



LES OUTILS DE PESAGE DYNAMIQUE AU SERVICE DE LA SURVEILLANCE DES OUVRAGES ROUTIERS

Webinaire des « Rendez-vous de la Mobilité » du Cerema

12 janvier 2023

Éric Klein – Cerema Est / TMI / MIT

SOMMAIRE

1

- 1 Introduction au webinaire
- 2 Enjeux de la surveillance d'ouvrages routiers
- 3 Outils de pesage dynamique

2

- 4 Expérimentations et projets en cours
- 5 Perspectives et échanges





PARTIE (1)

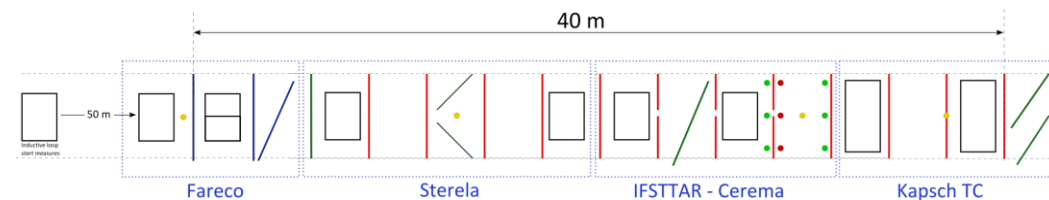
**Introduction au webinar : rôle du Cerema
dans le domaine du pesage dynamique**

WIM : RÔLES DU CEREMA DEPUIS LES ANNÉES 70S



Accompagnements à la recherche et innovations

- Participation à la conception du premier capteur piézoélectrique avec LROP (1978)
- Construction du premier réseau français de station automatique trafics lourds (SATL – 1984)
- Co-développement de stations SIREDO silhouettes et charges – dépôt de brevets (1992)
- Invention étalonnage automatique par Daniel Stanczyk : algorithme utilisé dans le monde entier
- Pilotage du prototypage de la première station de présélection des surcharges (2000-2004)
- Participation depuis les années 80s à tous les programmes de R&D et I aux côtés de l'IFSTTAR/UGE



WIM : RÔLES DU CEREMA DEPUIS LES ANNÉES 70S



Accompagnement opérationnel de l'État et d'autres gestionnaires routiers

- Aide à la décision stratégique : déploiement, maintenance et évolution
- AMO déploiement de stations SATL, SIREDO puis EPM (présélection) jusqu'à ce jour : plus de 80 sites en France depuis 1984'
- MOA déléguée fonctionnement et maintenance des EPM jusqu'à ce jour
- Évolution vers le CSA surcharges : accompagnement depuis 2005'
- Accompagnement de société d'autoroutes concédées et de collectivités territoriales



WIM : RÔLES DU CEREMA DEPUIS LES ANNÉES 70S



Évaluer, accompagner et incuber

- Accompagnement de l'État et de CT par le Cerema pour déployer des stations WIM hors RRN
- Évaluation de nouvelles stations WIM PL mais aussi TE, vélo, etc.
- Accompagnement des industriels dans le développement opérationnel de capteurs
- Incuber des start-up proposant des technologies en rupture





PARTIE (2)

Enjeux de la surveillance d'ouvrages routier



Préoccupation des gestionnaires

Après l'effondrement du pont de Mirepoix-sur-Tarn, du pont de Gènes, etc. la surveillance et la protection des ouvrages d'art sensible est une réelle préoccupation des gestionnaires de patrimoines et des responsables politiques locaux.

Le constat



- Un **patrimoine d'ouvrages d'arts sensible** sur le RRN, sur le réseau concédé mais aussi dans les collectivités de toutes tailles,
- Des **gestionnaires** et **politiques** sensibilisés et demandeurs d'accompagnement pour prévenir d'éventuelles dégradations majeures et dangers,
- Des **briques technologiques** proposées par les industriels permettant de construire des solutions de surveillance voire de protection des OA

Les enjeux



- Optimiser la **maintenance** et la **viabilité** des ouvrages routiers
- Éviter les **incapacités d'usage** d'ouvrages stratégiques / sensibles
- Éviter tout désordre engageant la **sécurité publique**
- Ne pas altérer la **mobilité** des usagers
- **Maîtriser les coûts** de maintenance et de réfection induits



