



Cerema

Auscultation, Evaluation et Programmation routière

Laboratoire d'Aix-en-Provence
SAPEI

O.RUIZ

Cerema Méditerranée

25 Avril 2017- Systèmes d'information Routiers

Sommaire

0/ Eléments contextuels

I/ Présentation de la démarche complète permettant d'aboutir à un pré-programme travaux

II/ Système de notation utilisé

III/ Définition des grilles d'entretien permettant d'élaborer un pré-programme technico-financier

IV/ Forme des données fournies aux gestionnaires

0/ Éléments contextuels

Le contexte budgétaire actuel rend nécessaire l'optimisation des crédits dédiés à l'entretien routier et notamment à celui des chaussées.

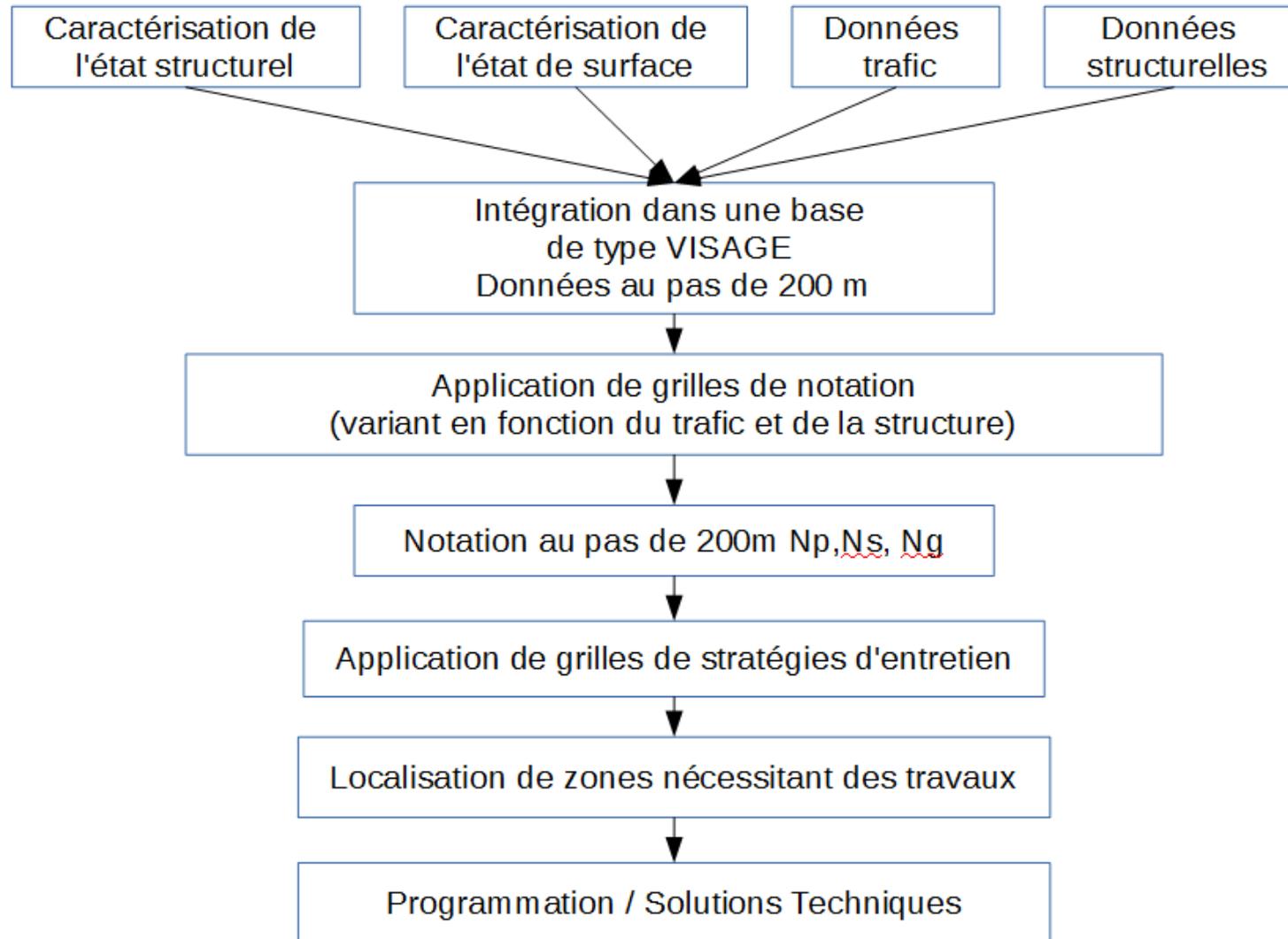
Les gestionnaires sont de plus en plus nombreux à se lancer dans l'établissement de politiques d'entretien définissant une stratégie d'entretien homogène à l'échelle du territoire et adaptée aux différentes catégories de réseau dont ils assurent la gestion.

