S2-3: ADAPTATION DES INFRASTRUCTURES AUX POIDS LOURDS DE GRANDE CAPACITE

Hervé Guiraud, Cerema, DT-ITM

Franziska Schmidt, IFSTTAR, MAST/SDOA

Sommaire

Général

1. Enjeux d'adaptation

Chaussées

2. Etudes sur les poids-lourds
3. Historique
4. Approche française sur les chaussées
5. Impact des sollicitations
6. Enjeux actuels pour le patrimoine routier français
7. Actions à mener

Ouvrages d'art

8. Impacts sur les ouvrages d'art
9. Etudes réalisées
10. Autres effets des PL sur les ouvrages d'art

Enjeux globaux (1/3)

- Poids :

- Longueur :

Enjeux globaux (2/3)

- Poids :
  - Chaussées,
  - Ouvrages d'art,
  - Dispositifs de retenue,
  - Protection des piles d'ouvrage.
- Longueur :
  - Géométrie des voies : voies d'insertion, giratoires, séparateurs, aménagement de carrefours,
  - Dimensionnement des aires,
  - Signalisation,
  - Passages à niveau,
  - Tunnels.

Enjeux globaux (3/3)

- Poids :
  - Chaussées,
  - Ouvrages d'art,
  - Dispositifs de retenue,
  - Protection des piles d'ouvrage.
- Longueur :
  - Géométrie des voies : voies d'insertion, giratoires, séparateurs, aménagement de carrefours,
  - Dimensionnement des aires,
  - Signalisation,
  - Passages à niveau,
  - Tunnels.

CHAUSSÉES

Etudes

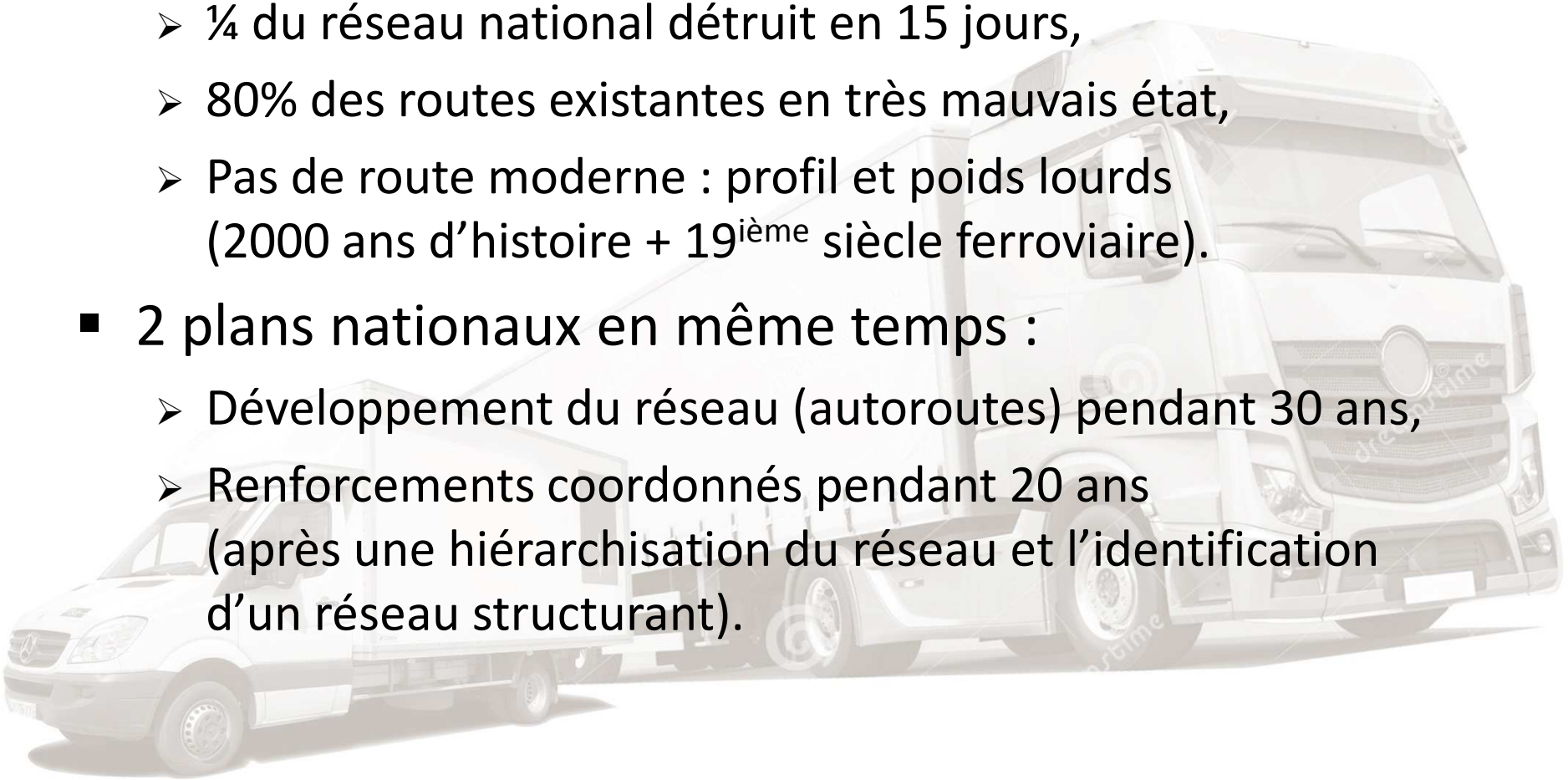
Depuis 2006 :

- Étude sur la transposition de la directive eurovignette, 2006, (rég.) DGITM
- Étude DGTREN sur l'impact d'un changement de la directive poids et dimensions, 2007, DGTREN
- Étude sur l'impact des 44t, 2008, CNT
- Étude sur l'impact des bois ronds (rég.), 2008, DGITM
- Étude sur l'impact des 44t, 2009/2011 (rég.), DGITM
- Bilan de la généralisation des 44t (2014), DGITM
- Étude sur des modifications du code de la route (2015), DGITM.

Historique (1/2)
années 60, 2 problèmes

- ¼ du réseau national détruit en 15 jours,
- 80% des routes existantes en très mauvais état,
- Pas de route moderne : profil et poids lourds (2000 ans d'histoire + 19ième siècle ferroviaire).

- 2 plans nationaux en même temps :
  - Développement du réseau (autoroutes) pendant 30 ans,
  - Renforcements coordonnés pendant 20 ans (après une hiérarchisation du réseau et l'identification d'un réseau structurant).



