

Journée Technique  
**Revêtements Superficiels**

Enduits superficiels d'Usure (ESU) ; Matériaux Bitumineux Coulés à Froid (MBCF)  
& Revêtements Superficiels Combinés (RSC)

Rennes - jeudi 21 juin 2018

## **ESU sur trafic fort : cas de la RN 162 (DIR Ouest)**

Sylvain NGUYEN  
Cerema Ouest / DLAn (Angers)



Direction territoriale Ouest

# Plan de la présentation

- 1 - Utilisation des ESU sur le réseau DIRO
- 2 - Présentation de la section retenue
- 3 - Cadre technique du marché
- 4 - Chantier
- 5 - Réception à 1 an

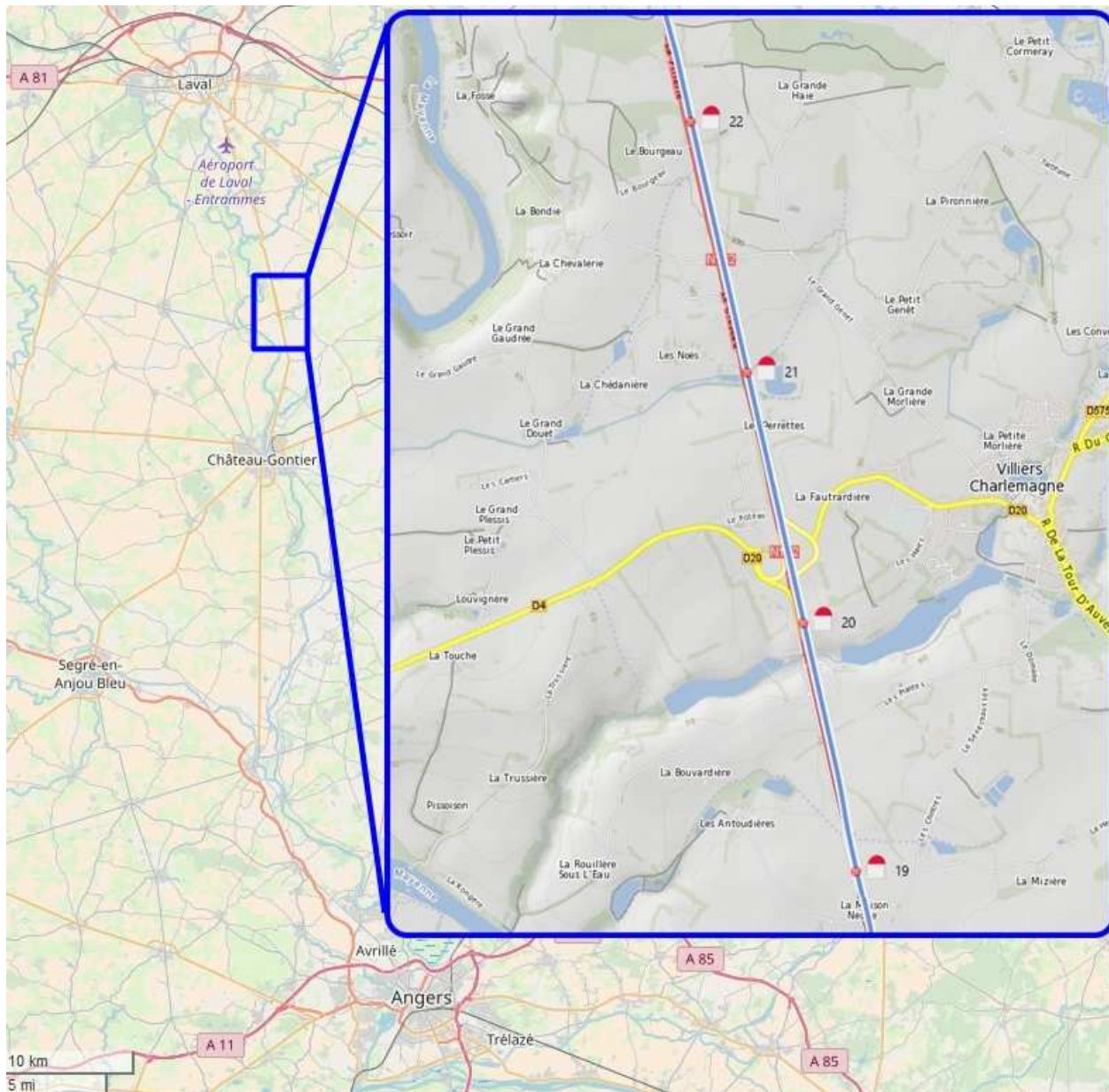
# 1 - Utilisation des ESU sur le réseau DIRO

