

**Restitution des résultats de l'ORSI « DEDIR »**  
**du Dimensionnement à l'Entretien Durable des Infrastructures Routières**  
**IFSTTAR Nantes - 17 mai 2018**

## **Optimisation du découpage en Zones Homogènes**

**Sophie Ferrante § Nadège Sagnard**  
**Cerema Méditerranée**

## Un document de référence

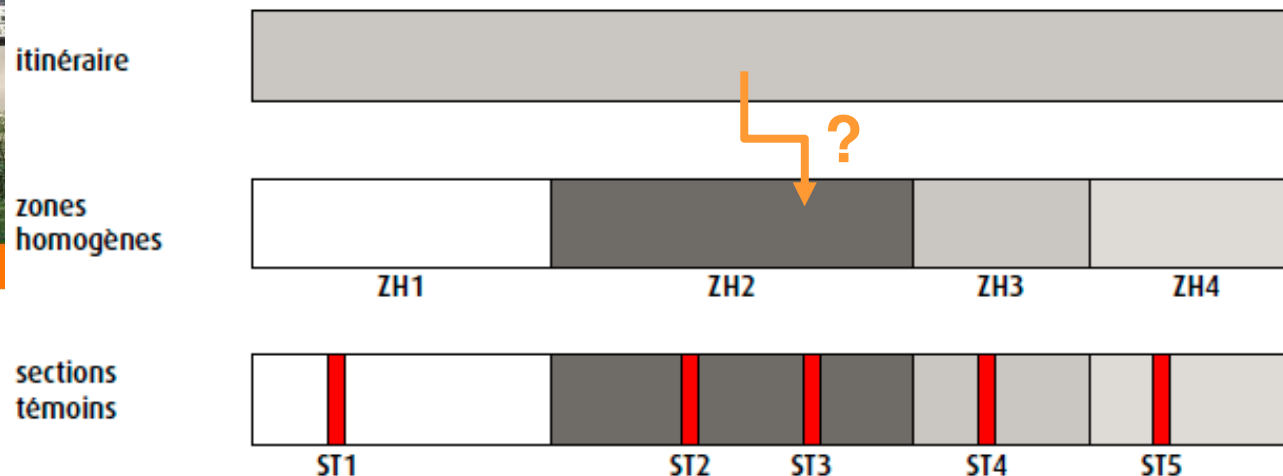
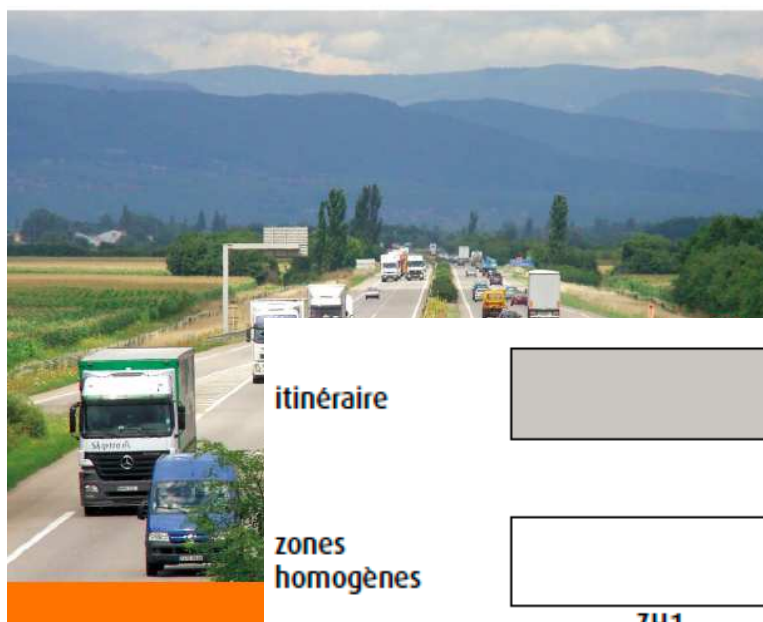