Le préalable à cette démarche consiste dans un premier temps à évaluer l'état de son réseau pour ensuite pouvoir proposer une programmation de travaux adaptée et cohérente vis à vis des objectifs visés à moyen ou long terme.

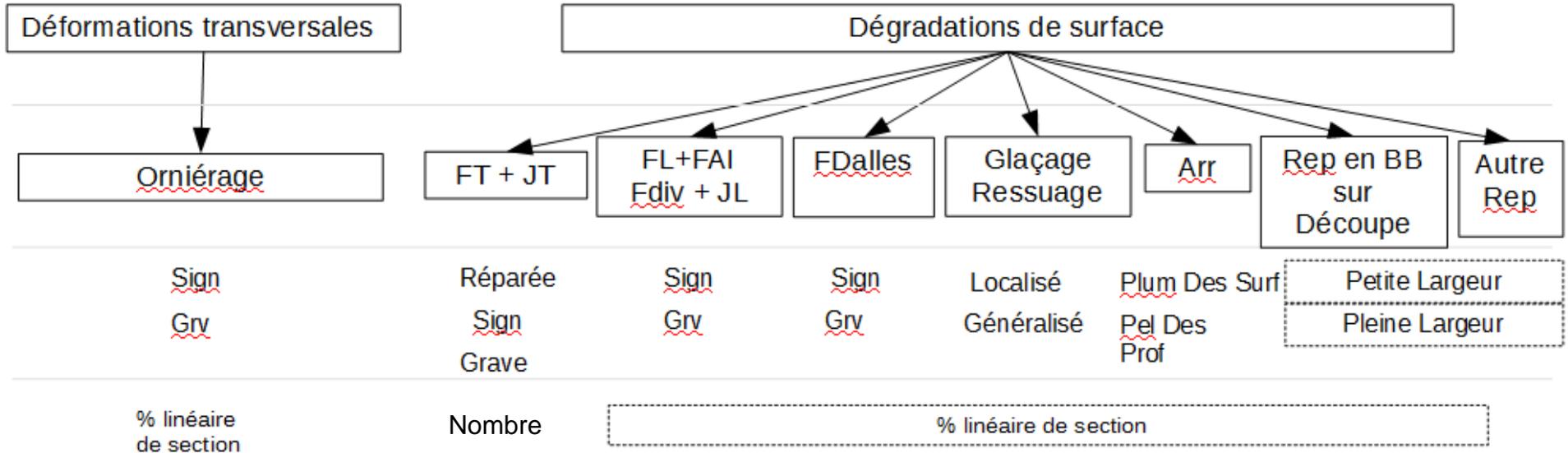
La présentation qui suit explicite la démarche mise en œuvre par le service Auscultation et Politique d'Entretien des Infrastructures du Laboratoire d'Aix-en Provence

I/ Présentation de la démarche complète permettant d'aboutir à un pré-programme travaux