- Volonté de la DIR Ouest de relancer les ESU sur son réseau
- Nécessité de bien choisir les sections pour limiter les risques d'échecs : appui du Cerema Ouest (choix des sections, cadrage technique du marché, suivi du chantier)
- Premier chantier d'ESU bicouche réalisé en août 2013 sur une partie bidirectionnelle de la RN 162 entre Angers et Laval, avec approche performantielle
- 2<sup>ème</sup> section inscrite au programme 2016

## 2 - Présentation de la section retenue

- Rappel de la nécessité d'un support adapté aux ESU !
- 3 sections pré-senties, 2 finalement écartées car trop dégradées : trop de fissures longitudinales, épaulements en Grave-Ciment fissurés, uni longitudinal médiocre, etc.
- **Section retenue : RN 162 en Mayenne PR 19+0 au PR 22+260**
  - Route à 2x2 voies avec une extrémité bidirectionnelle (autre extrémité bidirectionnelle exclue car trop dégradée)
  - Trafic : 4250 véhicules/jour/sens dont 12,5 % de PL, soit 530 PL/jour/sens (classe T1)
  - Tracé rectiligne, présence d'un échangeur avec bretelles entrantes et sortantes (bretelles non concernées)
  - Aspect de surface : BBTM de 2001 et 2006, fissuration longitudinale peu dégradée en rive, sans déformation, pontages de 2010-2011, PATA de 2014, quelques remontées d'humidité

## 2 - Présentation de la section retenue





## 2 - Présentation de la section retenue



### 3 - Cadre technique du marché

- **Approche performantielle retenue**, marquage CE conforme à la norme NF EN 12271
- Le CCS (Cahier des Clauses Spécifiques) précise notamment que :
  - La formulation et la réalisation de l'enduit relèvent de la responsabilité de **l'entreprise qui doit donc proposer, à l'issue de la visite sur site, la formule définitive de l'enduit** : structure et dosages des constituants
  - Les caractéristiques minimales visées correspondent à celles définies pour un **ESU de classe A** dans l'avant-propos national de la NF EN 12271, avec entre autres :
    - **Gravillons** : caractéristiques intrinsèques et de fabrication (selon NF P18-545)
      - **code BI** (avec  $PSV \geq 50$  ;  $MDE \leq 15$ )
      - passant à 0,5 mm (selon NF EN933-1)  $\leq 0,5\%$
    - **Liant modifié** : cohésion au mouton pendule  $\geq 1,2 \text{ J/cm}^2$  (selon la norme NF EN 13588) sur liant stabilisé au sens de la norme NF EN 13074-1 + NF EN 13074-2

### 3 - Cadre technique du marché

- Réception du chantier : caractéristiques de surface à évaluer à 1 an
- Évaluation Visuelle des Défauts (selon NF EN 12272-2) : Code EVD I, voir APN de la NF EN 12271

Tableau 2 — Classes de performances d'Évaluation Visuelle de Défauts

	Méthode d'essai	Classes de performance		
Évaluation Visuelle des Défauts (EVD)	NF EN 12272-2	EVD I	EVD II	EVD III
— P1 : ressuage		≤ 0,5 %	≤ 1,0 %	≤ 2,5 %
— P2 : pelade		≤ 0,2 %	≤ 0,5 %	≤ 1,0 %
— P3 : plumage		≤ 3 %	≤ 6 %	≤ 10 %
— P4 : peignage		≤ 10 m	≤ 30 m	PDN ou ≤ 90 m
PND pour «Performance Non Déterminée»				

- Macrotexture : PMT ≥ 1,0 mm (selon NF EN 13036-1)



## 4 - Chantier

- La définition des principales caractéristiques techniques de l'enduit ainsi que le cadrage et le montage des éléments de la consultation ont été réalisés par le Cerema Ouest DLB (Laboratoire de St Brieuc)
- Le suivi du chantier a été réalisé par le Cerema Ouest DLAn (Laboratoire d'Angers)
- La réalisation du chantier a été attribuée à l'entreprise COLAS
- Le contrôle externe a été réalisé par le laboratoire LTR (Colas)
- Le contrôle extérieur a été réalisé par le Cerema Ouest : DLB et DLAn

