebatignolles.fr
- > Minéral Concept Aménagement (MCA)
www.tebior.com

- > Vicat
www.vicat.fr
- > Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

⤴ Le chantier du nouveau giratoire de Montalieu-Vercieu a pris fin le 16 novembre 2020, soit seulement deux semaines après la fin de la mise en œuvre du béton.



Quelques références de chantiers sur les carrefours giratoires



T 56

Carrefours giratoires. Des solutions durables en béton de ciment
Collection technique, CIMbéton, 2005.

Guide technique

Carrefours giratoires en béton
IDRRIM, 2015.

T 63

Carrefours giratoires en béton.
Tome 1 - Guide de dimensionnement
Collection technique, CIMbéton, 2003.

Guide technique

Carrefours giratoires en béton
Specbea, 2015.

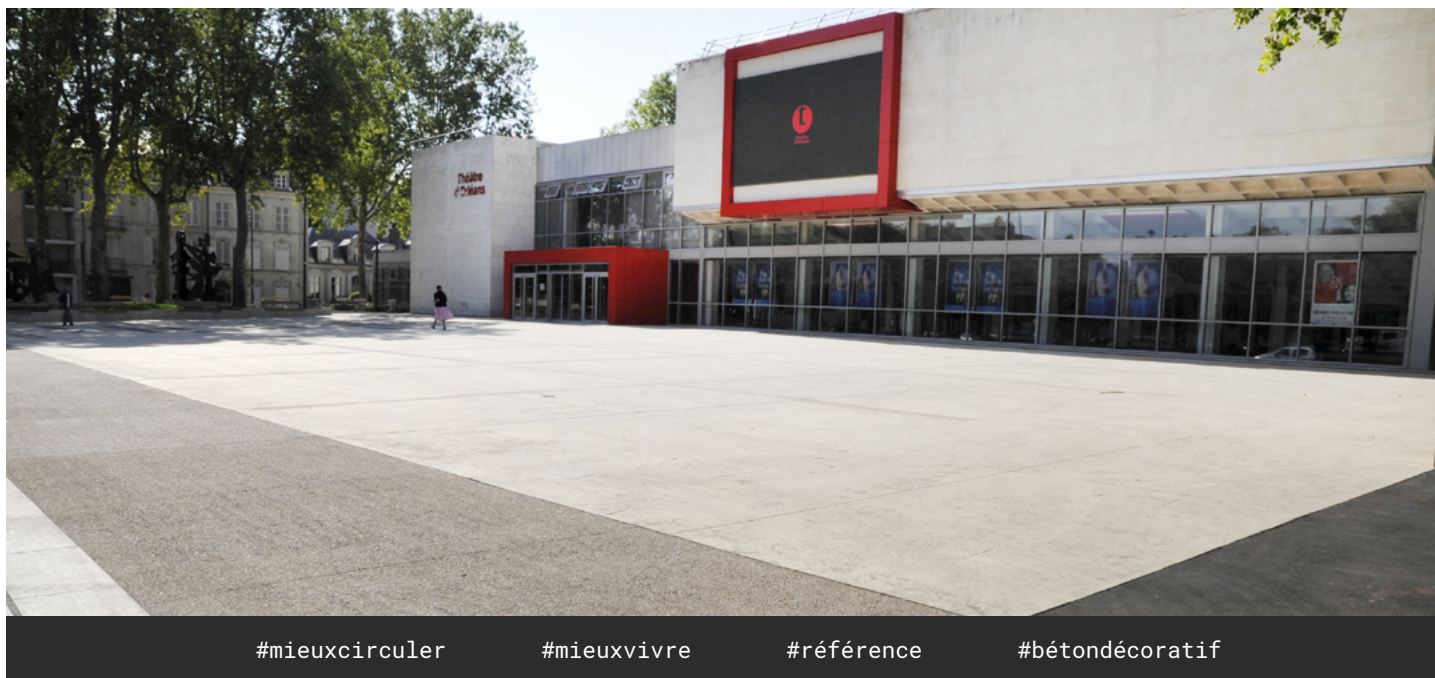
T 64

Carrefours giratoires en béton.
Tome 2 - CCTP type - BPU - DE
Collection technique, CIMbéton, 2009.

≡ Direction de la publication : François Redron
≡ Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Joseph Abdo
≡ Rédaction en chef : Charles Desjardins

≡ Reportages, rédaction : SCML Médias, Joseph Abdo, Étienne Diemert
≡ Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
≡ Crédits photos : Conseil départemental de l'Isère, Minéral Concept Aménagement.

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex. Tél. : 01 55 23 01 00 - E-mail : centrinfo@cimbeton.net



#mieuxcirculer

#mieuxvivre

#référence

#bétondécoratif



Béton
décoratif



1 450 m²



Loiret

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Ville d'Orléans (direction de la culture)

Maîtrise d'œuvre

Orléans Métropole (direction de l'espace public)

Entreprise générale pour le parvis du théâtre

Eurovia

Entreprise générale pour le jardin : Colas

Entreprise de mise en œuvre du béton décoratif
TAE

Fournisseur du béton : Minier béton

Fournisseur du ciment : Ciments Calcia

PHOTO D'OUVERTURE : Rénovée grâce au béton, la vaste esplanade du théâtre accueille de nombreuses manifestations culturelles et festives.



7, place de la Défense
92974 Paris-la-Défense Cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
E-mail : centrinfo@cimbeton.net

Esthétique, résistant et durable, le béton permet de réaliser des ouvrages remarquables, qu'il s'agisse de création ou de réhabilitation. Deux belles illustrations à Orléans, la cité qui garde le souvenir de la fameuse Pucelle. Elle y est célébrée fidèlement chaque année, depuis plus de cinq cents ans.

SITUATION

Préfecture du Loiret et capitale de la région Centre-Val de Loire, Orléans se situe à seulement 120 km de Paris vers le sud, aux portes de la Sologne et de la Beauce. Bordée par la Loire, la cité historique constitue un pôle d'attraction dynamique au sein d'une aire urbaine de près de 280 000 habitants. Ancienne capitale du royaume des Francs au V^e siècle, sous Clovis, la ville célèbre chaque année sa libération de l'occupation anglaise par Jeanne d'Arc durant la guerre de Cent Ans (le 8 mai 1429). Depuis 2018, ces festivités sont inscrites à l'inventaire du patrimoine culturel immatériel de la France.

LE PARVIS DU THÉÂTRE D'ORLÉANS

État des lieux

Symbole de renouveau et de modernité, le théâtre d'Orléans a ouvert ses portes en 1975. Après plus de quatre décennies de bons et loyaux services, il méritait une seconde jeunesse. C'est ce que la municipalité lui a finalement offert. Le bâtiment, « *une architecture des années 1970* », justifiait une intervention : « *un beau bâtiment avec des lignes très sobres, épurées* », mais qui avait besoin « *d'être modernisé* », selon les mots de Nathalie Kerrien, l'adjointe à la culture de la ville d'Orléans, au lancement du projet.

Situé juste devant, le parvis demandait également une intervention de grande envergure. C'est en effet sur cette vaste esplanade que se déroulent, depuis sa création, de nombreuses manifestations culturelles et festives, dont certaines liées aux fêtes johanniques, chères aux Orléanais. Consciente de l'enjeu, la municipalité a souhaité une rénovation de qualité. « *Tout sera rafraîchi* », s'était engagée, à l'époque, Nathalie Kerrien.

Projet

La rénovation du parvis va de pair avec la modernisation intérieure du théâtre. À l'extérieur, les circulations doivent être mises aux normes afin de permettre l'accès aux personnes à mobilité réduite ainsi que celui des piétons et des cyclistes aux abords du parvis. La végétalisation et l'éclairage sont à repenser pour apporter fraîcheur et convivialité. Le projet prévoit également la réfection totale du dallage et son ornementation avec des motifs géométriques, destinés à

animer l'esplanade en la rendant plus accueillante.

Enfin, cinq sculptures de l'artiste orléanais Roger Toulouse ont été installées à l'ouest du parvis, sous les platanes.

Objectifs

Le projet fait l'objet de nombreuses études et réflexions.

Plusieurs objectifs sont assignés à cette rénovation qualitative :

- > Assurer une meilleure visibilité du lieu culturel ainsi que la promotion de ses activités et de sa programmation (théâtre, spectacles, chorégraphie).
- > Améliorer l'accessibilité et le confort des manifestations, à l'extérieur comme à l'intérieur, ainsi que du restaurant attenant au théâtre et de sa terrasse.
- > Faciliter la transition extérieur-intérieur, du parvis jusqu'à l'entrée du bâtiment.
- > Valoriser l'environnement et le cadre de vie du quartier.
- > Avoir une durabilité la plus longue possible.

Courant 2018, au terme de six mois de réflexion, le projet de rénovation est présenté aux usagers et aux riverains.

Choix du béton

L'une des spécificités du lieu est d'accueillir, une fois par an, en mai, lors de la célébration des fêtes de Jeanne d'Arc, une vaste scène où se déroulent de nombreuses animations en présence d'un public abondant.

Par ailleurs, le théâtre est doté d'un large accès en façade permettant l'intervention des engins de sapeurs-pompiers en cas d'incendie. Enfin, pour son fonctionnement et celui de son restaurant, l'établissement culturel nécessite un trafic régulier de véhicules plus ou moins imposants et lourds. « Ces paramètres, ainsi que la durabilité souhaitée de cette rénovation, ont orienté le choix du béton pour le revêtement de l'esplanade, explique Corinne Daudin, du service Ingénierie de la direction de l'espace public d'Orléans Métropole, maître d'œuvre du chantier. Un moment envisagée, la mise en œuvre d'un revêtement en pierre a été écartée. Nous avons réalisé de nombreuses planches d'essais. Finalement, la municipalité a assumé le choix du béton en prenant notamment en compte l'esthétique et la solidité du matériau. Avec sa minéralité, sa plasticité et sa résistance, le béton répondait parfaitement aux besoins spécifiques de ce chantier exigeant. »

Choix de l'entreprise

L'entreprise Eurovia remporte l'appel d'offres. Elle choisit de confier à la société TAE la mise en œuvre du béton décoratif. Basée à Blois, à Tours et à Rennes et dirigée par Jean-Yves Gonidec, TAE est un applicateur reconnu des solutions de béton décoratif en Centre-Val de Loire et dans l'Ouest.

Mise en œuvre

Les travaux débutent à la fin juin 2018, au terme de la saison artistique et culturelle. Comme prévu, ils concernent à la fois le théâtre et son parvis. Une partie d'entre eux doivent être terminés fin septembre pour le lancement de la saison culturelle, une autre devant se poursuivre jusqu'à fin 2018, sans incidence sur la programmation et les spectacles proposés par les différentes structures du théâtre d'Orléans.

> Organisation de la circulation

Dès le début des travaux, la circulation des piétons et des cyclistes est déviée. La présence d'une base de vie, sise avenue Pierre-Ségelle, et d'une zone de stockage entraîne la neutralisation du stationnement.

> Travaux préparatoires

- Démolition de l'ancien parvis
Elle est assurée par Eurovia.
- Qualité de la plate-forme support

La plate-forme support, mise à nu par la démolition de l'ancien parvis, était en bon état sauf à certains endroits où il a fallu réaliser des purges localisées pour lui conférer l'homogénéité et la portance requises. « Vérification faite, après échantillonnages, la plate-forme support du parvis s'est révélée très solide, commente Jean-Yves Gonidec de TAE. À certains endroits, il y avait déjà du béton. » « La couche de forme avait effectivement conservé les caractéristiques d'un traitement au liant hydraulique effectué dans les années 1970 », confirme, de son côté, Corinne Daudin d'Orléans Métropole.