Démarche en sept étapes



Caractérisation de l'état structurel



Caractérisation de l'état structurel

TUS

SSV

Déformations transversales

Dégradations de surface

Orniérage

FT + JT

FL+FAI
Fdiv + JL

FDalles

Glaçage
Ressuage

Arr

Rep en BB
sur
Découpe

Autre
Rep

Sign

Grv

Réparée

Sign

Grave

Sign

Grv

Sign

Grv

Localisé
Généralisé

Plum Des Surf
Pel Des
Prof

Petite Largeur

Pleine Largeur

% linéaire
de section

Nombre

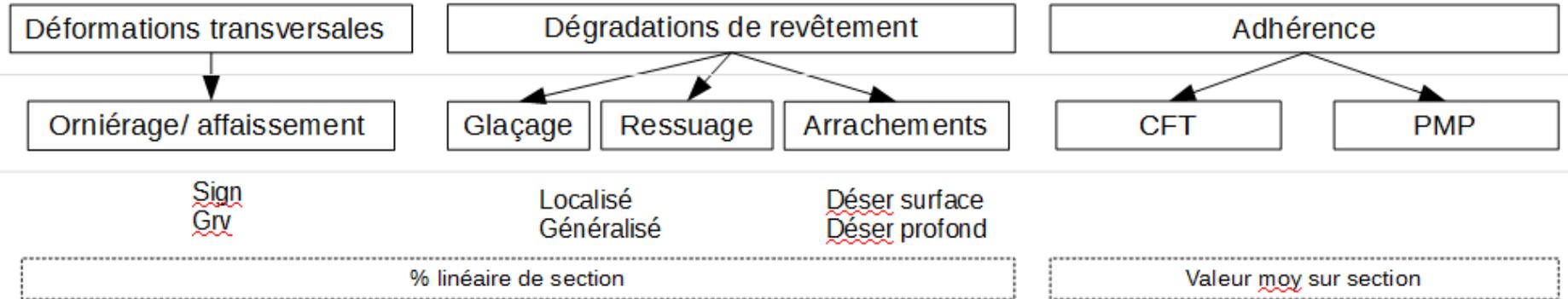
% linéaire de section



La règle et ses 13 capteurs à ultrason



Caractérisation de l'état de surface



Caractérisation de l'état de surface

TUS

SSV

SCRIM
+Griptester

RUGO

Déformations transversales

Dégradations de revêtement

Adhérence

Orniérage / Affaissement

Glaçage

Ressuage

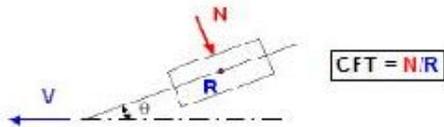
Arrachements

CFT

PMP

% linéaire de section

Valeur moy sur section



II/ Système de notation utilisé

3 notes permettent d'évaluer le réseau selon différents points de vue :

Note patrimoine (N_p) :

- Point de vue du gestionnaire
- Préservation du capital investi

Note surface (N_s) :

- Point de vue de l'utilisateur
- Niveau de confort et de sécurité perçus

Note globale (N_g) :

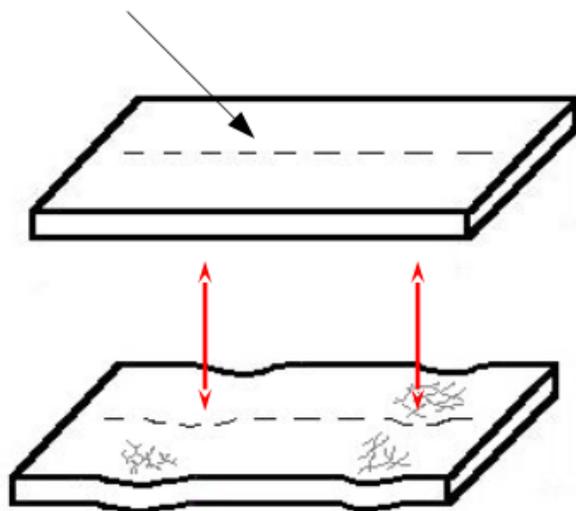
- Synthèse des 2 points de vue
- $N_g = \text{Min} [N_p, N_s(p)]$

Principe de notation

- Caractérisation de l'état de la chaussée
- Affectation d'une solution conventionnelle de travaux pour ramener la chaussée à l'état de référence
- Estimation du coût des travaux conventionnels
- traduction de ce coût en note sur une échelle de 0 à 20

Les dégradations caractérisant le patrimoine

état d'une chaussée neuve ou réhabilitée
qui ne doit pas présenter de désordres
structurels pendant une période de 15 ans.



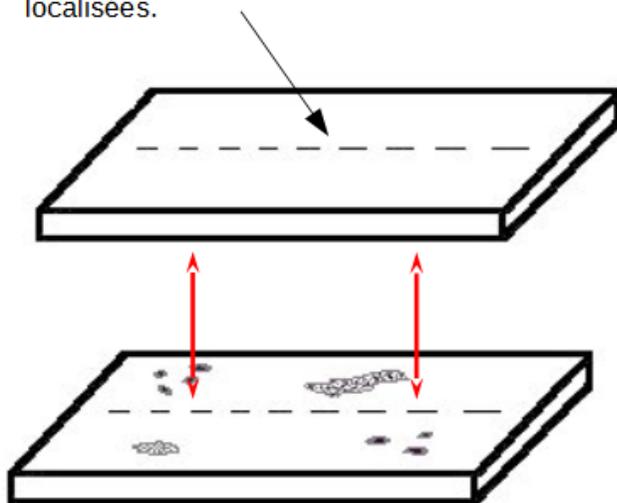
Δ : état de référence - état constaté

Descripteurs structurels :

- fissurations longitudinales
- + faiénçage
- réparations
- déformations
- fissurations transversales pour GH

Les dégradations caractérisant l'état de surface

état d'une chaussée de bonne adhérence présentant au plus quelques dégradations mineures et très localisées.