## 4 - Chantier

- La structure retenue par l'entreprise est un **ESU bicouche 10/14 - 4/6** à l'émulsion de bitume modifiée aux polymères
- Lors de la reconnaissance du site, l'entreprise a choisi de distinguer deux types de support :
  - 1<sup>ère</sup> zone : BBTM de 2006, du PR 19+0 au PR 20+700 qui représente un support relativement fermé, nécessitant un dosage légèrement plus faible pour l'émulsion
  - 2<sup>ème</sup> zone : BBTM de 2001, du PR 20+700 au PR 22+260 qui représente un support relativement ouvert, nécessitant un dosage légèrement plus élevé en émulsion

## 4 - Chantier

- Gravillons : roche massive type Rhyolite, carrière Baglione (Les Roches 53700 Averton)
- Liant : Émulsion NEOCOL X+ (mélange POLYCOL X de Colas et NEOLASTIC B de SCREG), usine Colas Centre Ouest de Laval

	DOSAGE ENVISAGE Zone 1 : 19+000 à 20+700	DOSAGE ENVISAGE Zone 2 : 20+700 à 22+260
1 <sup>ère</sup> couche - Emulsion de bitume modifié (NEOCOL X+)	1,050 kg/m <sup>2</sup>	1,100 kg/m <sup>2</sup>
Gravillons 10/14	10 à 11 L/m <sup>2</sup>	10 à 11 L/m <sup>2</sup>
2 <sup>ème</sup> couche - Emulsion de bitume modifié (NEOCOL X+)	1,250 kg/m <sup>2</sup>	1,300 kg/m <sup>2</sup>
Gravillons 4/6	6 à 7 L/m <sup>2</sup>	6 à 7 L/m <sup>2</sup>

## 4 - Chantier

- Début prévu le 30/05/2016, 1 phase par sens de circulation
- Déviation de la circulation avec basculement sur la section en 2x2 et alternat sur section bidirectionnelle
- Planning envisagé :
  - Chaussée Gauche VR, puis VL à j+2, balayage VL+VR à j+5
  - Chaussée Droite VR, puis VL à j+2, balayage VL+VR à j+3
- Pénurie de produits bitumineux : début des travaux d'enduit le 28/06/2016 (fraisage de la signalisation le 27/06/2016)

## 4 - Chantier

- Contrôles sur granulats (DLAn) : 24/05/2016, résultats OK
- Points d'arrêts levés : contrôle étalonnage répandeuse et gravillonneurs, contrôles sur émulsion, PAQ
- Chaussée Gauche : réalisation en 1 jour le 28/06/2016, voie rapide puis voie lente
  - Contrôles sur le liant :
    - 2 prélèvements de 2 litres d'émulsion pour analyses par DLB
    - 3 moquettes (Gauche, Axe et Droite) pour contrôle répandeuse : moyenne 1,080 kg/m<sup>2</sup> pour 1,100 kg/m<sup>2</sup> visé
  - Contrôle des gravillonneurs (4 camions 8x4) réalisé par LTR + DLAn (boites doseuses) :
    - 10/14 : de 7,5 à 10,5 litres/m<sup>2</sup> pour 10-11 litres/m<sup>2</sup> théoriques, recalage autour de 10,5-11 litres /m<sup>2</sup> au cours de la matinée
    - 4/6 : humide (colle dans les boites), 9,5 voire 10,5 litres/m<sup>2</sup> pour 6-7 litres/m<sup>2</sup> théoriques
      - Dosage théorique passé à 7-8 litres/m<sup>2</sup> dans la matinée par labo Colas pour éviter le collage aux pneus, dosage respecté au cours de l'après-midi



## 4 - Chantier

- Rejet de 4/6 à gérer, notamment sur bretelle de sortie non enduite
- Mosaïque semble bien en place
- 30/06/2016 : sol humide, pluie à venir (orages), chantier arrêté, circulation bidirectionnelle maintenue sur la chaussée Gauche
- 01/07/2016 : enduit sur la chaussée Droite
  - Chantier arrêté en milieu de journée avant une pluie forte, puis repris avec le retour du soleil et la remontée de la température
  - Fin du raccord bidirectionnel côté sud, puis chaussée Droite terminée en milieu d'après-midi, remise en circulation uniquement en voie rapide dans un 1<sup>er</sup> temps.
- Circulation alternée maintenue quelques jours sur chaussée droite, puis réouverture et balayage