PARTIE (3)

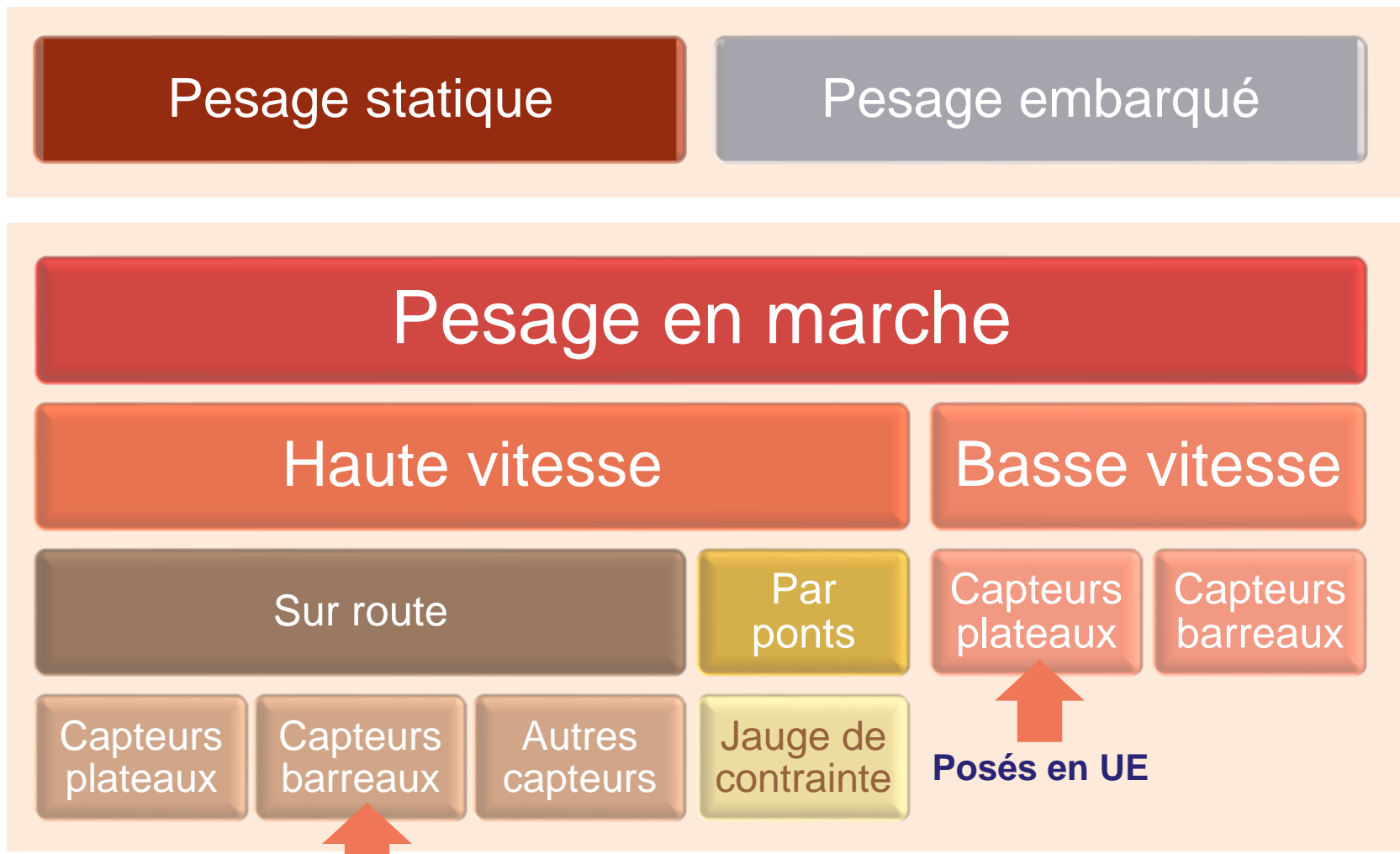
Les Outils de pesage dynamique routier

PESAGE STATIQUE ROUTIER



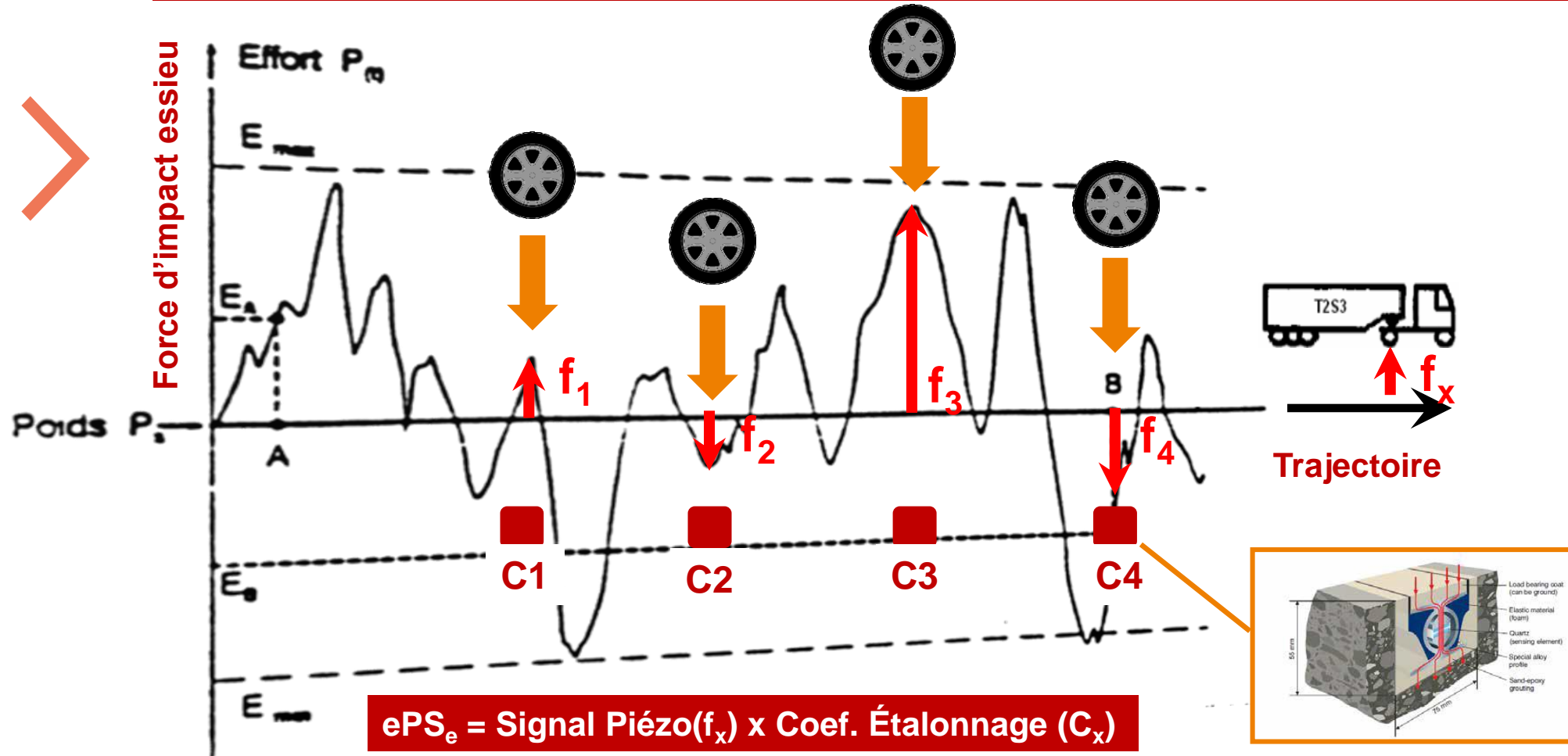
- Contrôles statiques : une **mise en œuvre lourde (!)**
- Contrôleurs des DREAL, peseurs et forces de l'ordre **sur place nécessaire**
- Présélection des VTR en surcharge par « sélection visuelle » → **1 PL sur 4 en infraction soit 25% seulement (!)** → pertes de temps et d'efficacité