> Plan de calepinage

Il donne lieu à de nombreux échanges entre la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et l'entreprise TAE. Ils débouchent sur un choix qui concilie harmonieusement contraintes techniques et valorisation esthétique.



⤴ Le nouveau parvis en béton met en valeur la façade rénovée du théâtre. Conçue par le cabinet d'architecture Heudé et Heudé, elle est ornée de deux cubes rouges : l'un au niveau de l'entrée et l'autre accueillant un écran LED de 30 m² annonçant la programmation.



⤴ Travaux de démolition de l'ancien parvis et mise à nu du support.

L'une des spécificités du lieu est d'accueillir, une fois par an, en mai, lors de la célébration des fêtes de Jeanne d'Arc, une vaste scène où se déroulent de nombreuses animations en présence d'un public abondant.

> Mise en œuvre du béton

Un même béton est utilisé sur l'ensemble du chantier. De consistance adaptée, il est coulé sur une épaisseur de 17 cm directement à la goulotte, avant d'être réparti à la pelle ou au râteau et tiré à la règle. « Il n'a pas été vibré », précise Jean-Yves Gonidec de TAE. Au total, 325 m³ sont mis en œuvre sur une surface de 1 450 m².

> Finitions de surface

Après la mise en œuvre du béton, l'entreprise a procédé immédiatement au traitement de surface afin de conférer au revêtement la fonction de structuration/d'animation, les qualités esthétiques et surtout les qualités d'adhérence exigées.

Pour y parvenir, trois finitions de surface et trois colorations sont mises en œuvre tour à tour sur le parvis, en fonction d'un phasage minutieux, pour réaliser certaines zones et pour dessiner les motifs de la décoration cursive souhaitée par la municipalité. Chacun d'eux fait l'objet d'une finition de surface spécifique :

- Béton désactivé à base de ciment gris et de granulats 4/10 de calcaire local de couleur claire.
- Béton sablé sur durcisseur charbon Viasol avec charge scintillante (quartz) avec une coloration noire. Il est utilisé pour signaler l'entrée du théâtre et baliser les cheminements.
- Béton imprimé « Empreinte pierre » sur durcisseur couleur sable, démoulant blanc avec des moules aux formes aléatoires pour obtenir un effet « roche brute ».



▲ Vue générale du chantier de mise en œuvre des bétons.



▲ Trois finitions de surface et trois colorations sont mises en œuvre sur le parvis : béton sablé sur durcisseur charbon Viasol avec charge scintillante (quartz) pour les bandes sombres, béton imprimé « Empreinte pierre » sur durcisseur couleur sable pour l'effet « roche brute » et béton désactivé de couleur claire.

> Cure

En juillet et en août 2018, les coulages s'effectuent sous des températures caniculaires avoisinant les 40 °C. Les équipes de TAE prennent un soin particulier à vaporiser les produits de cure à la surface du béton et à toujours maintenir une humidité suffisante pour la bonne prise du béton. Objectif : empêcher la formation de fissures, favorisées par une dessiccation trop rapide du béton.

> Calepinage des joints

Les joints, en correspondance soignée avec les motifs décoratifs, sont réalisés dès le lendemain du coulage. « Selon une habitude que nous avons prise et que je recommande, un joint sur trois a été scié sur toute la "hauteur" du béton, soit 17 cm », commente Jean-Yves Gonidec.

Météo

En dépit des fortes chaleurs et grâce à la vigilance des équipes de TAE, la météo n'a pas interféré avec la qualité du chantier.

Réouverture à la circulation

La zone du chantier a été rouverte à la circulation au début du mois de septembre 2018, comme prévu.

Inauguration

Le nouveau parvis du théâtre d'Orléans a été inauguré à l'été 2019, soit un an après sa réalisation. Il a repris du service, doté de ses nouveaux atours et fidèle à sa vocation de lieu de rencontre et d'animation. Ainsi, le samedi 20 mars 2021, près de 500 personnes s'y sont donné rendez-vous pour exprimer leur soutien aux acteurs culturels en cette période de lutte contre la Covid-19 et demander la réouverture rapide des lieux d'art et de culture. Symbole de modernité, sur une idée du cabinet d'architecture Heudé et Heudé, la façade du théâtre a vu l'installation de deux cubes rouges : l'un positionné au niveau de l'entrée ; et l'autre pour accueillir un écran LED de 30 m² permettant d'annoncer la programmation culturelle.

Bilan

« Ce magnifique chantier, qui s'est parfaitement déroulé, est, pour moi, la meilleure illustration de ce que l'on peut réaliser avec le béton, tant du point de vue de l'esthétique que de la durabilité, s'enthousiasme le dirigeant de TAE, Jean-Yves Gonidec. On peut tout faire avec le béton ! C'est un matériau caméléon ! »



➤ Au-delà du parvis, l'environnement immédiat du théâtre a également fait l'objet d'un réaménagement et d'un embellissement grâce au béton, notamment l'espace arboré dédié aux sculptures de l'artiste orléanais Roger Toulouse (ci-contre) et la terrasse du restaurant attenant au théâtre (en bas à gauche).



BIENVENUE AU JARDIN DES PLANTES

Situé sur la rive gauche de la Loire, le Jardin des Plantes d'Orléans a lui aussi connu une véritable cure de jouvence grâce au béton décoratif. Après d'importants travaux de voirie visant à « réguler » la circulation sur la RD2020 (boulevard Roger-Secrétain : 45 000 véhicules/jour) qui le longe à l'ouest et après la création d'un nouvel accès au Jardin des Plantes, l'espace vert a été totalement restructuré, désenclavé et embelli pour créer un nouveau parvis paysager. Cet aménagement récent, qui favorise les circulations douces et les promenades, s'ouvre sur le quartier et rapproche les équipements qui sont à proximité, notamment un établissement scolaire (groupe scolaire du Jardin des Plantes) et le Lab'O, un « incubateur de start-up numériques ».

Réalisation remarquable : ses cheminements à base de béton blanc et de gros granulats de calcaire local 0/60 (Pontijou, près de Blois), avec une finition bouchardée, mis en valeur par d'élégantes bordures calcaires incrustées. Réalisés en mars et en avril 2019 par la société TAE de Jean-Yves Gonidec, ces cheminements ont nécessité quelque 70 m³ de béton confectionné par Minier Béton sur la base d'un ciment blanc de Ciments Calcia. ■



▲ Les cheminements en béton du Jardin des Plantes ont été réalisés en mars et en avril 2019. Signe particulier : ils sont en béton blanc intégrant de gros granulats de calcaire local 0/60 (Pontijou, près de Blois), avec une finition bouchardée.

EN QUELQUES CHIFFRES

> Parvis du théâtre

17 cm d'épaisseur de béton
325 m³ de béton mis en œuvre

> Jardin des Plantes

70 m³ de béton pour les cheminements

LIENS UTILES

> Ville d'Orléans

<https://www.orleans.fr>

> Orléans Métropole

<https://www.orleans-metropole.fr>

> TAE (Travaux d'aménagements extérieurs)

<https://www.tae37.eu>

> Minier Béton

<https://www.minier.fr>

> Ciments Calcia

www.ciments-calcia.fr

> Eurovia

<https://www.eurovia.fr>

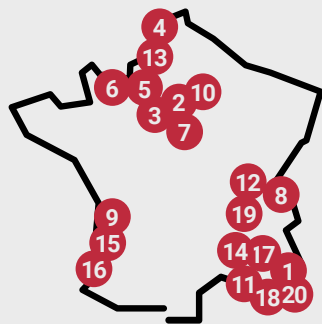
> Colas

<https://www.colas.com>

> Infociments Routes

<https://www.infociments.fr/route>

Quelques références de chantiers en béton bouchardé et désactivé



1. Cannes (06)

La « cité des festivals » embellit le boulevard Gazagnaire - Routes N°149

2. Paris-Saclay (91)

Trottoirs et voiries en béton - Routes N° 149

3. Parc des Chanteraines (92)

Chantier circulaire - Routes N° 149

4. Berck-sur-mer (62)

Le béton fait onduler l'Entonnoir - Routes N°148

5. Vernon (27)

Un béton désactivé de sable pour redécouvrir le charme des rives de la Seine - Routes N°147

6. Bretteville-sur-Odon (14)

Le béton redonne vie et beauté au quartier Koenig - Routes N°144

7. Valenton (94)

La Tégéval avance en vert avec le béton stabilisé - Routes N°143

8. Pringy (74)

Belle fusion en béton avec Annecy - Routes N° 143

9. La Teste-de-Buch (33)

Béton décoratif façon « Arcachon » - Routes N° 142

10. Louveciennes (78)

Trois bétons cloutés et désactivés pour les cheminements du nouvel éco-quartier des Plains Champs - Routes N°142

11. Salon-de-Provence (13)

Parvis rénové du château de l'Empéri - Routes N° 141

12. Bourg-en-Bresse (01)

Carré Amiot - Routes N° 140

13. Dieppe (76)

Béton « écaillé » pour le Val Druel - Routes N° 139

14. Grenoble (38)

9 000 m² de béton désactivé pour le

parvis de la nouvelle gare - Routes N°139

15. Hossegor (40)

Des bétons élégants pour la capitale du surf - Routes N°139

16. Lormont (33)

Rénovation urbaine - Routes N° 138

17. Montélimar (26)

Collège ultramoderne et connecté - Routes N° 133

18. Marseille (13)

Aménagement zone portuaire - Routes N° 132

19. Lyon confluence - Rhône (69)

Rives de Saône - Routes N° 128

20. Var (83)

Port-Fréjus 2 - Routes N° 127

À retrouver sur spebea.com

T 50

Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 1 : Conception et dimensionnement

Collection technique, CIMbéton, 2019.

T 51

Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 2 : Mise en œuvre

Collection technique, CIMbéton, 2009.

T 52

Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 3 : Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP-Type ; Bordereau de prix unitaire BPU ; Détail estimatif DE

Collection technique, CIMbéton, 2007.

T 53

Espaces urbains en béton désactivé. Conception et réalisation

Collection technique, CIMbéton, 2005.

Les bétons décoratifs

Voiries et aménagements urbains. Tome 1 : Finitions, gestes et techniques

Spebea, 2014.

Les bétons décoratifs

Voiries et aménagements urbains. Tome 2 : Entretien et rénovation

Spebea, 2016.

Les bétons décoratifs

Voiries et aménagements urbains. Tome 3 : Les règles de l'art

Spebea, 2019.

☰ Direction de la publication : François Redron
 ☰ Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Joseph Abdo
 ☰ Rédaction en chef : Charles Desjardins

☰ Reportages, rédaction : Fenêtre sur cour, Joseph Abdo, Étienne Diemert
 ☰ Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
 ☰ Crédits photos : Joseph Abdo/CIMbéton, Charles Desjardins/CIMbéton, Orléans Métropole/Mairie d'Orléans.

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex. Tél. : 01 55 23 01 00 - E-mail : centrinfo@cimbeton.net



#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#lianthydrauliqueroutier

#pistecyclable



Béton



Liant
hydraulique
routier



+8 000 m²



Pays de
la Loire

Pour le réaménagement de l'avenue Gilbert-Burlot et la création d'une piste cyclable bidirectionnelle en site propre, la commune de La Bernerie-en-Retz a fait le choix du béton pour l'itinéraire « vélo » et du retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR) pour la chaussée. Avec une noue pour améliorer la gestion des eaux pluviales et apporter une présence végétale, elle donne un nouveau visage à ce tronçon de la Vélodyssée, la véloroute de l'Atlantique.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Mairie de La Bernerie-en-Retz

Maîtrise d'œuvre

Phytolab (mandataire)

GCA Ingénierie (cotraitant)

Entreprise

Colas

Fournisseur du béton

LafargeHolcim

Fournisseur du liant hydraulique routier

LafargeHolcim

PHOTO D'OUVERTURE : Vue de l'avenue Gilbert-Burlot après requalification.