## 4 - Chantier : analyses sur l'émulsion (DLB)

### Essais sur émulsions de bitume

Méthode d'essai		Résultats	informations
*	<b>Détermination du résidu sur tamis</b> NF EN 1429	<b>0,03 %</b> $R_{0,500}$ voir annexe <b>%</b> $R_{0,160}$	1 essai effectué 2 essais effectués conditionnement à. $(60 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ : non dilution : non
*	<b>Détermination de la teneur en eau</b> NF EN 1428	<b>31,5 %</b>	2 essais effectués
*	<b>Détermination du temps d'écoulement</b> NF EN 12846-1	<b>9 s</b>	<b>diamètre de l'orifice : 4mm</b> <b>température d'essai : 40°C</b>
	<b>Détermination de l'indice de rupture</b> NF EN 13075-1  <b><math>BV_{\text{Sikaisol}}</math></b> <b><math>BV_{\text{Forshammer}}</math></b>  mode opératoire : manuel	<b>70</b> <b>97</b>	fines utilisées : Sikaisol débit des fines : 0,30 g/s valeurs individuelles : 70,6 68,6 valeurs individuelles : 98,8 96,0 vitesse de rotation : 60 tr/min
	<b>Détermination du pH</b> NF EN 12850	<b>2,4</b>	—
	<b>Granulométrie laser</b> diamètre médian D50 CHR-B-03 "dispersion" D84/D16	<b>7,3 <math>\mu\text{m}</math></b> <b>8,3</b>	—

## 4 - Chantier : analyses sur l'émulsion (DLB)

	Méthode d'essai	Résultat	informations
*	Détermination de la pénétrabilité à l'aiguille NF EN 1426	95 × 0,1 mm	Appareillage automatisé
*	Détermination du point de ramollissement NF EN 1427	48,2 °C	Appareillage automatisé Liquide de bain : eau
*	Détermination de la densité NF EN 15326		
*	Détermination de la masse volumique NF EN 15326		

### ***Détermination du point de fragilité Fraass - NF EN 12593***

#### **> Résultats des essais**

- type d'appareil utilisé : automatique

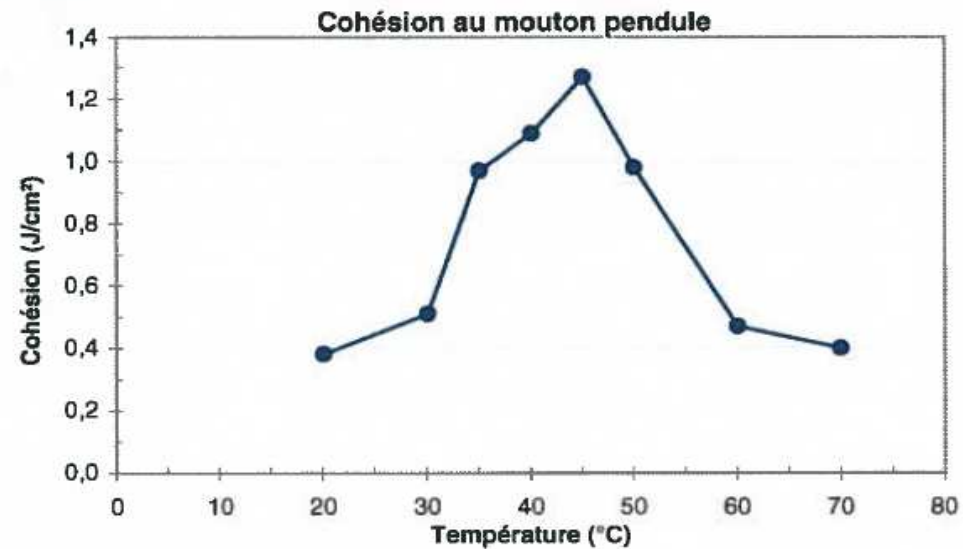
point de fragilité Fraass -18 °C

## 4 - Chantier : analyses sur l'émulsion (DLB)

### Détermination de la cohésion des liants bitumineux par la méthode du mouton pendule (NF EN 13588)

- Température ambiante au moment de l'essai : 24 et 21°C

Température (°C)	Cohésion (J/cm <sup>2</sup> )
20	0,38
30	0,51
35	0,97
40	1,09
45	1,27
50	0,98
60	0,47
70	0,40



