

Utilisation et déploiement des freinomètres aux Etats-Unis

Steve Shaffer

Battelle Memorial Institute

Présenté au 11^{ième} congrès de l'ASMAVERMEQ
20 Septembre, 2002 – Gatineau (Québec)

Assistance avec la Presentation: Diane Tremblay

Traduction: Diane Tremblay & Anne-Claire Christiaen (Battelle)

Sujets abordés

- Inspecter les freins, un besoin
- Méthodes : Inspection versus Freinomètre
- Descriptions des Freinomètres
- Règlementation: Etats-Unis vs Québec
- DEMO
- Révision
- Ce qui s'en vient? Etats-Unis vs Québec

Pourquoi devons-nous inspecter le système de freinage?

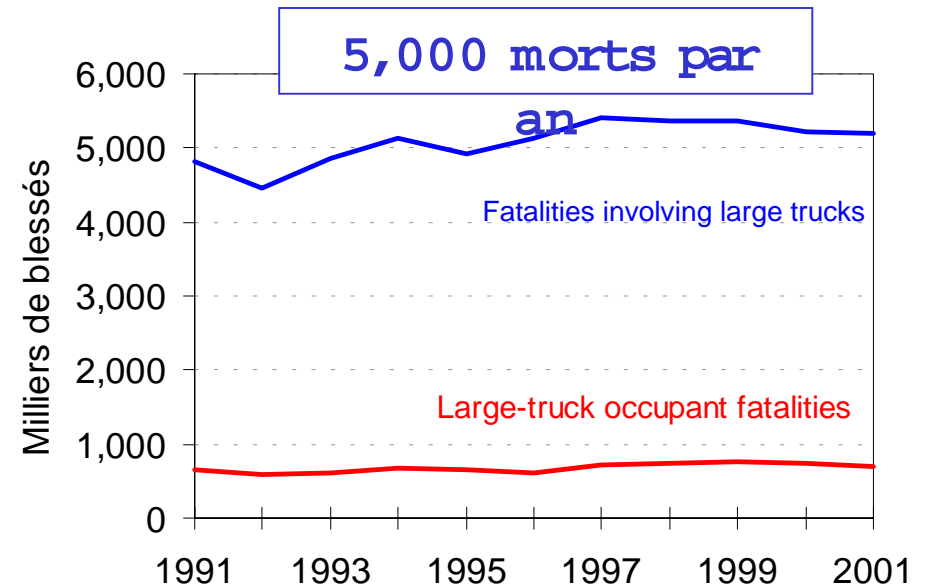
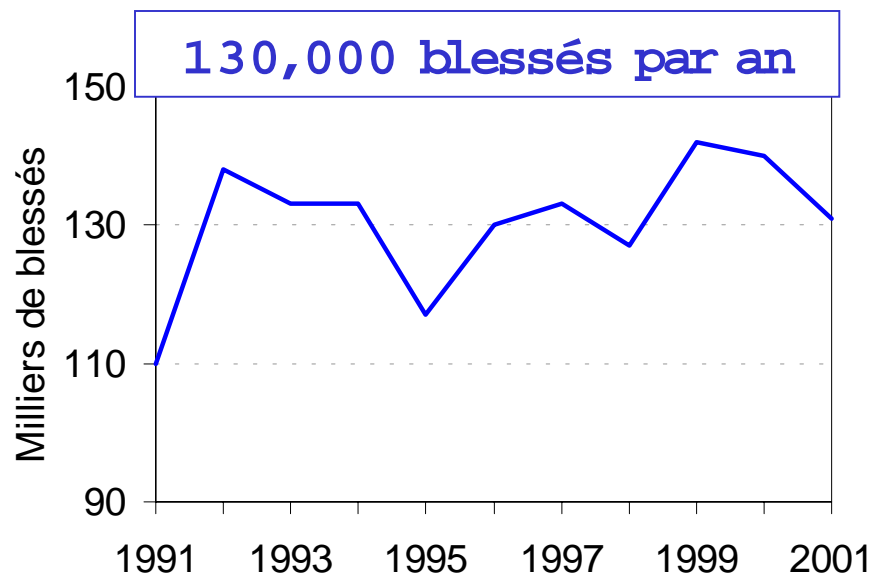
- Les véhicules avec freins inadéquats peuvent être dangereux
- Les freins s'usent → les réglages de jeu doivent être ajustés
- La dégradation des freins ne se remarque pas par le chauffeur lors de la conduite normale
- Si une forte décélération (arrêt d'urgence) est nécessaire, la force de freinage maximale peut ne pas être disponible.
- Le gouvernement l'exige...