SITUATION

Située sur le littoral atlantique, à un peu moins de 50 km de Nantes, La Bernerie-en-Retz est une petite station balnéaire à caractère familial. Voisin de Pornic, cet ancien village de pêcheurs et de charpentiers de marine a longtemps été renommé pour sa source ferrugineuse, bienfaisante et guérissante. Mais dès le début du XX^e siècle, ce n'est plus l'eau douce qui attire la population mais l'eau salée de l'Océan. Rapidement, la commune se transforme en station balnéaire. Elle séduit aujourd'hui toujours autant les familles, pour sa pêche à pied notamment, mais aussi parce qu'elle possède un bassin d'eau de mer, unique sur le littoral de la Loire-Atlantique. D'une superficie de 2,5 ha, celui-ci permet de s'affranchir des horaires des marées et de se baigner toute la journée en sécurité, en particulier avec de jeunes enfants. Durant l'année, La Bernerie compte environ 3 000 habitants. Mais, en période estivale, les résidents secondaires, campeurs et autres vacanciers peuvent faire grimper la population jusqu'à 14 000 résidents.

ÉTAT DES LIEUX

Au cœur du village, l'avenue Gilbert-Burlot, du nom d'un ancien maire de la commune, est une longue voie rétro littorale de près d'un kilomètre, située en bordure de la voie ferrée.

Elle fait partie de l'itinéraire de la Vélodyssée (ex-itinéraire Vélocéan du conseil départemental de Loire-Atlantique), une véloroute d'environ 1 200 km qui traverse la Bretagne et longe le littoral atlantique depuis Roscoff, au nord, jusqu'à Hendaye, au sud.

Mais l'avenue Burlot est en réalité dépourvue de véritable piste cyclable. Les vélos doivent se mêler à la circulation automobile qui, bien que réglementée à 50 km/h, peut parfois atteindre les 90 km/h, encouragée par la largeur de la chaussée (de 6,5 m à 7,5 m) et par la longue ligne droite et dégagée de la voie.

Le long de la voie ferrée, la chaussée est bordée par un alignement de peupliers hybrides (espèce non locale), qui ferment le paysage et qui sont très malades ou abîmés par des chocs, selon l'étude phytosanitaire réalisée lors du projet.



7, place de la Défense
92974 Paris-la-Défense Cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
E-mail : centrinfo@cimbeton.net

Jusqu'alors, l'avenue Burlot est donc peu mise en valeur et peu sécurisée, bien que très fréquentée, en particulier en période estivale, puisqu'elle sert d'accès principal au terrain de camping, mais aussi de voie de contournement du centre-ville lors des festivités ou des jours de marché. Durant cette période, l'avenue est aussi propice au stationnement sauvage sur la chaussée pour se rendre à la plage, ce qui augmente son insécurité.

« Consciente de ces problématiques qui s'étendent sur l'ensemble du territoire, en particulier l'été, la municipalité a entamé, depuis plusieurs années, une réflexion à l'échelle communale sur l'aménagement des espaces publics et sur les déplacements doux afin de réduire l'emprise de la voiture et de créer les conditions favorables au développement des mobilités actives. Car, avec son relief plan et sa faible superficie, la commune se prête particulièrement bien à la pratique du vélo », déclare Jacques Prieur, maire de la Bernerie-en-Retz.



▲ L'avenue Gilbert-Burlot avant les travaux. On constate l'absence de piste cyclable sécurisée et l'état de dégradation structurelle de la chaussée.

PROJET

Le projet s'inscrit donc dans un plan-guide général d'amélioration et de cohérence de traitement des espaces publics et des itinéraires doux. Depuis 2005, La Bernerie-en-Retz travaille à mettre en œuvre ce plan-guide avec l'agence de paysagistes-concepteurs Phytolab, installée à Nantes et associée à l'agence GCA pour l'ingénierie VRD. Ensemble, ils ont déjà réalisé, sur la commune, l'aménagement des abords de la gare, de la place Laurent-Chiffolleau, du haut de plage, de la place Bellevue et de la rue de Noirmoutier, du square Thibaud...

Au cours du mandat précédent (2014-2020), la municipalité décide de créer une continuité cyclable en site propre sur l'avenue Burlot afin de sécuriser et d'améliorer cet itinéraire. Il s'agit là de poursuivre la logique de création de liens entre le front de mer, le centre-ville et l'itinéraire de la Véloodyssée, en essayant le plus possible d'éviter les grandes voies de circulation. La mairie y voit également l'opportunité de rénover la chaussée vieillissante et, par la même occasion, de renouveler le réseau pluvial.

La mission est confiée, dans la continuité de ce qui a été déjà réalisé, au groupement Phytolab-GCA, qui propose la création d'une piste cyclable bidirectionnelle en site propre, séparée de la chaussée par une noue végétalisée, d'une part, et la rénovation et le rétrécissement de la chaussée, d'autre part.

Objectifs

Connectant le circuit Véloodyssée, le camping, la plage, la gare et le centre-ville, l'avenue Burlot est une articulation stratégique dans le fonctionnement communal. « Avant tout, il s'agit donc, pour la commune, de proposer un itinéraire cyclable de qualité et apaisé, mais aussi de sécuriser les circulations piétonnes sur cet itinéraire très emprunté, en particulier en haute saison, explique Gilles Laurent, conseiller municipal en charge de la voirie et des réseaux à La Bernerie-en-Retz. Le projet doit permettre de diminuer la place de la voiture au profit des mobilités actives, de ralentir le trafic et, d'une manière générale, d'améliorer le cadre de vie des habitants comme des vacanciers de passage. »

La rénovation du réseau pluvial et la création de la noue doivent participer à une meilleure gestion des eaux pluviales à l'échelle de la commune, dont le réseau tend à être saturé lors de forts épisodes pluvieux.

Caractéristiques du projet

Longueur : environ 1 km (depuis le carrefour avec l'avenue des Pins jusqu'à l'avenue de la Villardière).
Largeur : jusqu'à 11 m (avec trottoirs).

« L'une des difficultés, lors de la conception du projet, était de composer avec les différences de largeur d'emprise de l'avenue Burlot (qui varie de 5 m au plus étroit à 18 m au plus large à hauteur du camping), tout en maintenant une piste cyclable d'une largeur constante (3 m) », explique Clément Ravet, paysagiste-concepteur de l'agence Phytolab. Le projet décompose alors la voie en huit séquences et s'adapte aux différentes emprises et configurations. « Il s'agissait également de profiter du déploiement de cet axe cyclable doux et structurant pour renforcer la végétalisation sur ce site à l'écriture routière. » Ainsi, le projet de piste cyclable s'accompagne d'une noue plantée ; l'aire de stationnement du camping et les carrefours ont été végétalisés en valorisant les espèces endogènes et spécifiques au bord de mer et en limitant les interventions de gestion et d'entretien.

Côté voie SNCF, l'alignement existant de peupliers malades est supprimé, ce qui permet de révéler et de mettre en valeur le talus de la voie ferrée et sa végétation spontanée d'essences locales : chênes verts, aubépines, etc., donnant ainsi un caractère bocager à cet itinéraire. La piste cyclable bidirectionnelle, réalisée en béton, est adossée à la voie ferrée, ce qui permet de créer un parcours complètement sécurisé, puisqu'il n'est traversé par aucun véhicule. En effet, le long de l'avenue Burlot, la voie ferrée n'est jamais interrompue ; seul un tunnel piéton est présent en face du camping.

À côté de la piste cyclable et quand la largeur le permet, une noue végétalisée (d'environ 1 m de large) prend place. Elle permet de bien dissocier la chaussée de la piste cyclable, de sécuriser

“L'une des difficultés, lors de la conception du projet, était de composer avec les différences de largeur d'emprise de l'avenue Burlot, tout en maintenant une piste cyclable d'une largeur constante.”

les cyclistes et d'empêcher toute possibilité de stationnement des véhicules sur la voie réservée aux vélos. La noue a aussi pour but de récupérer les eaux pluviales de la piste cyclable grâce à l'absence de bordure avec celle-ci.

Côté chaussée, une bordure filante coulée sur place et arasée par rapport à la chaussée (d'environ 25 cm de large) sert de limite avec la noue. « Une largeur suffisamment épaisse pour bien marquer la séparation, mais qui reste franchissable par les véhicules en cas de difficultés de croisement », précise Pascal Marchais, chef de projet VRD chez GCA Ingénierie. La chaussée, quant à elle, est réduite à 5,20 m (bordure incluse) et des plateaux sont réalisés au niveau des carrefours afin de provoquer un ralentissement des véhicules et de mieux sécuriser les croisements. La totalité de l'avenue est désormais limitée à 30 km/h.

De l'autre côté de la chaussée, près des habitations, on retrouve une bordure coulée en place (sauf le long du camping pour des contraintes techniques liées au passage des machines) mais plus fine, qui sépare la voie et le trottoir. Ce dernier est entièrement refait et voit les candélabres déplacés en limite d'espace public afin de laisser plus de place à la circulation piétonne. En effet, à la demande du Département, le projet ne devait pas créer une voie verte mixte mais bien une véritable piste cyclable. Les circulations piétonnes devaient donc être bien distinctes.

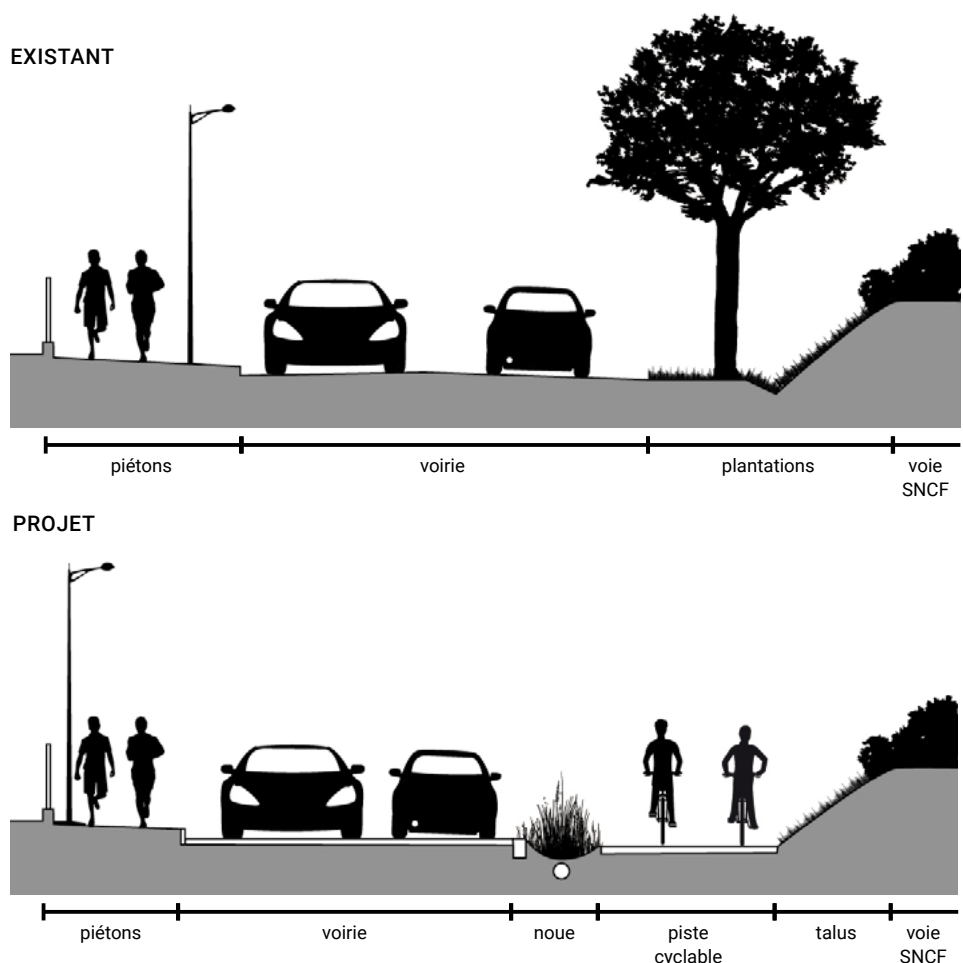
Le projet prévoit également la réalisation d'une vingtaine de places de stationnement, qui facilitent l'accès au centre-ville et à la plage.