Historique (2/2)
hiver 1962/1963

Photo Cerema

Metz 14-288°C/J

Nancy 322°C/J

Strasbourg 54-407°C/J

1955 175 000 T

1960 290 000 T

1970 5 000 000 T

Photo Cerema

Approche française (1/5) principes

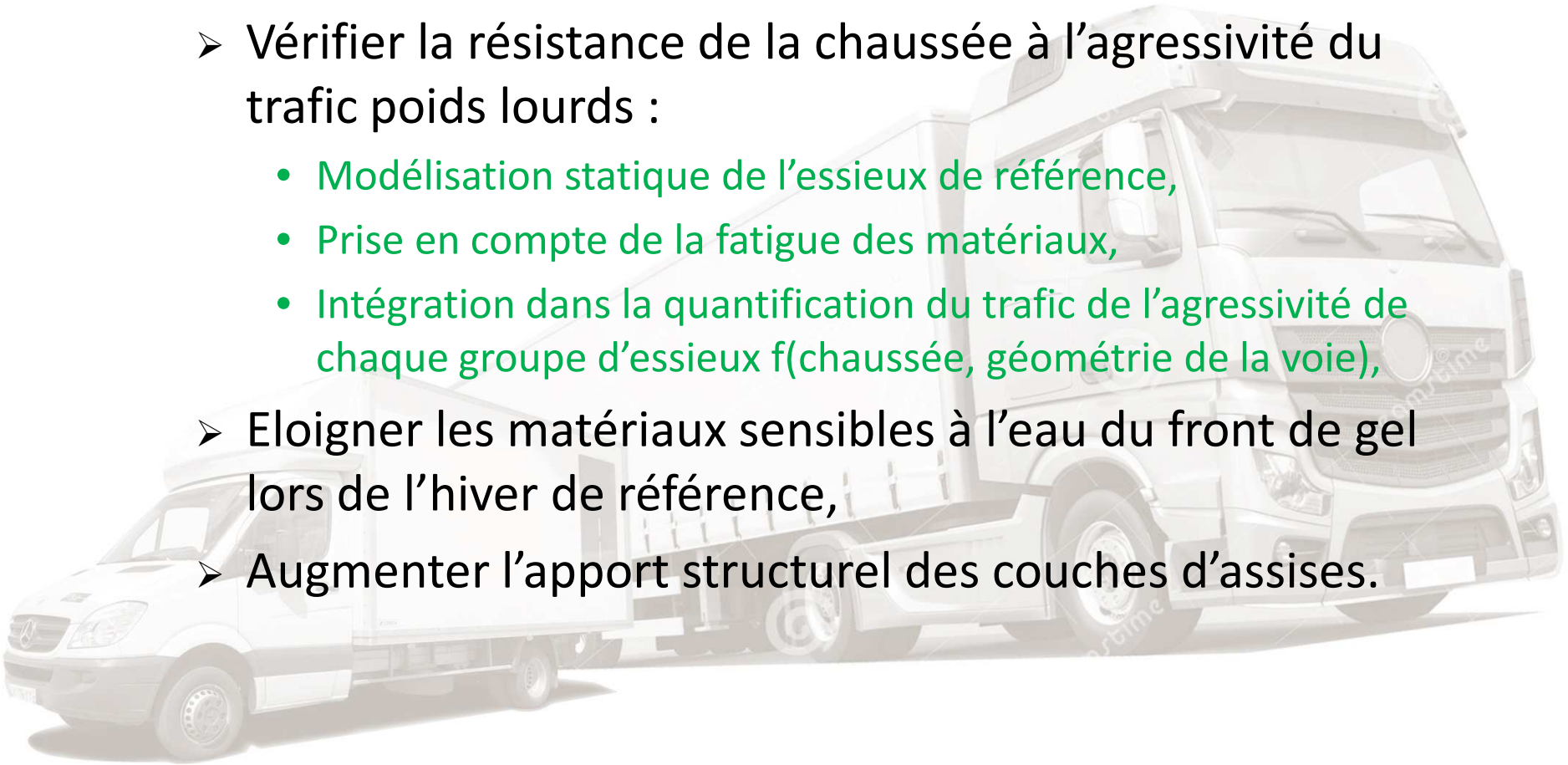
- Politique basée sur la méthode dite semi-rationnelle développée à l'occasion :
  - Limiter l'impact des poids lourds
  - Vérifier la résistance de la chaussée à l'agressivité du trafic poids lourds,
  - Eloigner les matériaux sensibles à l'eau du front de gel le plus profond lors de l'hiver de référence,
  - Augmenter l'apport structurel des couches d'assises.

Approche française (2/5) principes

- Limiter l'impact des poids lourds :
  - Limiter les charges par type d'essieux,
  - Exiger un uni longitudinal quasi-parfait sur les chaussées.
- Vérifier la résistance de la chaussée à l'agressivité du trafic poids lourds,
- Eloigner les matériaux sensibles à l'eau du front de gel le plus profond lors de l'hiver de référence,
- Augmenter l'apport structurel des couches d'assises.

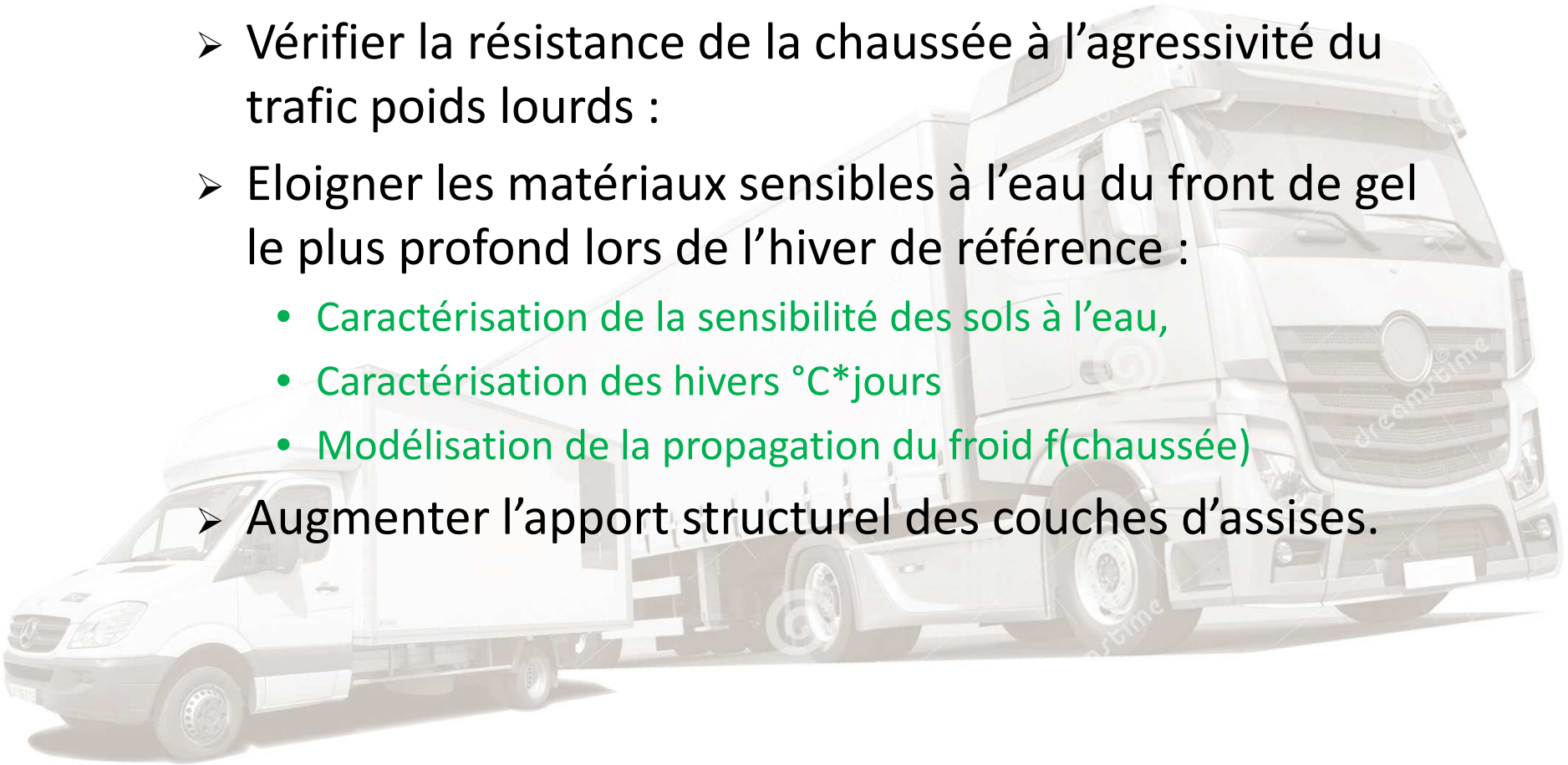
Approche française (3/5) principes

- Limiter l'impact des poids lourds,
- Vérifier la résistance de la chaussée à l'agressivité du trafic poids lourds :
  - Modélisation statique de l'essieux de référence,
  - Prise en compte de la fatigue des matériaux,
  - Intégration dans la quantification du trafic de l'agressivité de chaque groupe d'essieux f(chaussée, géométrie de la voie),
- Eloigner les matériaux sensibles à l'eau du front de gel lors de l'hiver de référence,
- Augmenter l'apport structurel des couches d'assises.