Δ : état de référence - état constaté

Descripteurs de surface :

- arrachements
- glaçage, ressuage
- déformations
- niveau d'adhérence (CFT, PMP)

Grille de travaux conventionnels permettant le calcul de Np

Il existe 12 grilles de travaux conventionnels car prise en compte de la classe de trafic (T0, T1, T2-T3, >T3) et de la structure (NT, GB, GH).

| | | DEFORMATIONS | | | | |
|----------|---|-------------------|-------|--------------|--------------|----------------|
| | | NET = NEF + NER | NEANT | NED ≤ 10 % | NED > 10 % | |
| | | | | NGD = s et g | NGD = s | NGD = g |
| FISSURES | s | ≤ 10% | - | ~ 1 BB | 4 BB | FRAI + 4 BB |
| | | 10% < NET ≤ 50 % | 2 BB | 3 BB | 6 BB | FRAI + 7 BB |
| | | > 50 % | 4 BB | 5 BB | 8 BB | FRAI + 9 BB |
| | g | ≤ 10 % | 10 BB | 12 BB | 10 GB + 6 BB | 12 GB + 8 BB |
| | | 10 % < NET ≤ 50 % | 12 BB | 10 GB + 6 BB | 12 GB + 8 BB | 16 GB + 8 BB |
| | | > 50 % | 14 BB | 10 GB + 8 BB | 14 GB + 8 BB | 20 GB + 8 BB |

Détermination de la notation NP

| FISSURES | NGF | NET = NEF + NER | DEFORMATIONS | | | |
|----------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|------------|---------|
| | | | NEANT | NED ≤ 10 % | NED > 10 % | |
| | | | | NGD = s et g | NGD = s | NGD = g |
| s | ≤ 10% | 20 | 19 | 17 | 16 | |
| | 10% < NET ≤ 50 % | 19 | 18 | 16 | 13 | |
| | > 50 % | 17 | 16 | 14 | 11 | |
| g | ≤ 10 % | 13 | 11 | 9 | 6 | |
| | 10 % < NET ≤ 50 % | 11 | 9 | 6 | 3 | |
| | > 50 % | 10 | 7 | 4 | 0 | |

Grille de notation NS

| NADH | NED | NEDR | | |
|----------|----------------------------|-------------|----------|----------|
| | | $\leq 10\%$ | 11 à 50% | $> 50\%$ |
| 3 | Néant | 20 | 18 | 10 |
| | $0 < \text{NED} \leq 10\%$ | 15 | 5 | 5 |
| | $> 10\%$ | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Néant | 20 | 10 | 10 |
| | $0 < \text{NED} \leq 10\%$ | 15 | 5 | 5 |
| | $> 10\%$ | 0 | 0 | 0 |
| ≤ 1 | Néant | 10 | 10 | 10 |
| | $0 < \text{NED} \leq 10\%$ | 5 | 5 | 5 |
| | $> 10\%$ | 0 | 0 | 0 |

Classes d'index de qualité

| INDEX | NOTES | |
|-------|---------|--|
| A | 20 | excellent (absence de dégradation) |
| B | 19 | bon (dégradations mineures localisées) |
| C | 18 – 17 | acceptable (dégradations mineures étendues) |
| D | 16 – 13 | médiocre (dégradations graves étendues) |
| E | < 13 | mauvais (dégradations graves généralisées) |

III/ Définition des grilles d'entretien permettant d'élaborer un pré-programme technico financier

La localisation des zones de travaux, les solutions techniques à mettre en œuvre et les coûts associés aux travaux à effectuer, reposent sur la détermination de grilles « entretien » qui paramètrent les filtres qui seront appliqués à la base de données

Il est donc nécessaire d'établir :

- le nombre et le type de tâches qui vont définir la nature des travaux
- un tableau définissant les techniques à mettre en œuvre en fonction des niveaux de trafic.
- une grille dite « grille de surface » qui prend en compte les performances croisées de CFT et PTE
- pour chaque type de structure une grille nommée « grille structure GB » par ex
Qui prend en compte les niveaux croisés de dégradations liées à la fissuration et aux déformations

5 tâches sont identifiées :

Fraisage (FRAIS) : Le fraisage est considéré comme une tâche à part entière. Son épaisseur correspond à celle de l'enrobé mis en œuvre.

Renouvellement de la couche de roulement (RENO CR) : Mise en œuvre d'un Béton Bitumineux. Cette tâche ne comprend pas le fraisage

Rechargement : Opération de remplacement des couches de surface (CdR et / ou Couche de liaison). Cette tâche ne comprend pas le fraisage

Renforcement (Renf) : Opération visant le remplacement des couches d'assise, et de surface afin de renforcer la structure de la chaussée . Le fraisage de la totalité des couches est intégré à cette tâche

Réfection : Opération de reconstruction de la chaussée.

