REMUE-MÉNINGES #09 BEST OF 2023

Problème posé : La diversité du temps (suite 5)

Pour augmenter le degré de complexité du problème, caractérisons le temps à l'aide de six indices

- 1er indice : le ciel est couvert ou dégagé,
- · 2ème indice : le matin ou l'après-midi,
- 3ème indice : la température de l'air ambiant est négative ou positive, 6ème indice : l'indice UV est faible ou moyen
- · 4ème indice : la vitesse du vent est faible ou modérée,
- 5ème indice : l'hygrométrie de l'air ambiant est modérée ou forte,

Autrement dit, distinguons seulement les demi-journées claires et les demi-journées nuageuses associées à des températures négatives ou positives, à la présence d'un vent faible ou modéré, à une hygrométrie modérée ou forte et à un indice UV faible ou moyen. Peut-on dans ces conditions avoir beaucoup de semaines avec des alternances de temps différents? A première vue, non. Au bout de quelques semaines, toutes les combinaisons de demi-journées claires et de demi-journées nuageuses associées à des températures négatives ou positives, à un vent faible ou modéré, à une hygrométrie modérée ou forte et à un indice UV faible ou moyen seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observée se répètera inévitablement. Calculer alors le nombre de semaines avec des alternances de temps différents pour les six indices retenus. (Réponse dans le prochain numéro : Route La Revue 09.)

SOLUTION DU REMUE-MÉNINGES #08

Solution de La diversité du temps - suite 4

Avec cinq indices pour caractériser le temps, à savoir :

- 1er indice : le ciel est couvert ou dégagé,
- 2ème indice : le matin ou l'après-midi,
- 3ème indice : température négative ou température positive,
- 4ème indice : vitesse du vent faible ou modéré,
- 5ème indice : hygrométrie de l'air ambiant modérée ou forte.

On peut donc procéder à déterminer le nombre d'alternances de temps différents.

Considérons un jour, les alternances de temps peuvent être :

- Couv. couv. temp. nég. vent faible hygro. modérée ;
- Couv. couv. temp. nég. vent faible hygro. forte ;
- Couv. couv. temp. nég. vent modéré hygro. modérée ;
- Couv. couv. temp. nég. vent modéré hygro. forte ;
- Couv. couv. temp. pos. vent faible hygro. modérée ;
- Couv. couv. temp. pos. vent faible hygro. forte;
- Couv. couv. temp. pos. vent modéré hygro. modérée ;
- Couv. couv. temp. pos. vent modéré hygro. forte ;
- Couv. dég. temp. nég. vent faible hygro. modérée ;
- Couv. dég. temp. nég. vent faible hygro. forte ;
- Couv. dég. temp. nég. vent modéré hygro. modérée ;
- Couv. dég. temp. nég. vent modéré hygro. forte ;
- Couv. dég. temp. pos. vent faible hygro. modérée ;
- Couv. dég. temp. pos. vent faible hygro. forte ;
- Couv. dég. temp. pos. vent modéré hygro. modérée ;
- Couv. dég. temp. pos. vent modéré hygro. forte ;
- Dég. couv. temp. nég. vent faible hygro. modérée ;
- Dég. couv. temp. nég. vent faible hygro. forte ;
- Dég. couv. temp. nég. vent modéré hygro. modérée ;

- Dég. couv. temp. nég. vent modéré hygro. forte ;
- Dég. couv. temp. pos. vent faible hygro. modérée ;
- Dég. couv. temp. pos. vent faible hygro. forte;
- Dég. couv. temp. pos. vent modéré hygro. modérée ;
- Dég. couv. temp. pos. vent modéré hygro. forte ;
- Dég. dég. temp. nég. vent faible hygro. modérée ;
- Dég. dég. temp. nég. vent faible hygro. forte ;
- Dég. dég. temp. nég. vent modéré hygro. modérée ;
- Dég. dég. temp. nég. vent modéré hygro. forte ;
- Dég. dég. temp. pos. vent faible hygro. modérée ;
- Dég. dég. temp. pos. vent faible hygro. forte ;
- Dég. dég. temp. pos. vent modéré hygro. modérée ;
- Dég. dég. temp. pos. vent modéré hygro. forte ;

Sur 1 jour, il y a donc 2 x 2 x 2 x 2 x 2 x 2 = 32 possibilités ou 321 d'alternances de temps différents.

Considérons maintenant la suite de deux jours consécutifs, on peut avoir les alternances de temps obtenues en combinant les 32 alternances du 1er jour avec les 32 alternances du 2ème jour, soit 32 x 32 = 1024 = 322.

Sur 2 jours consécutifs, il y a donc mille vingt-quatre possibilités d'alternances de temps différents ou 322 d'alternances de temps différents. Avec le même raisonnement, on peut affirmer que sur 7 jours consécutifs, il y a donc 327 ou 34 359 738 368 possibilités d'alternances de temps différents.

En d'autres termes, sur la base de cinq indices (Couvert ou dégagé ; Matin ou Après-midi ; température négative ou température positive, vent faible ou modéré, hygrométrie modérée ou forte), il y aura 34 359 738 368 semaines avec des alternances de temps différents. Au bout de 34 359 738 368 semaines, soient 240 518 168 576 jours ou environ 658 953 886 ans, toutes les combinaisons seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observée se répètera inévitablement.



AGENDA / JOURNÉES TECHNIQUES CIMBÉTON 2024

JOURNÉES TECHNIQUES CIMBÉTON 2024 « ROUTES, TERRASSEMENTS ET AMÉNAGEMENTS ».

- Le matin : conférences techniques axées sur l'entretien des infrastructures.
- · L'après-midi : conférences techniques axées sur les solutions constructives et l'aménagement urbain.

Invitations disponibles sur simple demande auprès de CIMbéton.

VILLES ET DATES 2024

Rennes: 18 janvier

Metz ou Strasbourg: 11 avril Clermont-Ferrand : 15 février Île de France : 26 septembre

Toulouse: 14 mars Amiens: 21 novembre

■ ROUTES #BEST OF 2023 LE SAVIEZ-VOUS ? ≡

NUMÉRO 153 - JANVIER 2024

#Ciments #Bétons #CementLAB #Bâtiment #GénieCivil #Route #LiantsHydrauliquesRoutiers

#BEST OF 2023

ATTENTION: COURRIER INCLUS À REMPLIR CONCERNANT VOTRE ABONNEMENT EN 2024



Réaménagement du carrefour RD33-RD926-RD6015 au poteau d'Allouville

à Saint-Bonnet-de-

Un aménagement en béton drainant Requalification

des espaces publics du domaine de Suscinio

2 950 tonnes de **ROC TR et ROC VDS** pour le parc logistique PRD d'Illies et de Salomé

RETROUVEZ NOTRE REMUE-MÉNINGES EN DOS DE COUVERTURE





#CementLAB #Ciments #Bétons #LiantsHydrauliquesRoutiers #Bâtiment #Route

Logiciel d'aide à la décision : pour ça aussi, nous sommes là!

Vous assister dans vos projets, créer des outils utiles et vous aider à les utiliser, c'est aussi ca la mission d'Infociments. Aujourd'hui, face à la multiplicité des solutions, nous travaillons à vous aider à faire vos choix en toute connaissance de cause. C'est pourquoi, après la mise en ligne en 2015 du tout premier logiciel de comparaison économique et environnementale, nous sommes heureux de vous présenter notre logiciel de comparaison conçu spécialement pour la route : PERCEVAL.

PERCEVAL est un éco-comparateur conçu spécialement pour la route (terrassements routiers, chaussées routières et autoroutières, aménagements urbains et ouvrages annexes). Il permet d'effectuer une évaluation économique et environnementale d'une solution technique ou une comparaison économique et environnementale entre deux solutions techniques alternatives pour un ouvrage routier.

Il répond ainsi au besoin des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des bureaux d'études et des entreprises de disposer d'un outil leur permettant d'établir un bilan économique et un bilan environnemental pour chacune des solutions techniques envisagées pour un projet, afin de justifier leur choix final.



11 MODULES D'ÉVALUATION ET/OU COMPARAISON

STRUCTURES ROUTIÈRES ET D'AMÉNAGEMENTS URBAINS

MODULE 1 - Structures de chaussées en béton avec fondation VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 2 - Structures de chaussées en béton avec fondation VS Structures avec revêtement en produits modulaires (pavés et dalles en pierre naturelle ou préfabriqués en béton)

MODULE 3 - Structures de chaussées en béton sans fondation VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 4 - Structures de chaussées en béton sans fondation VS Structures avec revêtement en produits modulaires (pavés et dalles en pierre naturelle ou préfabriqués en béton)

MODULE 5 - Structures en graves hydrauliques VS Structures en matériaux bitumineux

STRUCTURES ROUTIÈRES AVEC FONDATION

MODULE 6 - Dispositifs de sécurité en béton VS Glissières

MODULE 7 - Ouvrages d'assainissement en béton coulé

DOMAINE DE LA VALORISATION DES MATÉRIAUX EN PLACE AUX LIANTS HYDRAULIQUES

MODULE 8 - En remblais VS Technique granulaire

MODULE 9 - Traitement des sols en couche de forme VS Technique granulaire

MODULE 10 - Traitement des sols pour assises de chaussées VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 11 - Retraitement des chaussées en place VS Technique de renforcement

Pour y accéder gratuitement : https://www.infociments.fr/ calculateur-perceval



ou scannez ce QR Code



ÉDITO Janvier 2024

ÉDITO

« ROUTES » 2023

directement par courriel!

CIMbéton a le plaisir de vous adresser le quatrième Best Of de la revue Routes. Avec ce numéro imprimé, nous achevons une quatrième année durant laquelle nous avons expérimenté une nouvelle stratégie de diffusion. D'une parution « papier » trimestrielle, la revue a évolué vers une solution mixte digitale et imprimée :

- · la newsletter « Routes Info », envoyée mensuellement par courriel (abonnez-vous depuis le QR code ci-dessous ou avec le formulaire d'abonnement en p. 45 pour recevoir l'ensemble de nos
- · la compilation « Routes la revue », envoyée par courriel et reprenant les derniers chantiers publiés ;
- un magazine annuel, sous forme de Best Of imprimé, rassemblant les reportages emblématiques de l'année.

À travers quatre projets, 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 un reportage de chantier représentatif de la filière de valorisation des matériaux en

· Le traitement des sols en place aux LHR pour confectionner des plates-formes support de chaussées performantes, durables et respectueuses de l'environnement. RI #32 : Illies et salomé, Hauts-de-France (59). 2 950 tonnes de liant ROC TR et ROC VDS pour le parc logistique PRD d'Illies et Salomé;

Quant à l'utilisation du béton, elle est illustrée par trois reportages de chantiers montrant la diversité des typologies de structures utilisées :

- > RI #27 : Allouville-Bellefosse, Seine-Maritime (76). Réaménagement du carrefour RD 33 RD 926 - RD 6015 au poteau d'Allouville;
- > RI #29 : Saint-Bonnet-de-Joux, Saône-et-Loire (71). Un aménagement de la place du Champ-de-Foire en béton drainant désactivé;
- > RI #30 : Sarzeau, Morbihan (56). Regualification des espaces publics du domaine de Suscinio.

Nous sommes sûrs que vous saurez apprécier ces quatre projets 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 infociments.fr/publications/routes.

Enfin, pour faire de « Routes » le cœur de votre expression et de vos attentes, nous vous remercions de bien vouloir compléter le questionnaire joint à ce numéro.

Bonne lecture. Joseph ABDO



Yous préférez lire à l'écran ou accéder à des contenus supplémentaires? Scannez nos QR codes et retrouvez toute l'information en ligne



Cabonnement numérique, c'est ici : remplissez le formulaire d'inscription pour ne pas rater nos publications

SOMMAIRE



COMMUNE D'ALLOUVILLE-BELLEFOSSE SEINE-MARITIME (76)

Réaménagement du carrefour RD33-RD926-RD6015 au poteau d'Allouville



SAINT-BONNET-DE-JOUX SAÔNE-ET-LOIRE (71)

Un aménagement en béton drainant à Saint-Bonnet-de-Joux



SARZEAU MORBIHAN (56)

Requalification des espaces publics du domaine de Suscinio



ILLIES-SALOMÉ HAUTS-DE-FRANCE (59)

2 950 tonnes de ROC TR et ROC VDS pour le parc logistique PRD d'Illies et de Salomé





- Direction de la publication : François Redron
 - Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Cédric Le Gouil, Joseph Abdo
 - Reportages, rédaction : Joseph Abdo, Magali Suinot, Sôa / Studio L&T, Étienne Diemert
 - Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
 - Crédits photos: Joseph Abdo / JA-Consulting, Bruno Barberot, Quentin Hognon / Colas, Marylène Redouani / CD 76, Jean-Sébastien Deborde / Ingepro, l'Atelier du Triangle, Phytolab, CIMbéton, Département du Morbihan, Colas, SAGL, Grégory Charpenet / Béton Vicat, Alex iambon / Sols.

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy. Tél.: 01 55 23 01 00 - E-mail: centrinfo@cimbeton.net

PAGE 3 **■ ROUTES #BEST OF 2023**



■ ROUTES INFO #27

Publié le 15/03/2023

© CIMbéton

Texte: Joseph Abdo



Sol traité LHR: Volume béton : Seine-

■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre Département de la Seine-Maritime

Assistance technique et contrôle extérieur Rincent BTP Services Matériaux

Entreprises

- > Entreprise générale : Colas
- Mise en œuvre du béton : Colas agence Grands Travaux
 Réalisation des joints : Socotras

Fournisseur du béton

Unibéton (centrale de Barentin 2)

Fournisseur du ciment Ciments Calcia

Fournisseur du LHR EOIOM

PHOTO D'OUVERTURE : Vue du carrefour giratoire en béton en cours de finition. (©Joseph Abdo, JA-Consulting)

Vous préférez la lecture digitale ?
 Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 14.

Le département de la Seine-Maritime et la région Normandie viennent d'achever l'aménagement d'un carrefour giratoire au droit de l'échangeur entre la RD6015 et les RD926 et RD33, au lieu-dit du Poteau d'Allouville, sur la commune d'Allouville-Bellefosse. Cet aménagement sécurisera tous les déplacements des usagers de ce carrefour complexe et confortera la desserte du territoire.

Sur les recommandations du bureau d'études Rincent BTP Services Matériaux, le conseil départemental a retenu, pour cet aménagement, une structure composite constituée d'un revêtement en béton goujonné, mis en œuvre sur une fondation en grave-bitume. Cette structure est réalisée sur une plate-forme support traitée avec un liant hydraulique routier (LHR). Les travaux ont été confiés à Colas, qui a fait appel à EQIOM pour la fourniture du LHR, à Unibéton pour la fourniture du béton et à Socotras pour la réalisation des joints.

Après le carrefour giratoire RD925-RD485 de Dieppe, en service depuis 1995, cette solution durable et 100 % locale a fait son chemin en Seine-Maritime.

SITUATION

Le projet se situe au carrefour entre trois axes départementaux fréquentés :

- La RD6015, route structurante de 1^{re} catégorie, relie Rouen au Havre et supporte plus de 11 900 véhicules par jour à l'est de l'échangeur, dont 10,8 % de poids lourds, et 9 200 véhicules par jour à l'ouest, dont 10,6 % de poids lourds. C'est également un itinéraire destiné au passage de transports exceptionnels.
- La RD926, route structurante de 1^{re} catégorie, relie la RD6015 à l'A29 et à la Côte d'Albâtre, en traversant de nombreuses communes du plateau de Caux. Elle supporte un trafic de près de 6 800 véhicules par jour, dont 14,7 % de poids lourds. C'est également un itinéraire utilisé par les transports exceptionnels.
- La RD33 dessert la commune d'Allouville-Bellefosse et rejoint l'itinéraire Yvetot-pont de Brotonne. Elle supporte 2 200 véhicules par jour, dont 2 % de poids lourds.



▲ Localisation du projet.

Ecretteville les-Baons

Vers Rouen

Cléville

CARREFOUR A SÉCURISER

Allouville Bellefosse

ÉTAT DES LIEUX

De nombreux poids lourds

Le nombre de poids lourds empruntant ce carrefour est particulièrement élevé. Ceux-ci sont issus :

- Du trafic en transit lié à la desserte de la zone industrielle de Port-Jérôme (via RD 6015, RD 926 et A 29) générant d'importants mouvements tournants sur le site ;
- Du trafic local de 200 poids lourds généré quotidiennement par l'activité de l'entreprise Linex, dont 30 % quittent le site et 70 % y accèdent.

Un carrefour difficilement lisible

Avant l'opération, un ouvrage d'art supportait la RD6015 et permettait son passage au-dessus de la RD926 au nord pour rejoindre la RD33 au sud. Les échanges entre la RD6015 et ces deux autres routes départementales se faisaient par des voies dénivelées qui les connectaient, sans avoir les caractéristiques de réelles bretelles. Les intersections, gérées par des successions de panneaux stops ou cédez-le-passage, étaient complexes, peu lisibles et présentaient de mauvaises conditions de visibilité, en particulier la voie de sortie de la RD6015 depuis Le Havre. Ces bretelles et multiples intersections participaient à la mauvaise perception de l'ensemble du carrefour, dont le fonctionnement global était insatisfaisant.

Une insertion difficile sur l'axe de la RD6015

La voie d'entrée sur la RD6015 en direction du Havre était gérée par un stop. De ce fait, auparavant, l'insertion sur la RD6015 était difficile, notamment pour les nombreux poids lourds qui empruntent quotidiennement l'échangeur.

Un dysfonctionnement sur la bretelle vers Yvetot

Linex, située au sud-est du carrefour, possédait son accès pour poids lourds sur la bretelle d'accès à la RD6015 (vers Yvetot). La présence de véhicules stationnant le long de cette bretelle posait des problèmes de fluidité et de sécurité routière.

Un carrefour accidentogène

Si aucun accident grave n'a été recensé au carrefour des RD6015-RD926-RD33 depuis 2009, de nombreux accidents ont été signalés et deux accidents, en 2018, ont entraîné des blessés légers.

PROJET

Ce projet s'est inscrit dans le programme de requalification de la RD6015, itinéraire stratégique de la Seine-Maritime reliant Le Havre à Rouen, qui vise à redonner une fonction locale à l'itinéraire en incitant le trafic de transit à se reporter sur l'itinéraire autoroutier, améliorant ainsi la sécurité et réduisant les nuisances pour les riverains. Cet axe fait également l'objet de la démarche d'aménagement « Route Autrement pour une Conduite Apaisée (RACA) »

Ce projet d'aménagement de l'échangeur, voté par le Département de la Seine-Maritime le 30 septembre 2021, a été défini en concertation avec la commune d'Allouville-Bellefosse et la Communauté de Communes Yvetot Normandie.

Objectifs de l'aménagement

L'échangeur entre la RD6015, la RD926 et la RD33 était peu lisible, avec une insertion difficile sur l'axe de la RD6015, un dysfonctionnement sur la bretelle qui mène vers Yvetot et un carrefour

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 14, bibliographie technique en p. 46.



★ Vue aérienne du carrefour actuel. (©Conseil départemental de la Seine-Maritime)

← Plan de situation du projet.

Les intersections, gérées par des successions de panneaux stops ou cédez-le-passage, étaient complexes, peu lisibles et présentaient de mauvaises conditions de visibilité

CHANTIER - SEINE-MARITIME (76)

■ ROUTES #BEST OF 2023

PAGE 5



« Le département de la Seine-Maritime a étudié plusieurs solutions d'aménagement afin d'optimiser le fonctionnement actuel de l'échangeur. La comparaison des différentes solutions nous a conduits à retenir celle d'un giratoire central à l'emplacement du passage supérieur de la RD6015 sur la RD926 » accidentogène. « Simplifier la géométrie de l'ouvrage, améliorer la lisibilité de la signalisation et sécuriser ce carrefour pour tous les usagers, tels étaient les souhaits du conseil départemental de la Seine-Maritime », commente Marylène Redouani, chef du service Études et travaux de Rouen à la direction des routes du conseil départemental de la Seine-Maritime.

Le projet d'aménagement de ce carrefour devait donc permettre de :

- Garantir de bonnes conditions d'échange aux nombreux usagers, dont les poids lourds qui empruntent quotidiennement ce carrefour;
- Simplifier et sécuriser les échanges entre ces trois routes départementales et améliorer les conditions d'accès à l'entreprise Linex;
- Contribuer à la cohérence du parti d'aménagement de l'itinéraire de la RD6015 en faveur d'une conduite apaisée;
- · Avoir une durabilité la plus longue possible (vingt ans au minimum) ;
- · Limiter l'impact sur l'environnement.

En 2021, pour répondre à ce besoin de simplification et de sécurisation, le conseil départemental de la Seine-Maritime a lancé des études : plusieurs solutions d'aménagement du carrefour au droit de l'échangeur ont été examinées pour en retenir deux répondant le mieux aux objectifs du projet :

- Un double giratoire au pied de l'échangeur;
- Un giratoire central à la place du pont.