Cohésion maximale **1,27** J/cm<sup>2</sup>

Température de cohésion maximale **45** °C

- Observations éventuelles sur l'état de l'échantillon :  
néant

## 4 - Chantier : quelques photos





## 4 - Chantier : quelques photos



## 4 - Chantier : quelques photos





## 4 - Chantier : quelques photos



## 4 - Chantier : quelques photos

4/6 humide





## 4 - Chantier : quelques photos





## 4 - Chantier : quelques photos





## 4 - Chantier : quelques photos

### Chaussée Gauche 28/06/2016





## 4 - Chantier : quelques photos

Chaussée gauche 30/06/2016



## 4 - Chantier : quelques photos

Chaussée gauche 30/06/2016 rejet sur bretelle





## 4 - Chantier : quelques photos

**Chaussée droite 01/07/2016**





## 5 - Réception : Évaluation Visuelle des Défauts à 1an

- Relevé visuel des dégradations de surface le 05 juillet 2017 réalisé par le DLan
- Sur chaussées Droite et Gauche, voie Lente et voie Rapide, selon mode M2 de la méthode LPC 38-2
- Seule dégradation présente selon EVD : ressuage, largeur retenue pour les calculs de surface = 35 cm
- Surfaces calculées pour le ressuage : **0,1 %** (~42 m<sup>2</sup> / 42365 m<sup>2</sup> auscultés), objectif  $\leq 0,5 \%$   
→ Réception validée !

## 5 - Réception : Évaluation Visuelle des Défauts à 1an

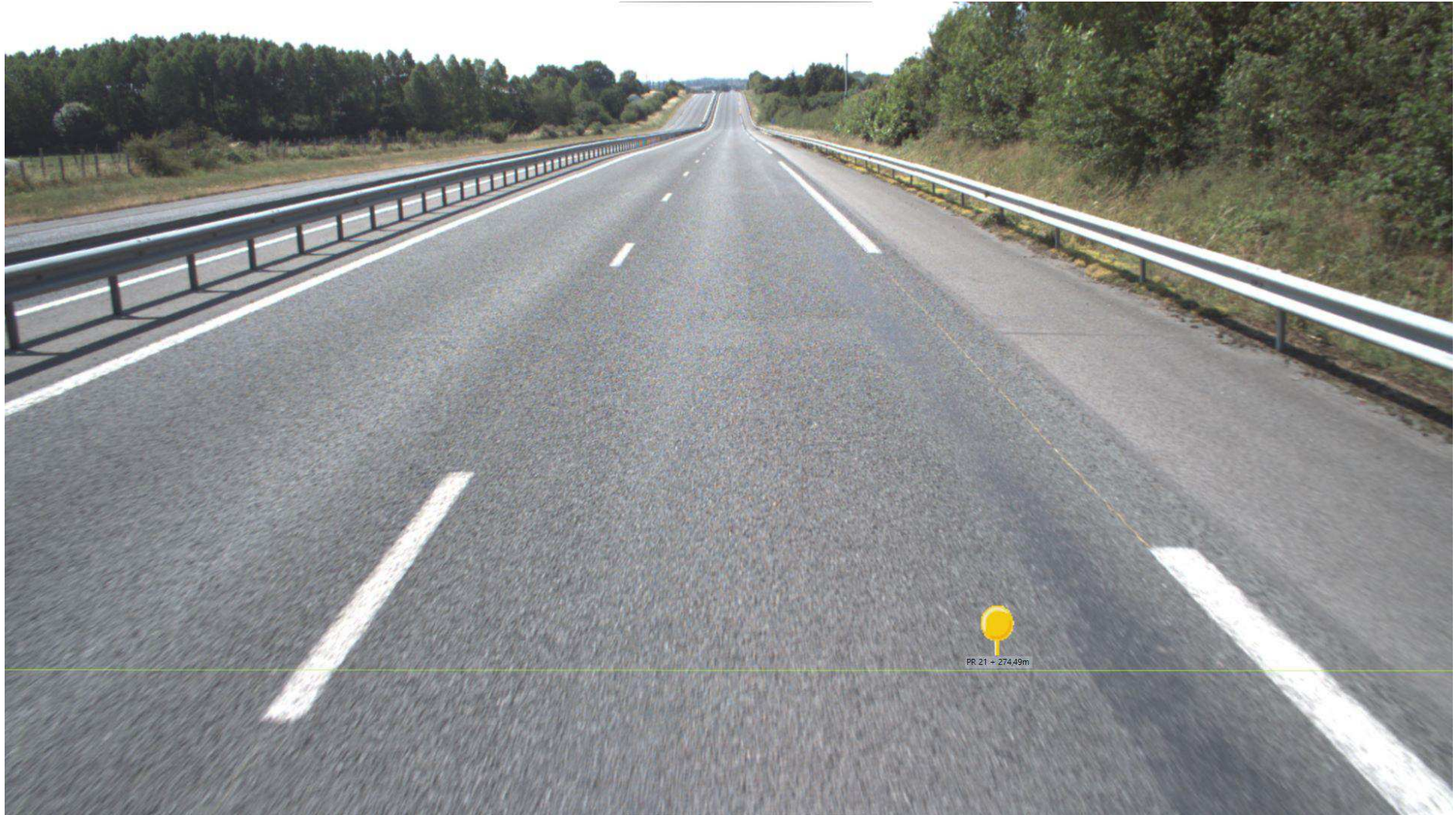
!!! largeur du ressuage : 0,35 m !!!