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : SYSTÈMES

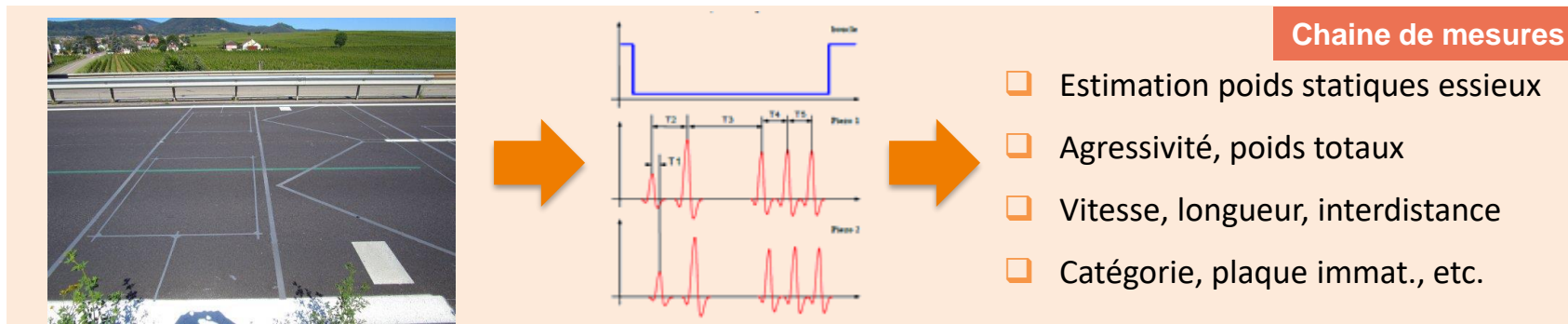
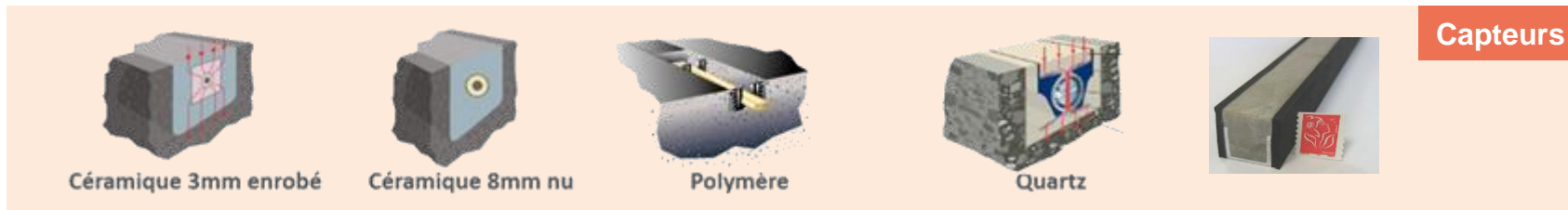


PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : PRINCIPES

Force d'impact >>> Capteurs >>> Passage essieu >>> Mesure échantillonnée



PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : LES BARREAUX



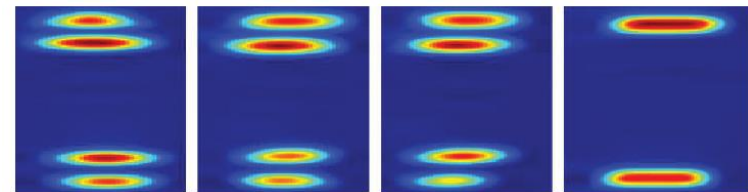
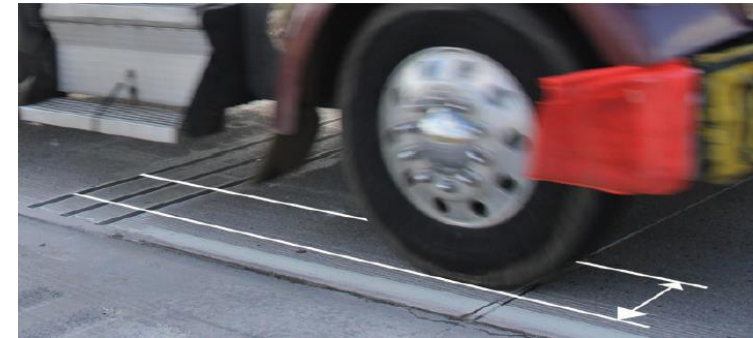
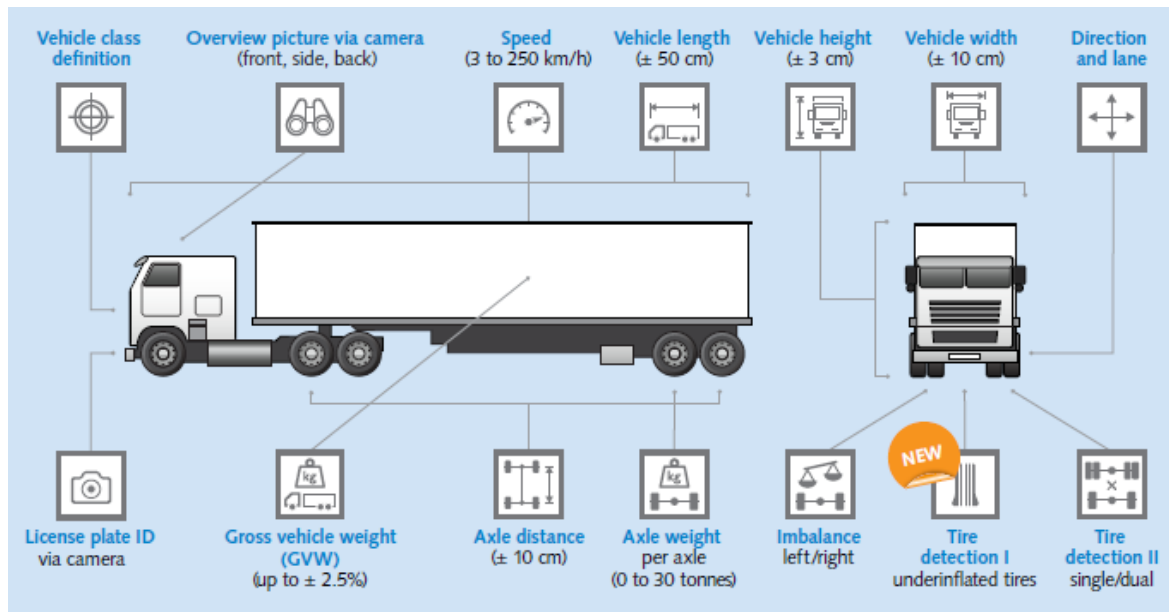
PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : FIXE vs MOBILE



- **Deux fabricants français** et un troisième sur les rangs
- Technologies capteurs **piézoélectriques**
- Performances de $\pm 7\%$ à $\pm 15\%$ pour un barreau quartz et **inférieure à $\pm 5\%$** avec deux barreaux quartz.

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : PNEUS ET POSITION

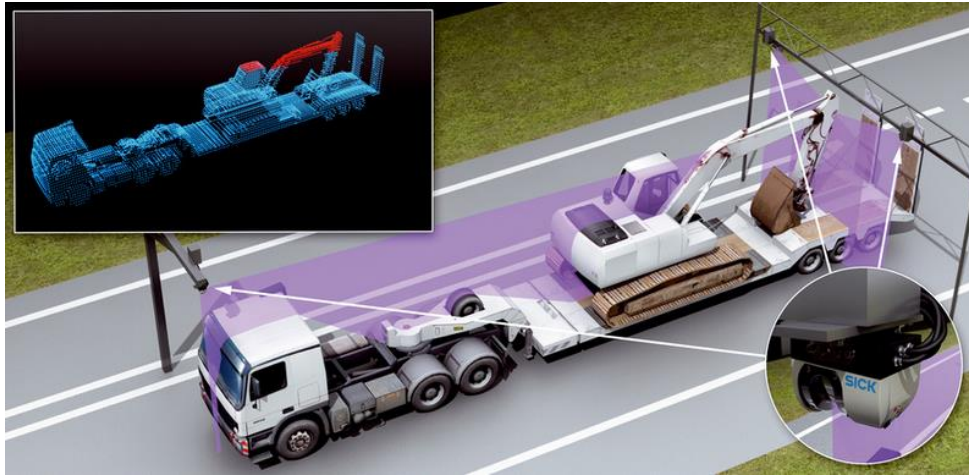
- Comptage précis du **nombre de pneus** sur la chaussée
- Mesure précise des **largeurs d'essieux**
- Mesure précise de la **position latérale** de **chaque rang d'essieu** dans la voie
- Pneus **sous-gonflés** et **anormaux**