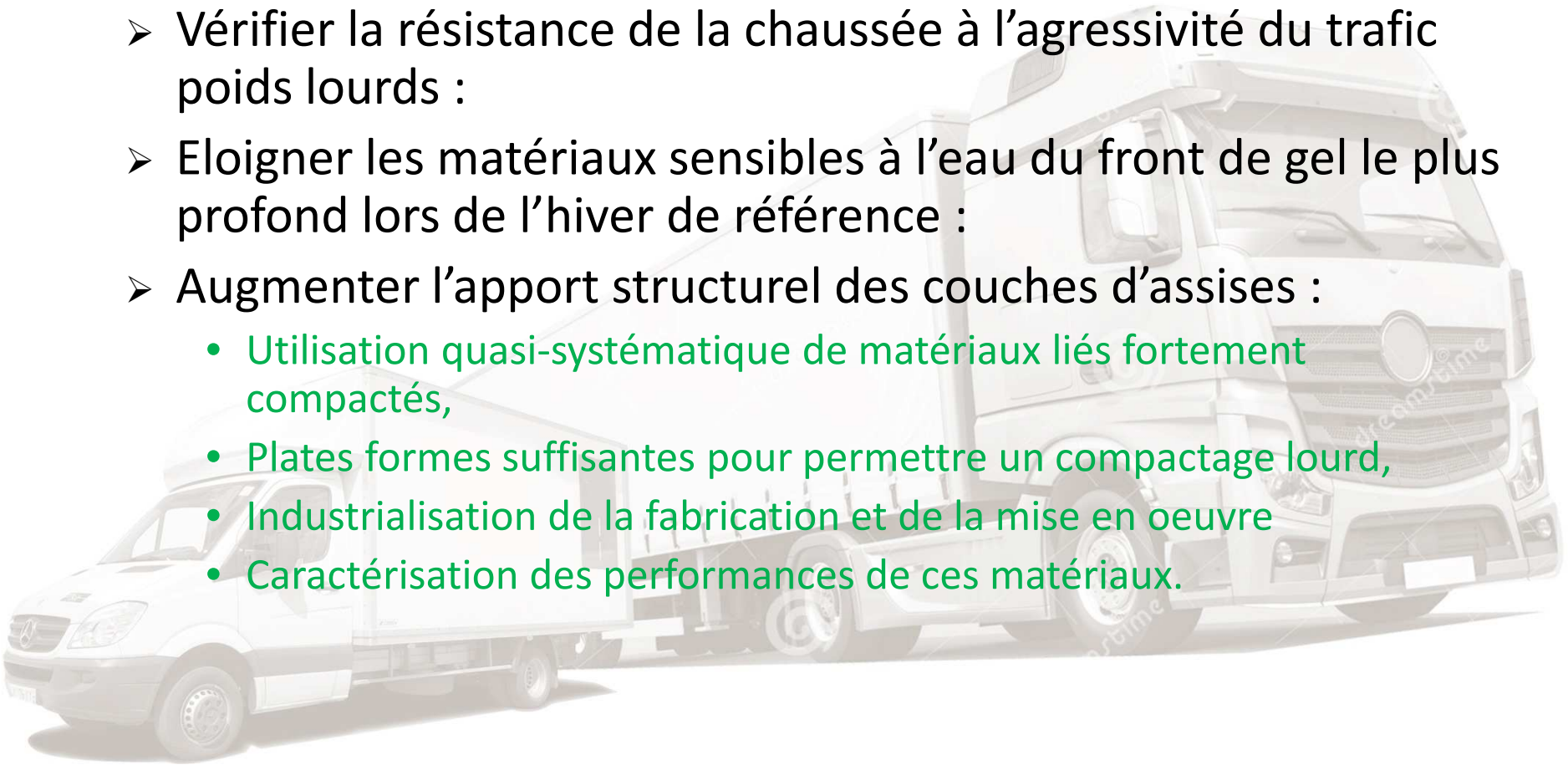
Approche française (4/5) principes

- Limiter l'impact des poids lourds,
- Vérifier la résistance de la chaussée à l'agressivité du trafic poids lourds :
- Eloigner les matériaux sensibles à l'eau du front de gel le plus profond lors de l'hiver de référence :
  - Caractérisation de la sensibilité des sols à l'eau,
  - Caractérisation des hivers °C*jours
  - Modélisation de la propagation du froid f(chaussée)
- Augmenter l'apport structurel des couches d'assises.



Approche française (5/5) principes

- Limiter l'impact des poids lourds,
- Vérifier la résistance de la chaussée à l'agressivité du trafic poids lourds :
- Eloigner les matériaux sensibles à l'eau du front de gel le plus profond lors de l'hiver de référence :
- Augmenter l'apport structurel des couches d'assises :
  - Utilisation quasi-systématique de matériaux liés fortement compactés,
  - Plates formes suffisantes pour permettre un compactage lourd,
  - Industrialisation de la fabrication et de la mise en oeuvre
  - Caractérisation des performances de ces matériaux.



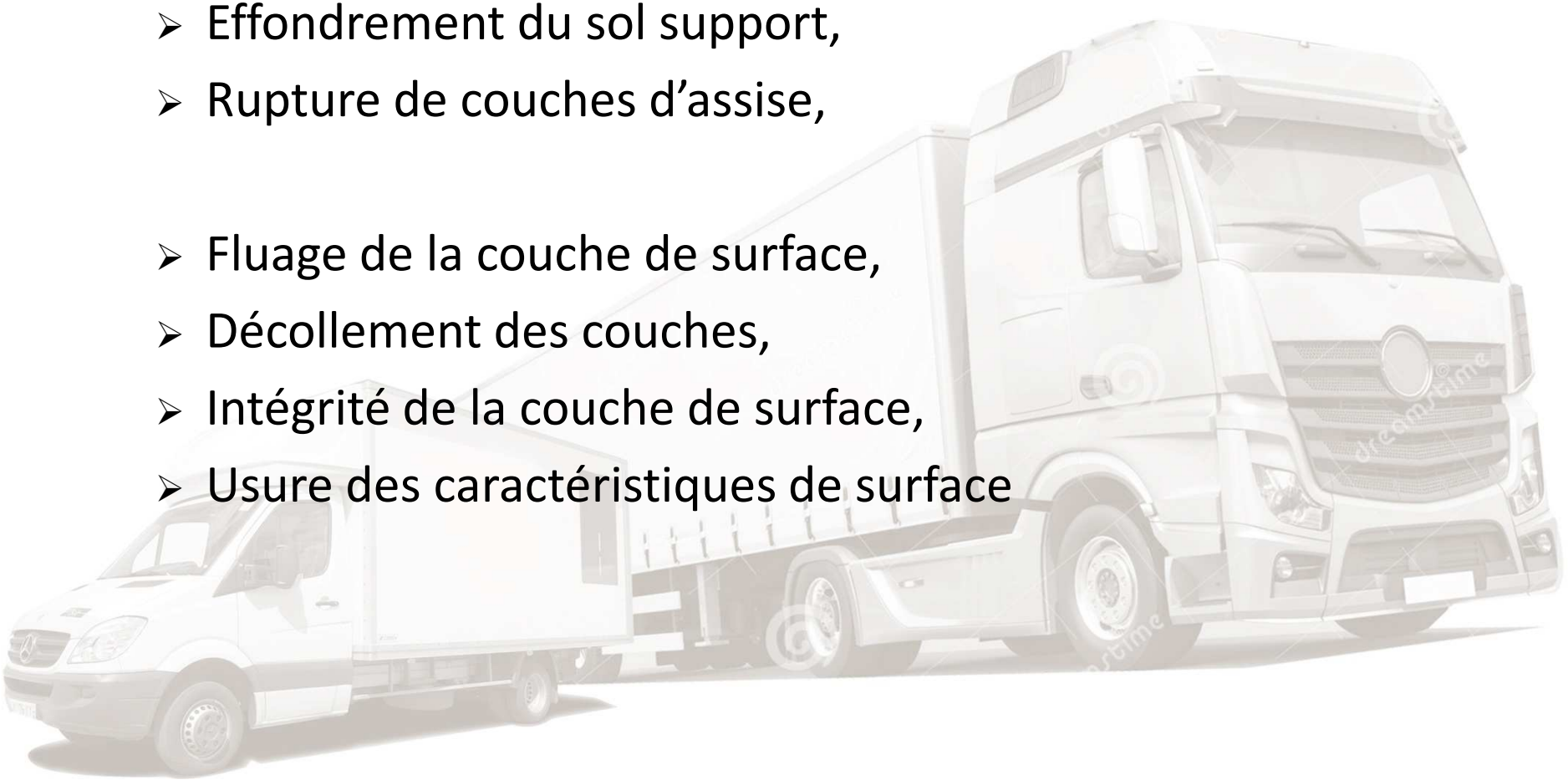
Impact des sollicitations (1/9)

- Trafic,
- Climat,
- Géométrie et l'uni.