Lorsque la largeur d'emprise est insuffisante pour conserver la noue, des réserves dans le béton ont été installées ponctuellement sur la piste et plantées de végétations rases. Ce dispositif d'alerte permet de signaler la présence à venir de la noue aux cyclistes (et éviter qu'ils ne tombent dedans).

Dans les largeurs les plus étroites, piste cyclable et chaussée sont accolées. Sur le principe du chaussidou (chaussée à voie centrale banalisée), les cycles gardent une voie distincte, mais sur laquelle les véhicules peuvent éventuellement déborder en cas de difficultés de croisement.

Le projet est porté et financé en propre par la commune de La Bernerie. Celle-ci a pu compter sur le soutien financier du Département (subvention pour la piste cyclable), de la Région (subvention au titre du tourisme dans le cadre de la Véloodyssée) et, dans une moindre mesure, sur des subventions de l'État. L'agglomération Pornic Agglo Pays de Retz a, quant à elle, pris en charge financièrement les travaux sur le réseau d'eaux pluviales.

➤ Coupes transversales de l'avenue Burlot dans sa plus grande largeur.
 Au-dessus, l'état existant.
 Au-dessous, l'état projeté.



MISE EN ŒUVRE

Calendrier

Les travaux commencent début 2020.

En premier lieu, il a fallu rénover le réseau pluvial, abattre les arbres, curer le fossé et mettre en place le collecteur sous la piste cyclable. Ensuite, la création de la piste cyclable a été entamée, puis celles de la longrine en béton et de la noue.

Le chantier est alors arrêté, à la mi-mars, par le premier confinement.

Les travaux, pour la réalisation de la chaussée et du trottoir, reprennent en mai pour s'arrêter une nouvelle fois fin juin, afin de laisser passer la période estivale et de ne pas gêner le fonctionnement de la commune et, en particulier, celui du camping durant cette période. Le chantier reprend à la mi-septembre pour se terminer en fin d'année.

Choix du retraitement de la chaussée au LHR

Lors de la conception, la proposition faite par l'équipe Phytolab-GCA est une solution classique qui implique d'enlever l'ancienne chaussée, composée de 20 à 25 cm de structure et de plusieurs monocouches ou bicouches empilées depuis des années, et qui ne présentait pas un bon fond de forme ; puis de refaire entièrement la chaussée avec une couche de forme de 60 cm d'épaisseur (pose d'un géotextile, couche granulaire en 0/80 + 0/20), surmontée d'une assise en grave-bitume et d'une couche de surface en BBSG.

Le contexte particulier lié au Covid-19 a mis à l'arrêt le chantier pendant plusieurs semaines. « La nécessité de stopper de nouveau le chantier pendant la période estivale a repoussé les travaux à l'automne, avec tous les risques de mise en péril et de matelassage que cela comportait pour cet ouvrage. C'est ce qui nous a poussés à mener des tests pour savoir si un retraitement en place de la couche de forme de la chaussée serait possible », a indiqué Valentin Métayer de l'entreprise Colas.

Ainsi, des essais en laboratoire ont été réalisés sur la grave 0/63 prélevée sur le chantier. On a constaté :

- > Une aptitude du matériau au traitement avec un liant hydraulique routier.
- > Des performances mécaniques (Rtb : résistance à la traction par fendage ; E : module d'élasticité) suffisantes pour une utilisation du matériau en couche de forme.
- > Un dosage du liant à 5 %, permettant d'obtenir les résistances à la compression simple à sept jours souhaitées.
- > Une insensibilité à l'eau élevée : CBR Immersion > IPI qui montre une forte prise hydraulique, donc une grande pérennité.

De plus, les essais de déflexion, réalisés *in situ* après le retraitement, ont montré une forte rigidité de la couche de forme traitée, validant ainsi un dosage en LHR à 5 % et le constat d'une forte prise hydraulique sur chantier.

Le mélange sablonneux-argileux présent rendait donc possible l'utilisation de la technique de retraitement en place au LHR, qui, par sa rapidité d'exécution, s'adaptait particulièrement bien à ce projet. En effet, cette solution présentait l'avantage d'une remise en circulation presque immédiate, permettant aux riverains de continuer à pouvoir accéder à leur domicile et au camping de mener ses travaux hors saison.

Le moindre impact écologique (générant moins de circulation de poids lourds) et la moins-value de cette solution ont achevé de convaincre la municipalité. Le concepteur, Phytolab, pour qui cette solution avait une finalité équivalente à ce qui était recherché, ne s'est pas non plus opposé à cette proposition.

En définitive, le retraitement de la chaussée en place a permis l'obtention d'une PF3, assurant ainsi la meilleure structure de l'assise.

Réalisation de la piste cyclable en béton

La piste cyclable est une piste bidirectionnelle en béton balayé, d'une largeur continue de 3 m. Elle a été réalisée avec un béton BC4, Dmax 0/22, de classe XF2, sur une épaisseur de 15 cm. Une nécessité pour assurer le passage occasionnel des engins destinés à l'entretien du talus et parce que le fond de forme n'était pas de très bonne qualité.

Le choix du béton pour cette piste s'est imposé pour plusieurs raisons :

- > La volonté de marquer qu'on se trouve en site urbain.
- > Le coût.
- > L'esthétique.
- > La durabilité.
- > La luminosité, car l'agence Phytolab souhaitait ne garder qu'un éclairage côté trottoir, pour éviter l'effet « boulevard ». Il a donc fallu choisir un matériau naturellement clair.
- > L'adhérence : le béton balayé a une très bonne adhérence pour les cycles.
- > La couleur, pour des questions de luminosité, comme expliqué précédemment, mais aussi pour bien différencier la piste cyclable de la chaussée.



▲ Après les travaux préparatoires de la piste cyclable, la bordure en béton – séparant la piste cyclable/noue de la chaussée – a été coulée en place à l'aide d'une machine à coffrages glissants.

Le terrassement a été réalisé sur 35 cm, puis 20 cm de granulats 0/80 ont été posés. Quelques zones (trois ou quatre), situées sur l'emprise d'un ancien fossé, ont dû être purgées de nouveau jusqu'à 60 cm de profondeur pour obtenir la portance nécessaire.

Finalement, une portance PF2 a été obtenue (> 50 MPa) pour la plate-forme support.

Le linéaire de la piste a été coffré des deux côtés, puis le béton LafargeHolcim a été livré par toupie sur le chantier et mis en œuvre directement sur la plate-forme support, sur une épaisseur de 15 cm.

Le béton a été immédiatement vibré à la règle vibrante et taloché.

Encore frais, il a été balayé (balayage fin et transversal) et un produit de cure a été pulvérisé en surface pour le protéger contre la dessiccation.

Enfin, les joints de retrait transversaux ont été réalisés par sciage tous les 3,75 m (soit 25 fois l'épaisseur), suivant un calepinage simple, puisque les joints ont ici un rôle purement technique.



BON À SAVOIR

LA CLARTÉ DU BÉTON POUR LUTTER CONTRE L'EFFET DE SERRE

par Joseph Abdo

Le réchauffement climatique est dû principalement à l'accumulation, autour de la Terre, de gaz dits à « effet de serre », tels que le CO_2 , le N_2O et le CH_4 , qui font office de filtre en ne laissant passer que les rayons lumineux dont l'énergie est supérieure à un seuil $E_0 = h_{v_0}$. Ainsi, un rayon lumineux d'une énergie adéquate, émis par le Soleil, peut traverser cette couche de gaz pour atteindre la Terre où, en fonction des obstacles et des objets rencontrés, il se comporte de deux manières : soit il est réfléchi (neige, glacier, matériau clair ou poli), soit il est absorbé (matériau sombre, faune, flore) puis restitué à un niveau énergétique plus faible (en infrarouge). Dans le premier cas, le rayon lumineux réfléchi rebrousse chemin pour atteindre cette couche de gaz qu'il peut traverser sans encombre. En revanche, dans le second cas, le rayon lumineux restitué en infrarouge n'arrive pas à franchir la barrière de gaz et se trouve ainsi piégé entre la Terre et celle-ci. Ce qui provoque le réchauffement climatique par effet de serre. Plus la concentration des gaz à effet de serre est élevée, plus l'effet de serre est important.

En fait, pour lutter contre le réchauffement climatique, deux voies, non exclusives l'une de l'autre, sont possibles : soit on tente de réduire la concentration des gaz à effet de serre (GES), ce que préconisent les lois du Grenelle de l'environnement, soit on tente de limiter les pertes d'énergie des rayons lumineux au contact de la Terre, en faisant appel, dans la construction et dans l'entretien des bâtiments et des infrastructures de transport, à des matériaux à haut pouvoir réfléchissant (matériaux clairs et polis pour les façades des bâtiments, matériaux clairs et à faible granulométrie pour les infrastructures de transport).

Cette bonne vieille méthode, utilisée depuis la nuit des temps dans les pays chauds, a l'énorme avantage d'être corrélée positivement au développement : plus la démographie augmente, plus on construit, plus on augmente les surfaces réfléchissantes et plus on atténue l'effet de serre. Quand on sait ce que représentent aujourd'hui les surfaces développées des façades des bâtiments et les surfaces des infrastructures de transport, on mesure toute l'importance d'une telle approche. L'idéal, bien sûr, serait d'associer les deux voies.



⤴ Coulage du béton.



⤴ Vibration superficielle du béton.



⤴ Talochage de la surface du béton.



⤴ Balayage transversal du béton.



⤴ Pulvérisation du produit de cure.



⤴ Exécution des joints de retrait par sciage.



BON À SAVOIR

LA CLARTÉ DU BÉTON POUR RÉDUIRE LES CONSOMMATIONS DE L'ÉCLAIRAGE PUBLIC

par Joseph Abdo

Éclairer est une nécessité qui répond à une demande de sécurité et d'ambiance urbaine. Éclairer, c'est investir dans une installation (fabrication, transport, installation) et assurer son exploitation (changement et recyclage des lampes, nettoyage des luminaires, consommation d'énergie).

L'éclairage public consomme de l'énergie électrique pour son installation et son exploitation : il contribue ainsi aux émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre.

Et, pourtant, il est difficile de concevoir des rues sans installations d'éclairage. Mais il est possible de l'optimiser et d'en atténuer les impacts sur l'environnement, tout en réalisant des économies substantielles :

- > En appliquant la norme NF EN 13201 parties 1 ; 2 ; 3 et 4. : « Éclairage public ».
- > En adoptant les nouvelles technologies en matière d'installations d'éclairage (matériel et souplesse de fonctionnement).
- > En intégrant les propriétés photométriques des revêtements des rues à éclairer dans la conception et le dimensionnement du projet d'éclairage.