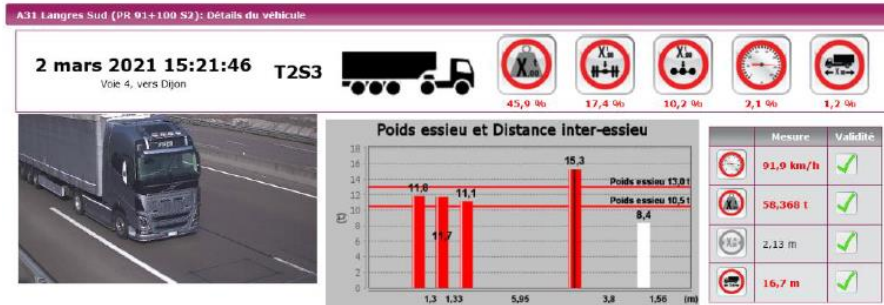
PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : PROFIL



- **Gabarit dynamique** : profil 3D et alarmes dimensionnelles
- **Profil 2D** sur zone logistique
- Comptage précis du **nombre d'essieux** sur la chaussée



PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : SUPERVISION



- **Monitoring Web** temps réel
- **Seuil alertes** paramétrables
- **Alertes** mail, sms, etc.
- **Stockage données Web** et usages temps différés

Mesures	Infractions				
Catégorie Client 2: 5 (5) Catégorie Client 1: 33 (33) Sterela: T2S3 (33) Position latérale: dans la voie					
	Limite	Mesure	Mesure/Limite	Contrôle	Mesure/Contrôle
Vitesse	90,0 km/h	91,9 km/h	2,1 %		
Poids total	40,0 t	58,368 t	45,9 %		
Poids essieu 1	13,0 t	8,381 t			
Poids essieu 2	13,0 t	15,267 t	17,4 %		
Poids essieu 3	10,5 t	11,142 t	6,1 %		
Poids essieu 4	10,5 t	11,729 t	11,7 %		
Poids essieu 5	10,5 t	11,849 t	12,8 %		
Ecart latéral		-0,05 m			
Largeur 1er essieu		2,13 m			
Longueur	16,5 m	16,7 m	1,2 %		
Distance inter-essieu 0-1		1,56 m			
Distance inter-essieu 1-2		3,8 m			
Distance inter-essieu 2-3		5,95 m			
Distance inter-essieu 3-4		1,33 m			
Distance inter-essieu 4-5		1,3 m			

Mesures	Infractions				
	Limite	Mesure	Mesure/Limite	Contrôle	Mesure/Contrôle
Poids total	40,0 t	58,368 t	45,9 %		
Poids essieu 2	13,0 t	15,267 t	17,4 %		
Poids essieu dans groupe 5	10,5 t	11,849 t	12,8 %		
Poids essieu dans groupe 4	10,5 t	11,729 t	11,7 %		
Poids groupe d'essieux 1	31,5 t	34,72 t	10,2 %		
Poids essieu dans groupe 3	10,5 t	11,142 t	6,1 %		
Vitesse	90,0 km/h	91,9 km/h	2,1 %		
Longueur	16,5 m	16,7 m	1,2 %		

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : SUPERVISION

VISIONNEUSE TEMPS-RÉEL UTILISATEUR CONNECTÉ ADMIN DURÉE RESTANTE 5 HR 57 MN 21 SEC EPM_RD83_1 - EPM Principal RD83 PR 36+200 Km 2 sélections

