

**Approches PBS et SIAP
critères de performances
Travaux du projet FALCON**

**Pierre Hornych – Franziska Schmidt
Université Gustave Eiffel – Département MAST**

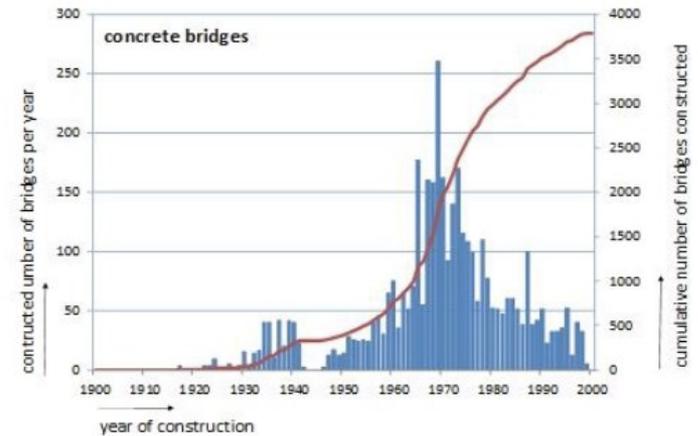
Projet FALCON – Objectifs (1)

Les infrastructures sont dimensionnées pour des durées de vie élevées :

- 20 à 40 ans pour les chaussées
- 100 ans pour les ponts

Avec des hypothèses de trafic (nombre de poids lourds, distribution des charges) constantes pour toute cette durée.

Comment prendre en compte des modifications des caractéristiques des poids lourds ? Quelles sont les incidences sur la durée de vie des ouvrages ?



Projet Falcon – Objectifs (2)

Quelles configurations de poids lourds sont acceptables pour les chaussées et les ouvrages d'art?

Démarche : Evaluation de l'**agressivité** = dommage causé par 1 véhicule, en comparaison avec un poids lourd de référence

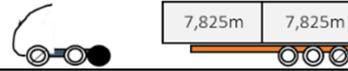
Application :

Définition de normes performantielles (PBS) pour les véhicules

Définition de politiques d'accès aux infrastructures intelligentes (SIAP) pour les réseaux routiers et les ouvrages d'art

Evaluation de l'agressivité pour les réseaux routiers (1)

Considération de différents types de véhicules (poids, dimensions)

Vehicle group and code		Vehicle description
1.1	TR6x2-ST3 (45ft)	
1.2	TR6x2-ST3 (2x7.8m)	
1.3	TR4x2-ST3 (13.6m)	
1.4	TR4x2-ST3 (14.9m)	
2.1	TK6x2-CT2 (2x7.8m)	
5.4	TR6x4-LT3-LT3-ST3 (2x20ft+45ft)	
6.1	TK6x4-DY2-LT2-ST3 (4x7.8m)	

Evaluation de l'agressivité basée sur les méthodes de dimensionnement des chaussées pour un **catalogue de structures routières type**

Evaluation de l'agressivité pour les réseaux routiers (2)

Définition de l'agressivité d'un PL

Dimensionnement des chaussées : calcul du nombre d'essieux de référence **N_{réf}** conduisant à la « rupture » de la chaussée

2 critères de rupture possibles :

- Critère d'orniérage, basé sur la déformation maximale au sommet du sol $\varepsilon_{z_{sol}}$
- Critère de fatigue, basé sur la déformation de traction maximale (ε_t) ou la contrainte maximale (σ_t) à la base des couches traitées

Coefficient d'agressivité d'un essieu quelconque :

$$CA = \frac{N_{réf}}{N_{essieu}}$$

$N_{réf}$: nb de passages de l'essieu de référence (essieu à roues jumelées de 130 kN)

