



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)

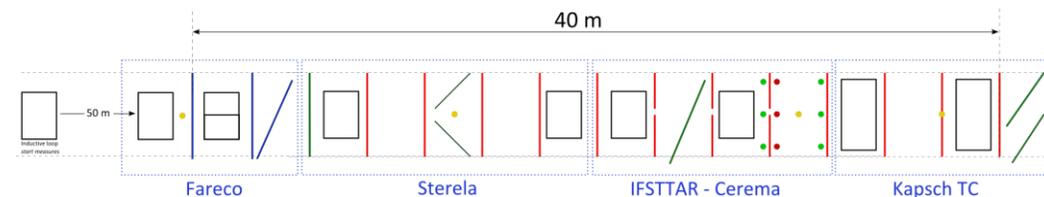
**Introduction au webinar : rôle du Cerema
dans le domaine du pesage dynamique**

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.

ENJEUX DE LA SURVEILLANCE D'OUVRAGES

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 réparation induits



PARTIE (3)

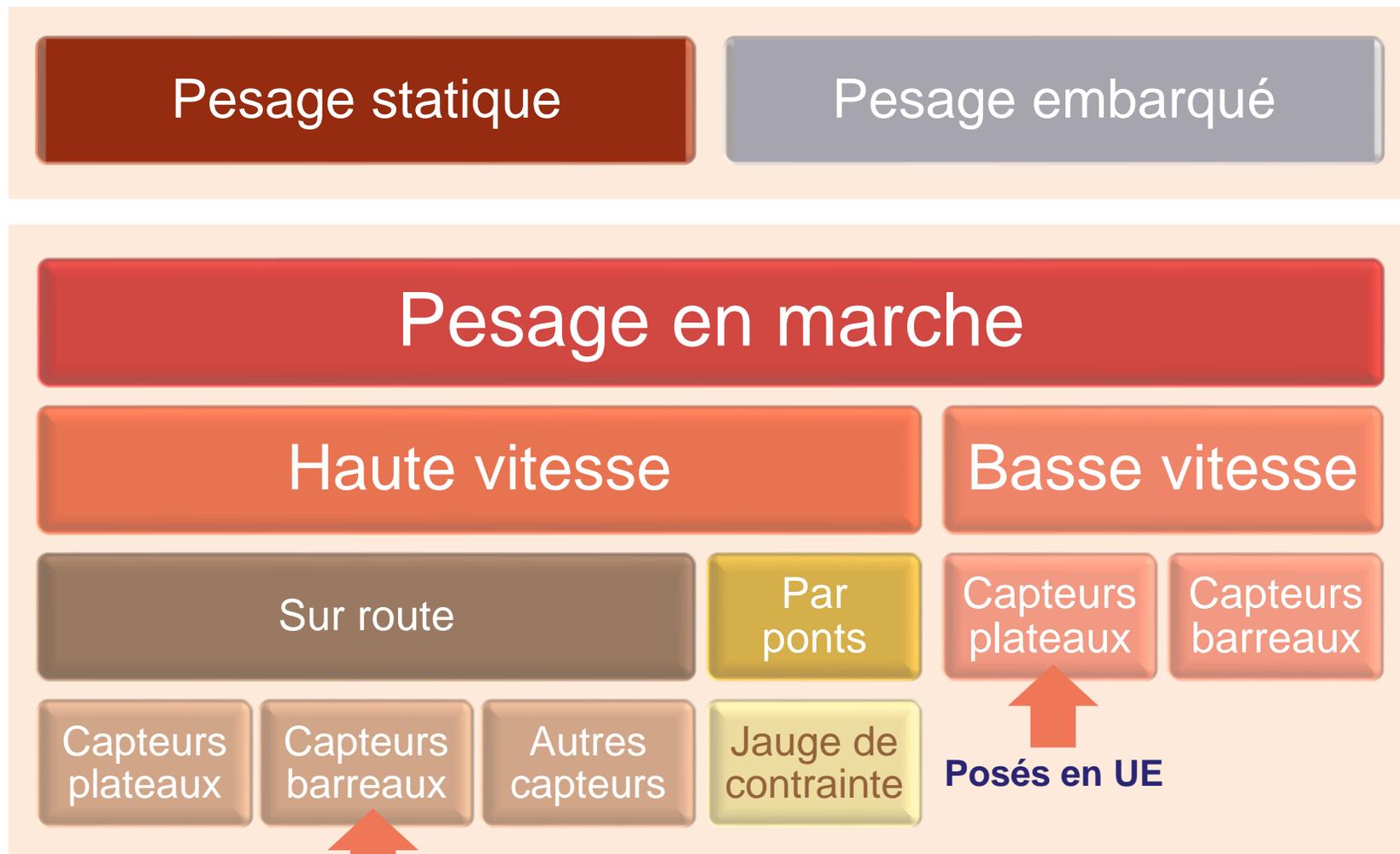
