

ÉTANDEX

A40

Réparation du PS45B

Echangeur de Toisings



ATMB



ioa-oteis
Ouvrages d'Art & Génie Civil



ASD
Ingénierie pour des Structures Durables

Date de réalisation des travaux

Juillet/Aout 2021

Présentation des intervenants

Maitrise d'ouvrage

ATMB



Représentant : David Banant

Maitrise d'œuvre



Groupement d'entreprise



Mandataire

Vérinage et changement des AAP
Réalisation d'enduit LHM
Démolition/reconstruction des superstructures
Étanchéité
Travaux de chaussée
Mise en place des équipements

Réparation du béton de l'intrados
Injection de fissures
Renforcement carbone
Renforcement TRC



Localisation des travaux

Haute Savoie (74) - Autoroute A40 - PS45B - Commune de Saint Pierre en Faucigny



PS45B – Contraintes d'exécution des travaux



Contraintes d'exploitations

Voie portée RD1203 :

- Trafic journalier : 10 000 véhicules par sens
- Fermeture de la circulation Bonneville → Saint Pierre
- Mise en place d'une déviation du sens fermé
- Fermeture de nuit 21h-5h (déviation complète)

Autoroute A40 :

- Maintien en journée des 2 voies de circulation avec ripage de la circulation
- Maintien des bretelles d'entrée et sortie de l'échangeur
- Fermeture de nuit 22h-5h

Contraintes d'exécution

Durée d'exécution des travaux : 9 semaines

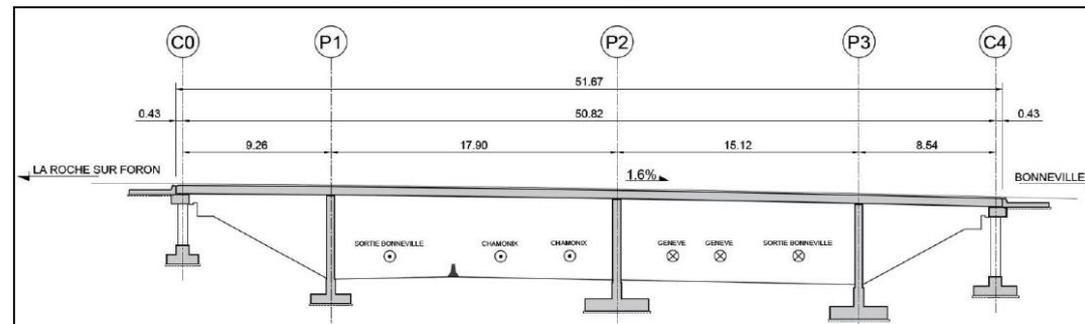
Extrados :

- 4 semaines par coté
- 1 semaine pour travaux pleine largeur

Intrados :

- entre 2 et 3 semaines par travée
- 1 semaines de fermeture de nuit pour la travée enjambant l'A40
- 100% des renforcement de nuit pour fermeture de la RD1203

Type d'ouvrage



Passage supérieur à dalle précontrainte
4 travées – longueur 51,67m
Travée maximale 17,90m
Largeur : 11,00m

PS45B - Consistance des travaux

Extrados – Travaux par demi chaussée et sous circulation A40

- Mise en place d'un balisage lourd
- Dépose enrobés, trottoir et étanchéité
- Sciage des corniches existantes
- Mise en œuvre de nouvelle longrine préfabriquées
- Installation dispositif de retenue H2 et un écran par neige
- Installation de corniches métalliques
- Réalisation d'une étanchéité 8+22 (pleine largeur)
- Réalisation d'un tapis d'enrobé (2 couches en pleine largeur)
- Mise en œuvre d'enduit LHM sur la partie béton
- Réalisation de raccordement en GBA et glissière métallique
- Mise en place de nouveaux joints de chaussée