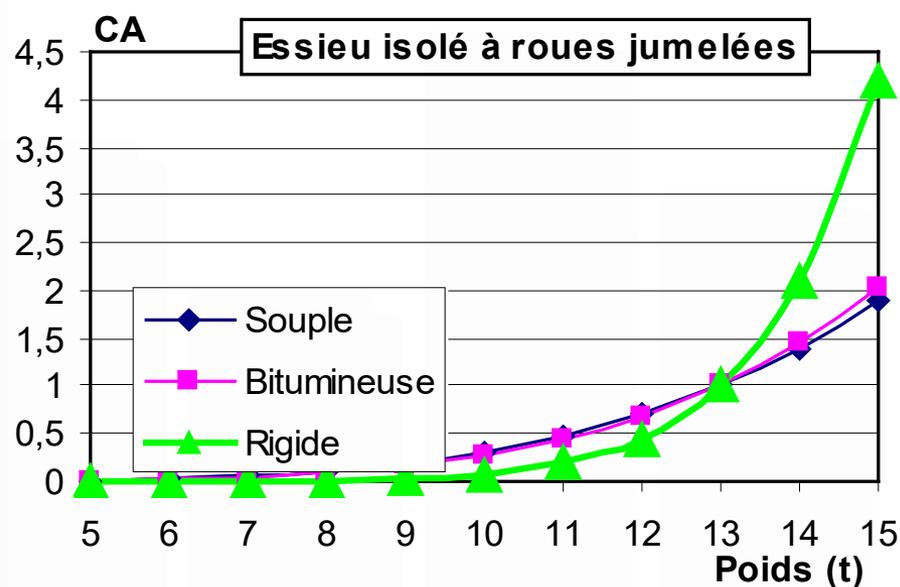
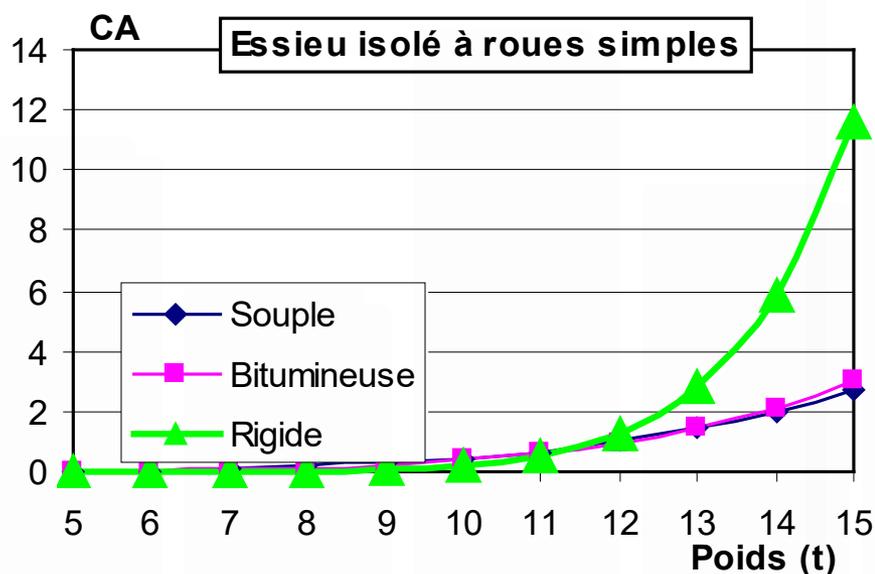
N_{essieu} : nb de passages de l'essieu étudié conduisant au même état d'endommagement de la chaussée

Evaluation de l'agressivité pour les réseaux routiers (3)

L'agressivité d'un PL dépend :

de la charge totale, de la charge par essieu et de la géométrie des essieux **et de la structure de chaussée** .

Aggressivité pour des essieux isolés :



Evaluation de l'agressivité pour les réseaux routiers (4)

Exemples de résultats d'agressivité obtenus dans le projet FALCON

Pour 2 types de structures de chaussées:

Truck	T1 - Thick bituminous			T1 - Semi rigid		
	A	A/A1.3	A/A2.1	A	A/A1.3	A/A2.1
1.3	0.68	(1)	0.4	0.09	(1)	0.2
2.1	1.93	2.8	(1)	0.55	6.0	(1)
3.1	1.12	1.6	0.6	0.10	1.1	0.2
4.5	2.31	3.4	1.2	0.09	1.0	0.2
5.1	1.60	2.3	0.8	0.12	1.3	0.2
6.1	3.03	4.4	1.6	0.83	9.2	1.5

Intérêt d'évaluer également l'agressivité par rapport à la charge transportée

Evaluation de l'agressivité pour les réseaux routiers (5)

Conclusions :

Calculs basés sur un modèle de dimensionnement simplifié + un critère de fatigue des couches de chaussées

Besoin d'autres critères d'endommagement pour :

- Les couches de roulement (polissage, orniérage, fissuration par le haut....)
- Les phénomènes de gel / dégel
- Les zones particulières – par exemple les ronds points (efforts tangentiels)

Prise en compte des charges multiples (platooning) ?

Possibilité d'optimiser les configurations des nouveaux poids-lourds, afin de ne pas dépasser un seuil d'agressivité fixé : augmentation du nombre d'essieux, réduction des charges par essieux.