La comparaison des deux solutions, selon différents critères, a conduit le Département à retenir celle d'un giratoire central à l'emplacement du passage supérieur de la RD6015 sur la RD926.

« Le département de la Seine-Maritime a étudié plusieurs solutions d'aménagement afin d'optimiser le fonctionnement actuel de l'échangeur. La comparaison des différentes solutions nous a conduits à retenir celle d'un giratoire central à l'emplacement du passage supérieur de la RD6015 sur la RD926. Cette solution permet de répondre au mieux au parti d'aménagement de la RD6015 et d'être la plus avantageuse », ajoute Marylène Redouani.

En 2018 et 2019, le projet d'aménagement a été mis à l'étude et les différentes solutions d'aménagement pressenties ont été présentées au fur et à mesure au comité de pilotage constitué par le conseil départemental et les collectivités locales concernées. « Cela faisait un moment que les élus locaux et le Département souhaitaient améliorer les conditions de circulation au niveau de l'échangeur », commente Gaëlle Benoît, adjointe au chef du service Études et travaux de Rouen à la direction des routes du conseil départemental de Seine-Maritime.





↑ Un double carrefour giratoire au pied de l'échangeur. ↑ Un carrefour giratoire au droit de l'échangeur.

CONCEPTION

Description de la géométrie retenue

Le carrefour giratoire est construit à la place de l'ouvrage d'art. Sa chaussée se situe à environ 1,80 m au-dessus de la chaussée actuelle de la RD926. Les quatre branches axées sur le giratoire remplacent les nombreuses intersections complexes et peu lisibles du carrefour existant. Les échanges entre la RD6015 et les RD926 et RD33 ne se font plus par des voies dénive-lées, mais bel et bien dans le même plan. L'actuelle voie d'accès vers la RD6015, en direction d'Yvetot, est devenue une voie privée pour l'entrée de Linex, réglant ainsi les difficultés liées au stationnement de poids lourds le long de la voirie. Cette solution a entraîné la réalisation d'importants travaux de remblai afin de mettre au même niveau le giratoire et ses quatre bretelles d'accès.

Le carrefour giratoire a un rayon interne de 12 m et un rayon externe de 20 m. Son îlot central est équipé de surlargeurs franchissables par les poids lourds pour favoriser le passage des transports exceptionnels. Afin de faciliter l'évacuation des eaux pluviales, l'anneau du carrefour giratoire est conçu avec un dévers unique de 1,5 %, orienté vers les bordures extérieures où les eaux pluviales sont récupérées et traitées. La RD6015 est aménagée avec une chaussée de 6,50 m de large, avec une voie dans chaque sens, et bordée de part et d'autre par des

bandes multifonctionnelles de 1,50 m de large. Il y a quatre bretelles d'accès en béton d'une longueur de 25 m. Chaque bretelle d'accès est équipée d'une dalle de transition positionnée entre la structure composite et la structure bitumineuse des routes départementales.

Principes d'intégration dans l'environnement

Une étude faune-flore a été lancée en 2020 pour évaluer la qualité écologique du site. Elle a notamment révélé la présence de potentiels arbres-gîtes pour les chiroptères et la fréquentation importante d'avifaune nicheuse. Le phasage de l'opération a été conçu pour limiter au mieux les impacts sur ces espèces pendant le chantier. Les études d'assainissement ont conduit à récupérer et à traiter l'ensemble des eaux de chaussée du giratoire. Un bassin a été réalisé pour traiter les eaux routières avant leur rejet régulé dans le milieu naturel. La commune d'Allouville-Bellefosse n'ayant pas souhaité d'aménagement paysager spécifique, l'îlot central du giratoire a été simplement enherbé. Les bretelles déconstruites ainsi que les espaces dégagés dans le cadre du projet sont revégétalisés dans une logique de gain de biodiversité.

Choix du matériau de surface

« À partir du moment où la décision d'aménager l'échangeur a été prise, le département de la Seine-Maritime s'est interrogé sur les matériaux et sur les structures à utiliser », précise Marylène Redouani

En 2021, pour lever ces interrogations, « le conseil départemental de la Seine-Maritime a fait appel au bureau d'études Rincent BTP Services Matériaux pour trouver un concept et une structure de chaussée adaptés à ce projet ainsi qu'une étude de dimensionnement du carrefour giratoire et des bretelles d'accès », ajoute Marylène Redouani.

Pour un carrefour giratoire dont le trafic de poids lourds est élevé, il était impératif de rechercher un matériau de revêtement de chaussée susceptible de :

- Résister durablement à la canalisation des charges, aux charges lourdes roulant à vitesse lente, aux efforts tangentiels et aux efforts résultant de la force centrifuge (surcharge sur les roues extérieures par suite du déport latéral des charges des véhicules);
- En conséquence, réduire les opérations de maintenance ;
- Contribuer à l'amélioration de la sécurité des usagers (changement d'aspect et/ou de couleur pour attirer l'attention du conducteur);
- · Minimiser ses impacts sur l'environnement (facilité de recyclage ultérieur).
- « Compte tenu du niveau de sollicitations, sur le plan technique, le béton l'emporte largement, grâce à son endurance et à sa très grande résistance à l'orniérage », précise Pascal Oger, directeur de Rincent BTP.

Une solution de mise en site propre du chantier a donc été étudiée, afin de valider la faisabilité d'une chaussée béton. La transformation de l'échangeur en « grand giratoire losange » préalablement aux travaux, en réaménageant les carrefours existants, a permis de maintenir l'ensemble des circulations et des échanges, tout en offrant de bonnes conditions de réalisation du futur giratoire.

C'est ainsi que pour le carrefour giratoire de l'échangeur du Poteau d'Allouville-Bellefosse, le conseil départemental, maître d'ouvrage, et Rincent BTP, maître d'œuvre, ont pu faire le choix du béton comme matériau de surface.

« Le béton est incontournable sur ce type d'ouvrage. Par sa résistance au poinçonnement et aux agressions chimiques causées par les chutes accidentelles de kérosène, le béton est bien plus approprié qu'une couche de surface en enrobé », commente Pascal Oger.

En outre, compte tenu du trafic élevé et des charges lourdes qui allaient circuler sur ce revêtement, Rincent BTP a recommandé un revêtement en béton non armé mais à joints goujonnés de type BC5g. « Nous avons choisi une chaussée en dalles de béton à joints goujonnés, car ce type de revêtement présente une durée de vie très élevée, ce qui – en termes de coût global – est important », poursuit Pascal Oger.

Choix de la chaussée composite comme structure de chaussée

La grande originalité de ce chantier résidait aussi dans le type de structure de chaussée utilisée. En effet, plutôt que de faire appel à une structure traditionnelle en béton (constituée d'un revêtement en béton non armé et à joints goujonnés BC5g et d'une couche de fondation en béton maigre BC3), structure conçue avec un décollement à l'interface entre le revêtement et la fondation, Pascal Oger a décidé d'utiliser en fondation une couche de grave-bitume au lieu du béton maigre. « Cette structure combine les qualités du béton en tant que matériau antiorniérant, les qualités de la grave-bitume en tant que matériau acceptant les déformations sans se rompre et la durabilité du collage observée à l'interface entre le béton et la grave-bitume. Éprouvé depuis vingt ans, ce concept autorise à retenir l'hypothèse d'un semi-collage à l'interface revêtement-fondation, synonyme d'une optimisation de la structure (réduction de l'épaisseur de celle-ci d'environ 25 %) et, par conséquent, d'une réduction de la consommation des matériaux nobles dans la chaussée. Par ailleurs, elle présente l'avantage d'une construction plus rapide », ajoute Pascal Oger.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 14, bibliographie technique en p. 46.

« Le conseil départemental de la Seine-Maritime a fait appel au bureau d'études Rincent BTP Services Matériaux pour trouver un concept et une structure de chaussée adaptés à ce projet ainsi qu'une étude de dimensionnement du carrefour giratoire et des bretelles d'accès »

« Le béton est incontournable sur ce type d'ouvrage. Par sa résistance au poinçonnement et aux agressions chimiques causées par les chutes accidentelles de kérosène, le béton est bien plus approprié qu'une couche de surface en enrobé »

AGE 6 CHANTIER - SEINE-MARITIME (76)
ROUTES #BEST OF 2023

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliquesroutiers/

« Cette structure combine les qualités du béton en tant que matériau antiorniérant, les qualités de la grave-bitume en tant que matériau acceptant les déformations sans se rompre et la durabilité du collage observée à l'interface entre le béton et la grave-bitume » Choisir de réaliser un giratoire en béton dans ce département ne relève pas de l'aventure, puisque la première référence a été réalisée à Dieppe en 1995, ouvrage en parfait état et qui continue de remplir son rôle aujourd'hui. L'argument de la durabilité, associée à la solidité éprouvée de la structure composite, a conforté le choix de la direction des routes du conseil départemental. « Un carrefour giratoire en béton a sûrement une durée de vie plus longue que celle d'un ouvrage en enrobé. Dans le cas d'un trafic de poids lourds élevé, le choix d'une structure en béton permet à l'exploitant de faire l'économie des travaux d'entretien réguliers durant la période de service », précise, de son côté, Gaëlle Benoît.

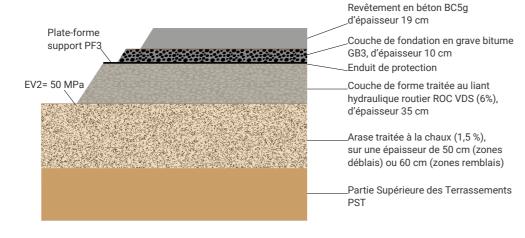
« À terme, le béton de ciment nous garantissait une plus grande longévité qu'une solution classique en béton bitumineux. Certes, l'investissement s'est révélé légèrement plus important. Mais nous avons aussi tenu compte du fait que ce carrefour sensible, situé à l'entrée de l'agglomération et au croisement de deux axes fréquentés, ne serait pas affecté par des travaux d'entretien récurrents, tous les six à huit ans, comme avec une solution à base de matériaux bitumineux. Nous avons choisi un dimensionnement qui nous permet en principe de ne pas intervenir sur l'ouvrage avant une vingtaine d'années », argumente Marylène Redouani.

« La solution en béton peut sembler un peu plus chère à première vue mais, en raisonnant en coût global, on est finalement gagnant, car les coûts d'exploitation sont très faibles. De plus, sur le plan de la sécurité, le béton du giratoire, grâce à sa teinte plus claire que le noir de la chaussée des trois routes départementales qui y convergent, permet d'identifier immédiatement le point singulier que constitue le carrefour », ajoute Pascal Oger.

Arase et couche de forme

En dessous des couches de roulement et de fondation et sur toute la surface du carrefour giratoire, la plate-forme support a été conçue avec un complexe arase de terrassement-couche de forme de haut niveau (PF3) avec les matériaux du site, traités avec des dosages et des épaisseurs à déterminer lors des études. Grâce au traitement en place des sols, on a minimisé l'apport de matériaux nobles, d'où un bénéfice écologique certain : moins d'extraction de granulats de carrières ; moins de nuisances dues au transport des granulats en camion. Par ses avantages économiques et environnementaux, qui ne sont plus à démontrer, la technique de traitement des sols en place au LHR se prête parfaitement à ce type de chantier et s'impose d'elle-même. Compte tenu de l'utilisation d'une chaussée composite BC5g/GB3, la plate-forme support devait avoir une portance minimale PF2qs.

→ Coupe en travers-type de la structure du carrefour giratoire d'Allouville-Bellefosse.



ÉTUDES

Dimensionnement de la structure composite

Le dimensionnement de la structure a été établi pour un trafic estimé à la mise en service (1 112 PL/j), la qualité du support en place (plate-forme support PF3), la durée de service (vingt ans) et un taux de croissance annuelle du trafic de 1 %. Il s'établit comme suit :

- Revêtement en béton de classe BC5, non armé et à joints goujonnés, de granulométrie 0/20 et d'épaisseur 19 cm;
- · Couche de fondation en grave-bitume GB3, de granulométrie 0/14 et d'épaisseur 10 cm;
- Enduit bicouche clouté qui assure à la fois la protection de la CDF traitée et le collage à l'interface entre la CDF et la structure de chaussée;
- Plate-forme support de portance PF3 (120 ≤ EV2 < 200 MPa), constituée d'une arase traitée à la chaux (classe AR2), d'épaisseur 50 cm (zone en déblais) et 60 cm (zone en remblais), surmontée d'une CDF traitée avec le LHR ROC VDS, d'épaisseur 35 cm.

Plan de calepinage des joints

Un des points essentiels d'un projet de giratoire en béton reste l'élaboration du plan de calepinage des joints des dalles.

Ce plan doit faire l'objet d'une validation formelle au regard des dispositions constructives retenues pour la technique avant toute poursuite du projet.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 14, bibliographie technique en p. 46.



← Plan de circulation pendant la phase travaux

TRAVAUX

Le chantier a été réalisé par deux entreprises : Colas, mandataire pour les terrassements, les travaux relatifs à la grave-bitume et l'assainissement ; et l'agence Colas Grands Travaux, membre du Specbea, pour la mise en œuvre du béton. L'entreprise était particulièrement motivée par la technicité du chantier et par la validation de son savoir-faire sur un tel ouvrage.

Trois phases de travaux à partir du printemps 2022

Le chantier a débuté en 2022 et s'est déroulé en trois étapes afin de limiter la gêne pour les usagers et assurer les échanges durant toute la durée des travaux.

- Phase 1 (printemps 2022): installation des quatre carrefours provisoires assurant la continuité des échanges durant la construction du giratoire.
- Phase 2 (du printemps à la fin de l'été 2022): terrassements et réalisation des chaussées du giratoire.
- Phase 3 (de la fin de l'été au mois de décembre 2022) : démontage des carrefours provisoires, mise en service du giratoire et travaux de finition.

Pour les travaux impactant le plus la circulation et nécessitant des déviations, des interventions de nuit ont été réalisées. Par ailleurs, en octobre-novembre 2021, les zones nécessaires à la construction du giratoire ont été déboisées par anticipation pour éviter la période de nidification.

Les différentes opérations

Le chantier a nécessité d'effectuer successivement les opérations suivantes :

- Travaux de terrassement généraux et d'assainissement ;
- Traitement de l'arase à la chaux vive sur 50 cm (zone de déblais) et 60 cm (zone de remblais);
- Réalisation de la couche de forme traitée avec le ROC VDS, d'épaisseur 35 cm ;
- · Réalisation de l'enduit de protection ;
- Mise en œuvre de la couche de fondation en grave-bitume, d'épaisseur 10 cm ;
- Réalisation des bordures-caniveaux de 25 cm de hauteur, en béton coulé en place ;
- · Mise en place des coffrages et des armatures ;
- Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints goujonnés BC5g, de granulométrie 0/20 et d'épaisseur 19 cm.

Réalisation de la couche de fondation en GB3

La couche de fondation, constituée de 10 cm de grave-bitume GB3, a été réalisée par Colas à l'aide d'un finisseur et d'un atelier de compactage. L'objectif est d'obtenir une compacité

AGE 8 CHANTIER - SEINE-MARITIME (76) = ROUTES #BEST OF 2023

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliquesroutiers/ minimale de 92 %, conformément aux exigences de la norme NF EN 13 108-1 « Enrobés bitumineux » et aux spécifications données dans le Catalogue des structures types de chaussées neuves (Sétra-LCPC, 1998). La mise en œuvre de la grave-bitume a été effectuée par bandes de largeur variable , sur une épaisseur de 12 cm puis ramenée à 10 cm par rabotage dans le but d'obtenir :

- Une bonne planéité de la grave-bitume (exigée pour la réalisation d'un revêtement en béton d'épaisseur constante) ;
- Une bonne rugosité (exigée pour l'adhérence entre le béton et la grave-bitume).

Mise en œuvre des bordures-caniveaux en béton coulé en place

L'entreprise Colas a réalisé, sur le pourtour de l'îlot central, sur le pourtour extérieur du carrefour giratoire et sur les îlots de séparation des voies d'accès, des bordures et des bordures-caniveaux en béton coulé en place, dont la hauteur de 25 cm leur donne de la stabilité contre les chocs causés par les pneus des véhicules. « Nous souhaitons que la durabilité des bordures soit en phase avec l'espérance de vie de l'ouvrage en béton », précise Stéphanie Dubuisson, adjointe au chef du service Études et travaux de Rouen à la direction des routes du conseil départemental de Seine-Maritime.

Une machine à coffrages glissants a été employée pour réaliser la bordure intérieure, puis la bordure-caniveau extérieure du carrefour giratoire. « Leur altimétrie est parfaitement contrô-lée, ce qui permet de les utiliser comme guides pour le coulage du revêtement en béton. Elles servent également de coffrage, d'où un gain de temps non négligeable », signale Quentin Hognon, conducteur de travaux de l'agence Grands Travaux de Colas.

→ Après la mise en œuvre de la grave-bitume, une machine à coffrage glissant a réalisé les bordures et les bordures-caniveaux. (@Quentin Hognon, Colas)





♠ Plan de calepinage du carrefour giratoire. (@Marylène Redouani, CD 76)

RÉALISATION DU REVÊTEMENT EN BÉTON

« Avant le démarrage des travaux, nous avons remis au conseil départemental, pour validation, un plan précisant l'organisation de la mise en œuvre des revêtements en béton », précise Quentin Hognon. Ce plan définit le phasage ; la mise en place du matériau (sens de bétonnage, longueur et largeur des bandes, etc.) ; la validation du plan de calepinage des joints et l'emplacement des joints de construction et de dilatation. « L'objectif, pour nous, est d'assurer une mise en œuvre continue, de maîtriser les délais d'exécution et de minimiser les joints de construction », ajoute Quentin Hognon.

Fabrication et transport du béton

Le béton a été fabriqué par la société Unibéton à l'unité de production de Barentin 2. Pour les besoins de ce chantier, deux types de bétons ont été spécifiquement formulés et livrés : l'un pour les bordures et les bordures-caniveaux et l'autre pour le revêtement en béton. Il s'agit de bétons dont la composition et la formulation ont été adaptées à l'usage. Ils ont été développés en collaboration avec Colas.

Le béton destiné au revêtement est référencé MANUVIA BC5 (C35/45) XF2 S2.7 MG S3 CL 0.40. Le ciment est : CEM II/A LL 42,5 R PM CP2 RANVILLE.

Le béton a été ensuite acheminé depuis la centrale jusqu'au chantier par camions-toupies, qui ont déversé le béton devant le matériel de mise en œuvre.

Outre le classique autocontrôle quotidien, Unibéton a réalisé six éprouvettes de béton : remises au conseil départemental puis stockées dans des conditions bien définies de température et d'hygrométrie, elles serviront à d'éventuels contrôles des performances mécaniques du béton.

« La fourniture des 488 m³ de béton (400 m³ pour la couche de roulement et 88 m³ pour les

bordures et les bordures-caniveaux) s'est étendue sur plusieurs semaines. Le planning de livraison était fixé à la semaine, puis éventuellement ajusté la veille pour le lendemain, selon l'avancement du chantier et les conditions météorologiques. Ce type de chantier, étalé dans le temps, demande une bonne organisation interne et une bonne coordination avec l'entreprise, notamment au niveau des livraisons », explique Frédéric Lieffroy, responsable commercial chez Unibéton.

Mise en œuvre du béton

Après nettoyage de la surface de la couche de grave-bitume – en vue d'obtenir une interface semi-collée entre le revêtement en béton et la fondation en grave-bitume –, le bétonnage a été conduit de façon manuelle, selon le phasage suivant :

- Bétonnage des trois bretelles est, nord et ouest. La bretelle sud, réservée aux approvisionnements du chantier, sera bétonnée à la fin du phasage ;
- Bétonnage de l'anneau intérieur du carrefour giratoire ;
- Bétonnage de l'anneau extérieur ;
- Bétonnage de la bretelle sud.

La mise en œuvre du revêtement en béton comprend plusieurs opérations : réalisation des coffrages ; mise en place des armatures (goujons, fers de liaison, chaînage en bord de dalles) ; bétonnage ; talochage ; traitement de surface ; cure ; exécution des joints de retrait et contrôles.

> Réalisation des coffrages

Conformément au phasage du chantier, l'entreprise se doit de réaliser l'anneau du carrefour giratoire en deux temps (en deux anneaux concentriques de 4 m de large chacun). Le coffrage se constitue donc, d'un côté, de la bordure en béton déjà réalisée et, de l'autre côté, d'un coffrage intermédiaire exécuté de façon traditionnelle, à l'aide de planches en bois dont l'altimétrie est déterminée par la mise en place de fils tendus entre les bordures intérieure et extérieure.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 14, bibliographie technique en p. 46.