**Diagnostic et conception  
des renforcements de chaussées**  
Mai 2016

Phase 1 : Recueil des informations sur l'itinéraire

Phase 2 : Découpage en zones homogènes

Phase 3 : Analyse du comportement des zones homogènes sur des sections témoins



## Un document de référence

### • Appui et méthodologie

#### Chapitre 2 - Recueil des données d'auscultation

##### 1-Principes de l'auscultation des chaussées

##### 2-Phase 1 - Recueil des informations globales ou à caractère continu

- 2.1- L'historique de la chaussée
- 2.2- Trafic
- 2.3- Environnement de la chaussée
- 2.4- Climat
- 2.5- État visuel de surface
- 2.6- La déflexion de la chaussée sous charge
- 2.7- Rayon de courbure ou courbure de la chaussée sous charge
- 2.8- Uni transversal et longitudinal
- 2.9- Mesure en continu des épaisseurs des couches par ondes radar

##### 3-Phase 2 - Découpage de l'itinéraire en zones homogènes - Implantation des sections témoins

- 3.1- Prédécoupage à partir des données de situation et des données d'historique
- 3.2- Prédécoupage à partir des dégradations
- 3.3- Prédécoupage à partir des déflexions
- 3.4- Prédécoupage à partir du rayon de courbure
- 3.5- Prédécoupage à partir d'autres mesures en continu
- 3.6- Détermination et caractérisation des zones homogènes**
- 3.7- Visite pour observer les relations entre les paramètres relevés et l'environnement
- 3.8- Implantation des sections témoins



Diagnostic et conception  
des renforcements de chaussées

Mai 2016

#### Chapitre 3 - Diagnostic et modélisation

##### 1-Principes généraux de la modélisation au service du diagnostic

##### 2- Analyse calculatoire

- 2.1- Rappels sur la méthode de calcul d'une structure de chaussée
- 2.2- Évaluation de l'endommagement mécanique d'une chaussée existante
- 2.3- Évaluation de l'endommagement au gel/dégel

##### 3- Les chaussées souples traditionnelles

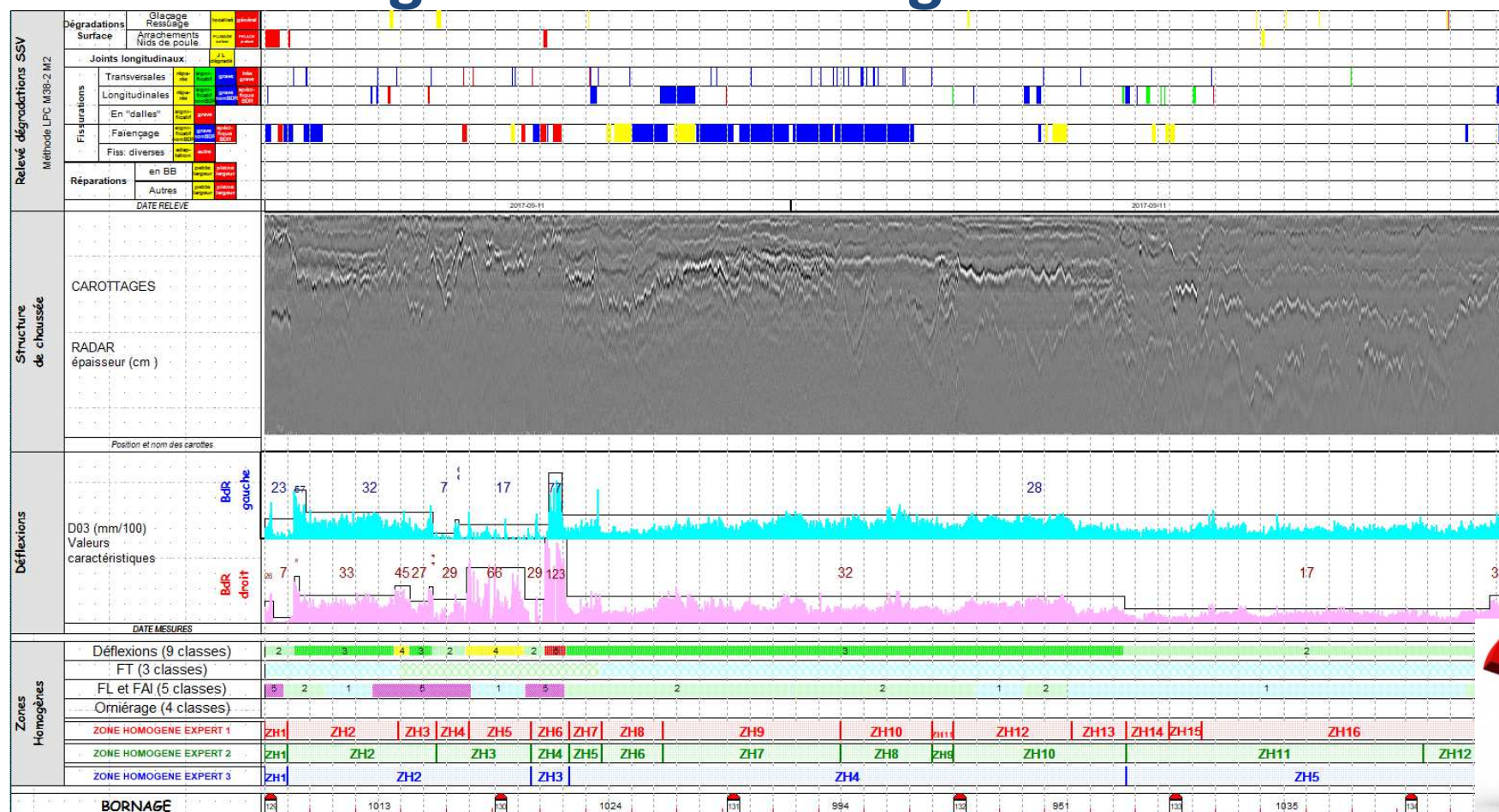
###### 3.1- Pathologies des chaussées souples traditionnelles