Impact des sollicitations (2/9)
Le trafic

- Effondrement du sol support,
- Rupture de couches d'assise,

- Fluage de la couche de surface,
- Décollement des couches,
- Intégrité de la couche de surface,
- Usure des caractéristiques de surface



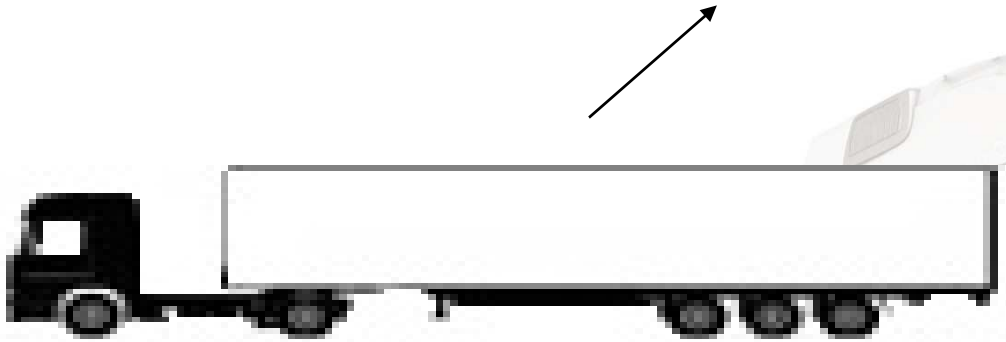
Impact des sollicitations (3/9)
Le climat

- Chute de portance,
- Mouvements différentiels,
- Changement de comportement,
- Intégrité de la couche de surface.

Impact des sollicitations (4/9)
La géométrie et l'uni

- Impact sur les agressivités

Impact des sollicitations (5/9)
La configuration des charges



27t, depuis 2013, 12t pour entre 40t et 44t

3t, depuis 2013, 12t pour entre 40t et 44t

Impact des sollicitations (6/9)
La configuration des charges

- Enjeux généralisation 44t, rapport au Parlement

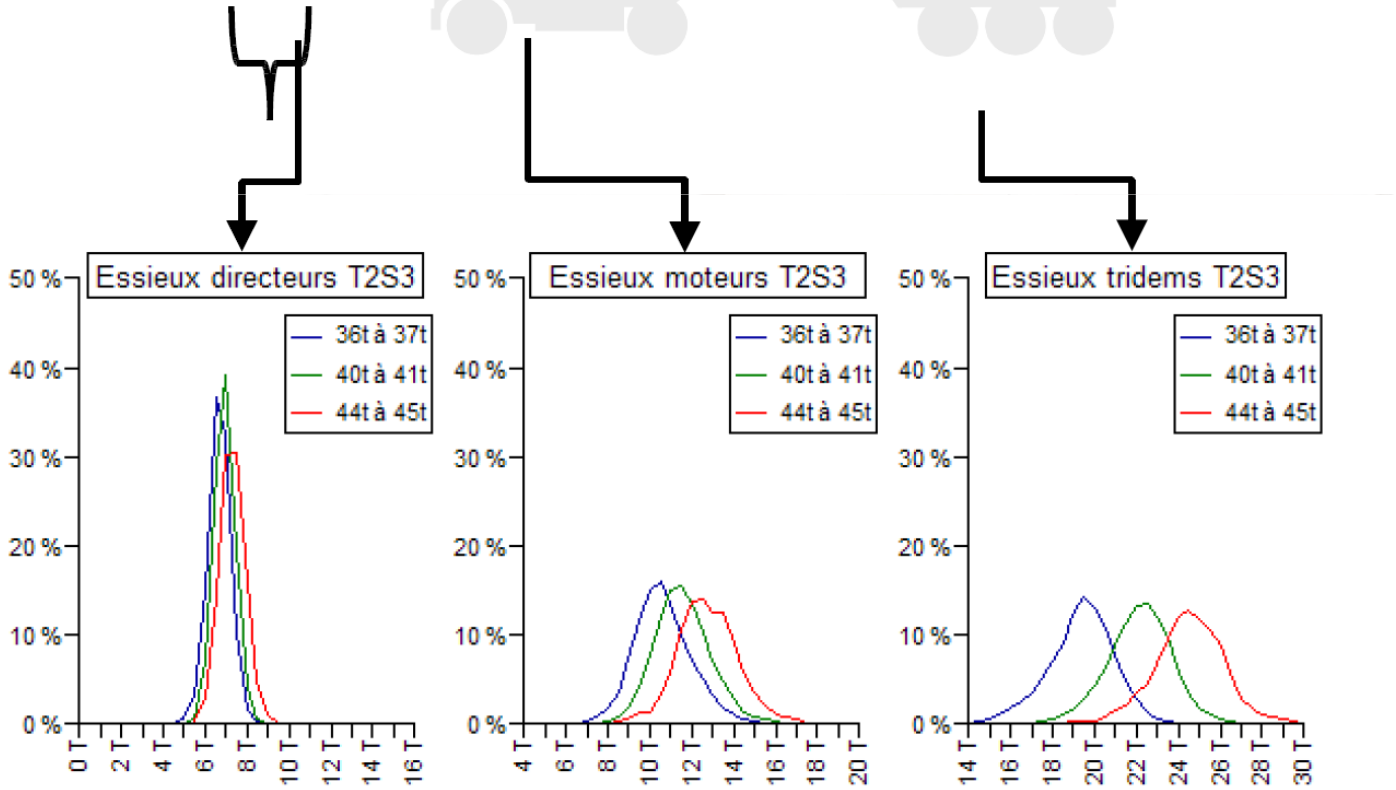
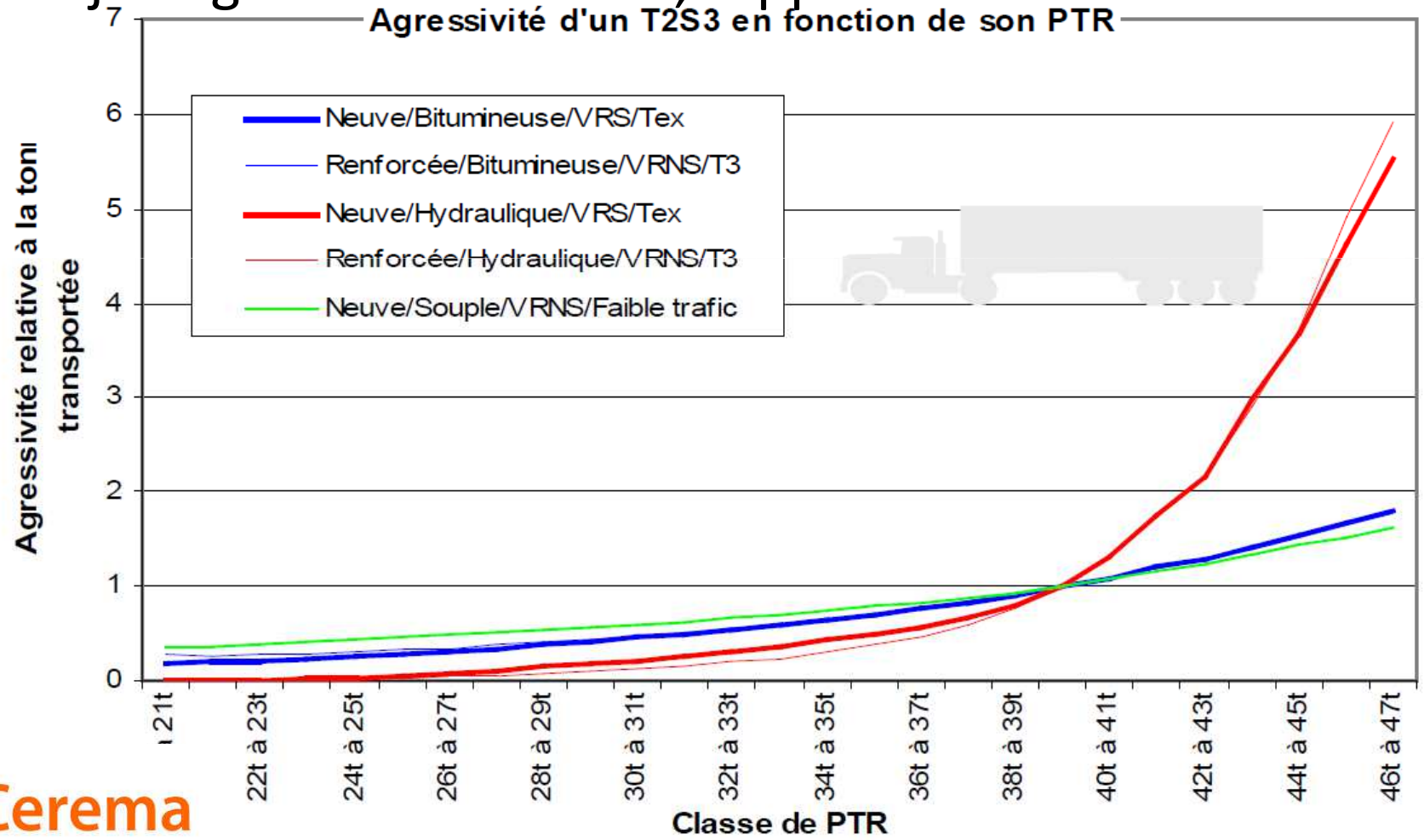