Réalisation du coffrage de l'anneau interne entre la bordure béton qui sert aussi de coffrage et le coffrage bois. Les paniers de goujons sont positionnés et fixés dans la grave-bitume. (@Quentin Hognon, Colas)

> Mise en place des armatures (goujons, fers de liaison et chaînage sur les bords de dalles)

L'entreprise a mis en place, au droit de chaque joint de retrait transversal et de chaque joint de dilatation, un système de transfert de charge : celui-ci est constitué de goujons de 25 mm de diamètre et de 45 cm de longueur. Ils sont positionnés à mi-hauteur du revêtement en béton et à cheval sur le joint, à l'aide de paniers, à raison d'un goujon tous les 30 cm.

Ces paniers, stockés sur le chantier, seront positionnés avec un espacement bien défini (entre 4 et 5 m) et fixés sur la fondation en grave-bitume au droit des joints, repérés par une marque en dehors de l'emprise de la chaussée, juste à l'avant de la règle vibrante. « Et ce ne sont pas moins de 150 paniers porte-goujons, soit un total de 1 500 goujons, qui ont été ainsi utilisés sur ce chantier », précise Quentin Hognon.

En outre, l'entreprise a équipé le joint de construction longitudinal (entre les deux bandes de l'anneau du carrefour giratoire) de fers de liaison. Ce sont des armatures haute adhérence HA, de 10 mm de diamètre et de 80 cm de longueur. Ils sont disposés à mi-hauteur du revêtement en béton à cheval sur le joint de construction. Placés tous les mètres, ils assurent la couture de ce joint longitudinal de construction qui sera ultérieurement scié et garni par un élastomère à chaud.

PAGE 10 CHANTIER - SEINE-MARITIME (76)

■ ROUTES #BEST OF 2023

PAGE 11

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliquesroutiers/ Enfin, pour renforcer les extrémités des dalles, des chaînages de section carrée (5 x 5 cm), constitués de 4 barres d'acier haute adhérence de diamètre 12 mm, ont été mis en place par l'entreprise aux endroits les plus sollicités et en particulier sur :

- Les bords de dalles près des joints de dilatation transversaux, sur l'anneau central et autour des émergences (chambres de tirage et regards de visite) ;
- · Les bords de dalles en béton situés au droit des entrées et des sorties du carrefour giratoire ;
- Les bords extérieurs de l'anneau central, soumis au trafic provisoire de chantier ou routier pendant les travaux du giratoire;
- Tout le bord intérieur de l'anneau central pour pallier la circulation occasionnelle en phase définitive.
- → Les chaînages ont été mis en place pour renforcer les bords de dalles sollicités ainsi qu' au droit des joints de dilatation. (@Quentin Hognon, Colas)



> Mise en œuvre de la couche de roulement en béton BC5g

Le premier demi-anneau intérieur a été réalisé à la règle vibrante, en s'appuyant sur les bordures comme référentiel et sur le coffrage en bois. Le principe est le même pour l'anneau extérieur. Livré à l'avant de la règle vibrante, le béton a été mis en forme et vibré en une seule opération, sur une épaisseur de 19 cm. « Une fois le béton déversé, nous l'avons travaillé par vibration externe à la règle vibrante pour bien le fermer et assurer ainsi la résistance et la classe d'exposition », précise encore Quentin Hognon. Il n'a été fait que très peu de vibrations internes à l'aiguille vibrante, sauf dans les endroits difficiles, comme les pieds de coffrage. Si l'on pervibre trop avec une formule de consistance S3, le risque est de provoquer la ségrégation du béton.

- → Bétonnage de l'anneau intérieur du carrefour giratoire. (©Quentin Hognon, Colas)
- ➤ Bétonnage de l'anneau extérieur du carrefour giratoire.(©Quentin Hognon, Colas)







▲ Talochage de la surface du béton. (©Joseph Abdo, JA-Consulting)

« Nous n'avons pas eu besoin d'utiliser du très gros matériel : la règle vibrante classique et l'aiguille vibrante se sont révélées une bonne méthode. Le savoir-faire de nos hommes a permis le reste. Le nivellement et la planéité ont été parfaitement assurés, l'écoulement des eaux s'effectuant sur les exutoires », ajoute Quentin Hognon.

> Talochage

Immédiatement après le bétonnage, les opérations manuelles de talochage et de lissage ont été réalisées par des équipes de maçons experts pour conférer au revêtement en béton un état de surface plan et d'aspect fermé (exempt de cavités ou de trous).

> Traitement de surface

Destiné à donner au revêtement en béton les caractéristiques d'adhérence exigées par le cahier des charges, le traitement de surface a été réalisé par balayage. « Le niveau d'adhérence souhaité a été obtenu grâce à un balayage transversal réalisé manuellement », confirme Marylène Redouani.

> Cure du béton

L'opération de balayage a été immédiatement suivie de la protection du béton, réalisée en

pulvérisant manuellement à la surface du revêtement un produit de cure, à raison de $200~\text{g/m}^2$ (au minimum).

> Joints

Trois types de joints ont été pratiqués sur le nouveau giratoire d'Allouville-Bellefosse, conformément au schéma de calepinage :

- 130 ml de joints de construction sur la hauteur totale du béton.
- 500 ml de joints de retrait sur 6 cm de profondeur (soit un tiers du dallage). Il s'agit d'un présciage.
- 50 ml de joints de dilatation et goujonnés.

Six à huit heures après le coulage du béton, Socotras est venue réaliser les joints dans le revêtement en béton. Compte tenu de la largeur limitée des bandes de béton (4 m), seuls des joints de retrait-flexion transversaux ont été prévus dans le plan de calepinage. Ces derniers ont pour but de localiser la fissuration de retrait du béton de manière précise et déterminée à l'avance et de réduire ainsi les sollicitations dues au retrait et au gradient thermique. « Ces joints sont réalisés en créant dans le revêtement une saignée ou une entaille qui matérialise un plan de faiblesse, selon lequel le béton est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction par flexion. Cette entaille doit avoir une profondeur comprise entre un quart et un tiers de l'épaisseur du revêtement et une largeur (souffle du joint) comprise entre 3 et 5 mm. Les joints de retrait-flexion transversaux doivent être réalisés à intervalles réguliers. Leur espacement est déterminé en fonction de l'épaisseur du revêtement (au maximum 25 fois l'épaisseur), soit environ 4,5 m. Les joints de retrait transversaux des bandes adjacentes doivent être alignés », précise Edwin Constans, directeur général de Socotras.

Socotras a procédé de la manière suivante :

- Repérage des joints par le géomètre de l'entreprise de bétonnage.
- · Traçage des joints à la peinture indélébile.
- En fonction des paramètres liés à la météo, à la nature des agrégats, à la nature et au dosage du ciment, enfin au mode de bétonnage, une amorce de fissuration dans le béton frais a été réalisée dans des délais appropriés après le bétonnage (compris entre six et trente-six heures), sur une profondeur de l'ordre de 6 cm.
- Au bout d'un délai fixé par Socotras (de plusieurs jours), l'élargissement aux dimensions de 10 x 35 mm x mm par sciage de l'amorce de fissuration et du joint de construction a été réalisé.
- Chanfreinage à 45° et sur 5 mm environ des lèvres supérieures de la réserve.
- · Enlèvement des laitances de sciage par aspiration ou lavage.
- Éventuellement, séchage des lèvres du joint à la lance thermique afin d'éliminer les traces d'humidité.
- d'humidité.

 Mise en place d'un fond de joint qui doit permettre le réglage de la hauteur du produit de
- Si le produit de garnissage le nécessite, application par pulvérisation d'un primaire d'accrochage sur les lèvres et le fond de joint.
- · Préparation et application du produit de garnissage.

Contrôles

« Chaque plan de coulage a été validé par le conseil départemental. Nous avons également vérifié systématiquement la consistance du béton à l'aide de l'essai d'affaissement au cône d'Abrams et réalisé des éprouvettes et des contrôles de résistance en fendage comme en compression », ajoute Quentin Hognon.

Dalles de transition

Le carrefour giratoire d'Allouville-Bellefosse comporte quatre bretelles d'accès. Au niveau des raccordements entre les chaussées souples et les bretelles d'accès en béton, 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 Quentin Hognon.

D'une longueur totale de 1,30 m, ces dalles de transition ont chacune une épaisseur qui décroît de 19 à 10 cm pour former un talon. Destinées à être recouvertes par une couche bitumineuse, 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, laquelle conduirait à l'apparition d'une marche et d'épaufrures.

FIN DES TRAVAUX

«La réalisation du carrefour giratoire en béton constitue une expérienc majeure pour le territoire Colas Ile-de-France Normandie, commente Bruno Barberot. Je tiens à souligner la très bonne coordination entre tous les intervenants, du département de la Seine-Maritime, en tant que maître d'ouvrage et maître d'œuvre, à Rincent BTP en tant que bureau d'études, à Unibéton, Pour aller plus loin : liens et infos en p. 14, bibliographie technique en p. 46.



♠ Pulvérisation d'un produit de cure à la surface du béton. (

©Quentin Hognon, Colas)



♠ Contrôle de la consistance du béton à l'aide de l'essai d'affaissement au cône d'Abrams. ©Quentin Hognon, Colas)



★ Réalisation de la dalle de transition. (©Joseph Abdo, JA-Consulting)

PAGE 12 CHANTIER - SEINE-MARITIME (76)

■ ROUTES #BEST OF 2023

PAGE 13

■ EN QUELQUES CHIFFRES

- > 2 000 m², soit 400 m³ de béton BC5g représentant 12 jours de mise en œuvre (y compris le coffrage, la préparation et la mise en place des aciers et des dalles de transition)
- > 770 ml de joints
- > 1 800 goujons
- > 100 fers de liaison
- > 500 ml de chaînage
- > 300 ml de bordures
- > 500 t de grave-bitume
- > 300 t de LHR ROC VDS

LIENS UTILES

- > Conseil départemental de Seine-Maritime https://www.seinemaritime.fr
- > Rincent BTP

https://www.rincentbtp.fr

> Entreprise Colas

https://www.colas.com

> Entreprise Socotras https://www.socotras.fr

> Unibéton

https://www.unibeton.fr

> Ciments Calcia

https://www.ciments-calcia.fr

> EQIOM

https://www.egiom.com

> CIMbéton

https://www.infociments.fr/route

fournisseur du béton, et à l'agence Grands Travaux de Colas. Cela a permis une très bonne synchronisation au service d'un bel ouvrage. » Même satisfaction pour Frédéric Lieffroy, responsable commercial chez Unibéton : « 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. »

BILAN

« Le chantier a été achevé dans les délais. L'ouvrage a été mis en service le 23 septembre 2022 et le chantier terminé en novembre. Il sera officiellement inauguré en 2023, une fois les plantations faites », précise Marylène Redouani.

« La cadence a été soutenue à certaines périodes, sachant que le rendement d'un chantier béton en mode manuel est de l'ordre de 500 m² par jour, avec des performances atteignant parfois les 650 m² par jour », conclut Quentin Hognon.

Le conseil départemental de la Seine-Maritime a utilisé le béton pour la réalisation des revêtements du carrefour giratoire d'Allouville-Bellefosse. Compte tenu des risques accrus d'inondations et d'épisodes caniculaires pour cause de réchauffement climatique, ce choix se révèle pertinent sur le plan technique et économique et particulièrement judicieux du point de vue environnemental.



↑ L'état avant travaux de l'échangeur entre les RD 6015-RD 926-RD33. (©Conseil départemental de la Seine-Maritime).



▲ L'état après travaux du carrefour giratoire reliant les RD 6015-RD 926-RD33. (©Conseil départemental de la Seine-Maritime).

■ ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCIMENTS.FR





Retrouvez le Routes Info#27/28 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr



Vidéos, Guides Techniques, organisation de Journées Techniques, découvrez les outils mis à



votre disposition sur les liants hydrauliques routiers.



Pour rénover et mettre en valeur la place du Champ-de-Foire, la mairie de Saint-Bonnet-de-Joux a retenu une solution d'aménagement intégrant trois formulations de béton drainant désactivé. Un choix qualitatif, mais aussi et surtout respectueux de l'environnement. Ces bétons drainants vont permettre, d'une part, d'infiltrer les eaux de ruissellement directement dans le sol et de désengorger ainsi le réseau communal d'évacuation des eaux usées et, d'autre part, de mieux structurer l'espace urbain, tout en facilitant l'accessibilité aux usagers et en favorisant un meilleur cadre de vie.

SITUATION

Saint-Bonnet-de-Joux est une petite commune rurale française de 850 habitants, sise dans le département de Saôneet-Loire (71), en région Bourgogne-Franche-Comté. Elle est située au cœur du Pays charolais-brionnais, en Bourgogne du Sud, territoire candidat pour une inscription au patrimoine de l'Unesco au titre de la protection de son bocage et de ses paysages. En outre, la commune bénéficie d'un sous-sol riche en sources d'eau.

La place du Champ-de-Foire est un haut lieu de la commune de Saint-Bonnet-de-Joux, car on y trouve, outre la mairie et l'école primaire publique, plusieurs boutiques. De plus, il s'y tient le traditionnel marché hebdomadaire, très fréquenté par les

habitants de la commune, mais aussi par ceux des environs. Enfin, cette place constitue le carrefour où se croisent la RD983 et plusieurs routes à caractère local.

Pl de la Post

ROUTES INFO #29 ■

Publié le 05/06/2023

© CIMbéton Texte: Joseph Abdo







Volume béton drainant:

Surface en béton drainant :

PRINCIPAUX INTERVENANTS ■

Maîtrise d'ouvrage

commune de Saint-Bonnet-de-Joux

Maîtres d'œuvre

cabinet d'architecture Atelier du Triangle et bureau d'études Ingepro

Entreprises

 Colas (mandataire) · Sols Confluence (sous-traitant pour la mise en œuvre du béton drainant)

> Fournisseur du béton Béton Vicat

PHOTO D'OUVERTURE: Vue générale après aménagement de la place du Champ-de-Foire à Saint-Bonnet-de-Joux. (@Jean-Sébastien Deborde,

Vous préférez la lecture digitale ? + Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 23.



PAGE 15 CHANTIER - SEINE-MARITIME (76) ■ **■ ROUTES #BEST OF 2023**

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/routes

ÉTAT DES LIEUX

Cette place avait trop vieilli, supportait de moins en moins le poids des années et était devenue inadaptée pour les riverains et les usagers. L'aménagement existant – constitué d'une alternance hétérogène d'enrobés sombres, de gravats et de pavés – était dégradé. « La place semblait laide avec un océan de goudron et de cailloux parsemé de quelques taches vertes », commente Patrick Pagès, maire de Saint-Bonnet-de-Joux.

« Redynamiser cette place et la rendre plus esthétique, rendre accessible aux PMR le maximum de commerces, créer une zone partagée où le piéton soit prioritaire et faire en sorte que cet espace soit plus verdoyant, tels étaient les premiers souhaits de la mairie et de l'équipe municipale », ajoute Patrick Pagès.

Mais la commune de Saint-Bonnet-de-Joux se heurtait à un problème de gestion de l'eau, puisque le réseau d'assainissement existant était essentiellement unitaire et très ancien : il laissait entrer des eaux parasites dans la station d'épuration, entraînant des difficultés de fonctionnement ainsi que des débordements d'eaux usées, ce qui polluait l'espace environnant.

En 2021, la commune a donc fait appel au cabinet d'architecture Atelier du Triangle et au bureau d'études Ingépro afin qu'ils proposent une idée directrice et un projet de rénovation de la place du Champ-de-Foire.

PROJET

Le projet a été conçu, étudié et planifié par une équipe de maîtres d'œuvre constituée de Roch Dury et Jean-Sébastien Deborde du bureau d'études Ingépro et de Milène Dufloux du cabinet d'architecture Atelier du Triangle.

Après analyses et échanges entre la commune et les maîtres d'œuvre, un premier projet d'aménagement de la place – conçu avec des matériaux esthétiques mais imperméables – a vu le jour. Mais pour régler le problème de la gestion des eaux pluviales, ce projet devait être précédé de travaux de rénovation du réseau d'assainissement existant, en principe lourds et coûteux.

Le projet a donc été réétudié afin de trouver une solution technique innovante. Celle-ci, suggérée par la région Bourgogne-Franche-Comté, résout la question de la gestion de l'eau de manière efficace et peu coûteuse : un revêtement conçu en matériau perméable, qui permet à l'eau de s'infiltrer directement dans le sol. De plus, ce choix faisait bénéficier la commune d'une subvention de la Région et du Département rendant le coût de l'aménagement équivalent à celui d'une solution en matériau imperméable. C'est l'option qui a été retenue pour la rénovation de la place du Champ-de-Foire.

« L'objectif principal était de désimperméabiliser et de végétaliser la place afin de la rendre attrayante »

➤ La place du Champ-de-Foire avant les travaux de rénovation. (©Jean-Sébastien Deborde, Ingerro)





CHANTIER - SAÔNE-ET-LOIRE (71) ■

Objectifs de l'aménagement

Les objectifs du projet d'aménagement étaient nombreux :

- Redynamiser la place;
- · Désimperméabiliser les revêtements au sol ;
- · Retrouver un équilibre minéral-végétal;
- Rendre le centre-bourg et les commerces accessibles aux PMR;
- Créer une zone partagée où les piétons soient prioritaires et intégrés dans l'architecture des lieux.

- « L'objectif de l'aménagement était de rendre la place du Champ-de-Foire attrayante en désimperméabilisant cet espace et en apportant des espaces verts », précise Patrick Pagès.
- « L'objectif principal était de désimperméabiliser et de végétaliser la place afin de la rendre attrayante », ajoute Roch Dury du bureau d'études Ingépro.

Il a été aussi l'occasion de procéder à une remise à niveau générale des émergences de divers réseaux (eau potable et eau pluviale) et à l'enfouissement d'autres réseaux.

« Plusieurs solutions techniques pour désimperméabiliser les sols ont été envisagées, mais, dans le cas présent, la solution en béton drainant s'est vite imposée. En effet, le béton présentait l'intérêt d'être esthétique, performant en faible épaisseur, et de se plier à la volonté du concepteur pour un rendu final s'intégrant parfaitement dans l'espace environnant », explique Jean-Sébastien Deborde du bureau d'études Ingépro.

Pour remodeler la place du Champ-de-Foire, le cabinet d'architecture a intégré des éléments paysagers, tels que des arbres, des ceintures vertes, des massifs et des espaces de stationnement en gravillon 4/6, en provenance de la carrière Flety. Le projet a été conçu dans le respect du principe de développement durable grâce à :

- La réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain et de la consommation d'énergie de l'éclairage public par le choix d'un matériau clair ;
- L'intégration au bâti environnant par le choix de la teinte du béton (due aux granulats choisis localement), dont l'aspect final s'harmonise avec la couleur de la pierre naturelle des façades et des bâtiments qui longent l'aménagement.
- « Le projet comprenait la rénovation des trottoirs et la réfection des zones circulées en utilisant trois bétons drainants désactivés (se différenciant par leurs formulations et par leurs teintes), un revêtement perméable en pavés à joints larges et des aménagements en enrobés bitumineux », ajoute Jean-Sébastien Deborde.

Structure des revêtements en béton drainant désactivé

En s'appuyant sur les guides et les normes en vigueur, le bureau d'études Ingépro a conçu et dimensionné la structure (épaisseur et caractéristiques), construite sur une plate-forme de portance PF2. Deux structures en béton drainant ont été retenues par le bureau d'études Ingépro.

- Pour les zones circulées : s'agissant essentiellement de voies de desserte de centre-ville (véhicules légers et camionnettes), la structure a été établie en fonction du trafic estimé à la mise en service (environ 10 000 essieux standards) et de la qualité du support en place (plate-forme support PF2). Elle est constituée de :
- > Un revêtement en béton drainant désactivé Aquapass Circulé Visio Surfacé BC2, d'épaisseur 21 cm;
- > Un géotextile aiguilleté non tissé ;
- > Une couche de grave non traitée GNT 4/6 et d'épaisseur 5 cm ;
- > Une couche de grave non traitée GNT 0/31,5 et d'épaisseur 30 cm.
- Pour les zones piétonnes : la structure est constituée de :
- > Un revêtement en béton drainant désactivé Aquapass Aménagement Visio Surfacé, d'épaisseur 12 cm ;
- > Un géotextile aiguilleté non tissé ;

Plate-forme

support PF2

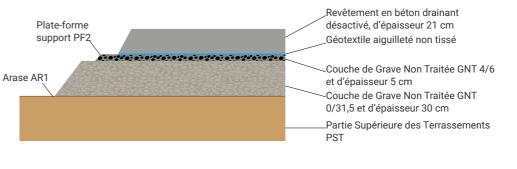
Arase AR1

- > Une couche de grave non traitée GNT 4/6 et d'épaisseur 5 cm ;
- > Une couche de grave non traitée GNT 0/31,5 et d'épaisseur 30 cm.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 23, bibliographie technique en p. 46.



