



# Méthodologie de détermination des vitesses limite de perte de stabilité des poids lourds en virage

***Mohamed Bouteldja, Véronique Cerezo***

*Laboratoire régional des ponts et chaussées de Lyon – ERA 12*



**PRAC2010 : Prévention des Risques et Aides à la Conduite, Paris, 4-5 mai 2010**

# Plan

- Position du problème,
  - Cadre général du travail,
  - Alertinfra,
- Enjeu et objectifs,
- Méthodologie de détermination de la vitesse limite,
  - Modèle du véhicule en virage,
  - Vitesse limite de dérapage,
  - Vitesse limite de renversement,
- Résultats et analyses,
- Conclusion & perspectives.

# Introduction

## ■ Ce travail vise à :

- Améliorer la sécurité des poids lourds (véhicules articulés),
- Déterminer la ou les vitesses limites de perte de stabilité en virage,
- Déterminer des zones critiques de l'infrastructure et alerter le gestionnaire et/ou le conducteur.

## ■ Hypothèses :

- Véhicules articulés (porteurs et tracteur semi-remorque),
- Les caractéristiques physiques et géométriques de la route,
- Conducteur supposé expérimenté.

## ■ Ce travail est attaché à :

- Opération de recherche **PLINFRA-LCPC**.

# Position du problèmes

## Alertinfra : diagnostic de l'infrastructure

- Idée** : utiliser les données mesurées sur l'infrastructure pour détecter de manière systématique des zones potentiellement dangereuses et indiquer des « alertes »



**PV accidents**



**Système actuel de diagnostic de l'infrastructure :**  
 - basé sur la vitesse moyenne de véhicules,  
 - des critères de risques (seuil),  
 - véhicules légers.

**Fichier en entrée :**

- Cara. de surface
- CFT,
  - PMP (mm),
  - Acc. verticale.

- Cara. de géométrie
- R de courbure (m),
  - Dévers (%),
  - Pente (%).

Traitement données infrastructures

Combinaisons, valeurs seuils, poids (risque)

**ALERTINFRA**

Fichier de sortie: liste des alertes localisées + IA (Indice d'Alerte)

# Enjeux et objectifs

## ■ Pour les gestionnaires de l'infrastructure

- Améliorer la sécurité des usagers de la route,
- Évaluer les vitesses limites de perte de stabilité des véhicules articulés (réadaptation des signalisations en fonction du risque),
- Développer un système « Alertinfra » pour le poids lourds,

## ■ Pour les conducteurs

- Réceptionner en temps réel des informations sur l'état de risque lié à l'infrastructure,
- Évaluer précisément les vitesses limites de risques,
- Générer des alertes en cas de risque,
- ...

# Détermination de la vitesse limite

- **Approche statique :**

- La vitesse maximale est surestimée,
- Le comportement du véhicule articulé est négligé.

- **Approche dynamique**

- Utilisation d'un modèle dynamique de poids lourd,
- Interaction route-véhicule-conducteur.