« Éclairer juste » permet de faire des gains considérables en matière de puissance installée et de consommation énergétique. C'est un exercice d'optimisation qui se décline dès l'origine et tout au long d'un projet, puis dans sa phase de réalisation et même au stade de l'exploitation des installations.

L'expérience démontre que, à exigence lumineuse égale, le besoin en puissance peut varier de 30 à 40 %, voire 50 %, en changeant la nature du matériau constituant les revêtements de chaussée.

Revêtements & Lumière : un groupe de réflexion pour optimiser les projets d'éclairage public

Le groupe Revêtements et Lumière est né en 2008, à l'initiative de deux enseignants experts en voirie et en éclairage. Il compte aujourd'hui des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des éclairagistes, des structures de recherche et l'ensemble des filières techniques de production et d'application des revêtements routiers et urbains (revêtements en enrobés, en asphalte, en béton coulé en place, en produits préfabriqués pavés et dalles préfabriquées en béton et en pierres naturelles). Il a rejoint, en 2019, le comité opérationnel de l'IDRRIM « Aménagements urbains ».

Pour plus d'information :

- > Article : « Démarche originale du groupe de travail Revêtements et Lumière pour optimiser les projets d'éclairage public », *RGRA*, n° 972, mai 2020.
- > Plaquette : « Revêtements et Lumière : pour éclairer juste », éditée par le groupe Revêtements et Lumière, 2013.

Réalisation de la noue séparative

La noue est présente sur la majeure partie du linéaire de l'avenue Burlot (sauf en début et en fin d'ouvrage). Elle fait la séparation entre la chaussée et la piste cyclable, et apporte une touche végétale à cet itinéraire. Elle possède également une fonction technique importante ; celle de collecter et de stocker les eaux pluviales de la piste cyclable et de la chaussée (toute la chaussée est penchée vers la noue).

À certains endroits, elle est doublée d'un drain perméable relié au réseau pluvial de la commune, avec des regards en surface, qui sert de surverse et qui permet néanmoins de ralentir l'arrivée des eaux dans le réseau lors d'épisodes pluvieux importants. Cette solution permet de pallier le manque de capacité d'absorption du réseau existant.

La noue est réalisée avec une couche granulaire poreuse 40/80, posée sur un géotextile qui permet d'assurer le stockage de l'eau. Puis, sur une couche de terre végétale, 10 à 15 cm de galets ont été positionnés. Le stockage et l'infiltration sont les premières des solutions recherchées, le rejet dans le réseau ne devant intervenir qu'en cas de très fortes intempéries.

La noue est plantée de *Carex pendula* (plantation réalisée après la fin du chantier, en février 2021). Un alignement monospécifique mais facile d'entretien pour les services de la Ville. Cette plante, qui résiste bien à l'humidité et à la sécheresse, ne demande en effet qu'un passage de lamier en hauteur, de temps à autre, pour maintenir la taille voulue. À certains endroits et pour rester souple dans l'aménagement, des enrochements ont été réalisés entre les plateaux et peuvent servir de passe-pieds. Côté chaussée, une longrine en béton extrudé de 25 cm de large, réalisée à l'aide d'une machine à coffrages glissants, sert de séparation avec la noue.

➤ À gauche, la noue sépare la piste cyclable de la chaussée rénovée.

À droite, des regards ont été installés pour drainer l'eau vers le réseau pluvial en cas de fortes intempéries.



Réalisation de la chaussée retraitée

Après analyse en laboratoire des carottes, les résultats obtenus ont montré que le sol sablonneux-argileux s'adaptait bien au retraitement.

La première étape a été la scarification de la chaussée existante, suivie de l'épandage du LHR Rolac Premier 635 dosé à 5 %, avec vérification de la quantité épandue à l'essai à la bêche, afin d'obtenir les performances mécaniques visées.

Le malaxage a ensuite été réalisé avec un pulvimixeur, sur une profondeur de 35 cm, puis un compactage par deux compacteurs V5 a été effectué. Le compactage final a été exécuté immédiatement après un réglage à la niveleuse sur toute la largeur de la chaussée.

La nouvelle chaussée se compose :

- > d'une couche de forme traitée de 35 cm d'épaisseur, qui permet à la plate-forme d'atteindre une portance PF3 (> 80 MPa) ;
- > d'une couche de fondation en grave-bitume de classe 3, d'épaisseur 8 cm ;
- > d'une couche de surface en enrobé BBSG 0/10 recyclé à 20 %, d'épaisseur 5 cm.

Les plateaux, mis en place pour matérialiser les traversées piétonnes, devaient initialement être réalisés en quartzite grenailé beige, mais ils ont finalement été réalisés en enrobé Colclair de 3 cm d'épaisseur. Le choix de la couleur beige vise à bien les démarquer du reste de la chaussée.

La bordure T2 (qui sépare la chaussée du trottoir) a été coulée en place avec une machine à coffrages glissants, sauf à hauteur du camping en raison des aménagements existants qui ne permettaient pas le passage de la machine. À cet endroit, des bordures en béton préfabriquées ont été amenées.

Les trottoirs ont été réalisés avec des enrobés noirs, cloutés avec des matériaux calcaires 14/20.



▲ Après épandage du liant, le malaxeur mélange intimement le liant et les matériaux de l'ancienne chaussée.



▲ Réglage du matériau retraité à la niveleuse.



▲ Atelier de compactage.



▲ Vue de l'avenue Gilbert-Burlot avec le nouveau revêtement de chaussée.

BILAN

Le chantier s'est terminé fin 2020, pour la voirie, et au printemps 2021, pour les espaces verts. Il s'est très bien déroulé au regard des circonstances exceptionnelles liées au Covid-19 et avec une très bonne coopération entre tous les acteurs du projet.

Colas a souligné qu'ils avaient particulièrement apprécié que les élus de La Bernerie aient été parmi les premiers, dans cette période compliquée, à accepter que le chantier reprenne.

À l'heure actuelle, la commune n'a pas encore suffisamment de recul sur les changements apportés par ce nouvel aménagement et c'est lors de la prochaine période estivale (2021) que se fera le véritable test. D'ailleurs, elle inaugurer la piste cyclable lors de la prochaine fête du vélo, le 5 juin 2021, en présence de l'ensemble des acteurs du projet. Néanmoins, les premiers retours des riverains et des utilisateurs de la piste cyclable sont positifs.

La commune a parallèlement lancé, en début de mandat, un Pacma (plan d'action communal pour les mobilités actives) qui vise à définir les actions à mettre en place en faveur des circulations et du stationnement pour vélos afin de prolonger ce qui a été commencé par l'aménagement de l'avenue Gilbert-Burlot.

De la volonté de créer un itinéraire cyclable est née une véritable stratégie de requalification urbaine, qui englobe tous les enjeux actuels de l'aménagement durable : mobilité douce ; gestion des eaux pluviales ; économie d'énergie ; recyclage des matériaux. Sur ce chantier, le béton montre qu'il peut apporter des solutions à ces nouvelles problématiques. ■

LIENS UTILES

> **Mairie de La Bernerie-en-Retz**

<https://mairie-labernerie.fr>

> **Phytolab**

<https://www.phytolab.fr>

> **GCA Ingénierie**

<http://gcaingenierie.fr>

> **Colas**

<https://www.colas.com>

> **LafargeHolcim**

<https://www.lafarge.fr/lafargeholcim-en-france>

> **Infociments Routes**

<https://www.infociments.fr/route>

EN QUELQUES CHIFFRES

> **Longueur** : 900 m

> **Largeur** : jusqu'à 11 m

> **Piste cyclable** : 1 500 m² de béton

> **Liant hydraulique routier** : 186 t de Rolac Premier 635

> **Matériaux bitumineux** :

• **Voirie** : 1083 t de grave-bitume 0/14 Classe 3 R30 %

et 520 t d'enrobé type BBSG 0/10 Classe 3 R30 %

• **Trottoir** : 345 t de BB 0/6 clouté 14/20 calcaire GSM

• **Plateaux de voirie** : 120 t de BB 0/6 granulats clairs type Colclair

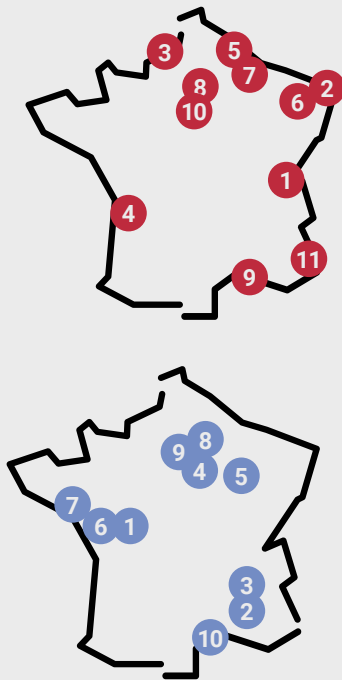
> **Déblais** : 150 m³ de purge

➤ L'avenue Gilbert-Burlot a désormais une piste cyclable bidirectionnelle sécurisée par une noue et une chaussée recalibrée, renforcée et rénovée. Le béton clair de la piste cyclable contraste visuellement avec la chaussée et rend plus lisible l'espace urbain.



Quelques références de chantiers

● Chantiers de pistes cyclables en béton ● Chantiers de retraitement



Vidéos et logiciels

À retrouver sur infociments.fr



Bibliographie

À retrouver sur infociments.fr

- **T 71**
L'entretien structurel des chaussées souples et semi-rigides
Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013.
- **T 58 et C 58**
Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques
CCTP-Type, CIMbéton, 2008.
- **En route vers le développement durable**
L'entretien des chaussées en place aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013.
- **T 50**
Voiries et aménagements urbains en béton.
Tome 1 : Conception et dimensionnement
Collection technique, CIMbéton, 2019.
- **T 51**
Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 2 : Mise en œuvre
Collection technique, CIMbéton, 2009.
- **T 52**
Voiries et aménagements urbains en béton.
Tome 3 : Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP-Type ; Bordereau de prix unitaire BPU ; Détail estimatif DE
Collection technique, CIMbéton, 2007.
- **T 53**
Espaces urbains en béton désactivé.
Conception et réalisation
Collection technique, CIMbéton, 2005.
- **T 57**
Voiries et aménagements urbains en béton.
Revêtements et structures réservoirs
Collection technique, CIMbéton, 2007.
- **T 69**
Lutter contre l'imperméabilisation des surfaces urbaines. Les revêtements drainants en béton
Collection technique, CIMbéton, 2019.

Journées techniques LHR

À retrouver sur infociments.fr

Ces journées d'information sur la valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques routiers s'adressent à tous les acteurs concernés par la construction et l'entretien des routes : les élus et leurs services techniques, les bureaux d'études et tous les professionnels de la route.

Liens utiles

- www.infociments.fr
- www.specbea.com
- www.snbpe.org
- www.idrrim.com
- www.cerema.fr
- www.af3v.org

- Direction de la publication : François Redron
- Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Joseph Abdo
- Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
- Reportages, rédaction : Magali Suinot, Sôa/Studio L&T, Étienne Diemert
- Crédits photos : Gilles Laurent, Phytolab

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex. Tél. : 01 55 23 01 00 - E-mail : centrinfo@cimbeton.net

RÉAU

SEINE-ET-MARNE (77)



#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



Surface
traitée :
52 000 m²



Seine-et-
Marne

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage
EPA Sénart

Maîtrise d'œuvre
Ségic

Entreprise
Routes & chantiers modernes (RCM)

Mise en œuvre du liant hydraulique routier
Routes & chantiers modernes (RCM)

Fournisseur du liant hydraulique routier
EQIOM

PHOTO D'OUVERTURE : Vue aérienne du chantier du barreau sud de contournement du hameau d'Ourdy. Il permettra de relier les communes de Moissy-Cramayel et de Réau à Savigny-le-Temple.