###### **3.2- Découpage en zones homogènes**

- 3.3- Définition des sections témoins
- 3.4- Modélisation des sections témoins
- 3.5- Calcul de l'endommagement
- 3.6- Cohérence entre le diagnostic et l'endommagement calculé
- 3.7- Synthèse du diagnostic

## Un document de référence mais comment l'utiliser?

- **MAIS** malgré la méthodologie ...



## Quel est le bon découpage ????

## Étude bibliographique

- **Élaboration d'un document de synthèse des différentes procédures de DZH (D. Lièvre, Ifsttar) :**
  - **Pas d'outil multi-critères, uniquement des outils mono-critères**
  - **Des méthodes statistiques (réseaux bayésiens, méthodes gaussiennes) compliquées à mettre en œuvre et non adaptées**

### ET DONC:

- **Choix d'une méthodologie de découpage reposant sur l'ensemble des indicateurs mais avec une succession de découpages imbriqués**
  - ➔ **Avec l'outil GSR Exploitation pour implémenter cette méthodologie**



## 1. Découpage « Données bibliographiques »

- Trafic PL
- Structure (données biblio)
- Profil en travers
- Giratoires, Ouvrages d'art

Modele ETUDE\_180425

Villes

Carrefour

OA

Nbre Voies

Import de données CSV

Fichier de données

Champs de repérage

Route

PR début

Abs début

PR fin

Abs fin

Cumul début

Cumul fin

Côté

Position

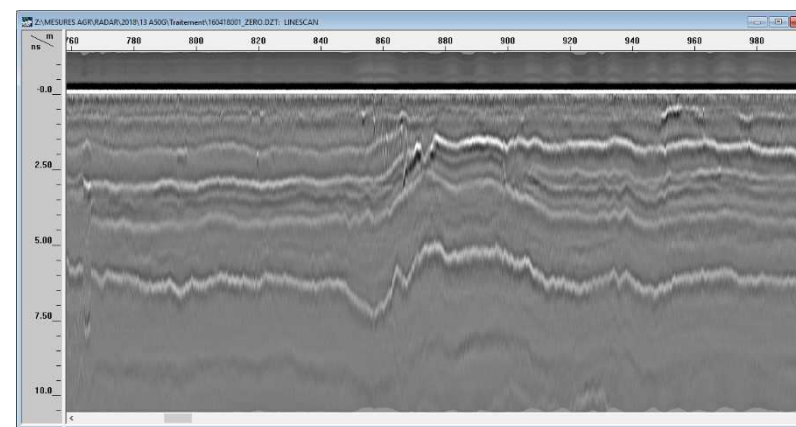
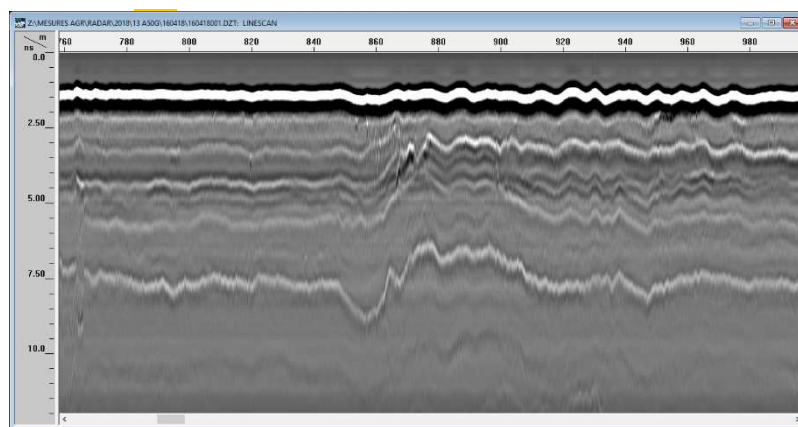
OK Annuler