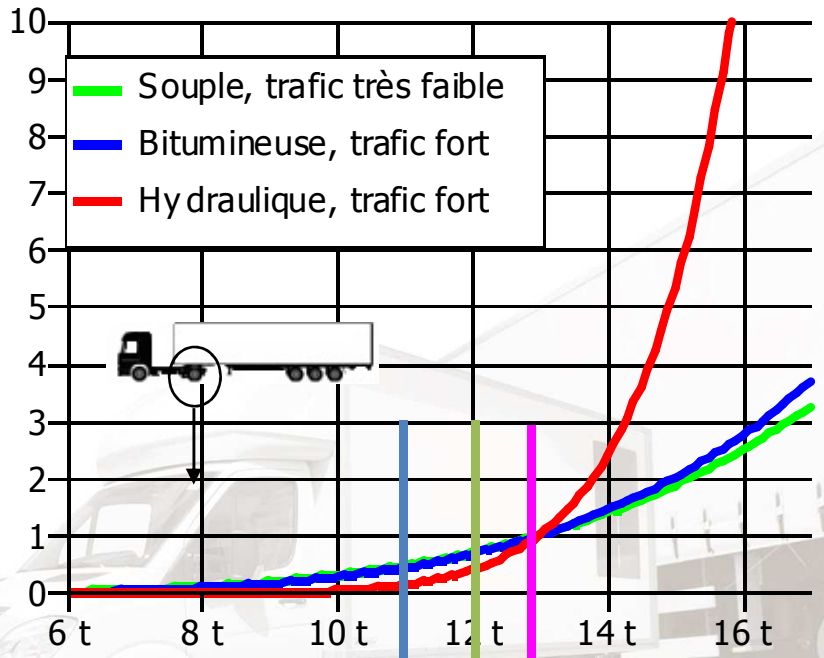
Figure 1 : Répartition des charges d'un T2S3 par essieu pour 3 classes de PTR : 36t à 37t, 40t à 41t, 44t à 45t

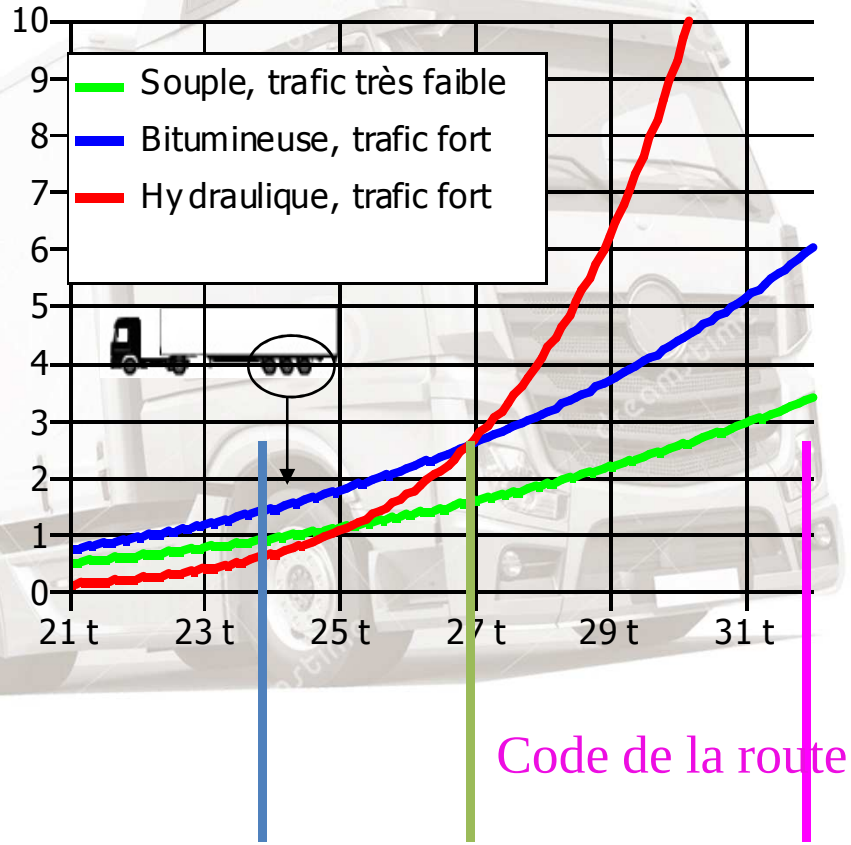
Impact des sollicitations (7/9)
La configuration des charges

- Enjeux généralisation 44t, rapport au Parlement



Impact des sollicitations (8/9)
La configuration des charges



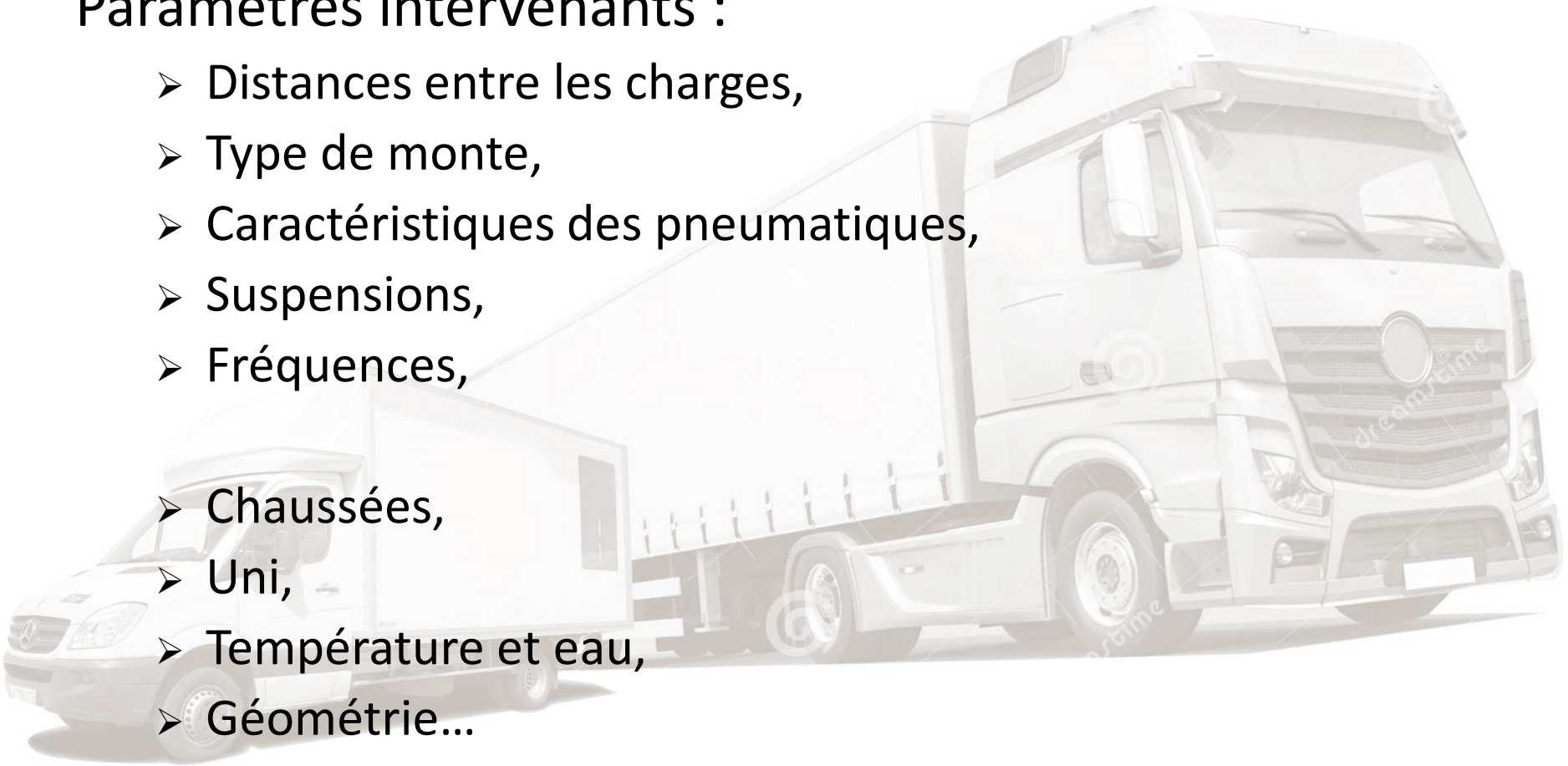


Impact des sollicitations (9/9)
La configuration des charges

Paramètres intervenants :