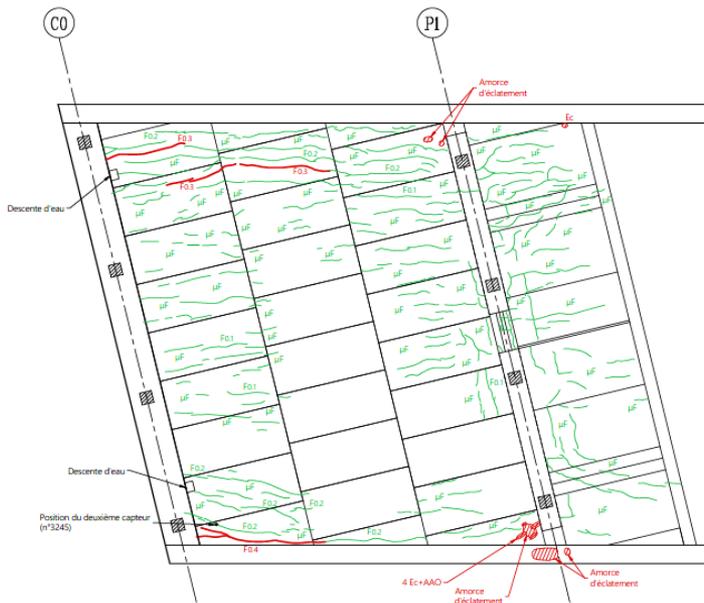


Intrados – Travaux sous coupure de circulation A40

- Vérinage des piles, réparation des appuis et changement des AAP
- Réparation de surface de l'intrados
- Injection des fissures de l'intrados
- Mise en œuvre d'un renforcement en lamelle carbone
- Mise en œuvre d'une expérimentation de renforcement TRC sur la travée C4-P3
- Mise en œuvre d'un enduit LHM sur l'intégralité de l'intrados
- Réparation des bétons des appuis et application d'un enduit LHM



PS45B - Caractérisation de travaux de renforcement



Recalcul du tablier

L'ouvrage est modélisé avec le logiciel PONTYPE qui permet le calcul des ponts dalles d'inertie constante selon les règlements BAEL, BPEL et le Fascicule 61 titre V. En travée, on a comparé les moments transversaux obtenus avec PONTYPE aux moments résistants des sections.

Sur appuis, on a vérifié le ferrailage des chevêtres incorporés. On se base sur l'annexe du programme de calcul PSIDP pour rester fidèle au règlement de l'époque.

Désordre en Intrados

L'intrados présente de nombreuses fissures longitudinales et des fissures transversales courtes au droit des piles, d'ouvertures maximum de 0,3 mm.

Investigations

- Investigation sur site avec relevé de fissures, mesures d'enrobage, potentiel de corrosion, et essais d'adhérence.
- Relevé topographique
- Investigation en laboratoire, résistance du béton et vieillissement du béton

Le re-calcul du tablier en flexion transversale montre la nécessité de renforcer :

- les travées centrales vis-à-vis de l'ELU et de l'ELS
- les travées de rive vis-à-vis de l'ELS

PS45B – Caractérisation de travaux de renforcement

ZONES 1 : sous-face de tablier, centré sur pile centrale (P2)