Les véhicules lourds contribuent lourdement!

Les véhicules lourds aux Etats-Unis:

Seulement 4% des
véhicules enregistrés

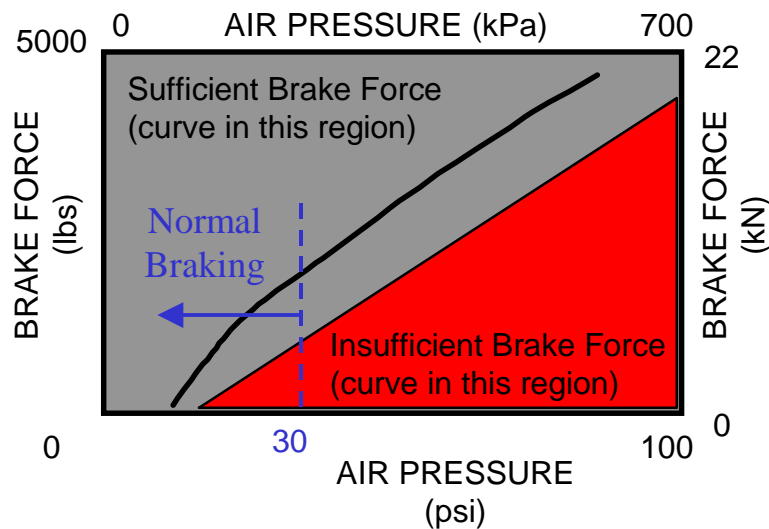
Impliqués dans 12 %
des accidents avec décès
(occupants dans d'autres véhicules)



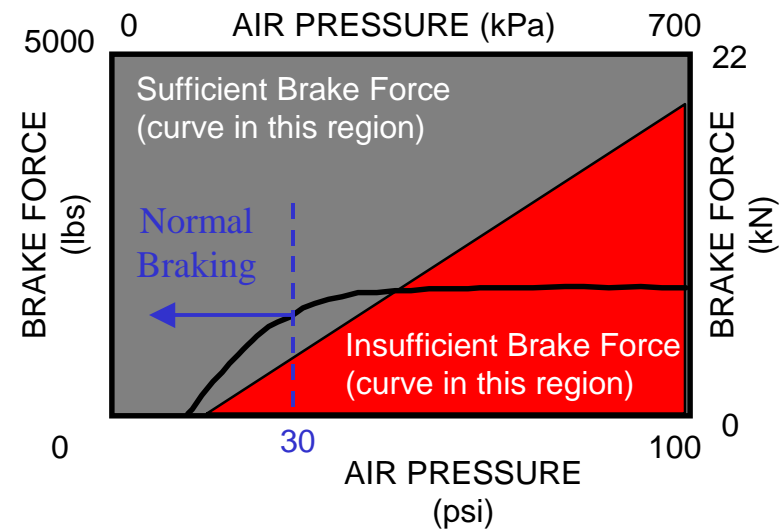
Pendant la conduite normale, le conducteur ne s'aperçoit pas que les freins sont désajustés

La plupart des mouvement de freinage (application) se situe sous la barre de 200 kPa (30 psi)