Modele ETUDE\_180504

Villes	124	125	126	127	128	129
Carrefour	ST CLEMENT S/DURANCE					GIRAXE
OA	OA 025					FIN
Nbre Voies						
Classe Trafic	T1					T2
MJA/sens						
Structure Biblio	HYDRAULIQUE					BITUMINEUSE
ZH DONNEES	T1/HYDR	T1/OA/H	T1/HYDR	T1/BIT	T2/BIT	T2/GIR/B

## 2. Découpage « données Structure »

- Auscultation RADAR (1/2)  
Pour les études d'entretien
  - Traitement « simple » sous Radan



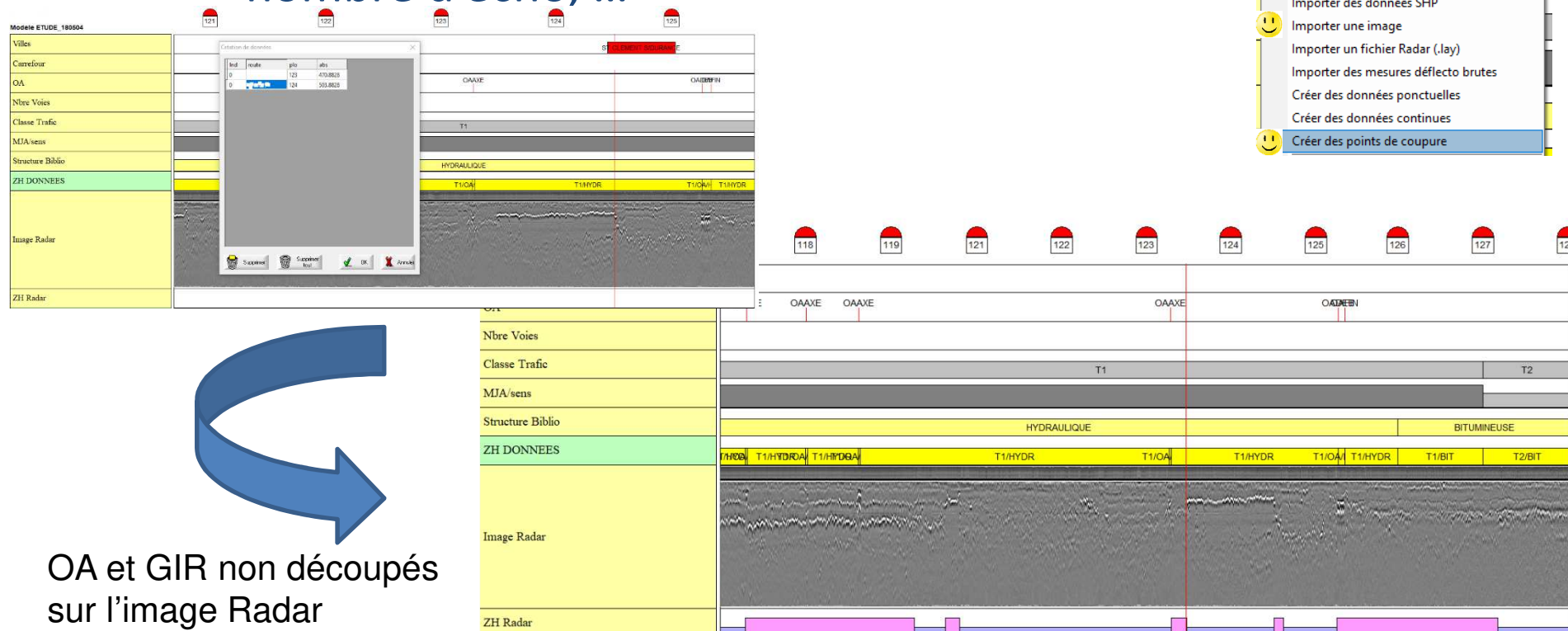
- Exportation de l'image avec calage en PR+abscisse