- Distances entre les charges,
- Type de monte,
- Caractéristiques des pneumatiques,
- Suspensions,
- Fréquences,

- Chaussées,
- Uni,
- Température et eau,
- Géométrie…



Enjeux 1/6

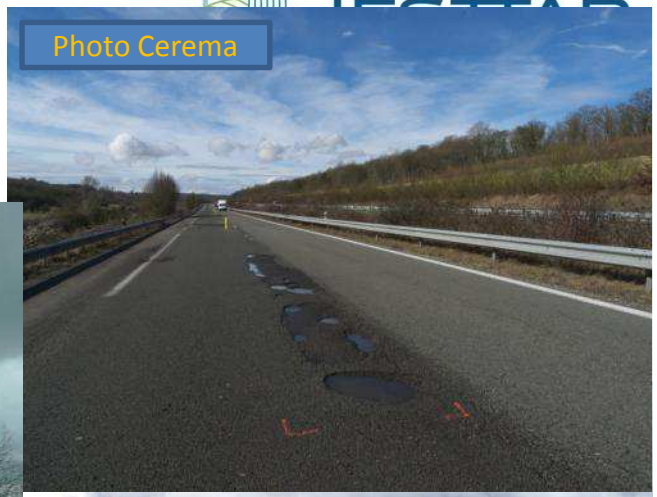


Photo Cerema

Photo Cerema

Photo Cerema

Photo Cerema

Photo Cerema

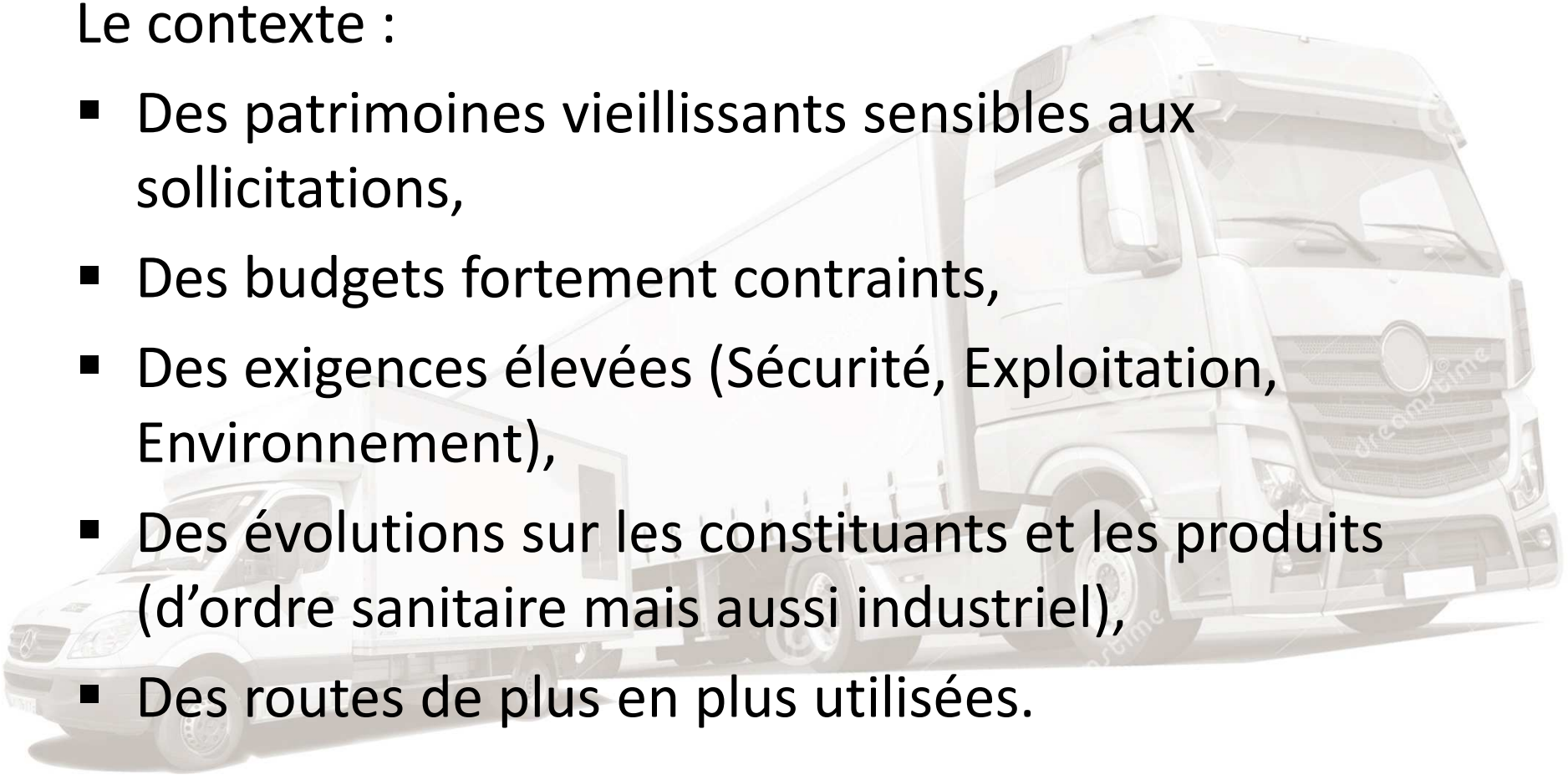
Photo Cerema

Photo Cerema

Enjeux (2/6)

Le contexte :

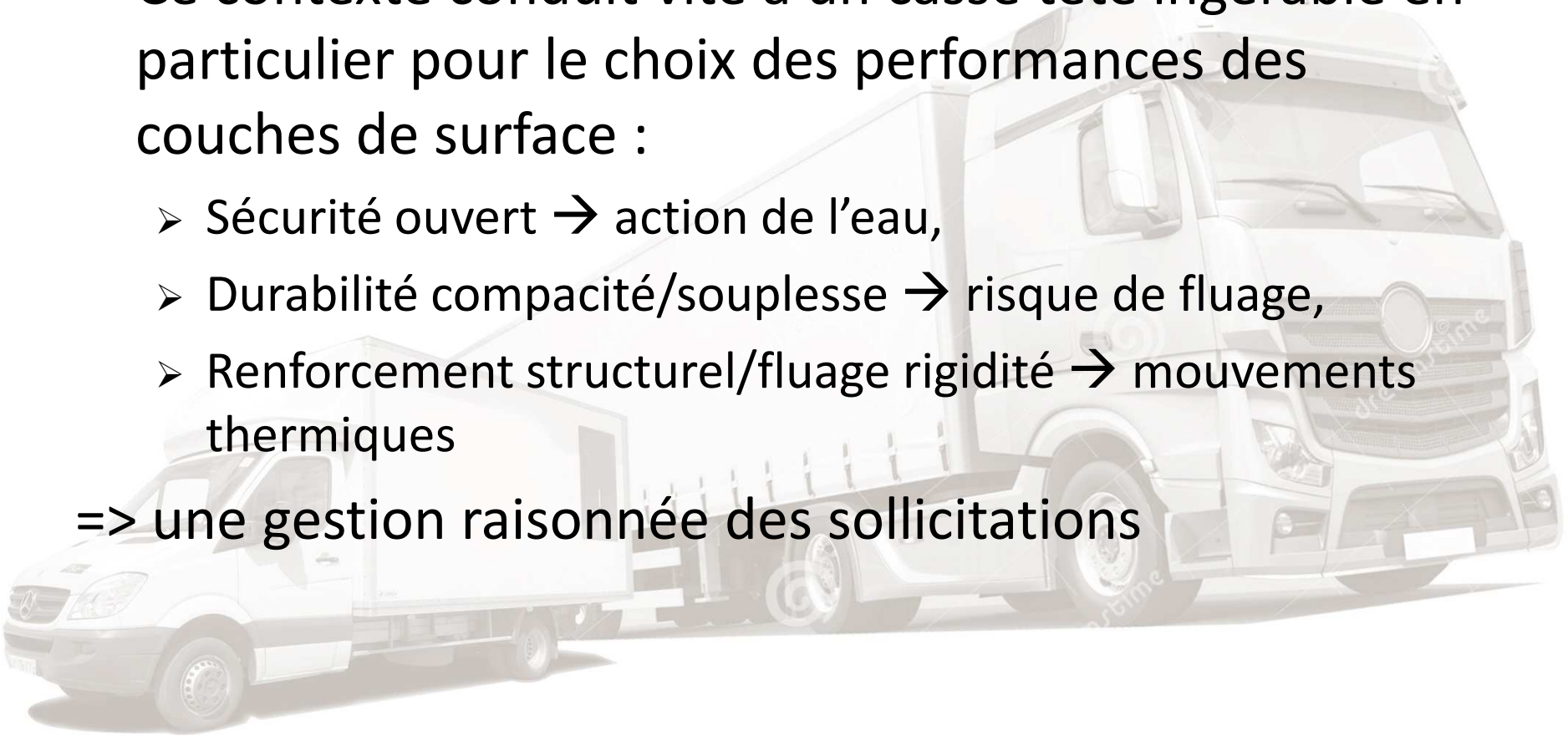
- Des patrimoines vieillissants sensibles aux sollicitations,
- Des budgets fortement contraints,
- Des exigences élevées (Sécurité, Exploitation, Environnement),
- Des évolutions sur les constituants et les produits (d'ordre sanitaire mais aussi industriel),
- Des routes de plus en plus utilisées.