Techniques associées aux différentes tâches en fonction du niveau de trafic :

| | T0 | T1 | T2 | >T2 |
|--------------|-----------|----------|----------|--------------------|
| Reno CR | BBTM | BBTM | BBTM | ESU, ECF |
| Rechargement | BBSG+BBTM | BBSG | BBM | ESU, ECF |
| Renforcement | 16 cm BB | 14 cm BB | 12 cm BB | GE+ ESU |
| Réfection | 24 cm BB | 22 cm BB | 20 cm BB | GNT + GE +ESU, ECF |

| Classe | T5 | T4 | T3 | | T2 | | T1 | | T0 | | TS | | TEX | |
|--------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | | | T3- | T3+ | T2- | T2+ | T1- | T1+ | T0- | T0+ | TS- | TS+ | | |
| MJA | 0 | 25 | 50 | 85 | 150 | 200 | 300 | 500 | 750 | 1200 | 2000 | 3000 | 5000 | |

Tableau 1 - Définition des classes de trafic

Grille Surface :

| | | CFT | | |
|------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|
| | | 0 < Val < 50 | 50 < Val < 60 | 60 < Val |
| PTE | 0 < Val < 50 | Reno CR | Reno CR | Reno CR |
| | 50 < Val < 60 | Reno CR | | |
| | 60 < Val | Reno CR | | |

Grille pour Structure GB

| | | Autres Fissures significatives + Reparations pleines largeurs | | |
|--|-------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| | | 0% < Ext. < 10% | 10% < Ext. < 30% | 30% < Ext. < 100% |
| Déformation totale dont 0% grave | 0% < Ext. < 20% | | | Rechargement |
| | 20% < Ext. < 100% | Rechargement | Rechargement | Rechargement |
| Déformation totale dont π > 0% de grave | 0% < Ext. < 10% | | Rechargement | Rechargement |
| | 10% < Ext. < 100% | Rechargement FRAIS | Rechargement FRAIS | Rechargement FRAIS |
| | | Autres fissures graves | | |
| | | 0% < Ext. < 10% | 10% < Ext. < 30% | 30% < Ext. < 100% |
| Déformation totale dont 0% grave | 0% < Ext. < 20% | | Renf s/c o | Renf s/c o |
| | 20% < Ext. < 100% | Rechargement | Renf s/c o | Renf s/c o |
| Déformation totale dont π > 0% de grave | 0% < Ext. < 10% | | Renf s/c o | Renf s/c o |
| | 10% < Ext. < 100% | Rechargement FRAIS | Renf s/c o | Refection s/c o |

IV/ Forme des données fournies aux gestionnaires

- Données issues des mesures
- Données relatives à l'évaluation / notation du réseau
- Données relatives à la programmation de travaux

- **Données issues des mesures**

En fonction des matériels utilisés dans le cadre de l'auscultation le pas des données brutes varie.

Pour chaque donnée brute la localisation est donnée par :

- Coordonnées X, Y Lambert 93 (GPS avec correction EGNOS couplé à un topomètre)

Pour les données agrégées au pas de 200m deux types de localisation sont fournies :

- Nom de l'axe + PRD + AbsD -> PRF+AbscF
- Nom de l'axe + Abscisses curvilignes : CumulD -> CumulF

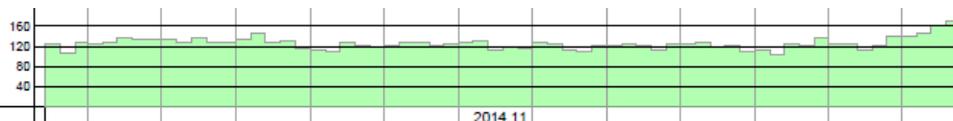
Extrait de session Rugo données brutes, pas de la mesure : 10 m (fichier csv)