## 2. Découpage « données Structure »

- **Auscultation RADAR (2/2)**

## — « Découpage » du signal :

- Variations des amplitudes, temps d'écoute, nombre d'écho, ...





## 2. Découpage « données Structure »

### • Mesures de déflexions (1/2)

- Corrections en température et fonction du matériel
- Détermination de la déflexion caractéristique :

- Pas de méthode de calcul dans le guide,  
découpage en section de 100 m (chapitre 2)

Dans ce second cas, le schéma itinéraire est découpé en sections élémentaires de longueur constante (généralement 100 m) auxquelles on affecte la classe de déflexion ( $D_i$ ) correspondante sous la forme d'un code graphique ou d'un code couleur.

et/ou 200 m (chapitre 3)

La déflexion caractéristique doit être corrigée en température si besoin pour être exprimée à 15 °C (cf. chapitre 2, § 2.6.3). Le Tableau 13 précise la classe de déflexion à retenir en fonction de la valeur caractéristique issue des mesures par 200 m [26, 27], et propose un qualificatif du comportement global de la chaussée en fonction de la classe de trafic.

- Choix DEDIR : découpage statistique  
Algorithme statistique de J. Peybernard  
(*BLPC n°130, mars-avril 1984*)

- Choix des paramètres après test sur plusieurs sections d'étude  
dont le risque choisi à 6%

## 2. Découpage « données Structure »

- Mesures de déflexions (2/2)
  - Classes de déflexion selon le guide

Classes de déflexion	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
Seuils de déflexion caractéristique en 1/100 mm	de 0 à 19	de 20 à 29	de 30 à 44	de 45 à 74	de 75 à 99	de 100 à 149	de 150 à 199	de 200 à 299	≥ 300

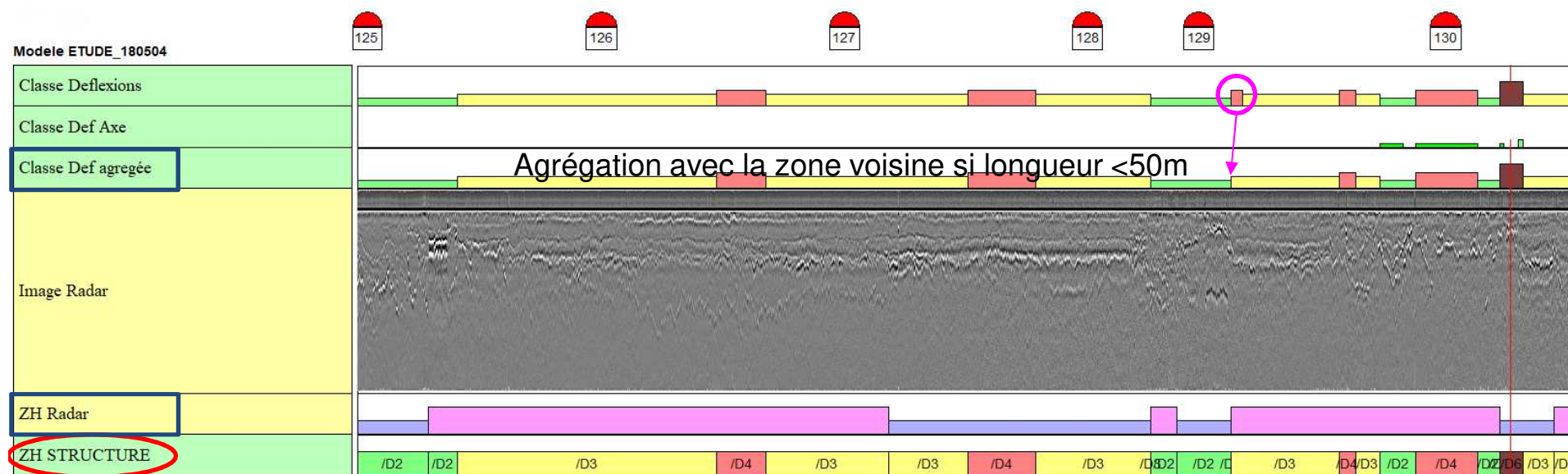
- Choix de la classe de déflexion maximale entre rive et axe