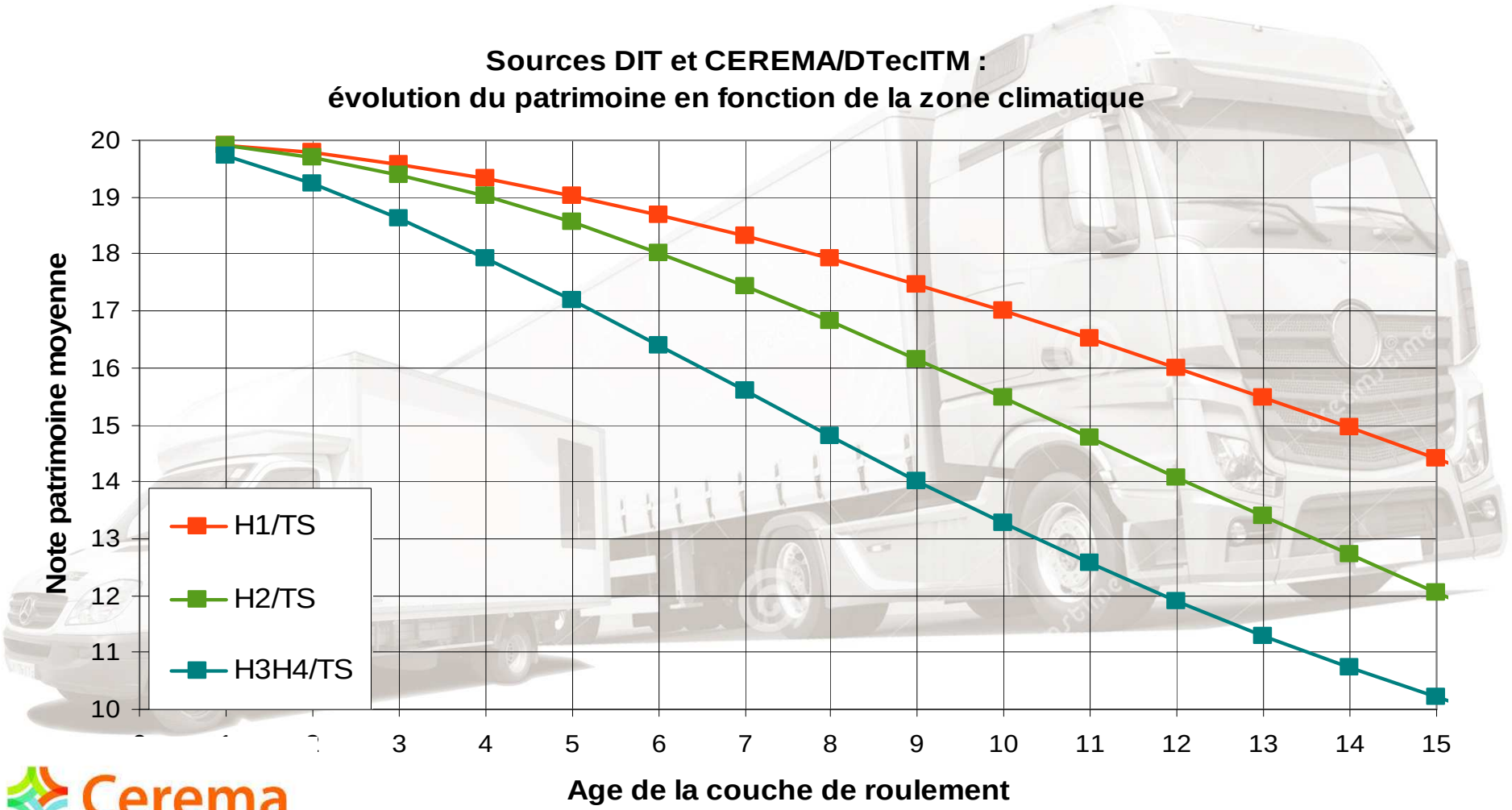
Enjeux (3/6)

- Ce contexte conduit vite à un casse tête ingérable en particulier pour le choix des performances des couches de surface :
  - Sécurité ouvert → action de l'eau,
  - Durabilité compacité/souplesse → risque de fluage,
  - Renforcement structurel/fluage rigidité → mouvements thermiques

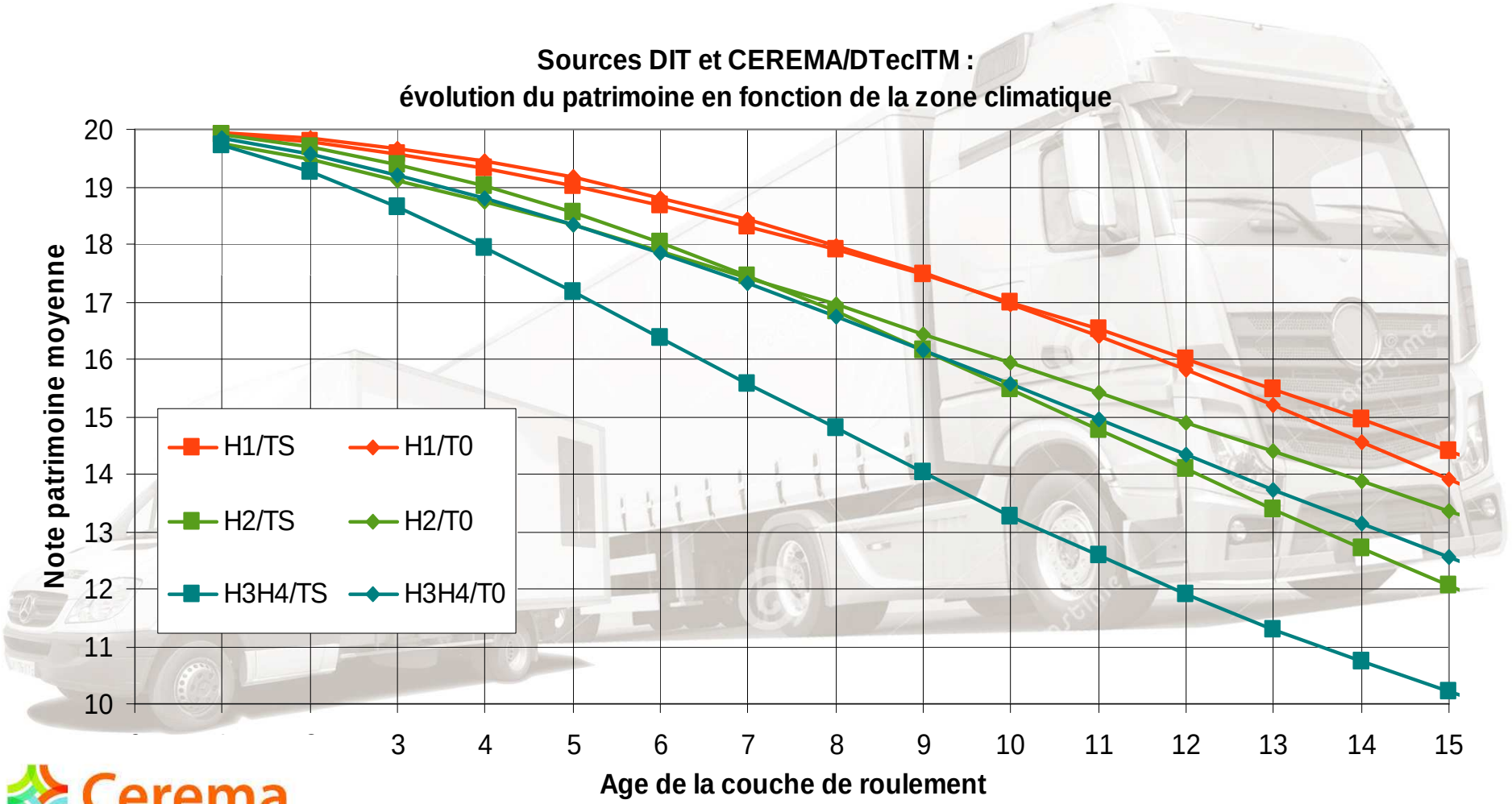
=> une gestion raisonnée des sollicitations