★ L'esquisse « satellite » retenue pour la rénovation de la place du Champ-de-Foire. (Illustration © de l'Atelier du Triangle)



← Coupe en travers-type de la structure en béton drainant pour les zones circulées.

Revêtement en béton drainant désactivé, d'épaisseur 12 cm
Céotextile aiguilleté non tissé

Couche de Grave Non Traitée GNT 4/6 et d'épaisseur 5 cm
Couche de Grave Non Traitée GNT 0/31,5 et d'épaisseur 30 cm

Partie Supérieure des Terrassements

← Coupe en travers-type de la structure en béton drainant pour les zones non circulées.

■ ROUTES #BEST OF 2023 PAGE 17



Approbation du projet

La commune de Saint-Bonnet-de-Joux a fait approuver son projet d'aménagement de la place du Champ-de-Foire par les habitants, riverains et commerçants. Elle le leur a présenté en octobre 2021, pour écouter leur ressenti et identifier les problèmes qui pourraient se poser.

RÉALISATION DES TRAVAUX

Colas, entreprise mandataire, a piloté le chantier en coordonnant les différents intervenants et en réalisant les opérations suivantes :

- Démolition des ouvrages existants et évacuation des matériaux ;
- Travaux de terrassement pour modeler le terrain et pour la mise à la cote de l'arase, suivis d'un compactage soigné ;
- Travaux d'assainissement et de drainage de la plate-forme pour assurer la gestion des eaux de ruissellement durant le chantier (mise en place d'ouvrages d'assainissement provisoires) et travaux d'enfouissement de divers réseaux ;
- Dispositions pour approvisionner les matériaux (circulation sur la plate-forme ou piste de chantier);
- Travaux de VRD comprenant la réalisation d'un parking en pavés à joints larges et de voies de circulation en enrobés bitumineux;
- Réalisation de la plate-forme support sous les différents revêtements ;
- Réalisation des coffrages en contreplaqué, mise en place des fers plats pour séparer les deux formules de béton drainant et pose des bordures pour l'ensemble du chantier.

L'entreprise Sols Confluence, quant à elle, s'est vu attribuer le lot de mise en œuvre des bétons drainants, y compris les travaux préparatoires au bétonnage.

Vue de la place du Champde-Foire pendant les travaux. (@Jean-Sébastien Deborde, Ingepro).



Le projet d'aménagement de la place du Champ-de-Foire totalisait 5 000 m² dont :

- Revêtement en béton drainant désactivé (trottoirs et voirie circulée) : 1 800 m²;
- Revêtement perméable en pavés à joints larges : 700 m²;
- Revêtement en enrobés bitumineux : 1 200 m²;
- Aménagements des espaces verts : 1 300 m².
- « Nous sommes intervenus entre juin et décembre 2022 et les travaux se sont déroulés conformément au planning prévu », constate Régis Bosc, chef de centre, établissement de Montceaules-Mines de Colas.

Colas a tout mis en place pour que les travaux se passent dans de bonnes conditions de sécurité et de confort pour les habitants, les riverains et les commerçants, et dans le respect de l'environnement.

« Du fait que le chantier était en zone urbaine, nous avons veillé, avant de démarrer les travaux d'aménagement, à appliquer méticuleusement les règles et les dispositions qui s'imposent, à savoir une information appropriée aux riverains, commerçants et occupants du domaine public ; un balisage dans le but, d'une part, de protéger les riverains et les usagers et, d'autre part, de pro-

téger le chantier (mobilier, arbres, bordures) et les couches mises en œuvre contre d'éventuelles dégradations ; la réduction des nuisances et, enfin, un maintien de l'accessibilité (habitations et commerces) », ajoute Régis Bosc.

Réalisation de la plate-forme support

Après avoir effectué les travaux de démolition et de terrassement, Colas a procédé à la mise en œuvre de la plate-forme support en grave non traitée GNT, dont la constitution et l'épaisseur dépendaient de la nature et de la fonction du revêtement. « L'objectif était de conférer à la plate-forme support de chaussée une portance minimale PF2 ($50 \le EV2 < 80 \text{ MPa}$) », précise Jean-Luc D'Ettore, conducteur de travaux chez Colas.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 23, bibliographie technique en p. 46.



← Travaux de démolition et de réalisation de la plate-forme support. (©Jean-Sébastien Deborde, Ingepro)

Ainsi, pour les zones aménagées avec un revêtement en béton drainant, la plate-forme support a été réalisée en deux couches :

- Une couche inférieure en grave non traitée GNT 0/31,5 et d'épaisseur 30 cm ;
- Une couche supérieure en gravillon 4/6 et d'épaisseur 5 cm.

Pour les zones aménagées avec un revêtement perméable en pavés à joints larges, la plate-forme support a été réalisée avec les deux couches suivantes :

- Une couche inférieure en grave non traitée GNT 0/80 et d'épaisseur 40 cm ;
- Une couche supérieure en gravillon 4/6 et d'épaisseur 5 cm.

Pour les zones aménagées avec un revêtement en enrobés bitumineux, la plate-forme support a été réalisée avec les deux couches suivantes :

- Une couche inférieure en grave non traitée GNT 0/80 et d'épaisseur 40 cm ;
- Une couche supérieure en gravillon 4/6 et d'épaisseur 5 cm.

Les couches granulaires ont été mises en œuvre en exécutant les opérations suivantes :

- Régalage de la GNT à la pelle mécanique;
- · Humidification;
- Compactage soigné.

L'opération de compactage est très importante, car elle vise à conférer à la plate-forme support une compacité optimale permettant d'obtenir le niveau de portance exigé (portance minimale≥ 50 MPa). « Nous avons procédé à la mise en place au sein de la plate-forme en GNT, aux points bas des parkings en pavés drainants, un réseau de drains dans le but de récupérer et de canaliser les eaux de ruissellement lors d'évènements pluvieux », conclut Jean-Luc D'Ettore.

Mise en œuvre des bétons drainants désactivés

La mise en œuvre des revêtements en béton drainant désactivé s'est faite en enchaînant les opérations suivantes :

Travaux préalables

> Protection des ouvrages existants : elle a été assurée par la mise en place d'une feuille de polyéthylène sur toutes les façades des bâtiments et d'un produit protecteur sur les bordures, pieds de candélabres et ouvrages existants au niveau du sol (émergences, revêtements existants).

GE 18 CHANTIER - SAÔNE-ET-LOIRE (71) ■ ■ ROUTES #BEST OF 2023

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/routes

« Pour tenir ces exigences, il a fallu nous assurer d'une grande régularité dans la fabrication des bétons à couler. Une fois les essais de convenance terminés et les trois formules définies, nous nous sommes efforcés de tenir cet optimum de production en contrôlant régulièrement la consistance du béton à l'arrivée sur le chantier »

> Maintien de l'accessibilité : en réalisant des passerelles d'accès aux habitations et aux commerces.

· Fabrication et transport du béton drainant

Le béton a été fabriqué et livré par Béton Vicat à partir de sa centrale BPE de Digoin (71). Sols Confluence et Béton Vicat ont établi conjointement, par ajustements successifs, les trois formulations du béton drainant de la gamme Défiperf Aquapass avec option Visio surfacé. Celles-ci font appel à des granulats locaux et à un ciment CEM I en provenance de l'usine Vicat de Créchy (Allier 03).

Les trois bétons se distinguent par le type de granulats (Saint-Martin Belleroche 100% et 50% Lafarge, carrière Moulin Neuf + 50 % Sivignon, carrière Vendenesse Les Charolles) et par la teinte des granulats (granit orangé pour le béton drainant contenant une seule coupure granulaire et un mélange de granit gris-noir et granit rose pour le béton contenant deux coupures granulaires). Ces trois bétons ont deux particularités : leur granulométrie (4/6) et les caractéristiques techniques demandées par le maître d'œuvre, à savoir un béton de classe mécanique BC2. « Pour tenir ces exigences, il a fallu nous assurer d'une grande régularité dans la fabrication des bétons à couler. Une fois les essais de convenance terminés et les trois formules définies, nous nous sommes efforcés de tenir cet optimum de production en contrôlant régulièrement la consistance à l'arrivée sur le chantier », précise Alex Jambon, conducteur de travaux de Sols Confluence.

Ce chantier a nécessité la livraison de 280 m³ de béton drainant, dont 132 m³ pour les aménagements piétonniers et 148 m³ pour les voies circulées.

« Le chantier s'est parfaitement déroulé, avec une coordination très étroite entre les équipes de Sols Confluence et notre centrale BPE de Digoin, qui a permis d'établir un bon planning des livraisons en amont et d'assurer la gestion des rotations des camions-toupies ainsi qu'un bon suivi sur place par nos effectifs », conclut Gregory Charpenet, manager bétons prémiums de la région Centre-Ouest chez Béton Vicat.

Le béton a été ensuite acheminé depuis la centrale jusqu'au chantier par camions-toupies. « Compte tenu des contraintes du chantier (phasage complexe, diversité des zones à bétonner, trois formulations de béton drainant, etc.), de la multiplicité des opérations à réaliser pour mettre en place le matériau et de la cinétique rapide du matériau (matériau poreux et à faible dosage en eau), la quantité livrée par chaque camion-toupie a été volontairement limitée à 5 m³ », précise Alex Jambon de Sols Confluence.

· Mise en œuvre du béton drainant

Ensuite, Sols Confluence a mis en place, en fond de forme et sur toute la zone prévue pour recevoir les bétons drainants, un géotextile anticontaminant, ayant une double fonction :

- > Empêcher la remontée de fines dans le béton drainant ;
- > Assurer l'infiltration des eaux de ruissellement dans la plate-forme support.

Le chantier a été réalisé en deux phases (partie sud, puis partie nord de la place) à raison de 100 m²/jour en moyenne. La première phase (côté sud de la place), dont l'exécution a duré environ dix jours, a été réalisée en octobre 2022. La seconde phase (côté nord de la place), de durée similaire, a été exécutée en novembre 2022.



▲ Le béton drainant est déversé entre coffrages sur la plate-forme support. (@Grégory Charpenet, Béton Vicat).



♠ Après le passage du rouleau lesté, le béton est lissé à l'aide d'un outil spécifique. (©Grégory Charpenet, Béton Vicat).

Le béton drainant a été déversé sur la plate-forme support, soit directement par le camion-toupie, soit au moyen d'un dumper pour les zones inaccessibles. Une fois déposé, le béton drainant a été tiré à l'aide d'un râteau et réglé manuellement au moyen d'une règle en aluminium, à + 7 % par rapport au niveau fini.

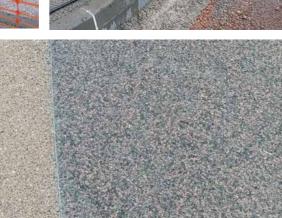
Pour préserver sa structure poreuse, ce béton ne se vibrait pas et ne se compactait pas. Il a été juste cylindré par le passage d'un rouleau lesté de 20 cm de diamètre afin de procurer au matériau la compacité visée. Cette opération a été suivie par le lissage de la surface du matériau, réalisé à l'aide d'un outil spécifique « multilisse » (petit hélicoptère léger spécialement conçu pour les aménagements en béton drainant). Pour les endroits inaccessibles (le long des bordures, à proximité des bords du revêtement, dans les courbes serrées), le compactage a été effectué par damage à l'aide d'une « dame ».

Cette opération a été suivie de la pulvérisation, à la surface du revêtement, d'un produit désactivant à raison de 300 g/m². Il s'agissait de l'agent Via Stone® Drain, un produit dénudant en phase aqueuse, conçu spécialement pour les bétons drainants coulés en place. Une heure après application, le produit a formé, à la surface des granulats, un film adhérent permettant leur dénudage. Dans un délai habituel de vingt-quatre à quarante-huit heures après le coulage, selon les conditions météorologiques, le béton a été lavé au surpresseur ; la laitance et les résidus du désactivant ont été aspirés par un équipement dédié ; puis la surface a été rincée à grande eau jusqu'à obtention d'un parement homogène exempt de laitance.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 23, bibliographie technique en p. 46.







← Pulvérisation du produit dénudant Agent dénudant Via Stone® Drain. (©Jean-Sébastien Deborde,

◆ Dans un délai de 24 heures après le coulage, le béton est lavé au surpresseur. (⊚Grégory Charpenet, Béton Vicat).

← Aspect des deux bétons drainants, clair et foncé. (
©Alex jambon, Sols).

· Réalisation des joints

Après le délai de durcissement du béton drainant (de trois à cinq jours en fonction des conditions climatiques), Sols Confluence a procédé à la réalisation des joints selon le plan de calepinage proposé et accepté par la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage. Compte tenu de la configuration de l'aménagement en béton drainant (morcellement, taille réduite des surfaces bétonnées), seuls des joints de retrait ont été réalisés par sciage dans le béton durci, sur le quart supérieur du matériau à l'aide d'une scie à sol et d'une disqueuse pour les zones exiguës et en périphérie du revêtement (présence de bordures et de fers plats). Des fers plats et des bordures ont été mis en place pour assurer à la fois la délimitation des zones entre les bétons drainants de teintes différentes et le rôle des joints de construction.

· Contrôle des bétons

Les contrôles avant la mise en œuvre du béton ont été les suivants :

- > Contrôle des bons de livraison ;
- > Contrôle de la consistance du béton drainant : test à la boule ou au gant ;

AGE 20 CHANTIER - SAÔNE-ET-LOIRE (71) = ROUTES #BEST OF 2023



> Réalisation d'éprouvettes pour mesurer la porosité et les caractéristiques mécaniques (essais de référence et conservation normalisée en laboratoire).

· Contrôle des travaux

Pour une bonne qualité d'exécution, l'entreprise a choisi la méthode de mise en œuvre qui garantissait l'obtention d'une compacité conforme à celle de la formule de référence. Les contrôles des travaux se sont déroulés en deux étapes :

- > À la mise en œuvre du matériau : mesure d'épaisseur.
- > Après la mise en œuvre (sur matériau durci) : mesure de l'uni à la règle de 3 m.

DIFFICULTÉS À SURMONTER

Comme pour tout projet urbain, il a fallu surmonter plusieurs difficultés lors de l'exécution du chantier.

Première difficulté : l'exiguïté des lieux et la concentration de résidents et de commerces sur un périmètre limité. « La difficulté à résoudre a été de maintenir l'accessibilité des commerces et des habitations pendant toute la durée des travaux », précise Patrick Pagès, maire de Saint-Bonnet-de-Joux.

Il a fallu adapter le mode de coulage pour tenir compte de cet environnement spécifique : un phasage précis des travaux minimisant les gênes causées aux usagers et aux riverains et l'installation de rampes provisoires d'accès aux habitations et aux commerces. « Sur certaines zones, nous avons dû venir une première fois pour travailler d'un côté et laisser l'accès aux piétons... Et revenir ensuite pour réaliser le reste. Du coup, la cadence était assez faible. Également, par manque de place, nous avons dû faire beaucoup de choses à la main ou utiliser de petits engins », déclare Alex Jambon, conducteur de travaux chez Sols Confluence.

→ Place du Champ-de-Foire, avant et après aménagement.

(©Jean-Sébastien Deborde, Ingepro)

pendant toute la durée des

travaux »

« La difficulté à résoudre a été

de maintenir l'accessibilité des

commerces et des habitations





Deuxième difficulté : comment gérer la circulation sur la place ? « Cette difficulté a été surmontée par un phasage précis des travaux, par la mise en place de balisage et par la mise à disposition de zones de stationnement tout autour de la place au fur et à mesure de l'avancement du chantier. », précise Régis Bosc de Colas.

Troisième difficulté: les aléas dus à l'étalement dans le temps du chantier. « De juin à décembre, nous avons réalisé trois semaines d'intervention sur les bétons drainants désactivés (une semaine et demie en octobre, une semaine et demie en novembre), sur des surfaces très variables, mais en restant toujours dans les délais », se rappelle Sebastien Thiercé, directeur d'agences de l'entreprise Sols.

Quatrième difficulté: les précautions liées à la fabrication du béton drainant. « Il s'agissait de formulations spéciales. Au niveau de la centrale de BPE et de manière à éviter toute contamination, il fallait bien s'assurer qu'il ne reste plus de fines dans les trémies, issues d'autres formulations », ajoute Gregory Charpenet de Béton Vicat.

SATISFACTION GÉNÉRALE

Les travaux de rénovation de la place du Champ-de-Foire ont été achevés en décembre 2022, à la satisfaction du maire, du conseil municipal, des riverains, des commerçants, des usagers, mais aussi de tous les intervenants.

- « L'aménagement réalisé sur la place du Champ-de-Foire est tout à fait conforme à nos attentes. Le rendu est très agréable et pratique. Les riverains et les commerçants sont satisfaits », affirme Patrick Pagès
- « Nous avons donné à la place un attrait esthétique et de nouvelles fonctions écologiques et environnementales », résument de concert Régis Bosc et Alex Jambon.
- « Une belle récompense pour nous autres, concepteurs, une fois l'aménagement achevé, fut de voir les riverains, les commerçants et les habitués des lieux s'approprier la place, qui est redevenue un espace de vie », ajoute Roch Dury.
- « Ce qui m'a agréablement surpris est la technique de désactivation utilisée par Sols Confluence, qui n'a généré que peu de salissures », précise Jean-Sébastien Deborde.
- « Ce chantier est vraiment une très belle réussite, tant esthétique qu'environnementale, avec 1 800 m² d'aménagement en béton drainant désactivé! Il faut souligner le fait que les bétons utilisés ont été confectionnés avec des granulats locaux », conclut Maud Codina, Développeur Technique Produits de la société Vicat.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 23, bibliographie technique en p. 46.

« Ce chantier est vraiment une très belle réussite, tant esthétique qu'environnementale, avec 1 800 m² d'aménagement en béton drainant désactivé! Il faut souligner le fait que le béton utilisé a été confectionné avec des granulats locaux »

LIENS UTILES

> Mairie de Saint-Bonnet-de-Joux https://stbonnetdejoux.fr

> Ingepro

> Atelier du Triangle

https://www.atelierdutriangle.fr

> Colas

https://www.colas.com

> Sols https://sols.fr

. V:

https://www.beton-vicat.fr

> CIMbéton

https://www.infociments.fr/route

■ ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCIMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#29 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr

PAGE 22 CHANTIER - SAÔNE-ET-LOIRE (71)

■ ROUTES #BEST OF 2023

PAGE 23

■ ROUTES INFO #30

Publié le 05/07/2023

© CIMbéton

Rédaction: Joseph Abdo Interviews : Magali Suinot & Sôa







Surface en héton désactivé : 6 000 m²

Surface sable stabilisé au Stabex : 4 850 m²

Morbihan

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage

Département du Morbihan

Maîtres d'œuvre

Phytolab (paysagiste mandataire) et Géo Bretagne Sud (BET VRD)

Entreprises

ID Verde, agence de Vannes (mandataire : mise en œuvre du béton désactivé, du pavage et des aménagements paysagers): Colas (co-traitant: travaux de terrassement, réseaux, enrobés, bordures, sable stabilisé renforcé)

Fournisseur du béton

Lafarge Bétons

Fournisseur du ciment Lafarge Ciments

Fournisseur de Natursol (sable stabilisé au Stabex)

Carrières et matériaux du Grand Ouest (CMGO) Fournisseur du liant Stabex

Heidelberg Materials

PHOTO D'OUVERTURE: Vue aérienne des aménagements des espaces publics autour du château de Suscinio. (@Phytolab)

Pour valoriser le site de Suscinio, le Département du Morbihan en concertation avec la commune de Sarzeau et l'Architecte des bâtiments de France - a opté pour une solution de requalification intégrant des aménagements en béton désactivé, fabriqué et livré par Lafarge Bétons et des aménagements en sable stabilisé au liant Stabex (livré par Heidelberg Materials). Un choix qualitatif, mais aussi et surtout respectueux de l'environnement ! Ces matériaux vont permettre de mieux structurer l'espace urbain, tout en facilitant l'accès aux usagers comme aux visiteurs et en favorisant un meilleur cadre de vie pour les riverains.

SITUATION

Situé sur la presqu'île de Rhuys, près du golfe du Morbihan, le château de Suscinio a été largement restauré par le Conseil Départemental du Morbihan durant les trente dernières années. Aujourd'hui, ce château médiéval et son écrin paysager, d'une très grande richesse environnementale, constituent un joyau du patrimoine régional et attirent chaque année de nombreux touristes (plus de 150 000 visiteurs en 2022 pour le château).

Ce domaine est enclavé dans le village de Kermoizan et desservi par la route départementale 198A, conçue et construite comme une route de rase campagne. Celle-ci traverse le hameau Kermoizan, passe devant le château et mène à la plage, en passant par le hameau de Kerglomirec.