- ET sur le profil transversal (structure rive différente)
  - Alerte :
    - Si ↗ 100 % en rive / axe pour les structures bitumineuses et souple
    - Si ↗ 50% en rive / axe pour les structures MTLH

## 2. Découpage « données Structure »

- **Découpage final « Structure » :**
  - **Croisement découpage Radar et classe de déflexion :**



**A chaque changement de structure, on affecte la classe de déflexion**



## 3. Relevé de dégradations (fissures)

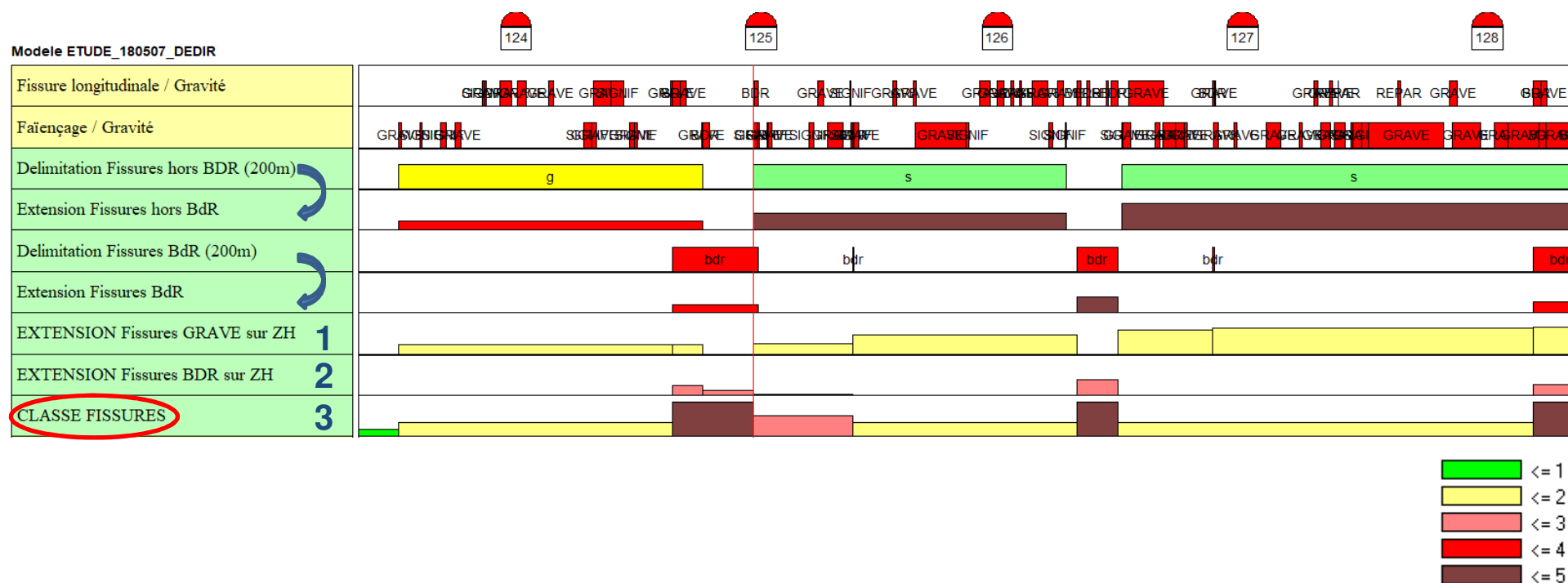
- **Fissures longitudinales (FL) et faïençage (FAI)**
  - Dans le guide pré-découpage en section de 100m (chapitre 2)
  - Choix DEDIR: Regroupement des fissures proches (200m) et calcul du pourcentage des fissures dans chaque zone homogène.  
Ces zones intègrent les réparations.
  - Classes Fissures conformes au guide