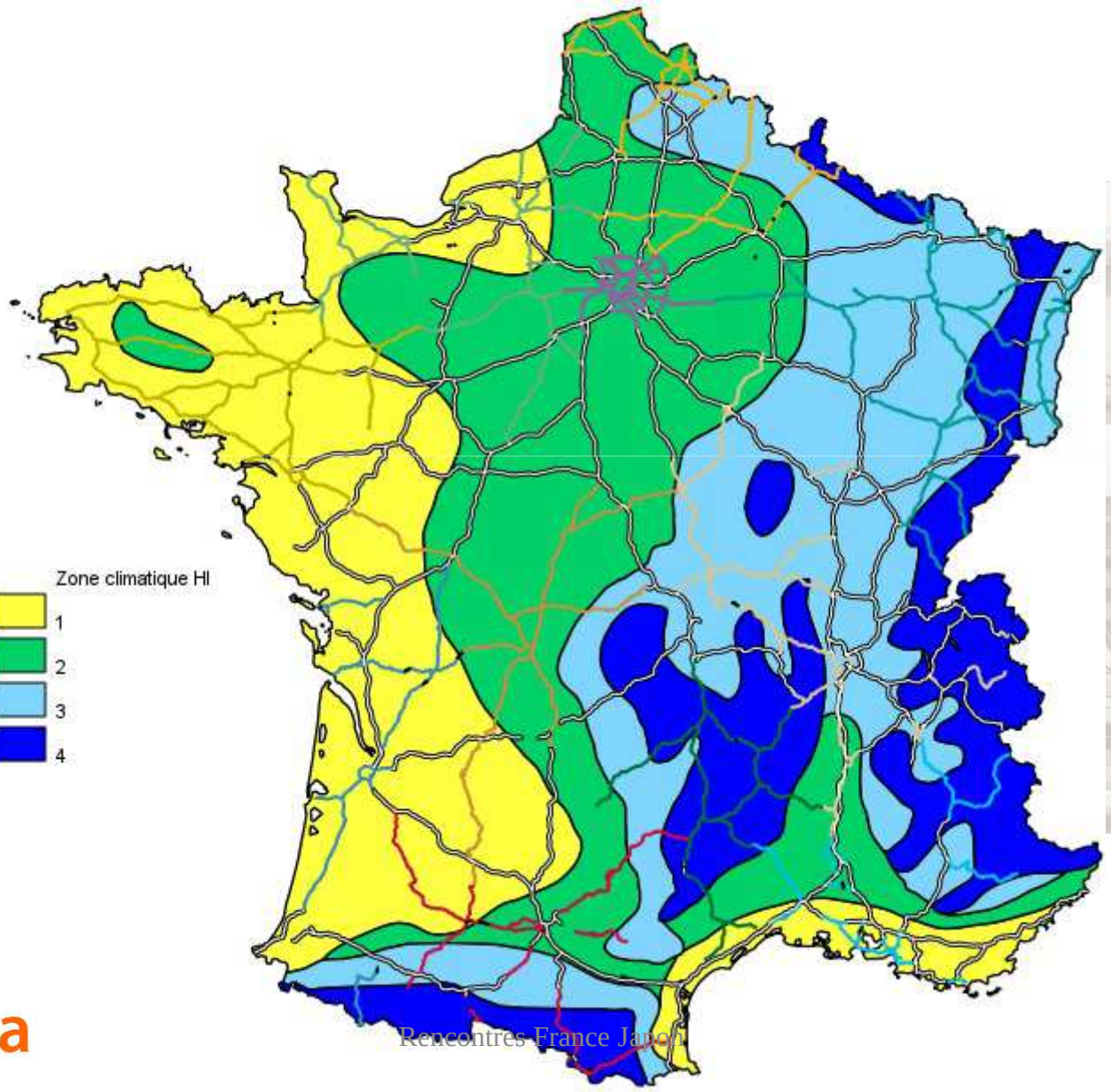
Enjeux (4/6)


Sources DIT et CEREMA/DTecITM :
évolution du patrimoine en fonction de la zone climatique
Note patrimoine moyenne
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
H1/TS
H2/TS
H3H4/TS
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
Age de la couche de roulement

Enjeux (5/6)


Sources DIT et CEREMA/DTecITM :
évolution du patrimoine en fonction de la zone climatique
Note patrimoine moyenne
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
H1/TS
H1/T0
H2/TS
H2/T0
H3H4/TS
H3H4/T0
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
Age de la couche de roulement

Enjeux (6/6)



Actions à mener (1/2)

- Des besoins nouveaux :
  - Compréhension des phénomènes,
  - Comparaison des différentes solutions,
  - Nouvelle approche de gestion patrimoniale :
    - Programmation des travaux,
    - Solution d'entretien,
    - Gestion du trafic ?

Actions à mener PL

- Travaux à venir et améliorations intéressantes:
  - Vérifier l'enjeu des types de montes,
  - Quantifier l'impact sur les couches de surface,
  - Mieux apprécier l'enjeu par type de routes.

OUVRAGES D'ART

Franziska Schmidt, IFSTTAR, MAST/SDOA

Impacts sur les ouvrages d'art

- **Effets extrêmes**: convois exceptionnels ou accumulation de PL très lourds
  Charges extrêmes => effets extrêmes dans l'ouvrage
  Selon portées des travées et type d'ouvrage, charges de groupes d'essieux, de PL ou de séquences de PL critiques

- **Phénomène de fatigue**
  Répétition de charges « normales » => fissuration/rupture par fatigue
  Importance des charges (en puissance 3 à 5) et des débits (linéaire) et distances critiques éventuelles

Études réalisées

- **Conséquence sur les OA d'une augmentation du PTAC (40t → 44t)**
  - Utilisation de données de trafic PL enregistrées sur des axes du réseau français (RN et autoroutes concédées ou non, fichiers EPM)
  - Hypothèses sur l'évolution future du trafic suite au changement de la règlementation

  Conclusions: pour des ouvrages à 1 ou 2 travées de portée entre 10 et 40 m → réduction de durée de vie de l'ordre de 10%
- **Evolution de la durée de vie des OA existants avec le trafic actuel**

  Utilisation de données de trafic de 1989 (utilisées pour la calibration de l'Eurocode 1) et récentes, et comparaison

  Conclusions: les marges de sécurité sont réduites, en particulier pour les OA de courtes portées (< 20m), mais restent acceptables pour les ouvrages bien dimensionnés et en bon état

Autres effets des PL sur les OA

- Impacts sur les structures et superstructures: chocs sur piles de ponts, barrières de sécurité, etc.
- Usure d'éléments structurels de l'ouvrage: joints de chaussée en particulier
- Accélération (ou décélération) sur l'ouvrage et force centrifuge en courbe ⇒ efforts horizontaux, notamment sur piles et appuis

Les éléments dimensionnés pour un certain trafic sont à vérifier.

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Hervé GUIRAUD
Chef de la division gestion patrimoniale des infrastructures
01 60 52 32 30

herve.guiraud@cerema.fr
http://www.cerema.fr/