ÉTAT DES LIEUX

Depuis son acquisition par le Conseil Départemental du Morbihan en 1965, d'importants travaux menés sur le château ont permis de l'ouvrir au public. Il est à présent identifié comme un site touristique majeur du Morbihan. Mais le site souffre de plusieurs problèmes :

- Problème de circulation et d'accessibilité : pendant la saison estivale, la RD198A supporte un trafic de transit très important pour accéder à la plage (environ 2 500 véhicules/jour). Ce trafic, s'ajoutant à celui des visiteurs du château de Suscinio, engendre des problèmes évidents de circulation, de stationnement, de sécurité et d'environnement (stationnement anarchique et diffus, vitesse excessive).
- · Inadaptation des espaces publics : les espaces publics construits comme des routes dédiées à la voiture ne mettent pas en valeur les qualités des lieux (accès très routier et aménagement peu qualitatif) et offrent des cheminements pour les piétons et les vélos peu confortables.
- · Absence de cohérence entre les différentes composantes du domaine : l'aménagement de ses alentours manque de cohérence avec le monument historique et le contexte paysager exceptionnel. De plus, ces mêmes alentours forment un ensemble peu adapté à une fréquentation touristique importante.

« Le château est le monument qui reçoit le plus de visiteurs dans le Morbihan. Il est donc logique que non seulement cet édifice, mais tout le secteur qui l'entoure, soient l'objet de la plus grande attention. On se doit de recevoir tous ces visiteurs dans un cadre le plus agréable possible », commente Xavier Domaniecki, directeur des routes et de l'aménagement du Conseil Départemental du Morbihan. C'est donc pour réfléchir à une solution d'aménagement des espaces publics autour du château

de Suscinio qu'un comité consultatif a été créé, avec des agents du Conseil Départemental, des élus du département et de la commune, l'Architecte des Bâtiments de France et bien sûr des riverains et commerçants, avec l'assistance de bureaux d'études chargés d'élaborer un pré-programme (CERESA, Cabinet Guillemot, 1090 architectes).

En 2017, pour répondre à ce besoin de modernisation et sur la base du pré-programme, le département du Morbihan, après consultation, a fait appel à l'agence de paysagistes concepteurs Phytolab et au bureau d'études Géo Bretagne Sud, infrastructures et VRD, pour proposer un projet de requalification des espaces publics autour du Château de Suscinio et assurer une mission complète de maîtrise d'œuvre.

PROJET

Le projet d'aménagement des espaces publics a été conçu, étudié et planifié par une équipe de maîtres d'œuvre constituée de Clément Ravet, co-gérant de l'agence de paysagistes concepteurs Phytolab, et d'Alain Riou, directeur d'agence de Géo Bretagne Sud.

Objectifs de l'aménagement

Le projet de requalification des espaces publics visait à sublimer les lieux, à mettre en avant toutes les composantes du site de Suscinio (château, marais, plage, étang, roselière, hameau de Kermoizan) et à affirmer l'attractivité du domaine. Il a été conçu pour prendre appui sur 4 idées-forces :

- La mise en valeur du patrimoine historique et naturel : le château, le bâti environnant et la présence de la pierre (hameau de Kermoizan et mur du Roy); le patrimoine végétal (haies bocagères et bois); la présence de l'eau (étang, marais, zones humides et mer);
- · La mise en lien des différentes composantes du domaine : en utilisant le même revêtement sur tout le linéaire, depuis l'entrée du hameau de Kermoizan jusque derrière le château, avec une mise en valeur des amorces des rues du hameau adjacentes à la RD198A;
- La réorganisation des flux de circulation : en créant un parc de stationnement à l'entrée nord du site ; en réduisant la vitesse des véhicules (zone 50 au niveau du carrefour RD198-RD198A ; zone 30 en entrée et en sortie de site ; zone 20 dans le hameau de Kermoizan et aux abords du château); et en privilégiant les modes doux de déplacement;
- La visibilité et la lisibilité du domaine : la visibilité nocturne en privilégiant pour certains secteurs sensibles l'éclairage au sol pour ne pas perturber la faune ; la lisibilité en guidant les visiteurs avec une signalétique homogène et simple et en s'appuyant sur un matériau naturellement clair et identifiable par le public.
- « L'objectif de l'aménagement était de rendre le domaine structuré, attrayant et sûr, tout en veillant au respect des lieux », précise Xavier Domaniecki.

Éléments du programme

Constituant l'unique accès au domaine de Suscinio, la RD198A, dénommée route du Duc-Jean-V, jouait un rôle crucial dans le projet d'aménagement. Ce dernier a été étudié afin de :

- Créer un cœur de projet sur la voie d'accès et autour du château, avec les fonctions et les usages principaux des espaces suivants :
- > L'accueil touristique et la vente de billets se font désormais dans le hameau (ferme acquise par le Département du Morbihan et aménagée par le délégataire gérant le château et le domaine) - et non plus au château;
- > La valorisation des abords, en particulier celle des espaces naturels ;

Pour aller plus loin: liens et infos en p. 36, bibliographie technique en p. 46.



par la RD198A ou route du Duc-Jean-V, avant les travaux de rénovation. (©Département du Morbihan)

« L'objectif de l'aménagement était de rendre le domaine structuré, attravant et sûr, tout en veillant au respect des lieux »

Vous préférez la lecture digitale ? + Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 34.

PAGE 25 CHANTIER - MORBIHAN (56) ■ **■ ROUTES #BEST OF 2023**

¥ Figure 1. Le périmètre du projet d'aménagement des espaces publics du domaine de Suscinio. (@Phytolab)



« Un des enjeux fort du projet est de proposer un aménagement valorisant et favorisant la découverte du domaine en mettant en avant les ambiances, l'histoire, l'hydrographie et les espaces naturels sur les abords du site. »

➤ Le carrefour d'entrée RD198-RD198A, avant et après les travaux de rénovation. (© département du Morbihan) (@Phytolab)

- > La définition de points de départ de randonnées ;
- > La mise en place d'une signalétique homogène ;
- > La gestion des espaces de stationnement en retrait;
- > La création d'une aire de pique-nique supplémentaire à proximité du château et la mise en place de mobiliers de conforts notamment pour l'accueil des nombreux cyclistes.
- · Maintenir un double sens, mais pacifier la circulation le long de la voie d'accès au château, la RD198A, particulièrement dans le hameau de Kermoizan et devant le château;
- · Favoriser l'émergence d'identités paysagères dans les espaces publics créés. La découverte de Suscinio ne se focalise plus uniquement sur le château, mais y associe désormais les espaces naturels, en particulier les nombreuses zones humides, réserves de biodiversité;
- · Favoriser l'accessibilité et la mobilité (accès PMR sur l'ensemble du domaine, multimodalité, écomobilité, transports collectifs, réduction de l'impact de la voiture, etc.);
- · Favoriser la mixité dans les usages, les fonctions et les générations.

Après analyses et échanges entre le Département du Morbihan, la commune de Sarzeau et les maîtres d'œuvre, un projet d'aménagement, conçu avec des matériaux esthétiques, a vu le jour.

Contenu de l'aménagement des espaces publics

Le périmètre du projet portait sur la RD198A (la voie et ses abords), depuis le carrefour d'accès au site RD198-RD198A jusqu'au carrefour avec la rue de Kerglomirec (cf. figure 1).

Pour atteindre les quatre objectifs précités, l'agence Phytolab a conçu l'aménagement sous forme de séquences, qui marquent des « effets de portes » et permettent la découverte progressive du site. En outre, dans le cadre de la conception du projet, il était primordial de veiller à l'organisation de toute une trame d'espaces publics partagés, où le piéton restait prioritaire. Ces enjeux s'exprimaient de manière différente selon les secteurs à aménager.

« Un des enjeux fort du projet est de proposer un aménagement valorisant et favorisant la découverte du domaine en mettant en avant les ambiances, l'histoire, l'hydrographie et les espaces naturels sur les abords du site. Le travail de conception s'est appuyé sur l'idée d'une découverte progressive du monument historique, le château de Suscinio, permettant de le situer dans le Domaine (bocage, roselière, marais, plage) », précise Clément Ravet, co-gérant de l'agence Phytolab.





> Secteur 1 : aménagement du carrefour d'entrée entre la RD198 et la RD198A L'aménagement marque l'entrée du domaine par un traitement fort et qualitatif (aménagement d'un îlot central habillé de pierres à joints végétalisés en cohérence avec le site et pointant comme une flèche vers le château). Cela vise à mettre en sécurité le carrefour pour l'ensemble des usagers (maintien d'un carrefour en T, mais légère modification géométrique destinée à l'amélioration de la visibilité du carrefour et limitation de la vitesse à 50 km/h sur la RD198, à l'approche du carrefour et insertion de la piste cyclable structurante de Sarzeau). Les abords sont plantés afin d'intégrer au mieux cette première porte d'entrée au domaine.

> Secteur 2 : aménagement de la séguence d'entrée

Passé le carrefour de la RD198, la route du Duc-Jean-V (RD198A) commence par une grande séquence rectiligne de 150 mètres. La voirie est bordée à l'ouest par le mur du Roy, qui longe la route vers le hameau de Kermoizan et qui masque un cheminement piéton en parallèle le long de l'étang. À l'est, un reprofilage des talus et la suppression de la rangée de cyprès ouvrent le regard sur le paysage alentour, les prairies et les haies bocagères, et atténuent l'effet de corridor. Un cyprès a été néanmoins conservé pour marquer l'entrée du site. La voie est légèrement réduite pour ralentir les véhicules et limiter le stationnement anarchique en entrée de site. La chaussée est conservée en revêtement bitumineux.

> Secteur 3 : aménagement du stationnement d'accueil nord

À l'entrée du hameau de Kermoizan, une placette a été aménagée pour marguer une transition et un deuxième effet de porte. Une grande mare, autrefois comblée, a retrouvé son profil d'antan en écho à l'étang situé de l'autre côté de la route. De là, une voie a été créée pour desservir un nouveau stationnement dédié uniquement aux véhicules légers et aux camping-cars. Il y a au total 235 places de stationnement, dont 221 places pour les véhicules légers, 10 places réservées aux personnes à mobilité réduite (PMR) et 4 emplacements pour les camping-cars. « Ce stationnement s'inscrit dans la composition paysagère des lieux : une trame de noues et de haies bocagères larges (4 à 6 m) permet d'intégrer l'équipement, d'apporter de l'ombre et participe au développement de la biodiversité du site (corridor écologique entre le bois du domaine de Suscinio et les haies bordant la RD198) », précise Clément Ravet.

Le traitement différencié des surfaces de stationnement et de cheminement, le choix judicieux des matériaux des revêtements et un grand nombre de plantations limitent ainsi l'impact de ce parc de stationnement. Ce dernier a été conçu en trois zones destinées à contenir progressivement les véhicules, suivant la fréquentation du site et la saison.

La première zone, utilisée en permanence, est construite avec des matériaux résistants au trafic : de l'enrobé bitumineux, éclairci par grenaillage, pour les allées circulées et du sable stabilisé renforcé pour les places de stationnement.

La seconde zone, destinée à recevoir les véhicules en période de forte affluence, est réalisée avec des allées en sable stabilisé renforcé et des places de stationnement en mélange de terre-pierre (40-60 %), favorisant à la fois la végétalisation du revêtement, le rafraîchissement du stationnement et l'infiltration des eaux.

Dans ces deux zones, l'organisation en « peigne » du stationnement dégage de larges bandes plantées et végétalisées.

Enfin, une troisième zone (hors du périmètre d'intervention), amenée à être utilisée de facon exceptionnelle, conserve le principe actuel d'un stationnement sur une simple prairie fauchée. Pour aller plus loin: liens et infos en p. 36, bibliographie technique en p. 46.







▲ Le stationnement d'accueil nord, avant les travaux 🔥 Le stationnement d'accueil nord, après les travaux d'aménagement. (© Phytolab)

> Secteur 4 : aménagement du hameau de Kermoizan

Le hameau de Kermoizan forme un prélude à la découverte du château et du domaine. L'aménagement a mis en scène le hameau, en agrandissant la placette centrale, pour l'intégrer pleinement au domaine et relier le hameau au parvis du château par un aménagement partagé, continu, cohérent et qualitatif. En outre, l'installation de la maison du domaine dans la ferme de Kermoizan positionne le hameau comme une étape majeure de la visite du site, entre la séquence d'arrivée (depuis le stationnement principal ou depuis l'arrivée des cars touristiques) et le point de convergence qu'est le château. Les circulations piétonnes sont donc prioritaires sur le secteur. À l'entrée du hameau, le rétrécissement de la chaussée en faveur du cheminement piétonnier et le changement de matériau indiquent aux automobilistes l'entrée dans une zone partagée, où leur vitesse est limitée à 20 km/h jusqu'au parvis du château. Séparé de la chaussée par des bornes en pierre éclatée, l'espace piétonnier, plus large, assure la liaison entre le stationnement nord et le hameau. Dans la partie centrale, un élargissement de l'espace public à l'est, sur les terrains du département, crée une petite place propre aux rencontres à proximité de la maison du domaine. Sur toute la traversée du hameau de Kermoizan, le revêtement de la voirie combine deux matériaux : le béton désactivé, avec à certains endroits des inclusions 40/70 Goasq, et le pavage de pierre. Le mobilier en pierre et en bois reprend la même matière.

PAGE 26 CHANTIER - MORBIHAN (56) ■ **■ ROUTES #BEST OF 2023** PAGE 27



ment. (@Département du Morbihan)



🗥 La traversée du hameau de Kermoizan, avant les travaux d'aménage-



▲ L'entrée dans le hameau de Kermoizan avant aménagement. (@Phytolab)



▲ L'entrée dans le hameau de Kermoizan après aménagement. (©Phytolab)



▲ Le hameau de Kermoizan au niveau de la ferme transformée en bureau d'accueil et de billetterie avant aménagement. (@Phytolab)



↑ Le hameau de Kermoizan au niveau de la ferme transformée en bureau d'accueil et de billetterie après aménagement. (@Phytolab)



▲ La place du hameau de Kermoizan avant aménagement. (@Phytolab)



▲ La place du hameau de Kermoizan après aménagement. (©Phytolab)

> Secteur 5 : réaménagement du stationnement de l'étang

Le stationnement de l'étang a été réaménagé afin de le réserver aux autocars de tourisme (six emplacements) et aux PMR. Un fonctionnement par demi-tour des véhicules a permis de réduire son emprise afin de le végétaliser largement pour le masquer depuis l'étang et le château. Seul l'accès nord du stationnement est conservé, la partie sud (côté château) ainsi libérée, est devenue une liaison piétonne longeant l'étang. L'espace libéré a permis la création d'une aire de pique-nique plantée d'arbres suivant les vues vers le monument. La voirie a été réalisée avec une solution en enrobés bitumineux éclairci par un traitement par grenaillage. Les cheminements sont en platelage bois et en stabilisé renforcé au liant Stabex.

> Secteur 6 : aménagement de l'avant du château

La suppression de la sortie sud du stationnement de l'étang a libéré un espace, qui a été transformé en belvédère permettant d'apprécier le monument dans toute son ampleur. L'aménagement au sol est réalisé avec les mêmes matériaux (béton désactivé avec des inclusions 40/70 Goasq et pavage de granit) et le même agencement que ceux de la traversée du hameau de Kermoizan.

Pour aller plus loin: liens et infos en p. 36, bibliographie technique en p. 46.



nagement. (@Phytolab)



🗥 L'avant du château de Suscinio, le belvédère avant les travaux d'amé-(© Phytolab)

> Secteur 6 bis : aménagement du parvis du château et du belvédère

Le parvis du château a été conçu selon les mêmes principes et avec les mêmes matériaux que la traversée du hameau de Kermoizan. À l'est du parvis, au lieu d'une ancienne maison, un aménagement en gradines accompagne la pente. Le jeu de plissés de ce belvédère à plusieurs niveaux permet aux visiteurs à la fois de se rapprocher de la roselière - pour en apprécier les qualités paysagères - et de prendre du recul par rapport aux douves du château afin de pouvoir embrasser du regard le château et son pont-levis.



(©Phytolab)



▲ Le parvis du château de Suscinio, avant les travaux d'aménagement. (@Phytolab)

> Secteur 7 : aménagement du hameau de Kerglomirec

La voie et le carrefour dans le hameau de Kerglomirec ont été aménagés selon les mêmes principes et avec les mêmes matériaux que la traversée du hameau de Kermoizan afin de conserver la même facture et faciliter le parcours vers les zones humides, le sentier ornithologique et la plage.

CHANTIER - MORBIHAN (56) ■ **■ ROUTES #BEST OF 2023** PAGE 29



« Nous avons réalisé plusieurs planches d'échantillons en partenariat avec ID Verde, afin de converger vers une teinte de béton et vers un agencement des granulats en surface correspondant bien aux attentes de la maîtrise d'œuvre, des donneurs d'ordre et à celles de l'architecte des Bâtiments de France »

« Le choix du béton et le dimensionnement de la structure de la voirie ont été faits afin de créer une assise solide, durable et homogène »

Le choix du béton dans l'aménagement des espaces publics

Le choix du béton s'est imposé avec évidence : il s'agissait d'une volonté conjointe de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et de l'architecte des Bâtiments de France. Les alentours du château devant être réservés prioritairement aux piétons, il ne pouvait pas y avoir un aspect routier, ce qui a conduit à privilégier les matériaux clairs de type minéral, à base d'éléments en pierre naturelle, et des revêtements en béton esthétiques avec des inclusions et un traitement de surface adaptés aux usages des lieux (aspect rustique).

« Esthétiquement, il fallait un revêtement minéral, de couleur beige, car nous souhaitions faire écho aux pierres utilisées dans la construction du château. Nous nous sommes rapidement orientés vers le mariage entre un revêtement en béton décoratif – intégrant des granulats locaux et parfois des inclusions 40/70 Goasq, s'approchant par leur teinte des pierres du domaine – et un revêtement en pavés de pierre naturelle. Cette solution a permis également de traiter de manière homogène des espaces à dominante piétonne tout en conservant un accès aux véhicules », précisent Xavier Domaniecki et Clément Ravet.

Le choix de ces matériaux clairs a été également confirmé, car ils ont l'avantage de ne pas accumuler la chaleur (albédo fort) et de contribuer à la réduction de la consommation de l'énergie de l'éclairage public, ce qui est intéressant du point de vue environnemental. Par ailleurs le choix de diminuer l'éclairage public par un simple balisage permet de mettre en valeur l'éclairage du château et de ne pas perturber la faune très riche sur ce secteur.

« Par le choix de ses matériaux et de leur agencement, le projet s'attachait à la fois à renforcer le caractère apaisé du quartier pour l'adapter aux piétons et le rendre plus accessible aux personnes à mobilité réduite, mais aussi à affirmer une cohérence paysagère à l'échelle globale du site jusque dans le détail de la transition : d'une surface en béton désactivé, la pierre apparait progressivement avec des inclusions, puis des pavages jusqu'à une strate arbustive basse et des arbres », ajoute Clément Ravet.

Le béton devait répondre à des exigences à la fois esthétiques et techniques (résistance au trafic de poids lourds et de véhicules légers et résistance aux embruns), tout en assurant d'obtenir un aspect rustique en harmonie avec la pierre jouant ainsi la carte de la transition avec l'espace végétal.

Pour tenir compte de toutes ces contraintes et répondre aux spécifications du cahier des charges, il a été procédé par ajustements successifs, en partant des formulations routières standard (classe de résistance du béton ; nature et qualité des granulats) dont dispose la centrale de béton. « Nous avons réalisé plusieurs planches d'échantillons en partenariat avec ID Verde, afin de converger vers une teinte de béton et vers un agencement des granulats en surface (taille, mosaïque) correspondant bien aux attentes de la maîtrise d'œuvre, des donneurs d'ordre et à celles de l'architecte des Bâtiments de France », précise Cédric Le Bihan, chargé du développement des produits spéciaux

de Lafarge Bétons.

- « La mise au point du béton, par l'assemblage de sable et de gravillons bien sélectionnés, de couleur adaptée, et le choix de la teinte du ciment ont permis d'obtenir un béton ayant la nuance visée, évoluant du blanc chaud au beige clair afin de bien s'harmoniser avec la couleur caractéristique de la pierre utilisée dans la construction du château », ajoute Cédric Le Bihan.
- « En privilégiant les granulats locaux, le béton est indéniablement un matériau facile à intégrer. Il est aussi très souple d'emploi : le coffrage permet de dessiner des bords nets et francs. On obtient ainsi une transition facile entre le revêtement en béton et les rangées de pavés en pierre naturelle, dont le rôle est d'assurer la liaison avec la végétation, sans sensation d'artifice. Un travail fin de calepinage des joints a été réalisé en s'appuyant sur les éléments forts du parcours », précise Clément Ravet.

Structure

Le choix du béton et le dimensionnement de la structure de la voirie ont été faits afin de créer une assise solide, durable et homogène.