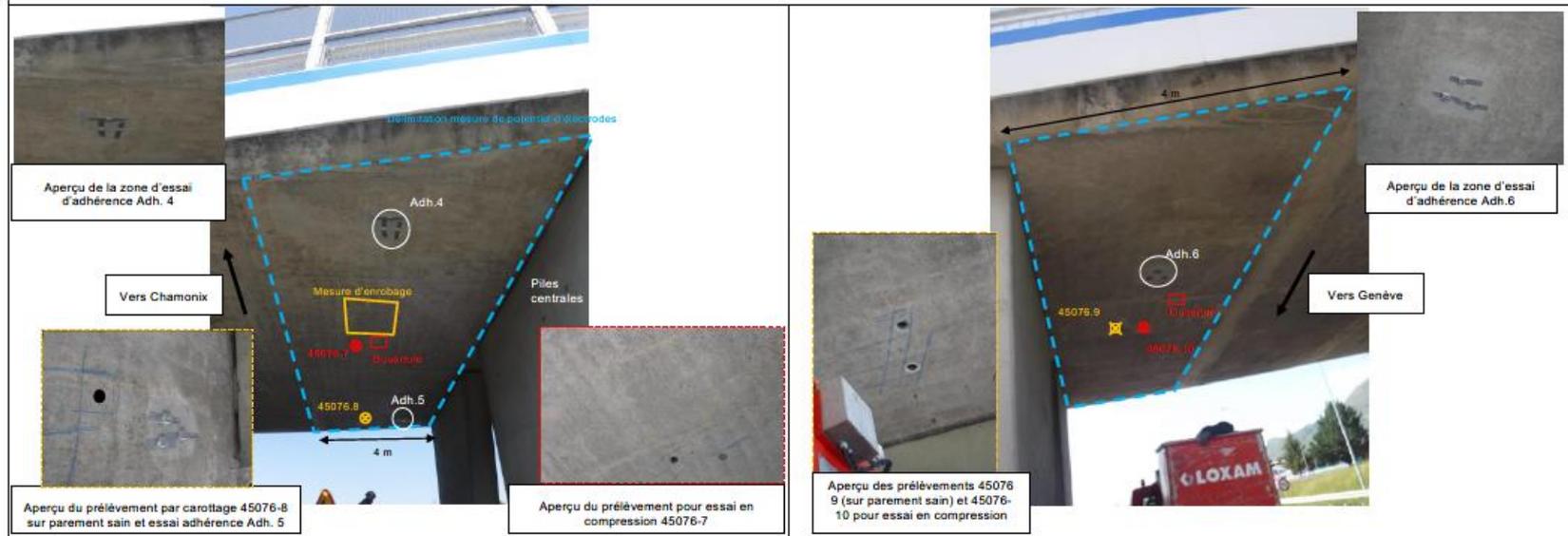
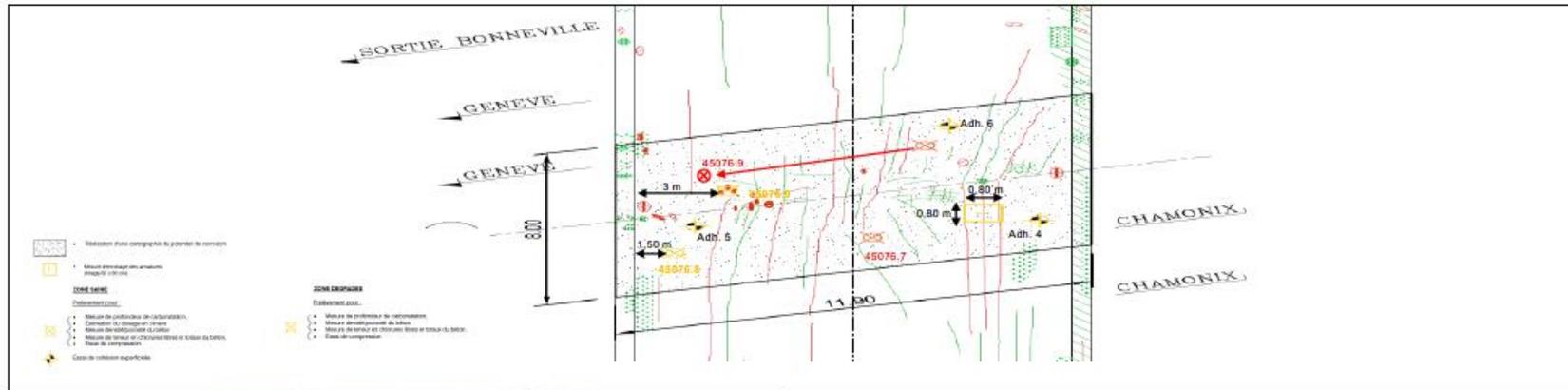


Figure 3 : Implantation sur plan (source IDA) et aperçu de la zone 1 en sous-face de tablier