Localisation des fissures/ faïençage	Niveau de gravité	Classe de fissuration/faïençage				
		F1	F2	F3	F4	F5
Dans les bandes de roulement $\Sigma$ % de (FL + FAI)	Significatives	< 5 %	< 5 %	5 à 10 %	10 à 30 %	> 30 %
	Graves	< 2 %	< 2 %	2 à 5 %	5 à 10 %	> 10 %
Non spécifique aux bandes de roulement $\Sigma$ % de (FL + FAI)	Graves	< 20 %	$\geq$ 20 %			



### 3. Relevé de dégradations (fissures)

- **Fissures longitudinales (FL) et faïençage (FAI)**



### 3. Relevé de dégradations (déformations)

## Mesures d'orniérage – méthode LPC 49

- Orniérage caractéristique Oc
  - Dans le guide pré-découpage en section de 100m (chapitre 2)
  - Choix DEDIR : Découpage statistique avec l'algorithme de J. Peybernard
  - Classes orniérage conformes au guide

Classes d'orniérage		Déformation en mm		
		< 10	10 à 20	> 20
Extension en %	≤ 10 %	ORN1	ORN2	ORN4
	> 10 %		ORN3	

Mesures pour des cas particuliers, préalablement identifiés

## 4. Proposition du découpage par le logiciel

- Dans le guide :

- Chapitre 2

### 3.6 - Détermination et caractérisation des zones homogènes

L'analyse synoptique des sections élémentaires en situation et données d'historique, dégradations, déflexions et rayons de courbure permet de définir des zones homogènes (Figure 20). Réalisé de façon fine dans un premier temps, cet exercice d'analyse doit être poursuivi par une étape d'agrégation des sections élémentaires pour disposer d'un nombre raisonnable de zones homogènes décrivant l'itinéraire (typiquement 1 à 4 par étude, de longueur minimale de 200 m, hors purge). Les extrémités de ces zones peuvent être redéfinies plus finement principalement en fonction des dégradations, des déflexions et des rayons de courbure individuels.

Une zone homogène peut suffire à décrire l'ensemble de l'itinéraire.

Pour chaque zone homogène ainsi définie, on recalcule les pourcentages de dégradation et valeurs caractéristiques (déflexion et rayon de courbure) pour l'ensemble de la zone (Figure 21).

- Chapitre 3 pour chaque famille

### 3.2.4 - Agrégation des zones homogènes

La synthèse des zones homogènes en structure, trafic, drainage d'une part et déflexions, dégradations et ornières d'autre part conduit à un découpage fin, qu'il convient d'agréger en zones individuelles de taille suffisante (longueur minimale 200 m, hors purge) pour disposer d'un nombre raisonnable de zones homogènes décrivant l'itinéraire (typiquement une à quatre par étude).

Lors de l'agrégation, le niveau de déflexion/fissuration/orniérage retenu correspondra à la valeur maximale rencontrée sur la zone homogène.