Implanté le long de l'autoroute A5, à Réau, au nord de Melun (Seine-et-Marne), le parc d'activités de l'A5-Sénart est promis à un bel avenir. Pour renforcer sa voirie de liaison, l'établissement public d'aménagement Sénart (EPA Sénart), maître d'ouvrage, a choisi, sur proposition du bureau d'études Ségic Ingénierie, la solution du traitement de sol au liant hydraulique routier (LHR), couplée avec un recyclage des matériaux pour réaliser les travaux de terrassement de la liaison Réau-Ourdy. Un chantier d'avenir, écologiquement exemplaire, réalisé par l'entreprise Routes & chantiers modernes (RCM).

SITUATION

À environ 10 km au nord de Melun, Réau est une commune rurale de Seine-et-Marne. Elle compte moins de 2 000 habitants (les Réaltais). Son nom serait issu du latin *regalis*, qui signifie « royal » et qui pourrait venir de son appartenance à l'ancien « domaine » des rois de France.

Transformé en maison de retraite, le château du Plessis-Picard y conserve le souvenir de la romancière George Sand. C'est dans cette belle propriété qu'elle rencontra son futur époux, Casimir Dudevant, avocat, qu'elle épousera à Paris en septembre 1822.

Entouré de zones agricoles (deux tiers de terres arables), le village accueille, depuis les années 1950, deux sociétés aéronautiques prestigieuses : Snecma (aujourd'hui Safran Aircraft Engines, qui y a installé son musée) et Hispano-Suiza. Depuis 2011, Réau abrite également le centre pénitentiaire du Sud-Francilien (615 places).

Membre de la communauté d'agglomération Grand Paris-Sud, Réau accueille le vaste parc d'activités de l'A5-Sénart.

ÉTAT DES LIEUX

Aménagé par l'établissement public d'aménagement Sénart (EPA Sénart), le parc d'activités de l'A5-Sénart compte de nombreuses entreprises françaises et internationales, leaders de la logistique et du e-commerce : XPO, Sarenza, Geodis, Scadif, Logistéo AD Distribution, Leroy Merlin, C-Logistics, Bergerat Monnoyeur, Dentressanges Initiatives, Mondial Relay...

Pour améliorer sa desserte, l'EPA Sénart a envisagé, il y a plus d'une décennie, la réalisation d'une voirie de liaison reliant l'A5a à l'A5b via la RD57.

Le projet est présenté au public, pour la première fois, en octobre 2005, date du lancement de la concertation relative à la création de la ZAC du parc de l'A5-Sénart. Il comprend la réalisation de trois « barreaux » le long de la RD57. L'infrastructure routière envisagée se veut un atout pour



7, place de la Défense
92974 Paris-la-Défense Cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
E-mail : centrinfo@cimbeton.net

le développement du parc d'activités de l'A5-Sénart, qui génère un important trafic routier. Une enquête publique est lancée en octobre 2017. La mission est confiée au bureau d'études Ségic, qui propose un projet global d'aménagement dont le but est de :

- > Renforcer le tronçon de la RD57 situé près de la commune de Moissy-Cramayel, au nord de Réau (barreau nord-ouest).
- > Déplacer et doubler le tronçon de la RD57 situé à Réau, de manière à l'éloigner du bourg (barreau nord-est).
- > Renforcer la liaison Réau-Ourdy, hameau périphérique de la commune.
- > Créer une nouvelle voie pour relier la RD57 à l'A5a (barreau sud).

À une échelle plus locale, ce premier barreau sud, financé en totalité par l'EPA Sénart, complète le maillage du réseau viaire de l'agglomération et permettra de relier efficacement les communes de Moissy-Cramayel et de Réau à la commune de Savigny-le-Temple, en contournant le hameau d'Ourdy. Il sera le support d'une desserte en transports en commun. C'est cette liaison qui fait l'objet du présent reportage.



BON À SAVOIR

LE PARC D'ACTIVITÉS DE L'A5-SÉNART

Pôle d'excellence du cluster d'innovation logistique du territoire de Grand Paris-Sud, le parc présente des bâtiments logistiques de « dernière génération » répondant aux normes environnementales les plus exigeantes. Sur 200 hectares de foncier et 550 000 m² de surface de plancher (SDP), le parc d'activités accueillera à terme plus de 2 600 emplois. Situé à l'embranchement des autoroutes A5a et A5b, à proximité immédiate de la Francilienne (RN104), le parc d'activités est connecté au Park + Paris Sud-Est, le premier parking sécurisé dédié aux poids lourds, créé en Île-de-France.

En 2019 et 2020, l'EPA Sénart a mis en œuvre un programme d'aménagement paysager exceptionnel sur le parc. Plus de 500 arbres et cépées ornementaux, 51 000 sujets pour boisements et massifs arbustifs, plus de 3 hectares d'arbustes et de haies, 1,3 hectare de plantes couvre-sol, 1,4 hectare de prairie fleurie et 23 hectares de gazon ont été plantés sur la zone d'activité pour réussir pleinement son intégration paysagère.

À partir de 2022, le parc accueillera également une station multicarburants écoresponsable développée par Engie Solutions pour le compte de Sigeif Mobilités. Cette station proposera du gaz naturel et issu de la méthanisation, deux carburants particulièrement adaptés aux acteurs économiques du territoire : du gaz naturel liquéfié (GNL) et du gaz naturel comprimé (GNC) 100 % bio. Ce projet audacieux confirme l'engagement durable de l'aménageur et des élus locaux ; il marque une avancée significative dans le développement du bioGNV, puisque la station distribuera 100 % de biométhane comprimé, une première en France.

LE PROJET D'AMÉNAGEMENT DE LA LIAISON RÉAU-OURDY

« La création de cette nouvelle voirie permettra la desserte de la zone d'activité depuis la province par l'A5b et la RD57 ainsi que les accès locaux à la zone par l'A5a et la liaison RD306-RD402. Elle viendra également compléter le réseau local en offrant une nouvelle voie de franchissement de l'autoroute A5a et de la voie TGV, et en créant ainsi un itinéraire alternatif à la RD402 ou à l'A5b entre Moissy-Cramayel et Savigny-le-Temple », précise le bureau d'études Ségic.

Les caractéristiques géométriques de la nouvelle voirie sont conformes au guide d'Aménagement des routes principales (ARP) de 1994. La vitesse pratiquée sur cet axe étant limitée à 90 km/h, les valeurs limites prises en compte seront celles de la catégorie R80.

L'objectif principal du bureau d'études Ségic était de valoriser au maximum les matériaux naturels présents sur le site et de réduire ainsi l'utilisation des matériaux d'apport granulaires. Cela a conduit à préconiser le traitement des sols en place pour améliorer l'arase et pour confectionner la couche de forme. L'appel d'offres, qui autorisait les variantes, a été lancé avec la solution de base suivante :

- > Arase de terrassement traitée à la chaux vive (CaO) : 35 cm.
- > Matériau de couche de forme traité au liant hydraulique routier : 30 cm.

L'objectif fixé pour la plate-forme support est une portance de niveau PF2, soit un module d'élasticité $50 \leq EV2 < 80$ MPa.

Sur la couche de forme traitée, la structure de la chaussée préconisée serait alors la suivante :

- > Une couche de fondation en grave-bitume GB3, 0/14 et d'épaisseur 13 cm.
- > Une couche de base en grave-bitume GB3, 0/14 et d'épaisseur 13 cm, collée sur la couche de fondation.
- > Une couche de surface constituée de deux couches avec interface collée de béton bitumineux semi-grenu BBSG, 0/10, de classe 3 et d'épaisseur totale 8 cm.

Cette structure totalise une épaisseur de 99 cm.

« L'appel d'offres autorisait les variantes, explique Ahmed Said, chef d'agence de Ségic Ingénierie. Le trafic envisagé était de 1 320 PL/jour/sens/voie, avec une structure de base en PF2 égale à 99 cm et une mise hors gel "hivers rigoureux non exceptionnels" (HRNE). »

L'objectif principal du bureau d'études Ségic était de valoriser au maximum les matériaux naturels présents sur le site et de réduire ainsi l'utilisation des matériaux d'apport granulaires. Cela a conduit à préconiser le traitement des sols en place pour améliorer l'arase et pour confectionner la couche de forme.

“ Après des investigations géotechniques complémentaires par sondage et des prélèvements réalisés par le laboratoire de l’entreprise, nous avons été en mesure de proposer une variante technico-économique à forte vocation environnementale. ”

La variante entreprise : une arase et une couche de forme traitées, performantes et innovantes

L’entreprise Routes & chantiers modernes (RCM), dont l’agence « travaux » est installée à Montereau-sur-le-Jard (à 6 km seulement), est chargée de réaliser la section de voirie située autour du hameau d’Ourdy. Long de 2 km, le chantier a recours au traitement de sol.

« Après des investigations géotechniques complémentaires par sondage et des prélèvements réalisés par le laboratoire de l’entreprise, nous avons été en mesure de proposer une variante technico-économique à forte vocation environnementale », explique Patrice Quilloux, directeur général de RCM.

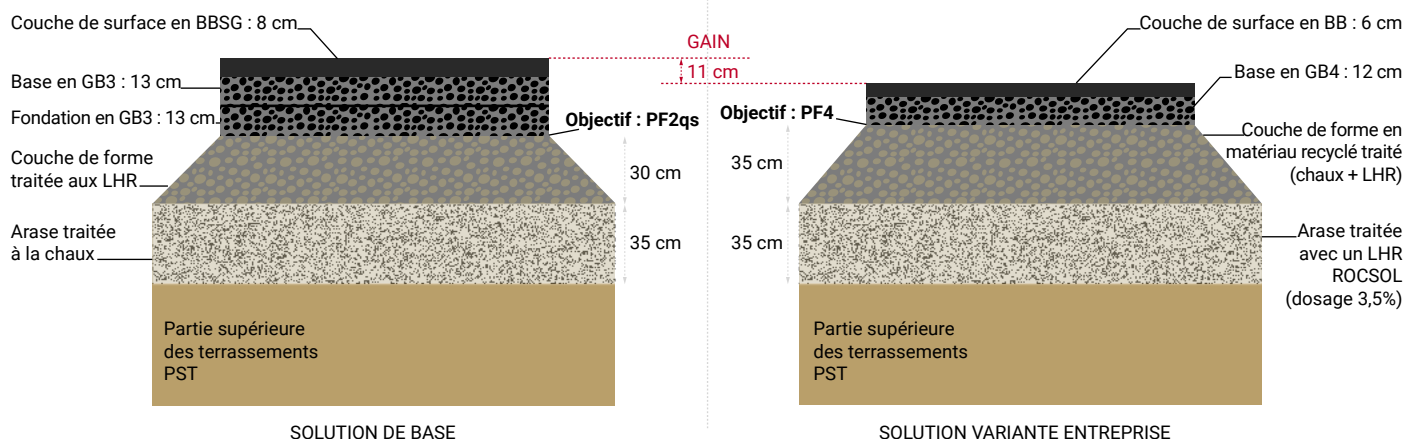
L’objectif principal visé par RCM est de réduire l’utilisation des matériaux nobles dans la structure de chaussée, en concevant une plate-forme support performante.

La couche de forme doit donc présenter une régularité irréprochable en épaisseur et en homogénéité de performance.

La variante proposée par RCM est :

- > Une arase de terrassement traitée avec le liant hydraulique routier ROC SOL d’EQIOM (dosage : 3,5 %) : 35 cm.
- > Une couche de forme en matériau recyclé (ECOREM R) avec un traitement mixte (chaux 1,5 % + ROC VDS d’EQIOM 4,75 %) : 35 cm.