- **Approche de calcul :** deux risques ont été évalués

- Dérapage  $V_{max\_MP}$
- Renversement  $V_{max\_R}$

Vitesse limite



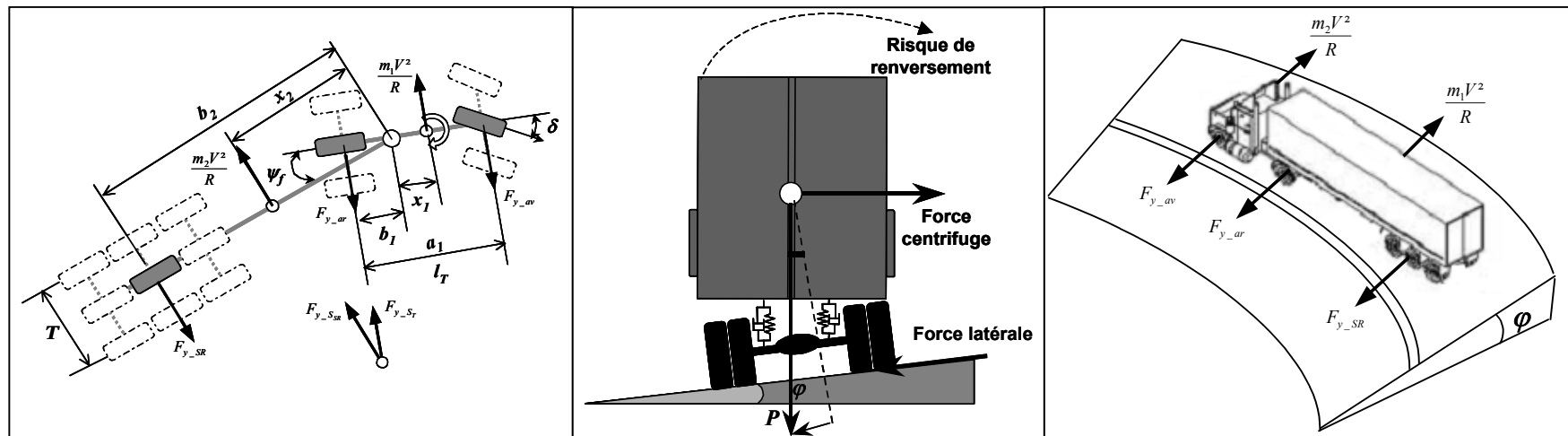
de risque

$$V_{\max} = \text{Inf}(V_{x\_max\_MP}, V_{x\_max\_R})$$

# Détermination de la vitesse limite

## Modèle du véhicule en virage

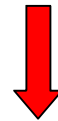
- « Modèle bicyclette » étendu pour le tracteur/ semi-remorque,
- Caractéristiques de la route : adhérence, rayon, dévers,
- Les actions du conducteur sont : braquage, accélération et décélération.



# Détermination de la vitesse limite

Vitesse limite de dérapage

Dérapage



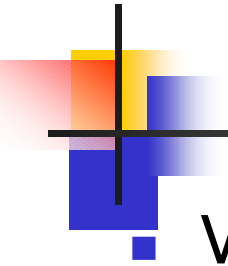
Équilibre transversal n'est plus garanti. La force centrifuge devient prépondérante.



$$V_{x\_max\_MP} = \sqrt{127R \frac{\mu_{max}(Am_1 + Bm_2) + 127(m_1 + m_2)\varphi}{(m_1 + m_2 \cos\psi_f)}}$$

$m_1$  : Masse du tracteur  
 $m_2$  : Masse de la semi - remorque  
 $\psi_f$  : Lacet relatif  
 $R$  : Rayon de courbure  
 $\varphi$  : Dévers de la roue  
 $A$  et  $B$  : Coefficients





# Détermination de la vitesse limite

Vitesse limite de renversement

## Renversement

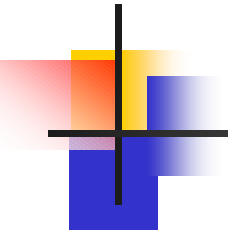


Le moment créé par la force centrifuge par rapport au point de contact restant est supérieur à celui créé par le poids du véhicule.