Linéaire (relevés visuels LPC 38-2 mode M2)					
	Gauche VL	Gauche VR	Droite VR	Droite VL	total (m)
	3248	2578	2993	3285	12104
<b>Ressuage (m)</b>	<b>89,85</b>	0	0	<b>29,1</b>	<b>118,95</b>
Surfaces (largeur : 3,5 m par voie)					
	Gauche VL	Gauche VR	Droite VR	Droite VL	total (m <sup>2</sup> )
	11368	9023	10475,5	11497,5	42364
<b>Ressuage (m<sup>2</sup>)</b>	<b>31,45</b>	0	0	<b>10,19</b>	<b>41,63</b>
<b>Ressuage (%)</b>	<b>0,1</b>				
<b>seuil EVD I ≤ 0,50% : réception OK</b>					

Tableau 2 : Classes de performances d'Evaluation Visuelle de Défauts

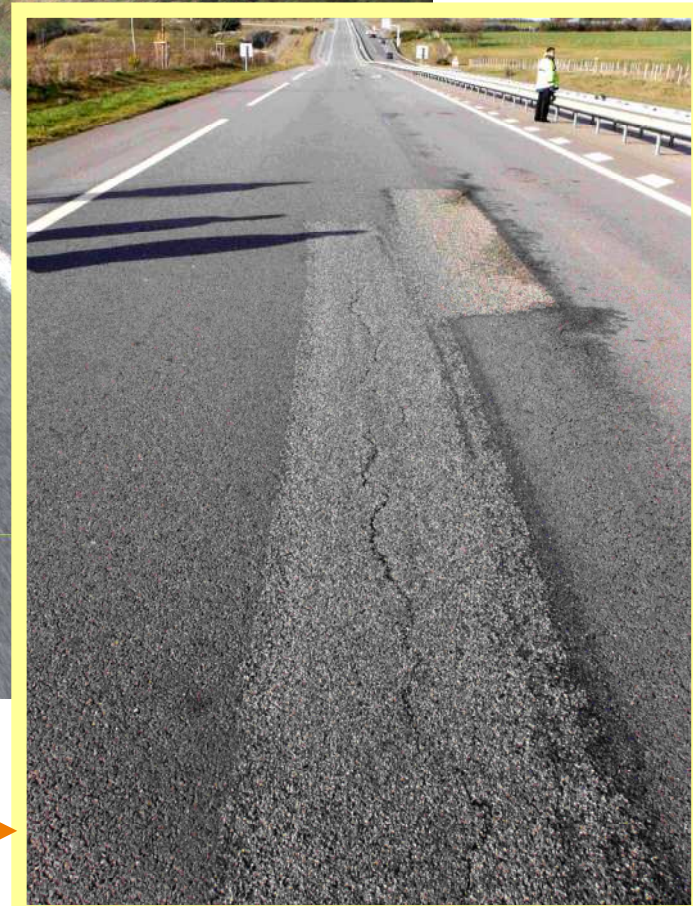
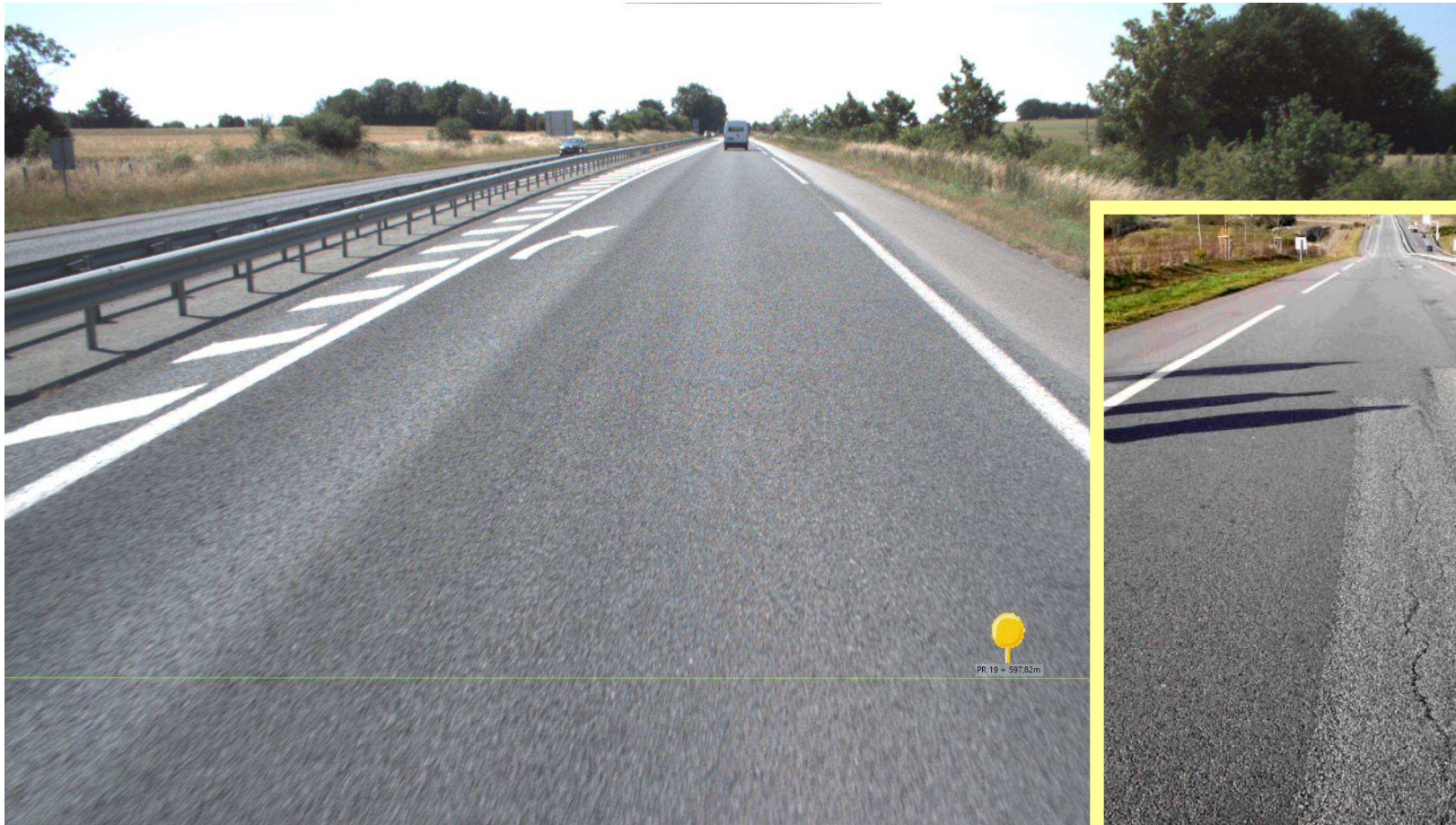
Evaluation Visuelle des Défauts (EVD)	Méthode d'essai	Classes de performance		
	NF EN 12272-2	EVD I	EVD II	EVD III
- P1: ressuage		≤ 0,5%	≤ 1,0 %	≤ 2,5%
- P2 : pelade		≤ 0,2%	≤ 0,5 %	≤ 1,0%
- P3 : plumage		≤ 3%	≤ 6 %	≤ 10%
- P4 : peignage		≤ 10 m	≤ 30 m	NDP ou ≤ 90 m