Ainsi conçue, la plate-forme support est très performante, avec une portance de niveau PF4, soit un module d’élasticité $EV2 \geq 200$ MPa.



Dimensionnement de la variante

Le dimensionnement de la structure, intégrant cette plate-forme à haute performance, a été effectué avec les hypothèses suivantes :

- > Trafic estimé à la mise en service : 1 320 PL/j/sens/voie.
- > Portance de la plate-forme support : 200 MPa.
- > Durée de vie : vingt ans.

Le calcul mené avec le logiciel Alizé donne la structure de chaussée suivante :

- > 1 couche de base en grave-bitume GB4, 0/20 et d’épaisseur 12 cm.
- > 1 couche de surface en béton bitumineux BBME3, 0/10 sur 6 cm.

La structure totale (arase + couche de forme + structure de chaussée) aura donc une épaisseur de 88 cm.

Avantages de la variante entreprise

Outre sa simplification facilitant la mise en œuvre, cette variante comportait plusieurs améliorations appréciables :

- > La valorisation des terrassements (PST4/AR2).
- > La réduction de l’épaisseur totale de la chaussée de 11 cm (88 cm au lieu de 99 cm).
- > La mise hors gel « hiver exceptionnel » (HE) au lieu de « hivers rigoureux non exceptionnels » (HRNE).
- > Une plate-forme de portance optimisée (PF4 au lieu de PF2).

« En augmentant la portance de la plate-forme support (PF4 au lieu de PF2) et la performance de la grave-bitume (GB4 au lieu de GB3), RCM a aussi pu réduire de 16 cm l'épaisseur totale de la structure de chaussée. »

> Des indicateurs environnementaux améliorés : Énergie procédé (- 33 %) et gaz à effet de serre GES (- 33 %).

« Pour obtenir une variante aussi performante, nous avons travaillé en étroite collaboration avec EQIOM, qui a fourni le liant hydraulique routier », explique Yoann Ausanneau, responsable Laboratoire chez RCM.

« L'utilisation de liant hydraulique pour l'arase et la couche de forme a augmenté la portance de la plate-forme de façon spectaculaire. Elle a également permis de renforcer la mise hors gel, se félicitent conjointement Jaouad Nadah, responsable support technique client, et Marc Chignon, responsable de marché des liants géotechniques pour les régions Ouest et Île-de-France chez EQIOM. En outre, en augmentant la portance de la plate-forme support (PF4 au lieu de PF2) et la performance de la grave-bitume (GB4 au lieu de GB3), RCM a aussi pu réduire de 16 cm l'épaisseur totale de la structure de chaussée (12 + 6 = 18 cm au lieu de 13 + 13 + 8 = 34 cm). »

Autre argument qui se révèle très compétitif : RCM propose de réaliser la couche de forme en utilisant un ECOREM R provenant de sa plate-forme de revalorisation, située à côté de son agence « travaux » de Montereau-sur-le-Jard. Quantité : 15 000 t (voir encadré).

L'EPA Sénart valide ces propositions.



BON À SAVOIR

**LE RECYCLAGE,
UN ACTE DE PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT**

En 2011, la société Routes & chantiers modernes s'est dotée d'une plate-forme de revalorisation des matériaux inertes du BTP, baptisée Revalorisation Éco Matériaux (REM). Implantée sur le site de son agence « travaux » de Montereau-sur-le-Jard (Seine-et-Marne), sur une surface de 30 000 m², REM réalise plusieurs types d'opérations :

- > la collecte des matériaux de déconstruction et des déblais inertes (bétons, enrobés, etc.) ;
- > le tri ;
- > la fabrication de matériaux recyclés (concassage et criblage) : grave 0/31,5 ; cailloux 40/80, etc. ;
- > la fabrication de matériaux traités aux liants hydrauliques (chaux ou ciments) issus du recyclage : grave-ciment, limons traités à la chaux, sables stabilisés, etc. ;
- > la vente de matériaux (gravillons, sables, enrobés) ;
- > des prestations de service sur demande : concassage ou criblage de matériaux sur site.

« Le recyclage est un acte de protection de l'environnement qui s'inscrit parfaitement dans notre démarche de développement durable, explique Patrice Quilloux, le directeur général de RCM. C'est une réponse aux objectifs fixés par la LTECV (loi de transition énergétique pour la croissance verte). L'échéance était fixée à "après 2020". Nous avons su l'anticiper et nous n'avons qu'à nous en féliciter aujourd'hui ! »

MISE EN ŒUVRE

Calendrier

Le planning des travaux est prévu sur deux ans, à partir de 2020.

Les travaux doivent être effectués en parallèle de ceux du parc d'activités de l'A5-Sénart.

La date prévisionnelle de la mise en service des aménagements est fixée à 2021.

Le chantier débute en mai 2020.

En fonction d'un phasage très précis, différents secteurs sont entrepris, en prenant garde de permettre aux engins de pouvoir continuer à circuler aisément partout sur le chantier.

Traitement de la partie supérieure de terrassement (PST)

Une fois les terrassements terminés, avec notamment la réalisation d'un remblai « d'une hauteur de 7 m pour le raccordement à un OA », décrit Laurent Simon, conducteur de travaux chez RCM, les traitements de la PST sur 0,35 m sont planifiés. Cette étape de planification est importante, car la circulation lourde sur la couche, une fois traitée, est interdite pendant plusieurs jours. Durant cette période, il faut prévoir des travaux compatibles avec cette interdiction. Une fois planifié, le traitement est calé sur cinq jours, avec deux jours de préréglage de la PST. À partir de ce moment, l'entreprise travaille avec des engins asservis pour que les couches soient les plus homogènes possible.

« 90 % du parc des machines de terrassement sont asservis GPS, 100 % des machines de réglage sont équipées en ATS (système de suivi dynamique de haute précision) », précise Roger Meschin, directeur du matériel. De son côté, Pierre Stoquert, directeur d'exploitation, ajoute : « Nos conducteurs d'engins appliquent une procédure d'entreprise pour la vérification des points de contrôle que notre géomètre-topographe enregistre à chaque début de chantier sur trois ou quatre plots disposés sur le chantier. »



▲ Vue d'ensemble des travaux de réalisation du remblai, par couches successives.

Avec une météo favorable, les opérations de traitement peuvent se dérouler sans accroc.

Sur les 2 kilomètres de la section courante, les étapes se succèdent :

> Scarification de la PST

À l'aide du ripper de la niveleuse 140M, la couche est déstructurée pour faciliter les opérations d'arrosage et de malaxage.

> Humidification du matériau.

Cette opération de correction de l'état hydrique du matériau est incontournable pour une bonne mise en œuvre et pour développer une bonne prise hydraulique.

> Épandage du liant et contrôle de la régularité de l'épandage

Un ouvrier spécialisé, sous le contrôle du chef de chantier et du laboratoire, est voué à cette tâche. « À chaque nouveau chargement de l'épandeur, il vérifie l'épandage au mètre carré par l'essai à la bêche et s'assure que les quantités mises en œuvre, par porteur, correspondent aux surfaces que j'ai définies par méthode Q/S (rapport (exprimé en m^3/m^2) entre le volume Q de sol compacté pendant un temps donné et la surface S balayée par le compacteur dans le même temps) », explique Olivier Villain, chef de chantier en charge des travaux.

> Malaxage sur 35 cm

Le LHR et le matériau sont mélangés intimement à l'aide d'une Wirtgen 2400.

> Compactage

Également incontournable, le compactage, à l'aide de deux compacteurs V5, est réalisé selon des prescriptions données (vitesse, nombre de passes, plan de balayage) dès le démarrage du traitement. Il est ensuite suivi par les disques des compacteurs selon la méthode Q/S.

> Réglage

Une niveleuse 140M suit l'opération de compactage, une fois celle-ci terminée, pour définir le profil, en long et en travers, final de la couche.

> Compactage final

Un compacteur à pneus P3 et l'atelier d'enduit de cure viennent finaliser la journée de traitement.

> Réception à 7 j = EV2 > 100 MPa

Après un minimum de 7 jours de cure sans aucune circulation lourde, le laboratoire de l'entreprise et celui de l'extérieur réalisent des essais de portance pour valider le point d'arrêt et passer à l'étape suivante du chantier.

Réalisation et traitement de la couche de forme

Sur le chantier, une fois l'arase traitée, la portance de la partie supérieure des terrassements (PST) s'élevait en moyenne à 100 MPa. Préalablement à la réalisation de la couche de forme sur l'ensemble de la section courante, RCM réalise une planche d'essai sur 1 000 m².

Plusieurs objectifs sont visés : « Cette planche d'essai permet de vérifier les modalités de compactage pendant le traitement, l'altimétrie avant/après et les performances de la couche après traitement et de les adapter pour la section courante, si besoin. C'est un échauffement ! » définit Laurent Simon.

Cette planche d'essai complète les études de traitement menées en phase de préparation et en cours de chantier. Quelques dizaines d'éprouvettes ont été réalisées, pendant le premier confinement du Covid-19, par le laboratoire de l'entreprise, puis conservées 7-28-90 jours à une température constante et à une hygrométrie contrôlée pour mesurer les performances mécaniques (couple Rt/E en MPa). « C'est le dosage à 4,75 % qu'a retenu RCM », conclut Jaouad Nadah.



↑ Les terrassements ont permis la réalisation d'un remblai d'une hauteur de 7 m.



↑ La zone de stockage de la plate-forme avec différents matériaux (sables, gravillons, déblais, etc.).

← La plate-forme de revalorisation des matériaux inertes du BTP de RCM, implantée à Montereau-sur-le-Jard.

Ensuite, pour réaliser la couche de forme, il a fallu, dans un premier temps, acheminer les matériaux recyclés et prétraités à la chaux provenant de la plate-forme de revalorisation de RCM, sise à Montereau-sur-le-Jard ; et dans un second temps, mener l'opération de mise en œuvre du matériau sur 40 cm, pour une épaisseur finale de 35 cm, afin de tenir compte du compactage et de la recoupe finale. Cette phase est très importante, car un bon réglage ne peut être garanti que s'il y a une recoupe de la couche après traitement. Aucun apport n'est possible dans la phase de réglage. « Une étape-clé a été la parfaite humidification du matériau. Pour obtenir une teneur en eau optimale, nous avons employé une arroseuse à enfouissement (20 l/m²), puis réalisé un malaxage d'homogénéisation au malaxeur, et ce préalablement aux opérations de traitement de la couche », explique Laurent Simon.

L'opération de traitement, proprement dite, y a succédé. Elle a été réalisée en deux phases successives : un épandage du liant hydraulique routier à raison de 4,75 % de ROC VDS (soit plus de 29 kg/m²) à la surface du matériau à l'aide d'un épandeur à dosage asservi à l'avancement, suivi d'un malaxage à l'aide de la stabilisatrice Wirtgen 2400. « Lors du malaxage, nous ne voulions pas que des matériaux non traités restent à l'interface de la PST et de la CDF. Notre conducteur de malaxeur a donc systématiquement repris 1-2 cm du traitement de la PST pour s'assurer de la parfaite liaison des deux couches », précise Yoann Ausanneau.



▲ L'épandage du liant hydraulique routier ROC VDS d'EQIOM à raison de 4,75 % (soit plus de 29 kg/m²).



▲ Le malaxage a été effectué à l'aide de la stabilisatrice Wirtgen 2400. Pour s'assurer de la bonne interface PST-CDF, 1-2 cm du traitement de la PST ont été systématiquement repris.



▲ Réglage et compactage.



▲ Les deux compacteurs V5 de l'atelier de compactage.