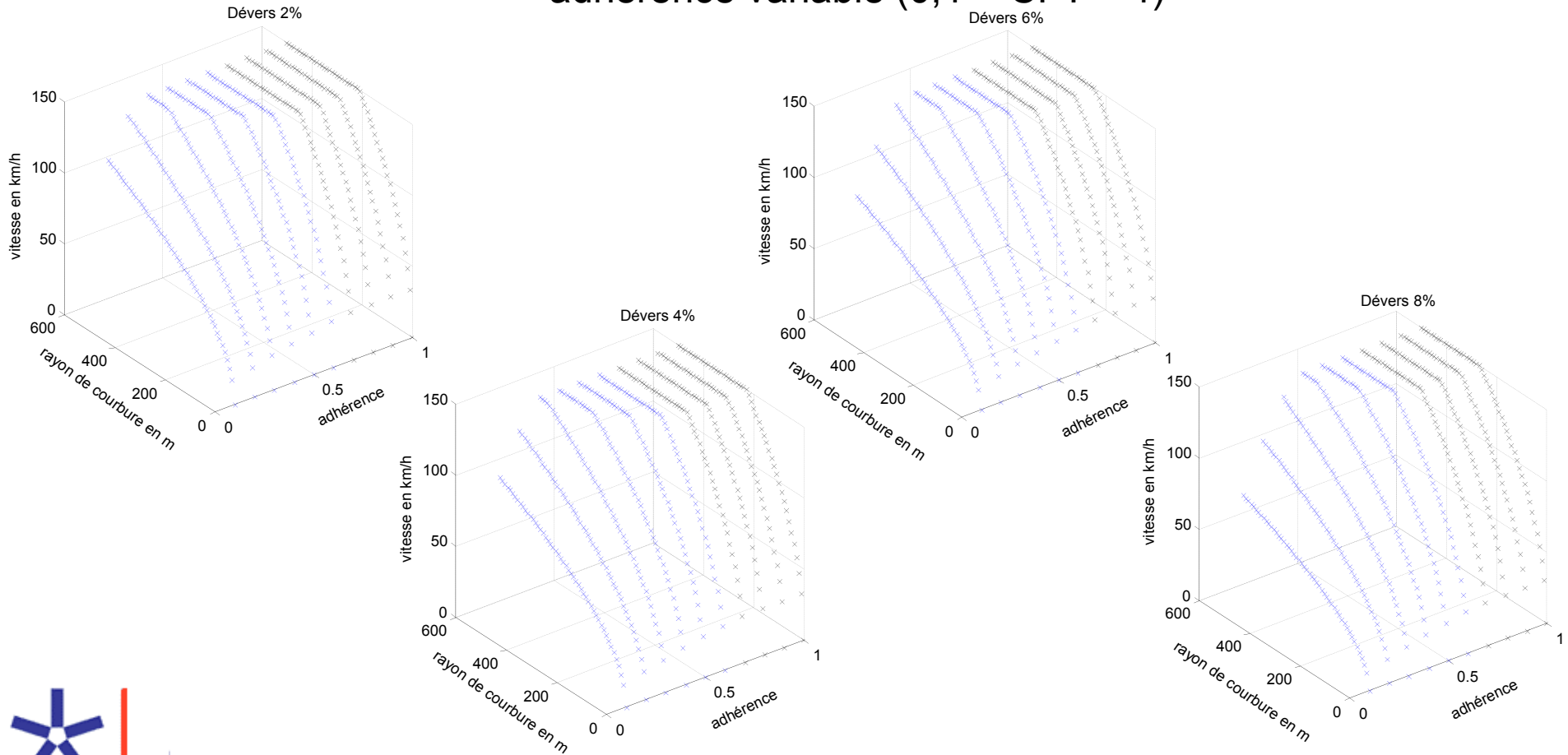
$$V_{x\_max\_R} = \sqrt{127R \frac{m_2 T \left(1 + \frac{b_2 - x_2}{b_2}\right) \varphi}{2(m_2 h_{SR} - m_1 h_S \cos \psi_f)}}$$

- $m_1$  : Masse du tracteur
- $m_2$  : Masse de la semi - remorque
- $\psi_f$  : Lacet relatif
- $R$  : Rayon de courbure
- $\varphi$  : dévers de la roue
- $h_s$  : hauteurs de CdG du tracteur
- $h_{SR}$  : hauteurs de CdG de la semi - remorque
- $T$  : longueur de l'essieu
- $b_2$  : distance de CdG du tracteur et le point d'attelage



# Résultats et analyses

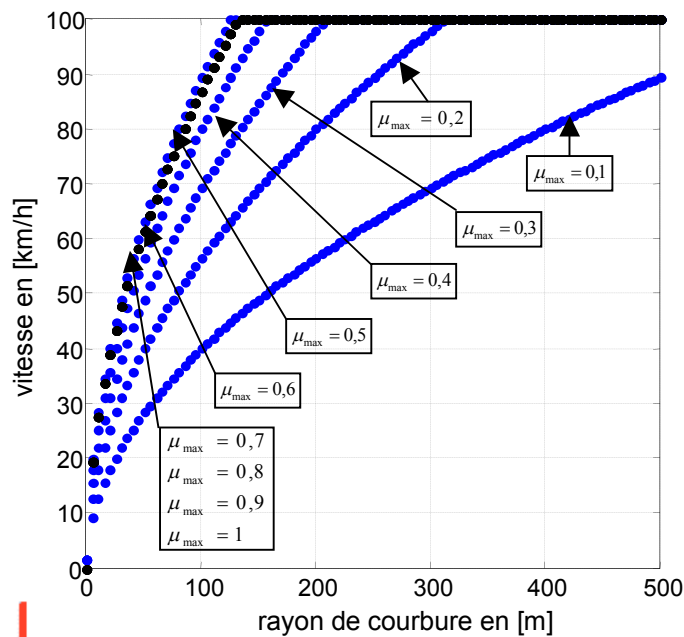
Application: vitesse maximale en courbes (rayon : 0 à 600m) avec adhérence variable ( $0,1 < CFT < 1$ )