PS45B – Caractérisation de travaux de renforcement

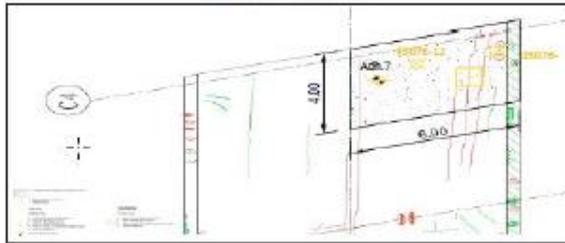
ZONE 1



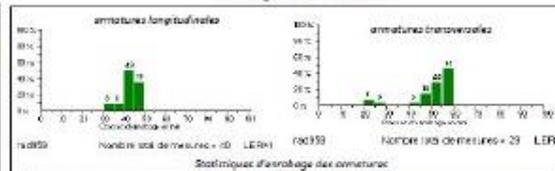
OA3 PS45B Z2 :
Sous-face de tablier, à proximité de C4



Implantation des mesures



Enrobage des armatures



Synthèse des résultats obtenus sur le béton

| Ref. LERM | 45076-11 | 45076-12 | |
|------------------------------------------------|-----------------------|---------------|-------|
| Justification | zone saine | zone dégradée | |
| Enrobage armatures Valeur min. (mm) | | 23 | |
| % d'acier dans la frange 0/30 mm | | 4% | |
| Probabilité d'activité de corrosion | Ponctuellement élevée | | |
| Profondeur de carbonatation max. (mm) | 6 | 11 | |
| Masse volumique réelle (kg/m ³) | 2300 | 2450 | |
| Masse volumique apparente (kg/m ³) | 2250 | 2310 | |
| Porosité accessible à l'eau (%) | 16 | 15,7 | |
| Silice soluble du béton (%) | - | 5,9% | |
| Matrice du ciment | CEM I | | |
| Dosage en ciment (kg/m ³) | - | 455 | |
| Résistance en compression (en Mpa) | 57,2 | 44,0 | |
| Teneurs en Cl totaux /ciment* (% massique) | 10/30 mm | 0,05 | 0,05 |
| | 20/30 mm | 0,05 | 0,05 |
| | 50/60 mm | 0,05 | 0,05 |
| | 40/50 mm | 0,05 | 0,05 |
| | 60/70 mm | 0,05 | 0,05 |
| | 70/80 mm | 0,05 | 0,05 |
| Teneurs en Cl libres /ciment* (% massique) | 10/30 mm | <0,01 | <0,01 |
| | 20/30 mm | <0,01 | <0,01 |
| | 50/60 mm | <0,01 | <0,01 |
| | 40/50 mm | <0,01 | <0,01 |
| | 60/70 mm | <0,01 | <0,01 |
| | 70/80 mm | <0,01 | <0,01 |

Echantillons



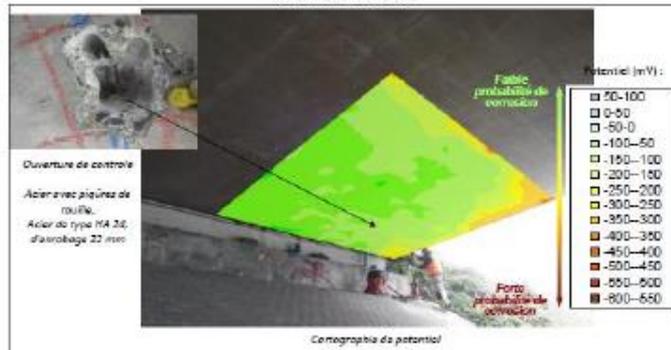
Essai d'adhérence



| Pastille | Type de rupture | Contrainte d'adhérence (Mpa) | Contrainte d'adhérence moyenne (Mpa) |
|----------|-------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 7.1 | Résultat non interprétable | | 2,68 |
| 7.2 | Adhésive colle / support 85 % Cohésive support 15% | 3,87 | |
| 7.3 | Adhésive colle / plot 90 % Cohésive support 10% | 4,49 | |