Les Outils de pesage dynamique routier

PESAGE STATIQUE ROUTIER



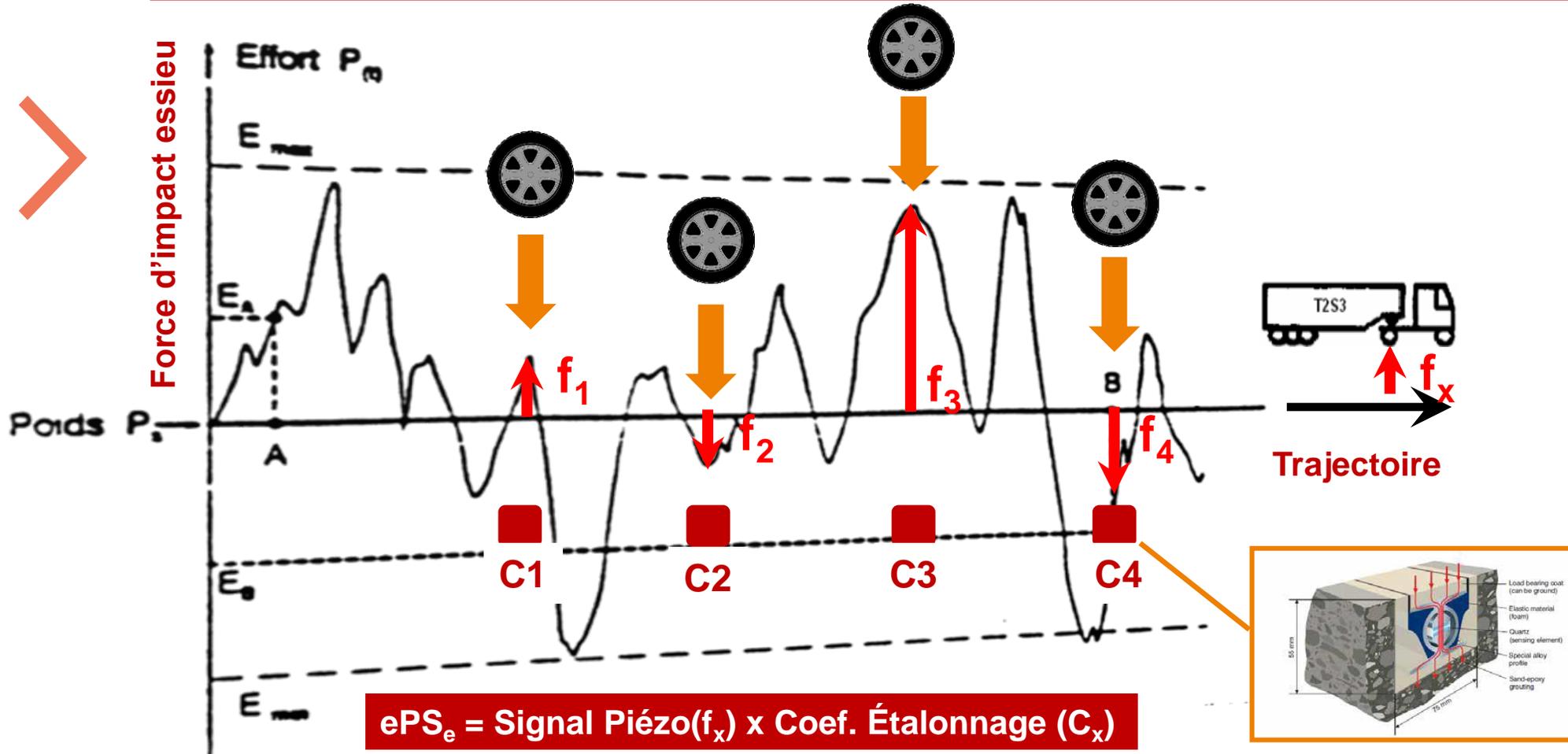
- Contrôles statiques : une **mise en œuvre lourde (!)**
- Contrôleurs des DREAL, peseurs et forces de l'ordre **sur place nécessaire**
- Présélection des VTR en surcharge par « sélection visuelle » → **1 PL sur 4 en infraction soit 25% seulement (!)** → pertes de temps et d'efficacité

PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : SYSTÈMES

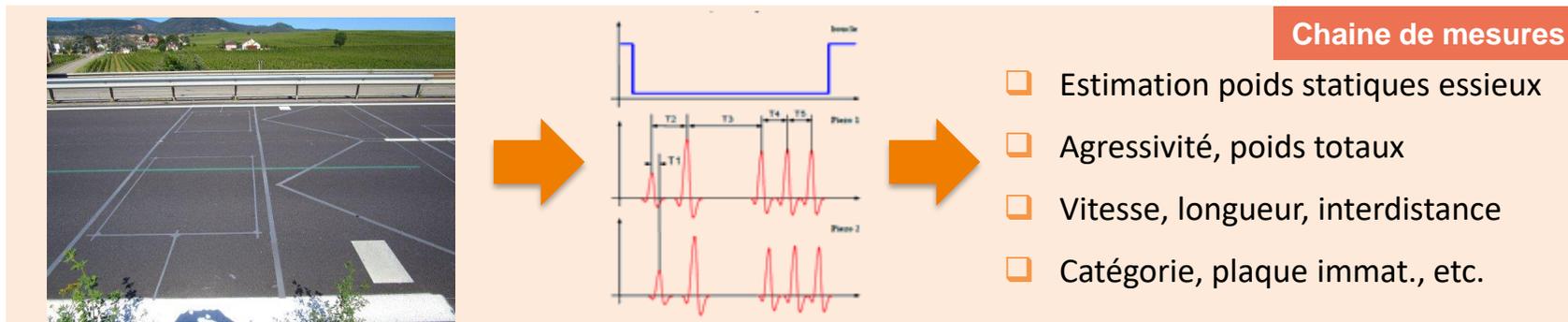
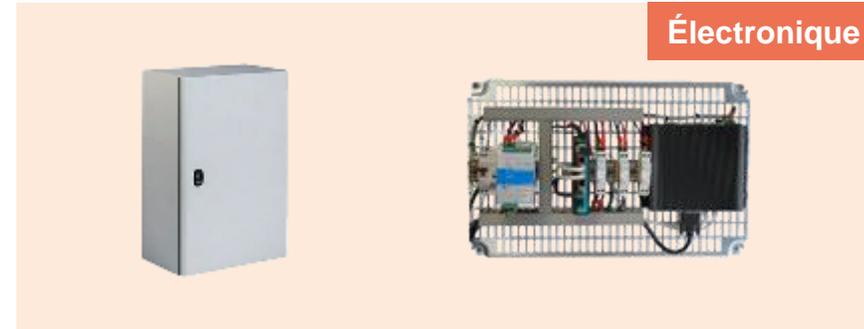


PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : PRINCIPES

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



PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : LES BARREAUX



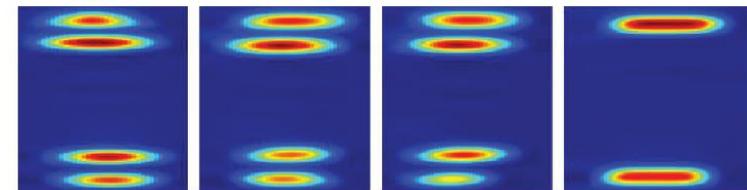
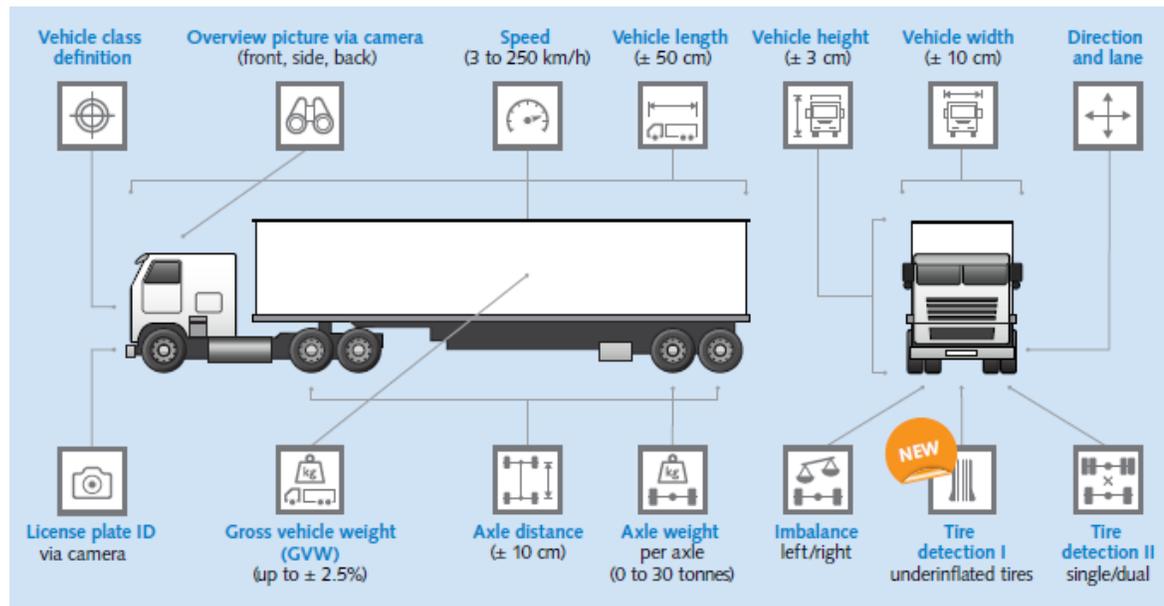
PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : FIXE vs MOBILE



- **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

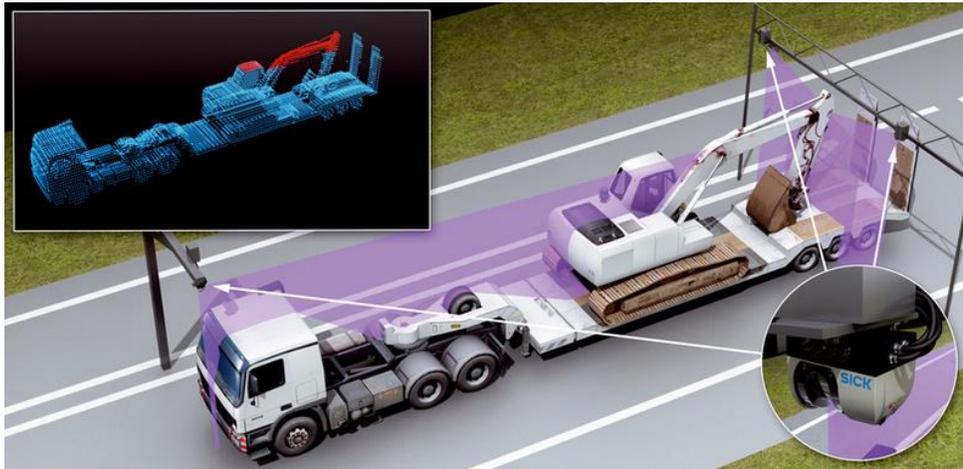
- Comptage précis du **nombre de pneus** sur la chaussée
- Mesure précise des **largeurs d'essieux**
- Mesure précise de la **position latérale** de **chaque rang d'essieu** dans la voie
- Pneus **sous-gonflés** et **anormaux**