> Structure des revêtements en béton désactivé

En s'appuyant sur les guides et normes en vigueur, le bureau d'études Géo Bretagne Sud a conçu et dimensionné la structure (épaisseur et caractéristiques) en fonction du trafic estimé à la mise en service et de la qualité du support en place (plate-forme support PF2). Deux structures ont été retenues :

- Pour la voirie circulée du hameau de Kermoizan : s'agissant essentiellement de voies de desserte de centre-ville (véhicules légers et camionnettes), la structure est constituée de :
- Un revêtement en béton désactivé, de classe BC5 (C35/45) et d'épaisseur 18 cm, armé d'un treillis soudé ST 15C;

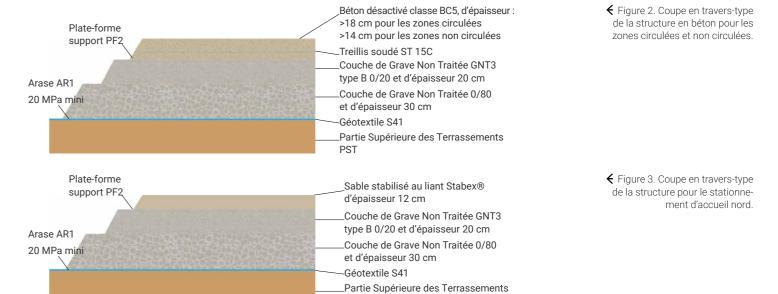
CHANTIER - MORBIHAN (56) ■

- Une couche de grave non traitée GNT3 ; Type B ; 0/20 et d'épaisseur 20 cm ;
- Une couche de grave non traitée GNT 0/80 et d'épaisseur 30 cm ;
- Un géotextile S41.

• Pour la voirie non circulée du hameau de Kermoizan : la structure est constituée de :

- Un revêtement en béton désactivé, de classe BC5 (C35/45) et d'épaisseur 14 cm, armé d'un treillis soudé ST 15C ;
- Une couche de grave non traitée GNT3; Type B; 0/20 et d'épaisseur 20 cm;
- Une couche de grave non traitée GNT 0/80 et d'épaisseur 30 cm;
- Un géotextile S41.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 36, bibliographie technique en p. 46.



PST

Approbation du projet

Le projet complet de l'aménagement de Suscinio a été présenté devant une centaine de Sarzeautins, en réunion publique organisée le 2 septembre 2019 pour écouter leur ressenti et identifier les problèmes qui pourraient se poser.

Au total, 4 millions d'euros ont été investis pour les travaux, financés à 100 % par le Conseil Départemental du Morbihan, pour rendre le site beaucoup plus accessible et attrayant.

« L'objectif est aussi de proposer un aménagement qui valorise les lieux et qui favorise la découverte progressive et sensible du domaine, par la mise en valeur des ambiances, de l'histoire et des espaces naturels en s'appuyant sur l'eau et la pierre notamment », explique Clément Ravet.

« L'objectif est aussi de proposer un aménagement qui valorise les lieux et qui favorise la découverte progressive et sensible du domaine, par la mise en valeur des ambiances, de l'histoire et des espaces naturels en s'appuyant sur l'eau et la pierre notamment »

Planning

- Études pré-op : 2014-2017.
- Études opérationnelles de maîtrise d'oeuvre : 2017-2019.
- Travaux : 2019-2022.

Trois étapes de travaux, car il a fallu gérer le fait que les travaux ne puissent être réalisés entre début mai et fin août, pendant la période touristique et selon les temps de séchage du revêtement :

- de septembre 2019 à mai 2020;
- de septembre 2020 à mai 2021 ;
- de septembre 2021 à janvier 2022.

CONDUITE DES TRAVAUX

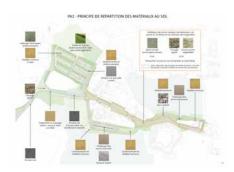
Répartition des travaux

ID Verde, mandataire, a mené le chantier conjointement avec Colas. Les travaux ont été réalisés durant la période 2019-2022, bien qu'ils aient dû être stoppés durant la période touristique qui s'étale entre le 1er mai et le 31 août de chaque année. Ainsi, Colas a assuré la réalisation des opérations suivantes :

- Démolition des ouvrages existants et évacuation des matériaux ;
- Travaux de terrassement pour modeler le terrain et pour la mise à la cote de l'arase, suivie d'un compactage soigné;
- Travaux d'assainissement et de drainage de la plate-forme pour assurer la gestion des eaux de ruissellement durant le chantier (mise en place d'ouvrages d'assainissement provisoires) et travaux d'enfouissement de divers réseaux;

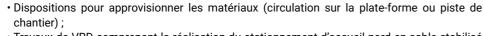
■ ROUTES #BEST OF 2023 PAGE 31

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/routes



★ Figure 4. Plan masse du projet d'aménagement et principe de répartition des matériaux au sol. (@Phytolab)

« Nous avons pris les dispositions adéquates pour réduire les nuisances du chantier et pour maintenir l'accessibilité des habitations et des commerces »



- Travaux de VRD comprenant la réalisation du stationnement d'accueil nord en sable stabilisé renforcé (places de stationnement sur la zone 1 et voies de circulation sur la zone 2) et des voies de circulation en enrobé bitumineux éclairci par grenaillage (sur la zone 1);
- Réalisation de la plate-forme support sous les différents revêtements (en enrobé, en pavés, en sable stabilisé et en béton désactivé);
- Réalisation des travaux de pose des bordures pour l'ensemble du chantier.

ID Verde, quant à elle, a pris en charge le lot de mise en œuvre des revêtements en béton désactivé, y compris les travaux préparatoires précédant le bétonnage, les travaux de pavage et l'ensemble des travaux des espaces verts.

Le projet d'aménagement totalisait 41 500 m² dont :

- Revêtement en béton désactivé : 6 000 m²;
- Revêtement en sable stabilisé : 4 850 m² :
- · Revêtement en enrobés bitumineux : 6750 m²;
- Revêtement en pavés de pierre naturelle : 1 900 m² ;
- · Aménagement des espaces verts : 22 000 m².

Étant donné que le chantier se situait en zone urbaine et touristique, les entreprises ont veillé, avant de démarrer les travaux d'aménagement, à appliquer méticuleusement les règles et les dispositions qui s'imposaient, à savoir une information appropriée aux riverains, commerçants et occupants du domaine public. En outre, elles ont tout mis en place pour que les travaux se déroulent dans de bonnes conditions de sécurité et de confort, et dans le respect de l'environnement.

« Nous avons réalisé un balisage afin, d'une part, de protéger les riverains et les visiteurs et, d'autre part, de protéger le chantier (mobilier, arbres, bordures) ainsi que les couches mises en œuvre contre d'éventuelles dégradations. En outre, nous avons pris les dispositions adéquates pour réduire les nuisances du chantier et pour maintenir l'accessibilité des habitations et des commerces », précisent Laurent Merret, conducteur de travaux chez ID Verde, et Pascal Le Hen, conducteur de travaux chez Colas.

Réalisation de la plate-forme support

Après avoir effectué les travaux de démolition et de terrassement, Colas a mis en œuvre – en fond de forme et sur toutes les zones prévues pour recevoir le béton, le pavage et le sable stabilisé – un géotextile S41 ayant une double fonction :

- Empêcher la remontée de fines dans la couche de forme (CDF);
- Assurer l'infiltration des eaux de ruissellement dans le sol support.

Ensuite, Colas a procédé à la réalisation de la plate-forme support en grave non traitée (GNT) comprenant deux couches :

- Une couche inférieure en grave non traitée GNT 0/80 et d'épaisseur 30 cm;
- Une couche supérieure en grave non traitée GNT3 ; Type B 0/20 et d'épaisseur 20 cm.
- « L'objectif était de conférer à la plate-forme support de chaussée une portance minimale PF2 $(50 \le EV2 < 80 \text{ MPa})$ », précise Pascal Le Hen.

Les couches granulaires ont été mises en œuvre en exécutant successivement les opérations suivantes :

- Régalage de la GNT à la niveleuse ;
- · Humidification;
- Compactage soigné: cette opération est très importante, car elle vise à conférer à la plateforme support un niveau de portance PF2, permettant ultérieurement le compactage efficace de la couche de roulement en enrobé ou en sable stabilisé renforcé (effet d'enclume) et apportant à long terme la solidité de la structure de chaussée pour tous les revêtements.
- Contrôle de portance : à la suite du compactage, la plate-forme support a fait l'objet d'un contrôle de la portance, effectué à la dynaplaque en contrôle externe par un laboratoire spécialisé (le contrôle extérieur a été assuré par le laboratoire routier du Département du Morbihan). Les mesures ont été réalisées en plusieurs points sur le fond de forme et sur la plate-forme support afin de vérifier que l'objectif visé pour la portance a bien été atteint (homogénéité et niveau). Toutes les valeurs obtenues se situaient dans la plage de portance visée (fond de forme : 20 MPa au minimum et plate-forme support : de 50 à 80 MPa) et étaient donc conformes aux spécifications du cahier des charges.

En outre, il a été procédé à la mise en place d'un réseau de drains au sein de la plate-forme en GNT, aux points bas, afin de récupérer, de canaliser et d'évacuer les eaux de ruissellement en dehors de la CDF lors d'événements pluvieux.

La CDF a fait l'objet de contrôles pour vérifier la conformité de la mise en œuvre au cahier des charges en matière de planéité, de propreté et de compacité.



★ Vérification de la portance de la plate-forme support à la dynaplaque. (©CIMbéton)

RÉALISATION DES REVÊTEMENTS EN BÉTON

Les revêtements au sol des séquences 4,5, 6 et 7 ont été traités de la même manière, en faisant appel à deux matériaux : le béton désactivé avec et sans inclusions de pierres (principalement) et le pavage de pierre à joints végétalisés (dans une moindre mesure). Les deux surfaces ont été mises en œuvre de niveau, produisant seulement une variation d'aspect au sol.

Le béton désactivé, en permettant une circulation aisée des piétons comme des véhicules, a donc été privilégié sur les espaces dédiés à la mobilité (piétons, PMR et cyclistes très nombreux sur le domaine) et à la circulation automobile.

Les surfaces de pierre, marquant quant à elles une transition et leur aspect invitant à l'observation, ont été privilégiées à l'approche des obstacles (bornes en pierre éclatée; murets; espaces végétalisés) en transition des espaces plantés et des zones où le visiteur est invité à l'observation (placettes; pieds de façades; murets; étangs; etc.).

Une végétalisation progressive des joints du pavage a été réalisée afin de créer une transition entre les revêtements de sol et les zones dédiées aux plantations et aux espaces verts.

Le chantier « béton et pavage de pierre » a été réalisé par ID Verde. Une fois les travaux de terrassement achevés, les revêtements en béton, d'une superficie de 6 000 m², ont été réalisés durant la période d'avril 2020 à octobre 2021, en respectant le processus suivant :

- Travaux préparatoires ;
- Pose des pavés et des bornes en granit;
- Réalisation des coffrages et positionnement du treillis soudé ;
- Réalisation du revêtement en béton désactivé BC5, d'épaisseur 14 cm (pour les zones non circulées) et 18 cm pour la voirie circulée;
- Réalisation du calepinage des joints de retrait ;
- Traitement de surface.

Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires ont été réalisés afin de protéger les ouvrages existants et de maintenir l'accessibilité de tout le domaine.

- Protection des ouvrages existants : assurée par la mise en place d'une feuille de polyéthylène sur toutes les façades des bâtiments et d'un produit protecteur sur les bordures, bornes en pierre, pieds de candélabres et sur les ouvrages existants au niveau du sol (pavés en pierre, émergences, revêtements existants).
- Maintien de l'accessibilité : en réalisant des passerelles d'accès au site, aux habitations et aux commerces, en portant une réflexion sur des déviations à l'échelle du domaine.

Réalisation des coffrages et positionnement du treillis soudé

L'étape la plus délicate était la préparation du chantier, notamment au niveau des coffrages. Il y a eu recours à des coffrages en bois pour dessiner les aménagements droits ; et on s'est servi des bandes structurantes en pierre qui délimitent les bords des zones de pavage. Une fois les coffrages posés et solidement fixés au sol, un treillis soudé ST15C a été positionné à 4 cm au-dessus du fond de forme à l'aide de cales.



♣ Après avoir réalisé les coffrages et le pavage, le treillis soudé est

positionné sur des cales au tiers

inférieur du revêtement en béton.

(@Phytolab)

Pour aller plus loin: liens et infos en p. 36,

bibliographie technique en p. 46.

PAGE 32 CHANTIER - MORBIHAN (56)

ROUTES #BEST OF 2023

CHANTIER - MORBIHAN (56)

ROUTES #BEST OF 2023



« La fourniture des 1 000 m³ de béton s'est étalée sur une période longue de 18 mois. Le planning de livraison était fixé à la semaine puis éventuellement ajusté la veille pour le lendemain, selon l'avancement du chantier et les conditions météorologiques »



★ Mise en œuvre manuelle du béton, livré par camion toupie équipé de tapis. (©CIMbéton)

Fabrication et transport du béton

Pour ce chantier, la formulation obtenue à l'issue de plusieurs tentatives et recherches a été baptisée « Artevia Relief Duc de Bretagne », dont les caractéristiques sont : NF EN 206/CN – BC5 (ou C35/45) – XS1 – S3 – Cl 0,65 – Dmax 31,5.

Ce béton spécifique a été fabriqué avec les constituants suivants :

- Un sable 0/4 des Sablières d'Armorique (Lafarge), des gravillons Lotodé 11/22 (gris) de Poulmarch (Colas) et des gravillons Goasq 10/30 (beiges) des Carrières bretonnes;
- Un ciment CEM III/B 42,5 LH/SRPM en provenance de la cimenterie Lafarge du Havre ;
- Un colorant jaune (GCP PIERI) et des fibres en polypropylène (Duomix 12 mm).

Ce béton a été fabriqué à la centrale de Lafarge Bétons de Saint-Avé (à proximité de Vannes), puis livré par camion-toupie et camion-tapis. « La fourniture des 1 000 m³ de béton s'est étalée sur une période longue de 18 mois. Le planning de livraison était fixé à la semaine puis éventuellement ajusté la veille pour le lendemain, selon l'avancement du chantier et les conditions météorologiques », explique Cédric Le Bihan.

Avant qu'il ne soit livré, deux contrôles ont été réalisés immédiatement :

- Contrôle de la consistance du béton : il a été effectué à l'essai d'affaissement du cône d'Abrams et le résultat devait être dans la classe S3 (affaissement compris entre 10 et 14 cm) ;
- Mesure et enregistrement de la température du béton.

Bétonnage des revêtements en béton pour les zones non circulées

Le béton a été livré à pied d'œuvre et déversé sur la plate-forme support soit directement par le camion-toupie, soit au moyen d'un camion-tapis pour les zones inaccessibles. Puis le béton a été tiré à l'aide d'un râteau et réglé manuellement à l'aide d'une règle en aluminium. Cette opération a été suivie par un premier lissage de la surface du matériau, réalisé à l'aide d'une lisseuse à manche longue.

Pour incorporer les inclusions 40/70 Goasq dans le béton, il a fallu construire des passerelles pour pouvoir travailler au-dessus du béton frais, sans le toucher, et accepter d'avoir des cadences de travail plus faibles qu'habituellement. Les applicateurs devaient introduire délicatement les inclusions de pierre 40/70 dans le béton pour qu'ils restent en affleurement à la surface. L'agencement des inclusions a été réalisé conformément aux plans et aux recommandations de l'architecte paysagiste Phytolab (objectif à atteindre : un nombre de cailloux moyen au mètre carré, installés d'une façon aléatoire, nombre augmentant au fur et à mesure que l'on s'approche d'une surface pavée ou d'un espace végétalisé). Sitôt ces inclusions mis en place, la surface du béton est lissée une seconde fois par des équipes d'applicateurs experts pour conférer au revêtement en béton un état de surface plan et d'aspect fermé (exempt de cavités ou de trous). Cette opération a été suivie de la pulvérisation, à la surface du béton, d'un produit désactivant Chryso P05 qui fait office de cure pour le béton, à raison de 300 g/m².

Bétonnage des revêtements en béton pour les zones circulées

Pour conférer au béton une compacité maximale en fond de couche et augmenter sa résistance vis-à-vis des sollicitations du trafic, le revêtement des zones circulées a été réalisé en deux couches « frais sur frais », d'épaisseur 9 cm chacune.

Pour la première couche, le béton, livré à pied d'œuvre et déversé sur la plate-forme support, est tiré à l'aide d'un râteau puis soigneusement vibré à l'aiguille vibrante.

La seconde couche a été ensuite mise en œuvre en respectant scrupuleusement le processus opéré sur les revêtements non circulés : livraison du béton ; régalage au râteau puis à la règle en aluminium ; lissage de la surface du béton ; et enfin pulvérisation du produit désactivant Chryso P05, faisant en même temps office de cure pour le béton, à raison de 300 g/m².

Désactivation du béton

Dans un délai habituel de six à vingt-quatre heures après le coulage, selon les conditions météorologiques, le béton a été lavé au surpresseur, la laitance et les résidus du désactivant ont été aspirés par un équipement dédié, puis la surface a été rincée à grande eau jusqu'à l'obtention d'un parement homogène exempt de laitance.

→ Désactivation du béton au jet d'eau à haute pression. (© Phytolab)

En médaillons: aspect du béton désactivé et aspect du béton désactivé avec des inclusions 40/70 Goasq. (© Phytolab)



Réalisation des joints

Après un délai de durcissement du béton (24 à 48 heures en fonction des conditions climatiques), l'entreprise ID VERDE a réalisé les joints selon le plan de calepinage proposé par Phytolab. Compte tenu de la configuration de l'aménagement en béton (morcellement et taille réduite des surfaces bétonnées), seuls des joints de retrait ont été réalisés par sciage dans le béton durci, sur le quart supérieur du matériau, à l'aide d'une scie à sol et d'une disqueuse pour les zones exiguës et en périphérie du revêtement (présence de bordures et de pavés). Pour délimiter les zones de béton et conforter le rôle des joints de construction, des aires de pavage en pierre naturelle ont été mises en place.

Contrôle des bétons

- > Contrôles avant la mise en œuvre du béton
- Contrôle des bons de livraison;
- · Contrôle de la consistance du béton par l'essai d'affaissement au cône d'Abrams ;
- Prélèvement pour la confection d'éprouvettes, sur lesquelles des mesures de performances mécaniques ont été réalisées (résistance à la compression et à la traction) afin de vérifier la conformité du béton au cahier des charges.

> Contrôle des travaux

Pour atteindre une bonne qualité d'exécution, l'entreprise a choisi la méthode de mise en œuvre garantissant l'obtention d'une compacité conforme à celle de la formule de référence. Les contrôles des travaux se sont déroulés en deux étapes :

- · À la mise en œuvre du matériau
- > Mesure d'épaisseur.
- Après la mise en œuvre (sur matériau durci)
- > Mesure de l'adhérence à l'aide de l'essai de hauteur de sable ;
- > Mesure de l'uni à la règle de 3 mètres.

DES DIFFICULTÉS À SURMONTER

Ce chantier, du fait de sa complexité et de son ampleur, n'a pas été facile à conduire, et ce pour plusieurs raisons.

Première difficulté : l'exiguïté des lieux, l'exploitation du site et la concentration de résidents, de touristes et de commerces sur un périmètre limité.

« La difficulté à résoudre a été de maintenir l'accessibilité du site, des commerces et des habitations pendant toute la durée des travaux », précise Xavier Domaniecki.

Il a fallu adapter le mode de coulage pour tenir compte de cet environnement spécifique. « Nous avons mis en place un phasage précis des travaux afin de satisfaire la demande de l'exploitant du site, Kléber Rossillon, de minimiser les gênes aux visiteurs et aux riverains et d'assurer leur protection. Pour maintenir l'accessibilité du site, des commerces et des habitations, nous avons créé des rampes d'accès provisoires », déclare Laurent Merret.

Deuxième difficulté : un chantier complexe, morcelé et partagé.

La deuxième difficulté résidait dans le fait que ce chantier était par essence morcelé en petits lots. De surcroît, il faisait appel à beaucoup de matériaux urbains (béton, pierres naturelles, enrobés, stabilisé).

« L'aménagement réalisé tout autour du château de Suscinio était une opération lourde et complexe à mettre en place. Il a fallu une veille attentive et constante pour que les objectifs fixés soient atteints », affirme Xavier Domaniecki.

En outre, la difficulté résidait dans la conduite simultanée de différents types de travaux (revêtements de voiries; mobilier urbain; assainissement; végétalisation; signalisation; pavages; bordures; caniveaux; noues; parkings; éclairage public, etc.).