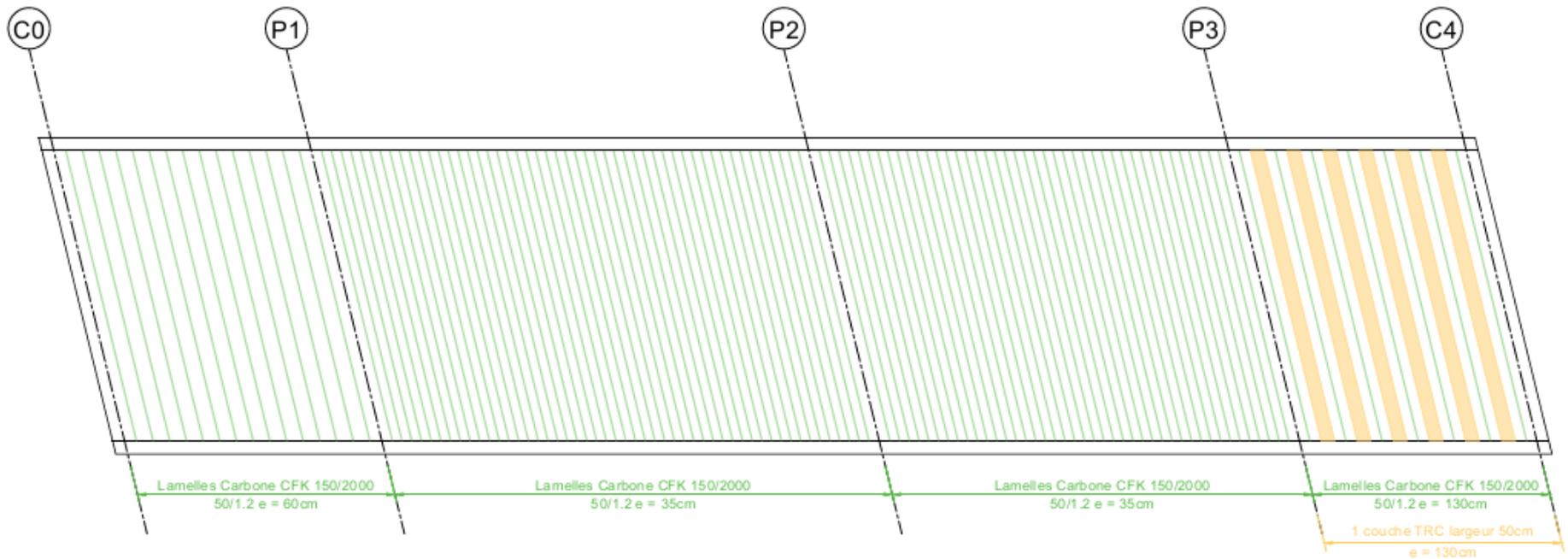
Résultats des essais d'adhérence

Activité de corrosion



Les teneurs en chlorures portées en caractères rouges correspondent aux valeurs supérieures à la limite spécifiée par la norme NF EN 206-C4.

PS45B – Caractérisation de travaux de renforcement



Renforcement du tablier

Le calcul du dimensionnement du renforcement est réalisé à l'aide du logiciel FRP Lamella et les calculs sont menés dans le cas d'une fissuration préjudiciable

Le résultat donne un renforcement composé d'une couche de lamelles du type CFK 150/2000 50/1.2 disposées en face inférieure des 4 travées de l'ouvrage.

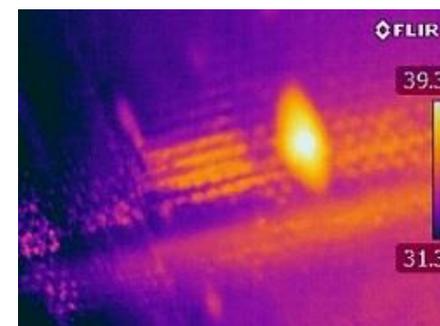
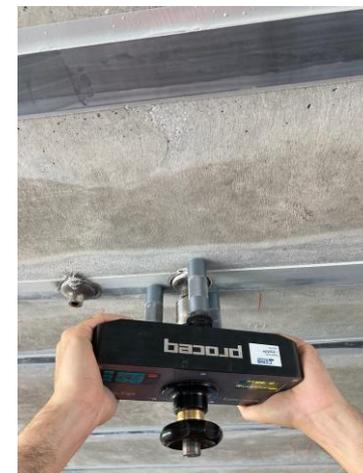
*Le calcul donne un renforcement faible dans la travée 4 (entraxe de 170cm) mais compte tenu de la fissuration observée dans cette travée, on propose de mettre le même renforcement que dans la travée 1 soit un entraxe de 60cm.