Horodate de détection	Horodate de contrôle	Plaque d'immatriculation	Photos	Poids total (Tonnes)	Vitesse (Km/h)	Longueur (Mètres)	Voie de circulation	Catégorie
18/03/2021 14:35:52	18/03/2021 14:35:52	FX090JX	Présence	1.10	85	4.15	1	21
18/03/2021 14:35:22	18/03/2021 14:35:22	EW925EX	Présence	1.40	88	5.02	2	21
18/03/2021 14:35:21	18/03/2021 14:35:21	FG128TM	Présence	8.20	69	6.94	1	1
18/03/2021 14:35:18	18/03/2021 14:35:18	EK774MT	Présence	1.30	102	5.15	1	21
18/03/2021 14:35:04	18/03/2021 14:35:04	FC577NB	Présence	2.90	75	5.95	1	15
18/03/2021 14:34:53	18/03/2021 14:34:53	DS163HS	Présence	1.20	108	4.11	1	21
18/03/2021 14:34:36	18/03/2021 14:34:36	EB880SW	Présence	1.80	88	5.16	1	15

Détecté à 14:35:21. Arrivée à 14:35:21

Plaque d'immatriculation : FG128TM

Poids par essieu (t) / Distance inter-essieu (m)

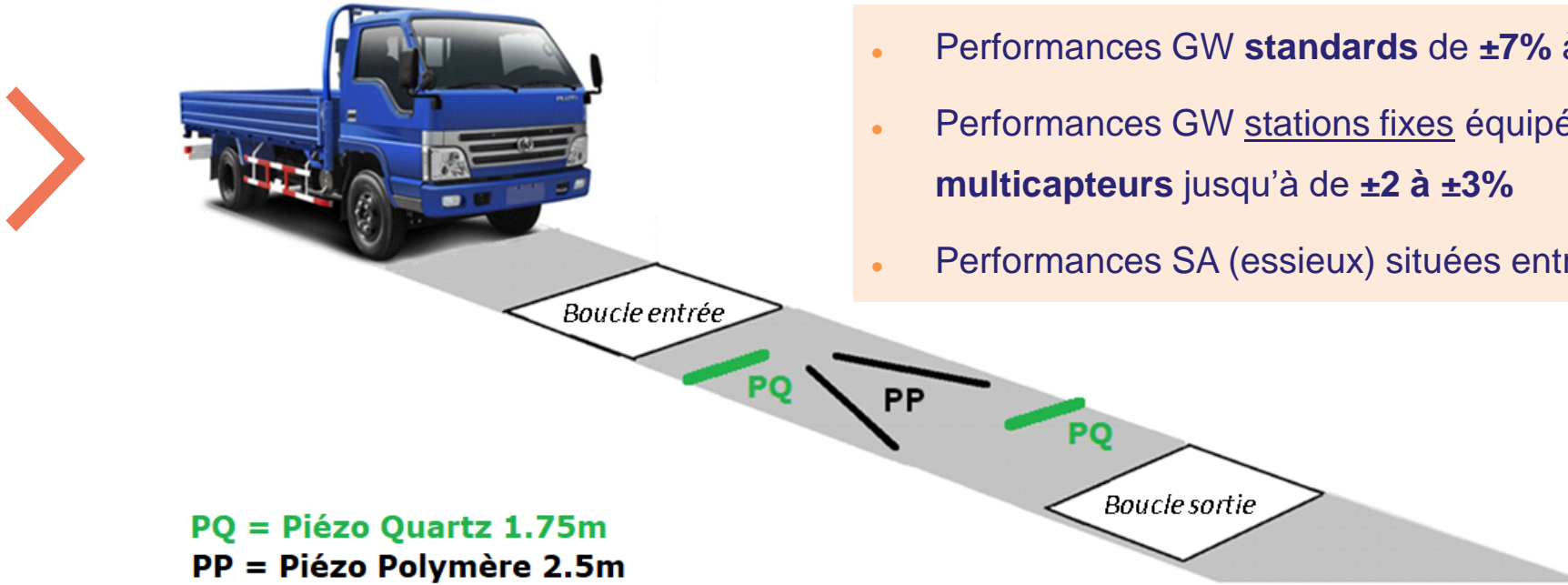
69 km/h
8.20 t
6.94 m

% de dépassement
Vitesse 0 %
Longueur 0 %
Poids total 0 %
Poids essieu 1 0 %
Poids essieu 2 0 %