## 5 - Réception : Évaluation Visuelle des Défauts à 1an





## 5 - Réception : Évaluation Visuelle des Défauts à 1an

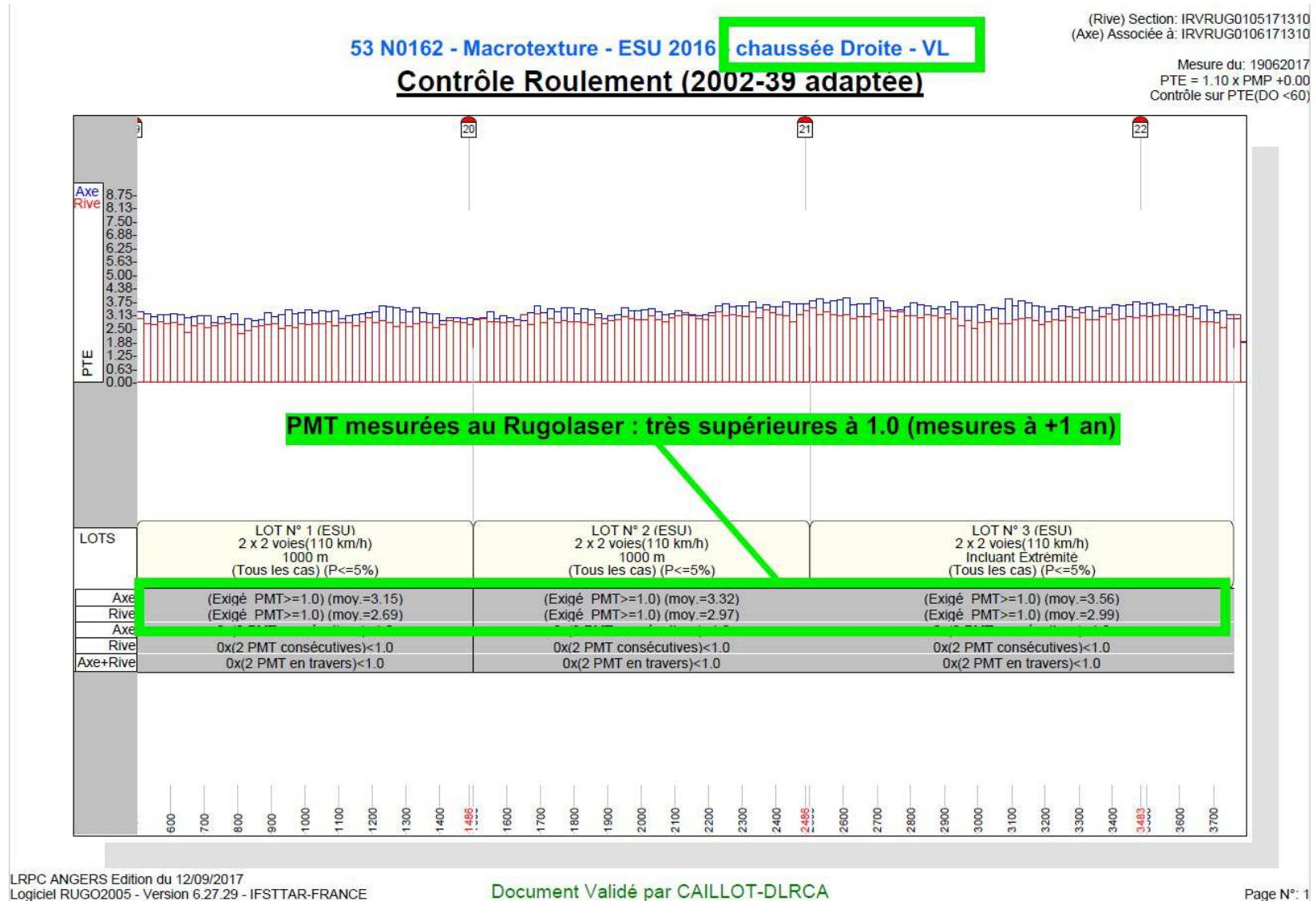


même abscisse, avant travaux ►

## 5 - Réception : évaluation de la macrotexture à 1an

- Mesures réalisés le 19/06/2017 au Rugolaser par le Dlan
  - Sur chaussées Droite et Gauche, voie Lente et voie Rapide, selon la circulaire 2002-39 adaptée
  - PMT moyennes comprises entre 2,69 et 3,56 mm, objectif  $\geq 1,0$  mm atteint
- ➔ Réception validée !

# 5 - Réception : évaluation de la macrotexture à 1an



**Merci de votre attention (-^\_^-)**