| | Lamelles (mm/mm) | Entraxe (cm) |
|-----------|------------------|--------------|
| Travée T1 | 50/1.2 | 60 |
| Travée T2 | 50/1.2 | 35 |
| Travée T3 | 50/1.2 | 35 |
| Travée T4 | 50/1.2 | 60 |

PS45B : Renforcement en intrados par lamelles carbone : 1200 ml



PS45B : Renforcement en intrados par lamelles carbone : 1200 ml



PS45B : Expérimentation de renforcement par Textile Reinforced Concrete TRC : 40 m²

3 procédés « du commerce » :

- LANKO CARBOGRID
- ARMO MESH (SetP)
- Xmesh GOLD RUREDIL

+

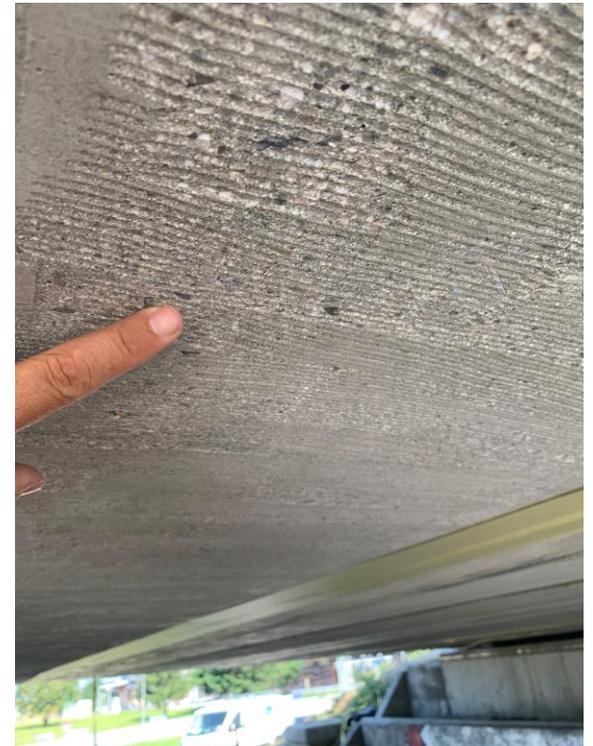
3 procédés expérimentaux carbone + matrice minérale

Eprouvettes pour caractérisation en laboratoire (ENISE) : traction – cisaillement



PS45B : Expérimentation de renforcement par Textile Reinforced Concrete TRC : 40 m²

Essais in situ



PS45B - Film de présentation

ATMB 

**REPARATION ET RENFORCEMENT
DU PONT DE L'A40
ST PIERRE-EN-FAUCIGNY**

 **SNCTP**
PROFESSION ENTREPRENEUR

 **ÉTANDEX**



- ▶ TERRASSEMENT
- ▶ ROUTES
- ▶ V.R.D
- ▶ CANALISATIONS
- ▶ FIBRE OPTIQUE et RÉSEAUX
- ▶ TRAVAUX ÉLECTRIQUES
- ▶ BÂTIMENT
- ▶ DÉSAMIANPAGE et DÉMOLITION
- ▶ GÉNIE CIVIL
- ▶ VOIES FERRÉES
- ▶ CONSTRUCTION DE STATIONS-SERVICE
- ▶ UNITÉS INDUSTRIELLES
- ▶ ENVIRONNEMENT
- ▶ ÉNERGIE
- ▶ PROMOTION IMMOBILIÈRE
- ▶ DOMAINE VITICOLE

**Ensemble,
construisons le Présent
et traçons l'Avenir.**

Bywander

www.rogermartin.fr