| ABD | ABF | XDEB | YDEB | ZDEB | XFIN | YFIN | ZFIN | Vitesse | Taux_inval_macro | Ra | Rq | PMP |
|-----|-----|------------|------------|--------|------------|------------|--------|---------|------------------|------|------|------|
| 0 | 10 | 1016330.39 | 6292481.3 | 361.74 | 1016332.2 | 6292472.17 | 361.6 | 23.7 | 0 | 0.53 | 0.69 | 0.71 |
| 10 | 20 | 1016332.2 | 6292472.17 | 361.6 | 1016334.37 | 6292462.53 | 361.5 | 26.2 | 2.5 | 0.68 | 0.83 | 0.98 |
| 20 | 30 | 1016334.37 | 6292462.53 | 361.5 | 1016337.01 | 6292451.85 | 359.83 | 22.7 | 0 | 0.6 | 0.75 | 0.71 |
| 30 | 40 | 1016337.01 | 6292451.85 | 359.83 | 1016340.12 | 6292440.93 | 354.74 | 13.1 | 17.5 | 1.27 | 1.58 | 0.95 |
| 40 | 50 | 1016340.12 | 6292440.93 | 354.74 | 1016347.14 | 6292435.58 | 351.41 | 3.3 | 0 | 0.72 | 0.87 | 1.02 |
| 50 | 60 | 1016347.14 | 6292435.58 | 351.41 | 1016351.41 | 6292442.61 | 352.18 | 12.2 | 0 | 0.77 | 0.95 | 1.42 |
| 60 | 70 | 1016351.41 | 6292442.61 | 352.18 | 1016351.4 | 6292451.96 | 352.51 | 18.5 | 0 | 0.41 | 0.5 | 0.59 |
| 70 | 80 | 1016351.4 | 6292451.96 | 352.51 | 1016351.32 | 6292461.75 | 353.78 | 21.3 | 0 | 0.19 | 0.24 | 0.41 |
| 80 | 90 | 1016351.32 | 6292461.75 | 353.78 | 1016351.56 | 6292471.62 | 354.53 | 22 | 0 | 0.23 | 0.3 | 0.48 |
| 90 | 100 | 1016351.56 | 6292471.62 | 354.53 | 1016351.81 | 6292481.32 | 354.35 | 21.6 | 0 | 0.27 | 0.32 | 0.29 |
| 100 | 110 | 1016351.81 | 6292481.32 | 354.35 | 1016352.54 | 6292491.48 | 354.3 | 20 | 0 | 0.74 | 0.92 | 1.41 |
| 110 | 120 | 1016352.54 | 6292491.48 | 354.3 | 1016356.07 | 6292500.79 | 354.14 | 16.7 | 0 | 0.52 | 0.64 | 0.93 |
| 120 | 130 | 1016356.07 | 6292500.79 | 354.14 | 1016363.4 | 6292507.12 | 354.35 | 18.4 | 0 | 0.58 | 0.74 | 1.04 |
| 130 | 140 | 1016363.4 | 6292507.12 | 354.35 | 1016371.69 | 6292513.14 | 353.85 | 18.1 | 0 | 0.36 | 0.45 | 0.55 |
| 140 | 150 | 1016371.69 | 6292513.14 | 353.85 | 1016377.32 | 6292520.98 | 353.1 | 16.9 | 0 | 0.42 | 0.51 | 0.63 |
| 150 | 160 | 1016377.32 | 6292520.98 | 353.1 | 1016380.72 | 6292530.15 | 352.56 | 18.5 | 0 | 0.55 | 0.69 | 1.25 |
| 160 | 170 | 1016380.72 | 6292530.15 | 352.56 | 1016382.86 | 6292540.51 | 352.06 | 17.1 | 0 | 0.51 | 0.66 | 0.93 |
| 170 | 180 | 1016382.86 | 6292540.51 | 352.06 | 1016380.25 | 6292549.97 | 351.3 | 8.8 | 0 | 0.47 | 0.56 | 0.5 |



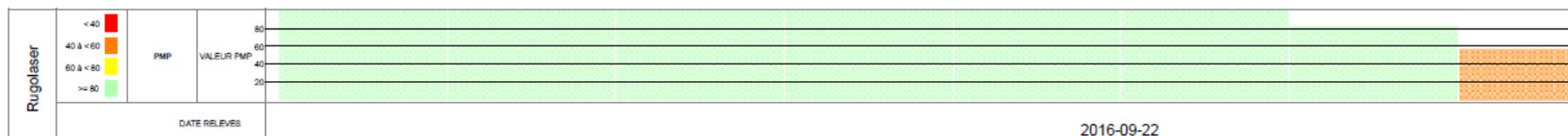
RUGOLASER
PTE*100
BdR rive

< 40
40 à < 60
60 à < 80
>= 80



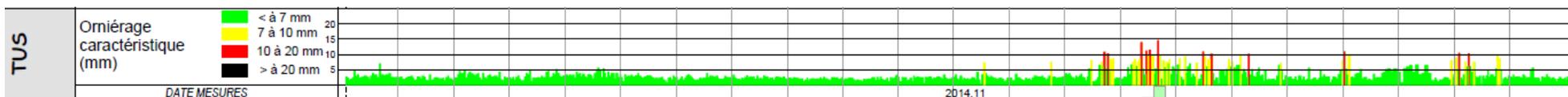
Extrait de fichier de résultats agrégés au pas de 200 m du Rugo (fichier Csv)

| ROUTE | PRD | ABD | PRF | ABF | COTE | CUMULD | CUMULF | pmp | date_pmp |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|-----|------------|
| RD103 | 0 | 0 | 0 | 200 | D | 0 | 200 | 112 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 200 | 0 | 400 | D | 200 | 400 | 123 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 400 | 0 | 600 | D | 400 | 600 | 130 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 600 | 0 | 800 | D | 600 | 800 | 87 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 800 | 1 | 0 | D | 800 | 998 | 133 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 0 | 1 | 200 | D | 998 | 1198 | 128 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 200 | 1 | 400 | D | 1198 | 1398 | 80 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 400 | 1 | 600 | D | 1398 | 1598 | 63 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 600 | 1 | 800 | D | 1598 | 1798 | 66 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 800 | 2 | 0 | D | 1798 | 1994 | 67 | 22/09/2016 |
| RD103 | 2 | 0 | 2 | 200 | D | 1994 | 2194 | 62 | 22/09/2016 |
| RD103 | 2 | 200 | 2 | 400 | D | 2194 | 2394 | 86 | 22/09/2016 |