▲ Phase très importante, la recoupe finale garantit un bon réglage.

« Lors du malaxage, nous ne voulions pas que des matériaux non traités restent à l'interface de la PST et de la CDF. Notre conducteur de malaxeur a donc systématiquement repris 1-2 cm du traitement de la PST pour s'assurer de la parfaite liaison des deux couches. »

Le traitement de la couche de forme est suivi de l'opération de compactage. L'atelier de compactage se compose de deux compacteurs vibrants V5 et d'un compacteur à pneus. Il effectue 8 passes à 2,5 km/h, travaillant en parallèle, et 6 passes de P3 sur la couche traitée, dont 2 sur l'enduit de cure.

Les contrôles internes et externes du plan de contrôle de l'entreprise sont appliqués : « Teneur en eau avant traitement, contrôle par pesée de la quantité de liant épandue et Q/S ; vérification de la profondeur de malaxage, teneur en eau après le malaxage, vérification de la qualité de compactage sur la base d'essais et de références Proctor en laboratoire, explique Laurent Simon. Enfin, pour contrôler la déformabilité de la couche de forme, des déflexions ont été mesurées sur l'ensemble du tracé. »

Sept jours après la réalisation de la planche d'essai, des essais de déflexions corrélés avec des essais de plaques ont validé les performances attendues. Une fois toute la surface traitée, la couche de forme est réceptionnée par le laboratoire de l'entreprise et celui de l'extérieur avec « un écart type assez faible sur les déflexions, relève Yoann Ausanneau (RCM), témoin d'une régularité dans les performances ». Réception à 7 j = Déflexion < 50/100°.



Formules & données

Quelque 15 000 tonnes de matériaux provenant de la plate-forme de revalorisation de RCM sont mises en œuvre. Ceux-ci sont issus des environs à moins de 10 km de la plate-forme. Au lieu d'être évacués en installation de stockage de déchets inertes (ISDI), ils sont revalorisés. Ils sont préalablement analysés, criblés 0/31,5, traités à la chaux, puis mis en stock pour maturation et pour donner les caractéristiques suivantes à l'ECOREM R :

- > matériaux A1 : 80 µm = 35,1 %
- > Dmax = 0/31,5
- > VBS = 1,04
- > Maturation du stock traité à la chaux : 1 an
- > d OPN = 1,71 t/m³
- > W % OPN = 15,2 %
- > Zone 3 après traitement à 4,5 % ROC VDS
Rt = 0.49 MPa
E = 7635 MPa

À noter deux points particuliers du chantier : le raccordement à l'OA et la suppression de la VC d'entrée du hameau. Dans le phasage prévu et pour ouvrir la circulation aux riverains, la plate-forme support de chaussée a été réalisée avec des matériaux d'apport déjà traités en centrale, car « le traitement en place n'était pas possible du fait des surfaces faibles », précise Laurent Simon.

PHASES FINALES DU CHANTIER

Afin d'éviter d'endommager la couche de forme par la circulation de chantier, la couche de base en GB4 0/20 est rapidement réalisée. « Bien que l'uni du traitement soit excellent, nous avons décidé d'appliquer la GB en palpant sur des fils préalablement implantés », explique Damien Bouffety, géomètre-topographe de l'entreprise RCM. « Une fois la couche de GB réalisée, l'entreprise RCM a pu finaliser les travaux liés à la piste cyclable, les fossés, la végétalisation des emprises libres et des emprunts », précise, pour sa part, Champlin N'kouka, directeur de projet chez Ségic. « Enfin, la couche de roulement et la signalisation ont conclu cette belle opération », ajoute Clarisse Pépin, chargée d'affaires pour l'EPA Sénart.

BILAN

Depuis le 12 mars 2021, la tranche ferme du chantier, réalisée par RCM, est ouverte à la circulation. Bien que la phase de préparation du chantier ait été impactée par la pandémie de Covid-19, la météo, assez clémente, en a permis un déroulement normal. La tranche optionnelle, qui consiste à réhabiliter la voirie de desserte du hameau d'Ourdy, sera réalisée pour la fin de l'année 2021. ☰

☰ EN QUELQUES CHIFFRES

- > Volume de terrassement : 60 000 m³
- > Hauteur maximale de remblai : 7 m
- > Surface PST : 27 000 m²
- > Surface CDF : 25 000 m²
- > Quantité de LHR : 1 500 t
- > 5 500 t de GB4 0/20
- > 2 500 t de BBME 3 0/10
- > Longueur du chantier : 2 km

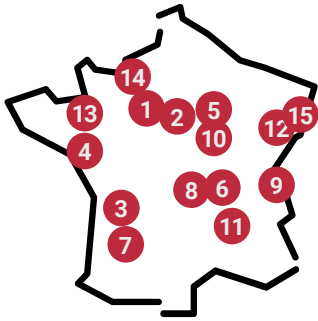
☰ LIENS UTILES

- > RCM
<http://routesetchantiersmodernes.com>
- > EQIOM
<https://www.eqiom.com>
- > EPA Sénart
<https://www.epa-senart.fr>
- > Ségic
<https://www.segic-ingenierie.fr>
- > Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

▼ Une fois remis en route, les aménagements paysagers du chantier vont permettre à ce nouveau tronçon de se fondre harmonieusement dans le paysage local.



Quelques références de chantiers traitement des sols



Vidéos et logiciels

À retrouver sur infociments.fr

Journées techniques LHR

À retrouver sur infociments.fr

Ces journées d'information sur la valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques routiers s'adressent à tous les acteurs concernés par la construction et l'entretien des routes : les élus et leurs services techniques, les bureaux d'études et tous les professionnels de la route.

Bibliographie

À retrouver sur infociments.fr

T 70

Terrassements et assises de chaussées
Traitement des sols aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013

Références SETRA/LCPC



Guide technique

Réalisations des remblais et des couches de forme
Fascicule I et Fascicule II
SETRA / LCPC, 2000

Guide technique

Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques
Application en remblais et couches de forme
SETRA / LCPC, 2000

Guide technique

Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques
Application en assises de chaussées
SETRA / LCPC, 2007

Direction de la publication : François Redron
Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Joseph Abdo
Rédaction en chef : Charles Desjardins

Reportages, rédaction : Charles Desjardins, Joseph Abdo, Étienne Diemert
Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
Crédits photos : Routes & chantiers modernes (RCM)

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex. Tél. : 01 55 23 01 00 - E-mail : centrinfo@cimbeton.net

LE SAVIEZ-VOUS ?



REMUE-MÉNINGES #03

Problème posé : une équipe de faucheurs

Une équipe de faucheurs avait deux prés à faucher, dont l'un était deux fois plus grand que l'autre. Durant la première moitié de la journée, l'équipe entière a fauché une partie du grand pré. Puis elle s'est scindée en deux parties égales. La première moitié des faucheurs a poursuivi le travail sur le grand pré, qu'elle a fini de faucher en fin de journée. La seconde moitié de faucheurs s'est attaquée au second pré, qu'elle n'a pas réussi à finir en fin de journée. Il en est resté une parcelle, qu'un faucheur a terminé le lendemain en y travaillant toute la journée.

Combien de faucheurs y avait-il dans l'équipe ?

(Réponse dans le prochain numéro.)

SOLUTION DU REMUE-MÉNINGES #02

Problème posé : le problème de Newton

Trois prés couverts d'herbe de même densité et de même vitesse de croissance ont les superficies suivantes : 3 ha 1/3 ; 10 ha et 24 ha. Le premier pré peut nourrir 12 bœufs pendant 4 semaines. Le deuxième peut nourrir 21 bœufs pendant 9 semaines. Combien de bœufs pourra nourrir le troisième pré pendant 18 semaines ?

Solution

L'herbe des prés est de même densité et de même vitesse de croissance. Supposons que la réserve initiale d'herbe sur un hectare est égale à « 1 ».

Introduisons une inconnue auxiliaire « X », désignant la croissance hebdomadaire de l'herbe sur une surface d'un hectare, exprimée en parts de la réserve initiale d'herbe sur le pré, supposée égale à « 1 ». Sur le premier pré, dont la surface est égale à 3ha1/3, la réserve

d'herbe initiale est donc de : $1.3ha \frac{1}{3} = 10/3$.

Il pousse pendant une semaine une quantité d'herbe égale à : $X.(3ha \frac{1}{3}) = X.(10/3) = 10.X/3$.

Pendant 4 semaines, il pousse : $4. 10. X/3 = 40.X/3$

La réserve d'herbe sur le pré, sur une période de 4 semaines, devient alors : $(10/3 + 40.X/3) = 10/3.(1 + 4.X)$.

Puisque le premier pré peut nourrir 12 bœufs pendant 4 semaines, on peut en conclure que les bœufs mangent $10/3. (1 + 4 X)$.

En une semaine, les 12 bœufs mangeront : $10/3.(1 + 4 X) / 4$.

D'où, en une semaine, un bœuf mangera :

$$10/3.(1 + 4 X) / 4 / 12 = 10.(1 + 4 X) / 144 \quad (1)$$

Sur le deuxième pré, dont la surface est égale à 10 hectares,

la réserve d'herbe initiale est donc de : $1.10ha = 10 ha$.

De même, en partant de l'hypothèse selon laquelle « 21 bœufs auraient mangé l'herbe du deuxième pré en 9 semaines », on peut déduire qu'un bœuf mange en 1 semaine : $10.(1 + 9 X) / (9)$. (2).

En 1 semaine, un bœuf consomme une quantité d'herbe égale à :

$$10.(1 + 9 X) / 189 \quad (2)$$

Mais la quantité d'herbe mangée par un bœuf en 1 semaine est la même, quel que soit le troupeau. On peut donc écrire que les équations (1) et (2) sont égales :

$$10.(1 + 4 X) / 144 = 10. (1 + 9 X) / 189$$

$$189. (1 + 4 X) = 144 (1 + 9X)$$

$$189 + 756.X = 144 + 1296.X$$

$$540.X = 45$$

$$X = 1/12 \quad (3)$$

Les équations (1) et (3) permettent de calculer la part de la réserve initiale d'herbe qu'un bœuf mange par semaine :

$$10.(1 + 4 X) / 144 = 10. (1 + 4.1/12) / 144 = 40/432 = 5/54 ha$$

En 1 semaine, un bœuf consomme une quantité d'herbe égale à :

$$5/54 \quad (4)$$

Soit « y » le nombre de bœufs qui mangeraient l'herbe du troisième pré en 18 semaines.

$$(24 + 24.18.1/12) / 18. Y = 5/54$$

$$60.54 = 5.18.Y$$

$$Y = 60.54/5.18 = 36$$

D'où **y = 36 bœufs**



SUR LA TOILE

LOGICIEL LHR

Un logiciel dédié aux techniques à base de liants hydrauliques routiers LHR : le « logiciel LHR » vous permet d'évaluer et de comparer, sur le plan économique et environnemental, une solution de traitement au liant hydraulique routier versus une solution d'emprunts granulaires.

SIMULATEUR PERCEVAL

Un nouveau logiciel dédié aux techniques routières à base de béton : le simulateur PERCEVAL vous permet d'effectuer une comparaison économique et environnementale sur le cycle de vie complet (phase de construction + phase d'entretien) des aménagements routiers ou urbains.



AGENDA

CONFÉRENCES TECHNIQUES POUR LA VALORISATION DES MATÉRIAUX EN PLACE À FROID AUX LIANTS HYDRAULIQUES

> Poitiers : 22 septembre

> Vesoul : 14 octobre

> Chartres : 23 novembre

> Montauban : 7 décembre

Invitations disponibles sur simple demande auprès de CIMbéton ou sur le site lhr.cimbeton.net



Scannez le QR Code.