Evaluation de l'agressivité pour les ouvrages d'art

Hypothèses

- Calculs pour plusieurs cas d'ouvrages d'art « simples » :
Ponts à 1 ou 2 travées, de longueur 10, 20, 35, 50 et 100 m.
- 2 critères de calcul : moment de flexion maximum, effort tranchant maximum
- Calculs pour différents types de véhicules (1 seul véhicule à la fois)

Agressivité relative des différents véhicules

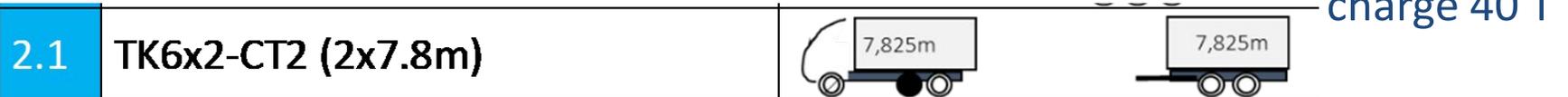
Classement en 3 niveaux
d'agressivité, par comparaison
avec un PL de référence

Structure	Normalization with length	Normalization with mass
1	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">2.1, 3.1</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 2px;">1.3</div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">2.1, 3.1</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 2px;">1.3</div>
2	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1, 3.1</div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: gray; padding: 2px;">3.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1</div>
3	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1, 3.1</div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1, 3.1</div>
4	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 2px;">3.1</div>	<div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">4.5, 5.1, 6.1</div> <div style="background-color: yellow; padding: 2px;">1.3, 2.1, 3.1</div>

PBS – recommandations du projet FALCON

Limitation de l'agressivité des poids lourds pour les chaussées

Configuration de PL la plus agressive autorisée aujourd'hui :



- Utiliser cette configuration comme référence pour calculer **des niveaux d'agressivité de référence** pour plusieurs cas de chaussées
- Pour une nouvelle silhouette de PL : fixer des valeurs d'agressivité **inférieures à ces valeurs de référence**
limiter la charge maximale pour ne pas dépasser ces seuils.

Limites de cette démarche :

- Diversité des méthodes de dimensionnement en Europe
- Insuffisance des critères de dimensionnement en fatigue ?

Smart Infrastructure Access Policies – politiques d'accès aux infrastructures intelligentes (1)

Objectif : gestion des conditions d'accès des PL en fonction des caractéristiques du réseau routier, du trafic, de conditions météo, etc...

Nécessite dans l'idéal :

- Une connaissance précise des caractéristiques du réseau routier
- Une connaissance précise des caractéristiques de chaque poids lourd (PBS), y compris de sa charge
- Une connaissance du trafic
- Une gestion informatisée avec des véhicules connectés.

Smart Infrastructure Access Policies – politiques d'accès aux infrastructures intelligentes (2)

Propositions du projet FALCON :

Critères de sécurité :

Définition de zones critiques du réseau routier :

- Bretelles de sortie (rayon, largeur)
- Ronds-points (rayons)
- Pentés

Définition de 3 catégories de réseaux en fonction des caractéristiques

Recommandations d'accès pour différentes catégories de véhicules, basées sur des simulations de comportement des véhicules.

Critères d'agressivité pour les chaussées

Choix d'un PL de référence pour calculer des seuils d'agressivité à respecter

Calcul de ces seuils pour différentes catégories de réseaux

Nécessite une bonne connaissance des structures routières

Smart Infrastructure Access Policies – politiques d'accès aux infrastructures intelligentes (3)

Propositions du projet FALCON – critères de sécurité

Road Level	Road Description	Lane Width (straight Road)	Lane Width (in Exit)	Radius of Exit	Long. slope	Minimum Radius of Single Lane Roundabout		Minimum Radius of Multi Lane Roundabout		Vehicles Permitted
						Outer	Inner	Outer	Inner	
3	Motorways	3.5m	$(3.5+50/R)$ m	70m – 150m	±4%	25m	17m	Multi Lane roundabouts not permitted		1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5
2	Inter Urban Arterial Main Express Roads	3.25m	$(3.25+50/R)$ m	40m – 150m	±6%	14m	2m	30m	24.7m	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.4, 4.3, 4.4, 4.7
1	General Access	2.75m	$(2.75+50/R)$ m	50m – 150m	±10%	12.5m	5.3m	30m	24.7m	1.1, 1.2, 1.3, 1.4

Merci de votre attention

Pierre Hornych

Université Gustave Eiffel – Département MAST

Allée des ponts et Chaussées – CS4 – 44341 Bouguenais

pierre.hornych@ifsttar.fr