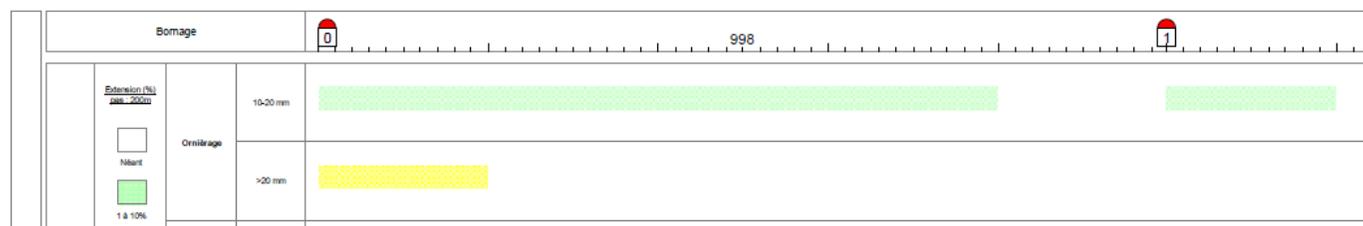
Extrait de session TUS données résultats bruts, pas de la mesure : 3 m (fichier Csv)

| ABD | XDEB | YDEB | ZDEB | IP | ID | IA | IO | DP | DT | DA | OC |
|-------|------------|------------|--------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|
| 0.07 | 1016331.4 | 6292476.22 | 361.66 | 5.8 | 5.7 | 0.1 | 5.6 | 17.1 | 17 | 0.5 | 16.8 |
| 3.02 | 1016331.94 | 6292473.52 | 361.62 | 2 | 1.9 | 1.1 | 0.9 | 7.8 | 6.5 | 4.5 | 3.3 |
| 6 | 1016332.51 | 6292470.77 | 361.62 | 2.2 | 1.6 | 0.8 | 0.8 | 7.4 | 6.1 | 3 | 4.9 |
| 9.03 | 1016333.12 | 6292467.92 | 361.66 | 5.8 | 4.4 | 1.5 | 2.8 | 15.7 | 14.4 | 6.4 | 10.1 |
| 12.02 | 1016333.73 | 6292465.09 | 361.69 | 3.4 | 2.9 | 1 | 1.9 | 10.7 | 8.6 | 3 | 5.7 |
| 15.04 | 1016334.51 | 6292461.98 | 361.46 | 3 | 3 | 0.8 | 2.2 | 10.3 | 9.7 | 2.7 | 7.5 |
| 18.01 | 1016335.27 | 6292458.91 | 361.24 | 7 | 2.5 | 0.7 | 1.8 | 22.3 | 9.5 | 3 | 7.1 |
| 21.01 | 1016336.07 | 6292455.66 | 360.64 | 1.7 | 1.7 | 0.4 | 1.3 | 5.9 | 5.9 | 1.7 | 5.3 |
| 24.01 | 1016336.87 | 6292452.39 | 359.94 | 4.5 | 4.4 | 0 | 4.4 | 12.5 | 12.3 | 0 | 12.3 |
| 27.01 | 1016337.78 | 6292449.07 | 359.22 | 8.2 | 7.7 | 0 | 7.7 | 26.3 | 23.4 | 0.1 | 23.3 |



Extrait de fichier de résultats agrégés au pas de 200m du TUS (fichier Csv)

| ROUTE | PRD | ABD | PRF | ABF | COTE | CUMULD | CUMULF | deformations_significatives | deformations_graves | date_tus |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|-----------------------------|---------------------|------------|
| RD103 | 0 | 0 | 0 | 200 | D | 0 | 200 | 3 | 2 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 200 | 0 | 400 | D | 200 | 400 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 400 | 0 | 600 | D | 400 | 600 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 600 | 0 | 800 | D | 600 | 800 | 15 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 0 | 800 | 1 | 0 | D | 800 | 998 | 8 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 0 | 1 | 200 | D | 998 | 1198 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 200 | 1 | 400 | D | 1198 | 1398 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 400 | 1 | 600 | D | 1398 | 1598 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 600 | 1 | 800 | D | 1598 | 1798 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 1 | 800 | 2 | 0 | D | 1798 | 1994 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 2 | 0 | 2 | 200 | D | 1994 | 2194 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 2 | 200 | 2 | 400 | D | 2194 | 2394 | 0 | 0 | 22/09/2016 |
| RD103 | 2 | 400 | 2 | 600 | D | 2394 | 2594 | 0 | 0 | 22/09/2016 |