- « La coexistence de plusieurs intervenants sur le site a nécessité de notre part un travail important de coordination, une veille permanente et attentive sur la qualité de la réalisation et une vigilance accrue sur les zones d'interface, tout particulièrement », résume Clément Ravet.
- « Ce chantier, très morcelé dans le temps, nous a imposé une rigueur toute particulière. Il a fallu que la formulation du béton soit utilisable dans les meilleures conditions, été comme hiver, et que le rendu esthétique soit au rendez-vous. En outre, il exigeait une bonne organisation interne et une coordination efficace avec l'entreprise, notamment au niveau des livraisons », précise Cédric Le Bihan.

Troisième difficulté : les conditions sanitaires et climatiques.

La troisième difficulté a bien sûr été l'épidémie de Covid-19. « Ces difficultés ont été surmontées grâce à la bonne volonté de tous les intervenants et à la bonne coordination entre les différentes entreprises pour achever ce chantier dans les délais », précise Xavier Domaniecki.

« Nous avons rencontré, au début du chantier, des conditions climatiques difficiles, auxquelles se sont ajoutés les problèmes de l'épidémie de Covid-19. Ceux-ci ont entraîné du retard dans le planning d'exécution des travaux. Mais ce retard a été très vite résorbé grâce à la compétence et à la bonne volonté de nos équipes ainsi que de tous les intervenants », précise Laurent Merret.

bibliographie technique en p. 46.

Pour aller plus loin: liens et infos en p. 36,

« L'aménagement réalisé tout autour du château de Suscinio était une opération lourde et complexe à mettre en place. Il a fallu une veille attentive et constante pour que les objectifs fixés soient atteints »

« Notre choix des entreprises lors de l'appel d'offre a été conforté dans les conditions difficiles de travail par une rigueur et un attachement partagé du souci du détail des conducteurs de travaux »

PAGE 34 CHANTIER - MORBIHAN (56) ■

■ ROUTES #BEST OF 2023 PAGE 3

LIENS UTILES



- > Conseil départemental du Morbihan https://www.morbihan.fr
- > Mairie de Sarzeau
- https://www.sarzeau.fr > Phytolab
- https://www.phytolab.fr > Géo Bretagne Sud
- https://www.geobretagnesud.com
- > ID Verde

https://idverde.fr

> Colas https://www.colas.com

> Lafarge Bétons

https://www.lafarge.fr > CMGO

https://www.cmgo.fr

> Heidelberg Materials

https://www.heidelbergmaterials.com

> CIMbéton

https://www.infociments.fr/route

« Notre choix des entreprises lors de l'appel d'offre a été conforté dans les conditions difficiles de travail par une rigueur et un attachement partagé du souci du détail des conducteurs de travaux » souligne Clément Ravet.

Quatrième difficulté : les précautions liées à la fabrication du béton.

« Il s'agissait de formulations spéciales. Au niveau de la centrale de BPE et de manière à éviter toute contamination, il fallait bien s'assurer qu'il ne restait plus de fines dans les trémies, issues d'autres formulations », ajoute Cédric Le Bihan.

SATISFACTION GÉNÉRALE

Les travaux d'aménagement des espaces publics du domaine de Suscinio ont été achevés en janvier 2022, avec la satisfaction du Conseil Départemental du Morbihan, du Maire et du Conseil Municipal de Sarzeau, des riverains, des commerçants, des usagers, mais aussi de tous les intervenants. L'inauguration a eu lieu le 10 juin 2023.

- « C'est un chantier d'exception et le résultat est tout aussi exceptionnel. Le rendu est très agréable et fonctionnel. L'exploitant, les riverains, les commerçants et les touristes sont satisfaits », affirme Xavier Domaniecki
- « Une belle récompense, pour nous concepteurs, une fois l'aménagement achevé, fut de voir les touristes, les riverains, les commerçants et les habitués du site s'approprier les lieux qui sont devenus un espace de découverte du patrimoine naturel et historique et un lieu de vie. L'intervention s'appuie sur la mise en valeur des qualités intrinsèques du site. Ainsi l'aménagement des espaces publics doit s'effacer pour favoriser une lecture des lieux et des principaux sujets sensibles : la pierre et l'eau », ajoute Clément Ravet.
- « Nous avons réussi à donner aux espaces publics du château de Suscinio l'attrait esthétique tant attendu et de nouvelles fonctions écologiques et environnementales, et ce malgré les contraintes imposées en matière de délais et de restrictions pendant la période touristique. Nous sommes fiers d'avoir relevé ce défi et d'avoir donné satisfaction à notre client », résument de concert Laurent Merret et Pascal Le Hen
- « Ce chantier est vraiment une très belle réussite, tant esthétique qu'environnementale, avec environ 6 000 m² d'aménagement en béton décoratif et rustique et de surcroît bas carbone (-50% de Gaz à Effet de Serre). Le chantier s'est parfaitement déroulé avec une très bonne coordination entre les équipes d'ID Verde et notre centrale BPE de Saint-Avé, qui a permis d'établir un bon planning des livraisons en amont et d'assurer une bonne gestion des rotations des camions-toupies et un bon suivi sur place par l'équipe de laboratoire ainsi que par l'équipe commerciale. Le résultat obtenu est le fruit de cette coordination et représente, pour nos équipes, la satisfaction d'avoir répondu aux attentes du client tout en réduisant l'empreinte environnementale du projet », conclut Cédric Le Bihan. ■



→ Vues du domaine de Suscinio après aménagement. (@Phytolab)



ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCIMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#30 en ligne

sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr



INFOCIMENTS #Carbone #Ciments #Bétons #CementLAB #Bâtiment #GénieCivil #Route #LiantsHydrauliquesRoutiers MES CONTENUS

Infociments, le concentré d'information sur le ciment et ses applications

Être utilisateur d'infociments, c'est être libre de personnaliser ses accès et ses contenus selon ses besoins, de gérer un flux d'information structuré par thématiques et de mettre de côté les sujets qui vous intéresse pour une lecture au calme, ou tout simplement garder la main sur vos abonnements à nos revues et publications pour être sûr de ne rien rater.

Retrouvez sur infociments.fr l'ensemble de nos publications et toute notre documentation technique, (brochures, guides, vidéos et logiciels), disponible facilement et gratuitement.

ESPACE UTILISATEUR DÉDIÉ

ALERTES THÉMATIQUES **NEWSLETTERS THÉMATIQUES**

CONTENUS **MULTI-FORMATS**

LES ACTUALITÉS DE LA FILIÈRE

UNE BIBLIOGRAPHIE **TECHNIQUE**

DES PUBLICATIONS RÉFÉRENCES

DES WEBINAIRES LIVE ET VIDEOS

DES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

CIMbéton, 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy. Tél.: 01 55 23 01 00 - Courriel: centrinfo@cimbeton.net





■ ROUTES INFO #32

Publié le 10/10/2023

© CIMbéton

Texte: Joseph Abdo



hydraulique

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Maîtres d'œuvre

Entreprises

- · Colas : terrassements ; aménagements ; VRD ; voirie; chaussée; support bâtiment
- · Groupement d'entreprises : bâtiment

Fournisseur des LHR ROC VDS et ROC TR

PHOTO D'OUVERTURE : Vue générale des travaux de terrassement de la plate-forme logistique d'Illiès et Salomé. (@Colas)

Figure 1. Plan de situation et vue d'artiste du nouveau parc logistique PRD, dont la livraison est prévue fin 2023. Achevé, le bâtiment principal aura une superficie de 96 000 m².

Un entrepôt logistique de 9,6 hectares de superficie (96 000 m²) est en construction sur un terrain de 24,6 hectares sis dans les communes d'Illies et de Salomé, à proximité de Lille. Il ouvrira ses portes à la fin de l'année 2023. Une plate-forme support traitée aux liants hydrauliques routiers ROC TR et ROC VDS d'EQIOM soutient ce nouveau complexe et a permis de réaliser les aménagements extérieurs ainsi que le réseau de voies lourdement circulées.

SITUATION

Situé sur les communes d'Illies et de Salomé, le nouveau parc logistique bénéficie d'une position stratégique au carrefour des routes nationales RN41 et RN47; il est facilement accessible par les autoroutes A25, A1, A21 et A26. Les entrepôts en location, situés dans le Distripôle Lille Métropole d'Illies-Salomé, à proximité de Lille (20 km), se trouvent au cœur de l'Europe : à 35 minutes de Bruxelles, à 60 minutes de Paris et à 80 minutes de Londres par TGV. Ce projet confirme l'importance de la région Hauts-de-France sur le marché de la logistique européenne.



ÉTAT DES LIEUX

La société PRD, retenue pour aménager le site, va y construire un ensemble immobilier comprenant un entrepôt logistique de classe A, d'une superficie d'environ 96 000 m², dont la livraison est prévue fin 2023. Le site est un ancien terrain agricole, acquis par PRD, qui possède une superficie de 24,6 hectares, mais dont le terrain naturel (TN) se situe à une cote relativement

Afin de proposer un projet logistique majeur, PRD a mené à bien l'ensemble du processus préalable à l'obtention du permis de construire et des autorisations environnementales. Cela conforte le savoir-faire et le positionnement proactif de PRD sur ce segment de marché.

PROJET

Conception

Le site comprendra :

- Un bâtiment logistique de 16 cellules de stockage de 6 000 m² chacune (150 × 40 m). Les cellules sont réparties sur deux ailes nord et sud. Le bâtiment logistique contient un bloc bureau principal regroupant, sur deux étages, des bureaux et des locaux sociaux, quatre bureaux de quai, un local de chaufferie, cinq locaux de charge d'accumulateurs, un local TGBT, un local de maintenance, un local sprinkler, un local pour la pomperie incendie;
- · Une voirie périphérique interne au site, des quais et des cours pour camions conçus pour la manœuvre et des espaces de stationnement pour poids lourds et véhicules légers ;
- Deux accès au site depuis la RD141 : l'un réservé aux véhicules légers et l'autre aux poids lourds ;
- Un poste de garde ;
- · Deux bassins de tamponnement-confinement étanches situés au nord et au sud du bâtiment logistique et de volumes respectifs de 2 646 m³ et de 2 889 m³, des fossés de collecte des eaux pluviales au nord et au sud, un bassin de tamponnement des eaux pluviales non étanche d'un volume de 10 650 m³, situé à l'ouest du bâtiment ;
- Une zone humide de compensation d'une surface de 9 190 m², située à l'est du bâtiment.

L'entrepôt sera construit selon les meilleurs standards techniques et environnementaux, la biodiversité faisant partie intégrante de la phase de conception du projet.

Cette plate-forme logistique comprendra donc :

- 96 000 m² de plate-forme bâtiment ;
- 16 quais de chargement/déchargement :
- 40 000 m² de voirie ;
- · Une zone de stationnement dédiée aux poids lourds et située à l'entrée du site, comportant 20 emplacements:
- · Une zone de stationnement de véhicules légers comportant 90 emplacements, y compris 5 places PMR et 10 places pour des voitures électriques ;
- · Un emplacement réservé à l'ouest du bâtiment pour une zone de stationnement de véhicules légers d'une capacité de 200 places ;
- 5 km d'assainissement;
- 10 km de réseaux.

Enjeux

Le parc logistique d'Illies-Salomé aura principalement une activité de stockage et de préparation de commandes. De ce fait, il va créer de l'emploi, soit environ 400 embauches, dont 350 en logistique et 50 dans des postes administratifs.

Le développement d'emplois de proximité, permis par ce parc, est la raison première de son acceptation par les élus d'Illies et de Salomé et par une majorité relative de leurs habitants.

En outre, la région Hauts-de-France possède un tissu industriel important qui doit être conforté et une position stratégique, au cœur de l'Europe, qu'il faut assumer. Avec des activités économiques pour lesquelles la logistique devient prédominante, elle se doit d'être au rendez-vous de ces évolutions qui permettent aux entreprises de gagner en compétitivité, de créer de l'activité et donc de l'emploi.

Exigences

Le maître d'ouvrage a fait le choix d'un aménagement de haute qualité, qui soit adapté aux exigences de la logistique :

- Des parcelles de tailles complémentaires adaptées à tous les types de logistiques ;
- · Une zone parfaitement sécurisée;
- Des infrastructures adaptées avec des voies dimensionnées pour accueillir un trafic élevé de classe T1 (450 poids lourds par jour), avec un parking pour poids lourds sécurisé.
- « Toutes les places dédiées aux véhicules légers et aux poids lourds seront sécurisées et tous les cheminements piétonniers - y compris depuis le stationnement pour poids lourds - seront balisés et bien éclairés », précise Christophe Priez, directeur technique et développement de Colas France, territoire Nord-Est.

▲ Figure 2. Plan de masse du nouveau parc logistique PRD. (@SAGL)

« Toutes les places dédiées aux véhicules légers et aux poids lourds seront sécurisées et tous les cheminements piétonniers y compris depuis le stationnement pour poids lourds – seront balisés et bien éclairés »

Vous préférez la lecture digitale ? + Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 43.

CHANTIER - HAUT-DE-FRANCE (59) ■ PAGE 39 **■ ROUTES #BEST OF 2023**



« Les travaux de terrassement doivent être réalisés en dehors des périodes de nidification. En outre, en guise de mesures de compensation, le projet prévoit la plantation d'espèces végétales variées et la création de nouvelles zones humides afin de favoriser le retour des espèces déplacées durant la période des travaux »

« Par ses avantages économiques et environnementaux permettant d'épargner nos ressources en granulats issus de nos carrières, la technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques routiers se prête parfaitement à ce type de chantier et s'impose d'elle-même » L'aménagement intègre les exigences d'un développement éco-responsable et respectueux de l'environnement, et en particulier :

- · La conservation du patrimoine paysager;
- Les économies d'énergie grâce à la mise en place de systèmes d'éclairage et de matériel à faible consommation énergétique ;
- · Le recyclage des déchets de chantier, de démolition et de déconstruction ;
- Le fait de favoriser, dans la plupart des cas, les produits répertoriés dans la base de données lnies, dont les performances environnementales et sanitaires sont élevées ou éco-labellisés;
- L'économie des ressources naturelles ;
- Des mesures d'évitement et de compensation pour réduire l'impact sur plusieurs espèces animales et végétales présentes sur le terrain agricole initial.
- « Suivant cette dernière exigence, les travaux de terrassement doivent être réalisés en dehors des périodes de nidification. En outre, en guise de mesures de compensation, le projet prévoit la plantation d'espèces végétales variées et la création de nouvelles zones humides afin de favoriser le retour des espèces déplacées durant la période des travaux », ajoute Christophe Priez.

Contexte du site

La totalité du site du parc logistique se situe sur une formation géologique crayeuse (matériau sec et portant), surmontée d'une couche épaisse de limon. En outre, la cote du TN est relativement basse par rapport au niveau exigé dans la conception du projet. Il y a donc besoin d'un apport de matériaux (environ 15 000 m³) pour réaliser une plate-forme en remblai sur toute la surface à aménager et, plus particulièrement, à l'endroit du bâtiment logistique.

Puisque le site ne dispose pas de gisement de matériaux, deux solutions sont envisagées et étudiées :

- Solution 1 : matériau d'apport en craie, issue d'un gisement situé à 15 km, qui sera utilisé sans traitement;
- Solution 2 : limon A2 de récupération, qui sera traité avec un liant hydraulique routier (LHR). Pour des raisons à la fois techniques, économiques et environnementales, la solution 2 est finalement retenue.

Conception de la plate-forme support

Dans l'appel d'offres, la plate-forme support est conçue de la manière suivante :

- Sous le bâtiment logistique, la plate-forme support est dimensionnée pour supporter une charge au sol de 5 t/m². Le dispositif préconisé pour les fondations se compose donc d'inclusions rigides en béton non armé, ancrées dans la formation crayeuse, et d'un matelas de répartition granulaire de 80 cm d'épaisseur;
- Sous la voirie et les aménagements extérieurs (circulés et non circulés), la plate-forme support est conçue avec un complexe arase-couche de forme (CDF) en matériau traité avec des liants spécifiques, des dosages et des épaisseurs déterminés en fonction de la zone à aménager.

Optimisation de la conception de la plate-forme support

Lors des travaux, dans un souci d'optimisation économique et environnementale, Colas propose une autre conception pour la plate-forme support. Sous le bâtiment logistique, le principe de la solution optimisée est de remplacer le matelas de répartition en matériau granulaire par une couche de sol traité avec un LHR adapté. Le matériau traité présente des avantages notables par rapport au matériau granulaire :

- Sa résistance à la compression, plus élevée, améliore la résistance au poinçonnement du matelas de répartition;
- Sa résistance en traction, plus performante, contribue favorablement à la reprise des efforts

En dehors du bâtiment, sur toute la surface du terrain à aménager, à savoir 40 000 m², la plate-forme support est conçue avec un complexe arase de terrassement-CDF performante en matériau traité à la chaux et au LHR, ce qui engendre une réduction des épaisseurs de l'assise. Compte tenu de l'objectif visé, à savoir optimiser l'utilisation des matériaux nobles dans la structure de l'assise, la plate-forme support sous voirie est conçue pour avoir une portance élevée (au minimum PF3).

En revanche, sous le bâtiment logistique, où l'on a besoin de maintenir un peu de souplesse, il est décidé de choisir un LHR spécifique et un dosage en liant maîtrisé afin de maintenir la rigidité du matériau à un niveau tel que la portance moyenne ne pourra excéder PF2. Grâce à cette solution de traitement en place du matériau, on minimise l'apport de matériaux nobles, d'où un bénéfice écologique certain : moins d'extraction de granulats de carrières, moins de nuisances dues au transport des granulats en camion.

« Par ses avantages économiques et environnementaux permettant d'épargner nos ressources en granulats issus de nos carrières, la technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques routiers se prête parfaitement à ce type de chantier et s'impose d'elle-même », précise Pascal Guiho, chef du service technique et développement de Colas Nord – Pas-de-Calais.

PAGE 40 CHANTIER - HAUT-DE-FRANCE (59) ■

LES ÉTUDES

Les reconnaissances géotechniques

Pour les besoins des études des terrassements, une campagne de reconnaissance géotechnique est menée. Le matériau existant sur le site est identifié et classé conformément au Guide technique des terrassements routiers (GTR) et à la norme NF P 11 300 « Classification des sols » : le socle crayeux est classé R11 et le limon de surface A1. En outre, le matériau de récupération est aussi identifié et classé conformément au GTR et à la norme NF P 11 300 : c'est un limon A2.

Les études de traitement

Les études de traitement menées sur le matériau – obtenu par mélange du limon du site A1 et du limon de récupération A2 – montrent que le matériau est apte au traitement avec un LHR et que les performances mécaniques sont relativement élevées.

« La stratégie qui a été imaginée dès les études préalables consiste à optimiser les performances de la plate-forme support en traitant le matériau du site avec un liant hydraulique routier adapté afin de réduire l'utilisation des ressources naturelles nobles dans les couches d'assise », commente Loïc Bastard, directeur technique adjoint de Colas France, territoire Nord-Est. Le matériau obtenu par mélange des deux sols A1 et A2 (dans des proportions bien définies correspondant à la situation réelle du chantier) fait l'objet d'une étude de formulation de niveau 2 avec l'objectif de créer :

- Une plate-forme support de classe PF2 pour le support sous bâtiment;
- Une plate-forme support de classe PF3 pour les aménagements extérieurs non circulés et la voirie circulée ;
- Un matériau traité de classe mécanique 5 (zone 4 du diagramme de classification des sols traités).

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant

PROPRIÉTÉ	ESSAI	RÉSULTAT
Aptitude au traitement	Test d'aptitude NF P 94 100	Adapté Gv < 5 % et Rit > 0,2 MPa
Traficabilité	Résistance à la compression (NF EN 13286-41)	Rc (à 7 jours) = 1,32 MPa Adapté car Rc > 1 MPa
Résistance à l'eau	Résistance à l'immersion (NF EN 13286-41)	Adapté car Rci/Rc60 > 0,6
Résistance au gel	Résistance à la traction indirecte Rit (NF EN 13286-42)	Rit = 0,298 MPa Adapté car Rit > 0,25 MPa
Performance mécanique	Résistance à la traction indirecte Rit (NF EN 13286-42)	Résultat : zone 4 ; classe mécanique 5
Étude de sensibilité	Dosage ; compacité et état hydrique	Résultat : zone 4 ; classe mécanique 5

La solution retenue pour la plate-forme support

Les études ont permis de caractériser le matériau traité, de définir les dosages en vue d'atteindre les performances requises et d'établir un dimensionnement de la plate-forme support.