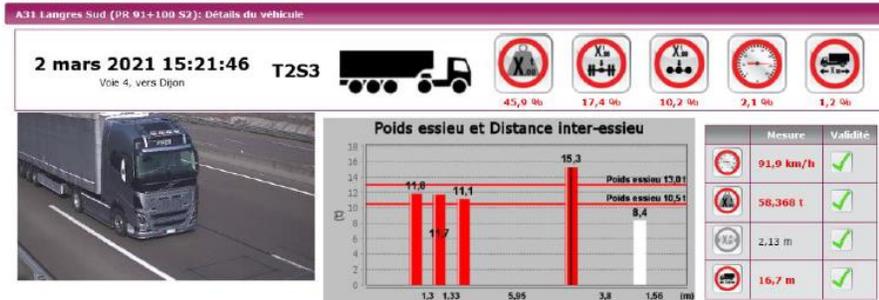
PESAGE DYNAMIQUE ROUTIER : PROFIL



- **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

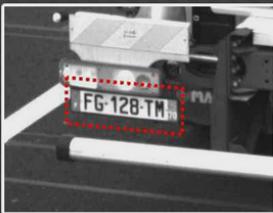
VISIONNEUSE TEMPS-RÉEL UTILISATEUR CONNECTÉ ADMIN DURÉE RESTANTE 5 HR 57 MN 21 SEC EPM_RD83_1 - EPM Principal RD83 PR 36+200 Km 2 sélections

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)

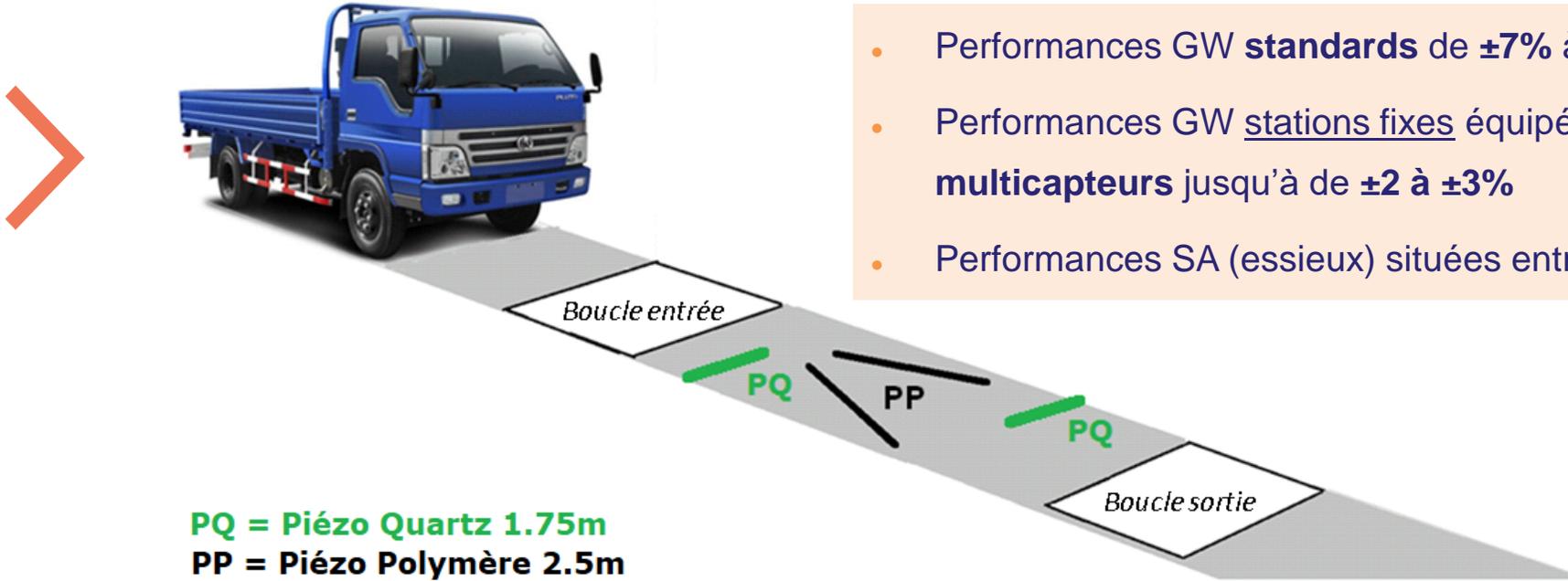
69 km/h
8.20 t
6.94 m

% 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

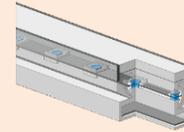


1. **Installation d'une instrumentation et/ou d'un système** permettant l'analyse du contexte, la collecte de données et la capitalisation de connaissances
2. **Contrôles pédagogiques** - Information temps réel du conducteur des non-respects : poids d'essieu, poids total, catégorie / gabarit, interdistance, 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 ?