- Données relatives à l'évaluation / notation du réseau au pas de 200m (Fichier csv)

| ROUTE | PRD | ABD | PRF | ABF | COTE | CUMULD | CUMULF | index_de_surface | index_patrimoine | index_global | annee |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|------------------|------------------|--------------|-------|
| RD103 | 0 | 0 | 0 | 200 | D | 0 | 200 | 15 | 7 | 7 | 2016 |
| RD103 | 0 | 200 | 0 | 400 | D | 200 | 400 | 20 | 12 | 12 | 2016 |
| RD103 | 0 | 400 | 0 | 600 | D | 400 | 600 | 20 | 12 | 12 | 2016 |
| RD103 | 0 | 600 | 0 | 800 | D | 600 | 800 | 0 | 10 | 10 | 2016 |
| RD103 | 0 | 800 | 1 | 0 | D | 800 | 998 | 15 | 9 | 9 | 2016 |
| RD103 | 1 | 0 | 1 | 200 | D | 998 | 1198 | 20 | 9 | 9 | 2016 |
| RD103 | 1 | 200 | 1 | 400 | D | 1198 | 1398 | 20 | 7 | 7 | 2016 |
| RD103 | 1 | 400 | 1 | 600 | D | 1398 | 1598 | 20 | 20 | 20 | 2016 |
| RD103 | 1 | 600 | 1 | 800 | D | 1598 | 1798 | 20 | 20 | 20 | 2016 |
| RD103 | 1 | 800 | 2 | 0 | D | 1798 | 1994 | 20 | 20 | 20 | 2016 |
| RD103 | 2 | 0 | 2 | 200 | D | 1994 | 2194 | 20 | 20 | 20 | 2016 |
| RD103 | 2 | 200 | 2 | 400 | D | 2194 | 2394 | 20 | 12 | 12 | 2016 |
| RD103 | 2 | 400 | 2 | 600 | D | 2394 | 2594 | 20 | 12 | 12 | 2016 |
| RD103 | 2 | 600 | 2 | 800 | D | 2594 | 2794 | 20 | 14 | 14 | 2016 |

- Données relatives à la programmation de travaux (agrégation paramétrable pour correspondre à une longueur de chantier donnée) (fichier Csv)

| ROUTE | PRD | ABD | PRF | ABF | COTE | CUMULD | CUMULF | Technique | Cout | Techglob |
|---------|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|--|-------------|----------|
| RD103 | 0 | 0 | 0 | 200 | D | 0 | 200 | BBSG s/c optimisation(7) | 12 552.00 € | Rech |
| RD103 | 0 | 200 | 0 | 400 | D | 200 | 400 | BBSG(7) | 6 552.00 € | Rech |
| RD103 | 0 | 400 | 1 | 400 | D | 400 | 1398 | BBSG s/c optimisation(7) | 62 694.50 € | Rech |
| RD103 | 2 | 200 | 2 | 600 | D | 2194 | 2594 | BBSG s/c optimisation(7) | 25 104.00 € | Rech |
| RD103 | 3 | 200 | 3 | 400 | D | 3196 | 3396 | BBSG s/c optimisation(7) | 12 552.00 € | Rech |
| RD103 | 3 | 400 | 3 | 600 | D | 3396 | 3596 | BBSG(7) | 6 552.00 € | Rech |
| RD103 | 3 | 600 | 4 | 0 | D | 3596 | 4025 | BBSG(6) | 12 046.30 € | RenoCR |
| RD103 | 4 | 0 | 4 | 200 | D | 4025 | 4225 | BBSG(7) | 6 552.00 € | Rech |
| RD103 | 4 | 200 | 5 | 400 | D | 4225 | 5435 | BBSG s/c optimisation(7) | 75 639.60 € | Rech |
| RD103 | 5 | 400 | 5 | 576 | D | 5435 | 5611 | Fraisage(7)+Décaissement(8)+GB(8)+BBSG s/c optimisation(7) | 20 256.00 € | Renf |
| RD103_G | 0 | 0 | 0 | 200 | G | 0 | 200 | BBSG(7) | 6 552.00 € | Rech |
| RD103_G | 0 | 200 | 0 | 800 | G | 200 | 800 | BBSG s/c optimisation(7) | 37 656.00 € | Rech |
| RD103_G | 1 | 0 | 1 | 400 | G | 998 | 1398 | BBSG s/c optimisation(7) | 25 104.00 € | Rech |
| RD103_G | 1 | 400 | 1 | 800 | G | 1398 | 1798 | BBSG(6) | 11 232.00 € | RenoCR |

Merci de votre attention