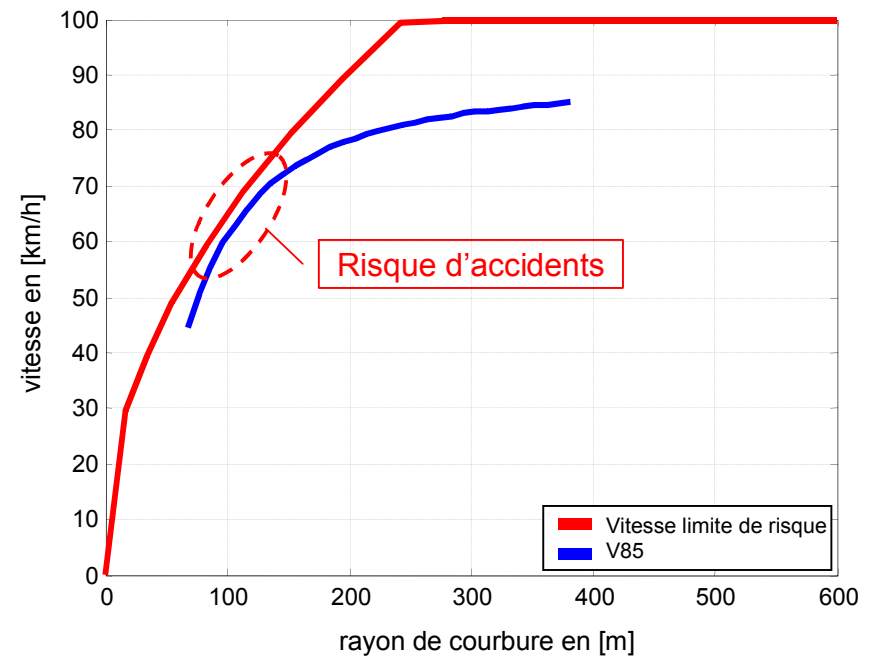
# Résultats et analyses

Comparaison expérimentale : vitesse limite de risque calculée pour les véhicules articulés et la V85 mesurée sur des sites réels

Avec différentes valeurs de l'adhérence



Avec des valeurs d'adhérence mesurées



## Conclusion & perspectives

- ✓ Modèle numérique simplifié permettant de calculer une vitesse limite en fonction des caractéristiques de l'infrastructure et de la dynamique du poids lourd.
- ✓ Comparaison avec la  $V_{85}$  permet de proposer des valeurs seuils d'alerte:  $R < 150$  m et  $CFT < 0,55$ .
- Intégration d'autres attributs de la route prévue (pente),
- Intégration d'un modèle conducteur (collaboration avec INRETS...),
- Développement et adaptation du système AlertInfra actuel au poids lourds,



Laboratoire Central  
des Ponts et Chaussées



Institut national de recherche  
sur les transports et leur sécurité

Merci pour votre attention

***M. Bouteldja, V. Cerezo***

*Laboratoire régional des ponts et chaussées de Lyon – ERA 12*

[Mohamed.bouteldja@developpement-durable.gouv.fr](mailto:Mohamed.bouteldja@developpement-durable.gouv.fr)

[Veronique.cerezo@developpement-durable.gouv.fr](mailto:Veronique.cerezo@developpement-durable.gouv.fr)



**PRAC2010 : Prévention des Risques et Aides à la Conduite, Paris, 4-5 mai 2010**