Il est donc choisi de réaliser une plate-forme support possédant les caractéristiques suivantes :

- > Pour le support bâtiment : une couche de matériau A1 et A2, d'épaisseur 40 cm, traitée au liant ROC TR, avec un dosage déterminé à l'issue de plusieurs études de formulation de niveau 2. Le niveau de portance sur la CDF traitée est fixé à 50 MPa.
- Objectif:
- Densification : q3.
- · Critères de réception :
- Compacité conforme à la densification q3
 Portance EV2 ≥ 50 MPa
- Déflexion : d ≤ 80/100 mm
- > Pour la voirie et les aménagements extérieurs subissant une circulation de poids lourds : une couche de matériau A1 et A2 traitée à la chaux sur une épaisseur de 50 cm, puis un traitement au liant ROC VDS sur 45 cm d'épaisseur, avec un dosage déterminé après plusieurs études de niveau 2. Le niveau de portance sur la CDF traitée est fixé à PF3 (120 ≤ EV2 < 200 MPa).
- · Objectifs:
- Matériau non gélif (Rtb ≥ 0,25 MPa)

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 45, bibliographie technique en p. 46.

« La stratégie qui a été imaginée dès les études préalables consiste à optimiser les performances de la plate-forme support en traitant le matériau du site avec un liant hydraulique routier adapté afin de réduire l'utilisation des ressources naturelles nobles dans les couches d'assise »

← Tableau. Résultats de l'étude géotechnique de niveau 2 sur les matériaux A1 et A2.

■ ROUTES #BEST OF 2023 PAGE 41

Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliquesroutiers/

« Compte tenu des performances escomptées de la plate-forme support et en fonction de la zone d'aménagement, les structures de chaussées sont dimensionnées à l'aide du logiciel Alizé » - Densification : q3

- Matériau de classe mécanique 5 (zone 4)

· Critères de réception :

- Compacité conforme à la densification q3

- Portance : 120 ≤ EV2 < 200 MPa - Déflexion : d ≤ 50/100 mm (PF4)

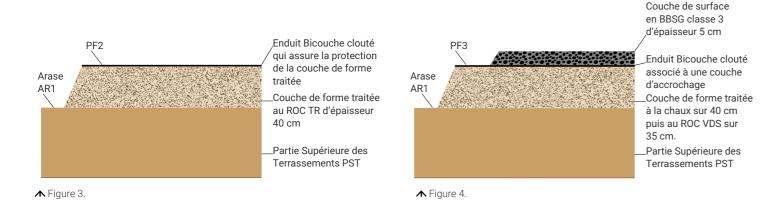
Choix des structures

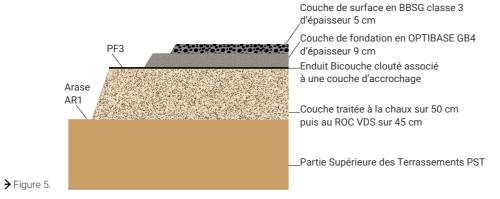
« Compte tenu des performances escomptées de la plate-forme support et en fonction de la zone d'aménagement, les structures de chaussées sont dimensionnées à l'aide du logiciel Alizé », précise Christian Raynaud, chef de laboratoire Colas France, territoire Nord-Est.

Les structures sont :

> Pour la zone réservée à la construction des bâtiments (cf. figure 3) :

- Couche de matériau A1 et A2 traitée au ROC TR, d'épaisseur 40 cm;
- · Enduit bicouche, clouté qui assure la protection de la couche traitée.
- > Pour la zone réservée aux aménagements extérieurs sans circulation de poids lourds (figure 4):
- CDF en matériau A1 et A2 traitée à la chaux sur une épaisseur de 40 cm, puis au ROC VDS ;
- Enduit bicouche, clouté qui assure la protection de la CDF traitée, associé à une couche d'accrochage pour assurer le collage à l'interface entre la CDF et l'assise de chaussée;
- Couche de surface en BBSG de classe 3 pour une épaisseur de 5 cm, conforme à la norme NFP 98150-1.
- > Pour la zone réservée à la circulation et au stationnement des poids lourds (figure 5) :
- · CDF traitée à la chaux sur 50 cm, puis reprise au ROC VDS;
- Enduit bicouche, clouté qui assure la protection de la CDF traitée, associé à une couche d'accrochage pour assurer le collage à l'interface entre la CDF et l'assise de chaussée;
- Couche de fondation en Optibase 0/14 contenant un fort taux de recyclage, d'épaisseur
 9 cm :
- Couche d'accrochage pour assurer le collage à l'interface entre la couche de fondation et la structure de surface ;
- Couche de surface en BBSG3 ; 0/10 avec agrégats d'enrobé, d'épaisseur 5 cm.





PAGE 42 CHANTIER - HAUT-DE-FRANCE (59)

MISE EN ŒUVRE

À l'issue de l'appel d'offres, c'est l'agence Colas du Pas-de-Calais qui se voit confier le lot VRD. « Nous avons été attributaires du marché à la fin de 2021 et nous avons commencé les travaux de terrassement en 2022 », précise Fabrice Poulain, directeur des travaux de Colas, agence Nord-Est.

Ce chantier, d'une superficie d'environ 135 000 m², se divise en deux phases. Les travaux consistent à réaliser les opérations suivantes :

> Première phase

- Travaux de terrassement généraux, de réseaux et d'assainissement ;
- Réalisation de la plate-forme support traitée avec le LHR ROC TR, d'épaisseur 40 cm, pour la zone réservée à la construction des bâtiments;
- Réalisation de l'enduit de protection.

> Seconde phase

- · Réalisation de l'arase-CDF traitée, pour les aménagements extérieurs ;
- · Réalisation de l'enduit de protection ;
- Mise en œuvre de la couche de fondation en Optibase 0/14, pour la zone réservée à la circulation et au stationnement des poids lourds;
- Réalisation de la couche de surface en BBSG, de classe 3, sur la zone réservée aux aménagements extérieurs sans circulation de poids lourds et sur la zone réservée à la circulation et au stationnement des poids lourds.

Travaux de terrassement généraux, de réseaux et d'assainissement

Le site du futur parc logistique d'Illies nécessite de grands travaux de terrassement généraux, de réseaux divers et d'assainissement.

Apport du limon de récupération

Ensuite, pour réaliser la plate-forme support, il faut, dans un premier temps, acheminer le limon de récupération du dépôt provisoire (approvisionnement avec reprise sur stock à l'aide d'une pelle sur chenilles et de tombereaux articulés) puis mettre en œuvre le matériau sur une épaisseur adéquate pour atteindre la cote fixée par la conception du projet.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 45, bibliographie technique en p. 46.



← Vue générale du chantier de terrassement. (©Colas)

Les travaux de la plate-forme support se déroulent en deux phases :

- D'abord, les travaux de la plate-forme support dans la zone du bâtiment logistique, afin de libérer cette zone et de pouvoir démarrer la construction dudit bâtiment ;
- Ensuite, les travaux de la plate-forme support en dehors du bâtiment logistique.

Travaux de la plate-forme dans la zone du bâtiment logistique

Les travaux sont conduits selon la technique habituelle : malaxage des limons A1 et A2 à l'aide d'un pulvimixeur dans le but d'homogénéiser le matériau ; ajustement de l'état hydrique ; épandage du liant ROC TR ; malaxage sur l'épaisseur visée ; premier compactage ; réglage puis compactage final pour atteindre la compacité visée.

« La plate-forme support est soigneusement préparée afin de lui procurer les caractéristiques topographiques et les performances mécaniques exigées (PF2). Elle est ensuite réceptionnée par l'entreprise en charge de la réalisation des fondations du bâtiment avec la technique des inclusions rigides », ajoute Fabrice Poulain.

« La plate-forme support est soigneusement préparée afin de lui procurer les caractéristiques topographiques et les performances mécaniques exigées (PF2) »

■ ROUTES #BEST OF 2023



↑ Mise à la côte du matériau avant le passage de l'atelier de traitement. (@Colas)



▲ La teneur en eau du sol est aiusté à la teneur de l'optimum Proctor à l'aide d'une arroseuse-enfouisseuse. (@Colas)



★ Atelier de traitement. Au fond un épandeur du liant en action et au premier plan deux pulvimixeurs mélangent le liant avec le sol sur une épaisseur bien définie. (@Colas)



▲ Le sol est malaxé avec le liant à l'aide d'un pulvimixeur moderne. Au fond, un compacteur en action (@Colas)



↑ Réglage à la niveleuse pour obtenir un profil en long très régulier. (©Colas)



▲ Atelier de mise en oeuvre de l'enduit bicouche clouté dont le rôle est d'assurer la protection du sol traité. (@Colas)

Travaux de mise en œuvre de la plate-forme support en dehors du bâtiment loaistiaue

Après la mise en place du limon de récupération A2 et son malaxage avec le limon du site A1, un préréglage avec une niveleuse asservie est réalisé de facon à obtenir une épaisseur homogène avant traitement. Cette phase est très importante, car un bon réglage ne peut être garanti que s'il y a recoupe de la couche après traitement. Aucun apport n'est possible, sans précautions particulières, dans la phase de réglage.

Une étape-clé est la parfaite humidification du matériau. « Nous avons humidifié le matériau à l'aide d'une arroseuse-enfouisseuse jusqu'à atteindre la teneur en eau optimale définie par l'essai Proctor normal, et ce préalablement aux opérations de traitement de la plate-forme », explique Mathilde Lousy, conductrice de travaux chez Colas Nord - Pas-de-Calais.

Le traitement proprement dit est réalisé en deux étapes :

> Traitement du matériau A1 et A2 à la chaux

L'épandage de la chaux est effectué et immédiatement suivi d'un malaxage du matériau A1 et A2 et de la chaux sur une épaisseur adaptée aux zones à traiter. Cette étape est réalisée avec un malaxeur et une arroseuse équipée d'un enfouisseur avec DPA. Un compactage à l'aide d'un compacteur VP5 est ensuite exécuté, puis un réglage avec une niveleuse équipée

> Traitement du matériau A1 et A2 (prétraité à la chaux) au LHR ROC VDS

Une fois le traitement à la chaux effectué, l'entreprise procède au traitement du limon (déjà traité à la chaux) au LHR ROC VDS. Les travaux sont les mêmes qu'à la phase précédente :

- Épandage du LHR ROC VDS à la surface du matériau, réalisé à l'aide d'un épandeur asservi, afin de pouvoir maîtriser le dosage défini lors des études de formulation ;
- Malaxage à l'aide d'un pulvimixeur.

Puis le matériau est remis en forme.

Le compactage est réalisé à l'aide d'un rouleau vibrant monocylindre à bille lisse. Le nombre de passes du compacteur pour obtenir un niveau de compactage q3 a été déterminé dans le cadre de la planche d'essai réalisée au démarrage des travaux. « Une niveleuse assistée par GPS effectue le réglage par recoupe de la couche traitée pour obtenir un résultat au centimètre près. On parvient ainsi à un très bon uni et à un profil en long très régulier », ajoute Maxime Mouton, adjoint opérationnel du service technique de Colas, secteur Nord - Pas-de-Calais.

- « Nous épandons du liant ROC VDS d'EQIOM, puis nous le mélangeons avec le limon A1 et A2 afin de préparer le sol à recevoir la mise en œuvre des couches de chaussées bitumineuses », aioute Mathilde Lousy.
- « L'avantage du ROC VDS, c'est qu'il s'agit d'un liant à densité homogène qui permet un dosage régulier, ce qui est important pour garantir l'obtention de performances mécaniques élevées et surtout réqulières. C'est aussi un liant dont la prise est plutôt rapide, ce qui permet de régler plus rapidement », explique Fabrice Poulain.

Enduit de protection

Après le cloutage de la surface de la CDF à l'aide de gravillons 10/14 mm, un enduit de cure bicouche clouté (4/6 mm) est appliqué pour protéger la CDF et pour assurer la bonne prise hydraulique du mélange. Une couche d'accrochage est réalisée dans un second temps, pour garantir un bon collage à l'interface entre la CDF et les produits bitumineux mis en œuvre. À noter que la circulation des véhicules est neutralisée pendant un délai de sept jours, pour ne pas rompre la prise hydraulique. Ce délai a été déterminé par des mesures de déflexion.

Contrôles

De nombreux contrôles sont effectués au cours de la réalisation du chantier de terrassement afin de s'assurer de l'obtention des caractéristiques mécaniques visées.

Pour les travaux de la plate-forme support au droit du bâtiment logistique, sur la couche traitée au LHR ROC TR d'EQIOM, la portance est contrôlée à l'aide de l'essai à la plaque.

Pour les travaux de la CDF traitée au LHR ROC VDS d'EQIOM, la portance est contrôlée par des mesures de déflexion, qui sont l'essai de référence pour réceptionner et qualifier les supports composés de matériaux traités aux LHR.

Pour l'ensemble des couches, la qualité de compactage (q3) est validée par des essais fréquents de densité en place, mesurée à l'aide d'un gamma-densimètre.

Au cours de l'ensemble du chantier, des analyses en laboratoire et des contrôles sont réalisés quotidiennement afin de maîtriser notamment la teneur en eau des matériaux.

ROC VDS ET ROC TR : DEUX LIANTS PERFORMANTS

« Nous avons une large gamme de liants hydrauliques routiers avec une palette d'utilisation étendue à beaucoup de sols différents », commente, de son côté, Jérôme Pincemail, directeur des ventes de 2SG/EQIOM.

Dans le cadre du chantier d'Illies, Colas a utilisé deux liants :

- Le ROC TR : un LHR à haute teneur en chaux. Il est utilisé notamment pour les travaux d'amélioration des sols ou pour le traitement des sols argileux dans les travaux de terrassement et de remblai.
- Le ROC VDS : un LHR à base de laitier, polyvalent et à forte activation.
- « Ces liants sont fabriqués dans notre usine de Dannes. Ils ont une excellente réputation et donnent entière satisfaction à ceux qui les utilisent », ajoute Jérôme Pincemail.

Quantité totale mise en œuvre : « 2 950 tonnes de liants ont été nécessaires pour traiter la plate-forme logistique d'Illies, dont 2 000 tonnes de ROC TR et 950 tonnes de ROC VDS. Nous avons fourni ces quantités sur une période relativement courte, ce qui a nécessité une bonne synchronisation des livraisons et une étroite coordination avec l'entreprise Colas », indique Dominique Leroy, responsable de marché Routes Région Nord.

« Ces quantités importantes s'expliquent par le fait qu'Illies est une plate-forme logistique conçue pour une durabilité accrue, mais surtout qu'elle a été dimensionnée en maximisant les performances du support afin d'optimiser la structure de l'assise et de limiter ainsi l'utilisation des ressources naturelles », précisent de concert Pascal Guiho et Maxime Mouton.

LONGÉVITÉ DE LA PLATE-FORME

« Beaucoup de paramètres font qu'il ne s'agit pas d'un traitement routier classique, du fait notamment de très nombreuses émergences (regards, chambres, etc.). Il n'est donc pas aisé de travailler en linéaire. De plus, les variations de dosage et d'épaisseur des matériaux traités entre les différentes zones nous ont amenés à planifier rigoureusement nos interventions et nos livraisons de liants avec EQIOM », conclut Pascal Guiho.

C'est un projet global d'aménagement du territoire et une plate-forme logistique du XXIe siècle, appelée à durer au moins cinquante ans. Une longévité qui n'est pas étrangère aux soins apportés à cette réalisation!

Pour aller plus loin: liens et infos en p. 45, bibliographie technique en p. 46.

CALENDRIER

> 2019

Obtention du permis de construire

- Attribution des lots du marché
- > 2022

Démarrage des travaux de terrassement

> Fin 2022

Début de la pose des bardages

> Mi-2023

Fin du clos couvert du bâtiment logistique

Livraison du parc logistique d'Illies

■ CHIFFRES-CLÉS

> Superficie totale: 24 ha

> Surface du bâtiment : 9,6 ha

> Surface des aménagements extérieurs

et des voies: 4 ha > Quantité de chaux : 700 t

> Quantité de LHR ROC VDS: 950 t

> Quantité de LHR ROC TR: 2 000 t

> Quantité de GB4: 4 000 t

> Quantité de BBSG: 2 300 t

LIENS UTILES

> PRD

https://www.prd.com

> Colas

https://www.colas.com

> EQIOM

https://www.egiom.com

> CIMbéton

https://www.infociments.fr/route

■ ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCIMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#32 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr

PAGE 44 CHANTIER - HAUT-DE-FRANCE (59) ■ **■ ROUTES #BEST OF 2023** PAGE 45

ROUTES POUR ALLER PLUS LOIN

Bibliographie

À retrouver sur infociments.fr

GUIDES TECHNIQUES CIMBÉTON



Étude comparative en technique routière - Retraitement des chaussées en place vs renforcement Méthode graphique de comparaison économique et environnementale CIMbéton, 2010.



Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 1 : Conception et dimensionnement Collection technique, CIMbéton,



Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 2 : Mise en œuvre Collection technique, CIMbéton,



Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 3 : Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP-Type; Bordereau de prix unitaire BPU : Détail estimatif DF CCTP-Type, CIMbéton, 2007.



Espaces urbains en béton désactivé. Conception et réalisation Collection technique, CIMbéton, 2005.



T 57

Voiries et aménagements urbains en béton. Revêtements et structures Collection technique, CIMbéton,



T 58 et C 58

Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques CCTP-Type, CIMbéton, 2008.



Chaussées composites en béton de ciment. Tome 1 : Structures neuves en BAC collé sur GB Collection technique, CIMbéton, 2008.



Aménagements décoratifs en matériaux naturels stabilisés aux liants hydrauliques. Caractéristiques techniques et règles de bonne pratique Collection technique, CIMbéton 2008.



T 69

Lutter contre l'imperméabilisation des surfaces urbaines. Les revêtements drainants en béton Collection technique, CIMbéton, 2019.



T 70

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



L'entretien structurel des chaussées souples et semi-rigides Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques CIMbéton, 2013.

PLAQUETTES TECHNIQUES CIMBÉTON



En route vers le développement durable

L'entretien des chaussées en place aux liants hydrauliques CIMbéton, 2013.



Chaussées composites en Béton Armé Continu sur fondation en Grave Bitume BAC/GB3. Dépliant

Collection SNBPE - Collection technique CIMbéton, 2020.



Chaussées composites en dalles

béton à joints goujonnés sur Grave Bitume BC5g/GB3. Dépliant Collection SNRPF - Collection technique CIMbéton, 2020.

PUBLICATIONS SETRA/LCPC

- Réalisations des remblais et des couches de forme Fascicule I et Fascicule II SETRA / LCPC. 2000.
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants Application en remblais et couches de forme SETRA / LCPC, 2000.
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants Application en assises de chaussées SETRA / LCPC, 2007.
- Retraitement en place à froid des anciennes chaus-SETRA / LCPC, 2003.
- Conception et dimensionnement des structures de SETRA / LCPC, 1994.
- Chaussées Béton SETRA / LCPC, 1997.
- Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA / LCPC, 1998.
- Fiches de structures composites BBTM/ES/BAC/GB3 (Note Direction des Routes : 2000) Fiches additionnelles au Catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA / LCPC, 1998.

PUBLICATIONS SPECBEA

Les bétons décoratifs

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

Specbea, 2014.

Les bétons décoratifs

Voiries et aménagements urbains. Tome 2 : Entretien et rénovation Specbea, 2016

Les bétons décoratifs

Voiries et aménagements urbains Tome 3 : Les règles de l'art Specbea, 2019.

Vidéos & logiciels

À retrouver sur infociments.fr







PAGE 46 POUR ALLER PLUS LOIN ■



#CementLAB #Ciments #Bétons #LiantsHydrauliquesRoutiers #Bâtiment #Route L'abonnement à « Routes »,

c'est simple et gratuit.

Faites-en profiter vos collègues en un clic!



Pour faire découvrir votre magazine ou compléter votre abonnement, utilisez le formulaire cidessous, soit en version digitale avec le QR code à scanner ci-contre, soit en nous renvoyant le questionnaire ci-dessous, par courriel (centrinfo@cimbeton.net) ou à l'adresse : CIMbéton - Abonnement Routes - 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy Pour toutes questions, CIMbéton: 01 55 23 01 00.

■ RECEVOIR L'ENSEMBLE DES PUBLICATIONS DE « ROUTES » EN 2024

SI VOUS RECEVEZ DÉJÀ LES PUBLICATIONS ROUTES PAR COURRIEL : SOUHAITEZ VOUS RESTER ABONNÉ? □ OUI □ NON

SI VOUS NE RECEVEZ PAS LES PUBLICATIONS ROUTES PAR COURRIEL : SOUHAITEZ-VOUS Y ÊTRE ABONNÉ ? □ OUI □ NO
Merci d'indiquer vos nom et prénom :
Merci d'indiquer votre courriel (obligatoire) :
Merci d'indiquer votre entreprise / direction :
Avez-vous changé d'adresse pour l'envoi postal ? □ OUI (merci d'indiquer la nouvelle adresse ci-dessous) □ NON
Adresse:
Code Postal Commune:

Conformément à la loi « Informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression aux informations qui vous concernent, que vous pouvez exercer en vous adressant à CIMbéton - Questionnaire Routes - 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy, en joignant une copie d'un justificatif d'identité.

■ ROUTES #BEST OF 2023