S-cam drum brake:
Properly adjusted



S-cam drum brake:
beyond adjustment limit



Les méthodes de vérification des freins

- Inspection Visuelle

- Auto-inspection par le transporteur
- Inspection routière par le CVSA (Commercial Vehicle Safety Alliance)
- Inspection par un mandataire indépendant



- Mesure de la Performance

- Test de la distance d'arrêt
- Test de décéléromètre
- Mesure de la force de freinage



Descriptions des PBBTs*

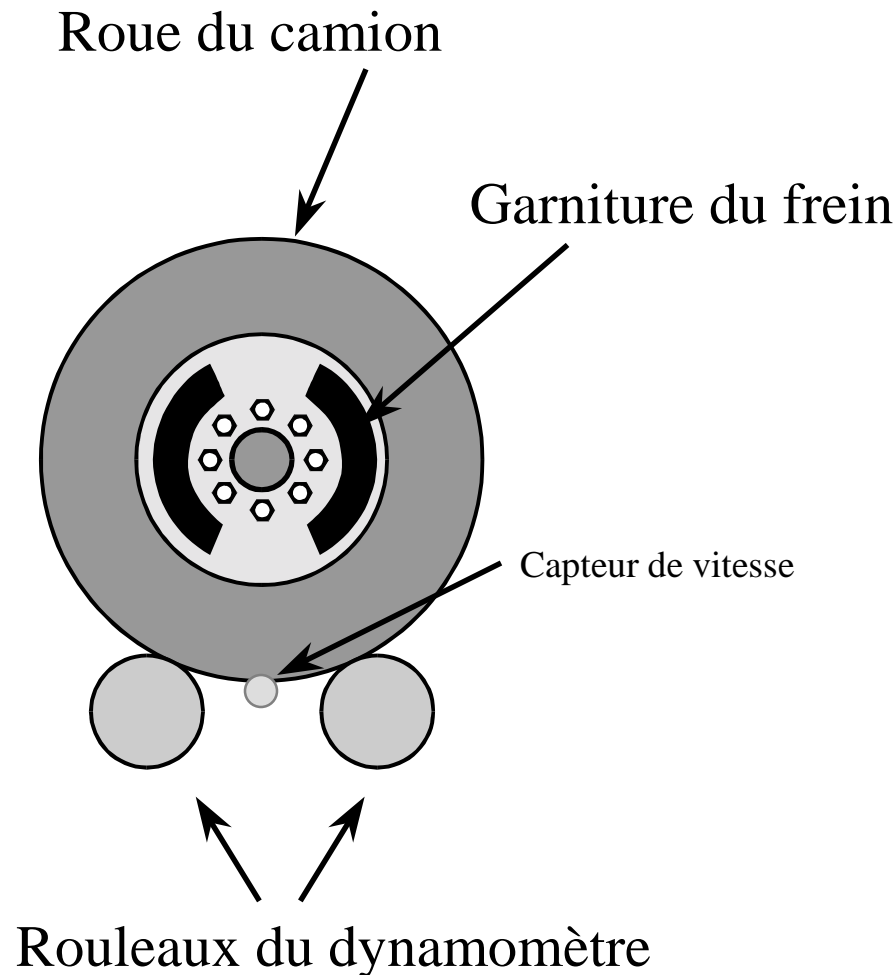
* **PBBT** = **P**erformance-**B**ased **B**rake **T**ester

- Les PBBTs sont des appareils qui:
 - Mesurent la force de freinage (par roue, par essieu ou pour le véhicule),
 - Mesurent le poids d'un essieu ou d'un véhicule (habituellement),
 - Mesurent la décélération d'un véhicule (certain types).
- Points saillants:
 - Ils quantifient la performance de freinage!
 - Ils le font objectivement
 - Ils le font rapidement

Les freinomètres, outils de contrôles routiers

- 3 principaux types :
 - Dynamomètre à rouleaux (RD),
 - Vérificateur plat (VP ou “FP”),
 - Vérificateur de couple de freinage au démarrage (BTTs)
- Autres freinomètres:
 - Décéléromètres, Machines de mesure de distance de freinage (ensemble du véhicule),
- Autre instruments
 - Systèmes de mesures in-situ des forces de freinage (torque wheel)
 - Vérificateurs à Infra-Rouges (qualitatifs)

Dynamomètre à rouleaux



Rouleaux du dynamomètre forcent la rotation de la roue du véhicule.