Descriptions	Valeurs
Vitesse (Km/h)	69
Pourcentage de dépassement de la vitesse	0
Poids total (Tonnes)	8.20
Pourcentage de dépassement du poids total	0
Poids de l'essieu 1' (Tonnes)	4.80
Poids de l'essieu 2' (Tonnes)	3.40
Poids 1/2 essieu droit 1' (Tonnes)	2.40
Poids 1/2 essieu droit 2' (Tonnes)	1.70
Poids 1/2 essieu gauche 1' (Tonnes)	2.40

Tableau des Mesures Consulter les infractions

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : SUPERVISION



- Performances GW **standards** de $\pm 7\%$ à $\pm 15\%$
- Performances GW stations fixes équipées de grilles **multicapteurs** jusqu'à de ± 2 à $\pm 3\%$
- Performances SA (essieux) situées entre $\pm 10\%$ et $\pm 15\%$

SURVEILLANCE ET PROTECTION DES OUVRAGES

Observer, étudier, construire



- **Désordres** observés sur les ponts cadre, VIPP, à câbles, etc.
- **Non respect** des vitesses et des charges de PL
- **Méconnaissance des trafics** (dont les catégories de PL) et des **agressivités** de poids-lourds
- **Enjeux d'exploitation en sécurité** de l'ouvrage en évitant l'endommagement de sa structure par des poids-lourds

Attendus des gestionnaires



- Opérations « **clés en main** » souhaitées
- Dispositif de pesage dynamique **mobile** privilégié (alimentation autonome)
- Surveillance **vidéo** et/ou lecture de **plaques d'immatriculation** AV et/ou AR
- Option **feux de barrage, barrière automatique** voire **gabarit fixe / dynamique**
- Option **TMD , TE**
- **Instrumentation** de l'ouvrage et collecte de paramètres métrologiques
- Analyses **agressivité** du trafic et/ou **désordres** de l'ouvrage et/ou **corrélations**

Accompagnement des gestionnaires : Quels sujets ? (1/2)



- **OA présentant des { pathologies / désordres }** en évolution ? Ou des risques d'effondrement ?
- Station de **pesage dynamique** ? **Fonctionnalités** et utilité ?
- **Instrumentation d'ouvrage** ? Pourquoi ? Systématique ?
- **Caméras** ? Lecture de plaques d'immatriculation ? Fichier SIV ?
- **Connaissance du trafic** ? **Poids max** des essieux, véhicules et effet convois ? Convois exceptionnels ? **Agressivité** ? Risques ?
- **Usage des mesures** : informations communiquées au conducteur du véhicule ? À l'exploitant ? Au gestionnaire de l'infrastructure ? Autre ?

Accompagnement du Cerema : Quels sujets ? (2/2)



- **Interdiction du franchissement de l'OA ?** De la pédagogie à la verbalisation et à son automatiser ? Contraintes ?
- **Études de l'évolution des désordres de l'OA ?** Lois de comportements ?
- **Quid des informations nominatives ?** Déclaration en Préfecture ? CNIL ? RGPD ?

SURVEILLANCE ET PROTECTION DES OUVRAGES

Une approche par phases

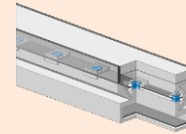


1. **Installation d'une instrumentation et/ou d'un système** permettant l'analyse du contexte, la collecte de données et la capitalisation de connaissances
2. **Contrôles pédagogiques** - Information temps réel du conducteur des non-respects : poids d'essieu, poids total, catégorie / gabarit, interdistance, vitesse, position, état des pneus, etc.
3. **Interdiction de franchissement** : feux de barrage, barrières, gabarits dynamiques, etc.
4. **Répression ponctuelle** : contrôles et interventions ponctuelles des DREAL et des FO
5. **Vers une automatisation des infractions** à la surcharge (en attente de la validation du référentiel)

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : LE FUTUR

Nouvelles usages de technologies

- Capteurs à **fibres optiques** conditionnées
- Capteurs à **géophones** et **accéléromètres**
- **Multicapteurs** en réseaux



Apports de l'IA

- **Reconnaissance** véhicules : marques, modèles
- Modélisation : **peser sans capteurs** de poids possible ?