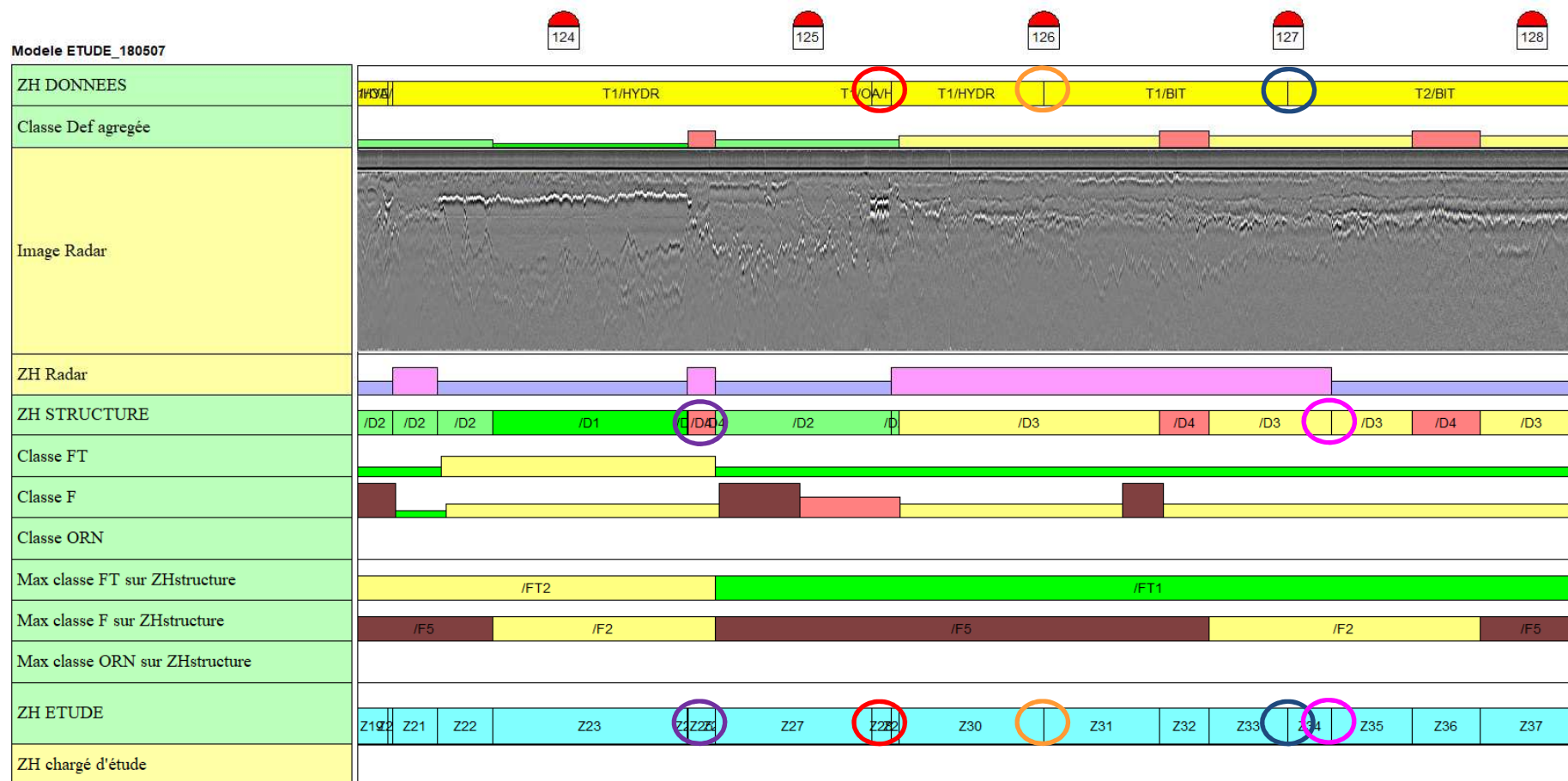


## 4. Proposition de découpage en Zones Homogènes

- **Choix DEDIR**

1. **Fusion du découpage « bibliographie » et « structure » -> Zones Homogènes**
2. **Choix de la classe maximale des dégradations sur chaque Zone**
3. **Choix de la déflexion caractéristique maximale sur chaque Zone**
4. **Validation ou adaptation par le chargé d'étude**

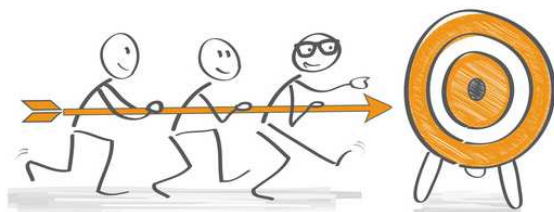
## 4. Proposition du découpage en Zones Homogènes





## Perspectives

- **Mode opératoire en cours de finalisation, modèle crée sous GSR exploitation**  
*Un grand merci à D. Meignen et D. Bessonneau*
- **Aujourd'hui, test des paramètres sur 2 études de 20km x 2sens -> valider la méthodologie sur d'autres études**  
**Association des Cerema Est et Cerema Ouest**
- **Méthodologie adaptable avec d'autres indicateurs**



**Avoir un outil fiable pour obtenir un découpage OBJECTIF, à valider par le responsable d'études**

## Merci de votre attention

**Sophie FERRANTE § Nadège SAGNARD**  
**Cerema Méditerranée**  
**CS70499**  
**13593 Aix-en-Provence Cedex 3**