Les freins étant non appliqués, la résistance du roulement est mesurée.

Les freins sont appliqués et résistent à la rotation imposée par les rouleaux: la force de freinage.

La force de freinage est mesurée.

La pression d'air peut être suivie.

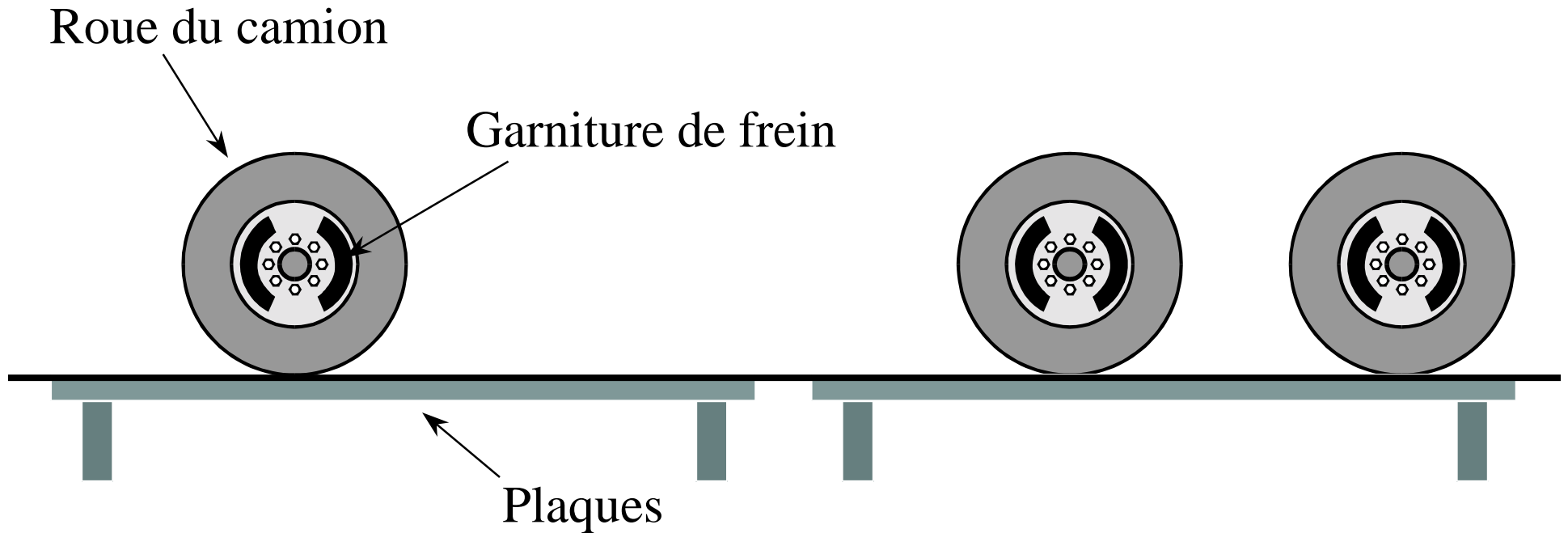
Le test se termine lorsque les roues glissent sur les rouleaux (le petit rouleau capteur de vitesse s'arrête).

Le dynamomètre à rouleaux



Fixe ou portable
La pression d'air peut être mesurée
Test à vitesse lente

Vérificateur plat



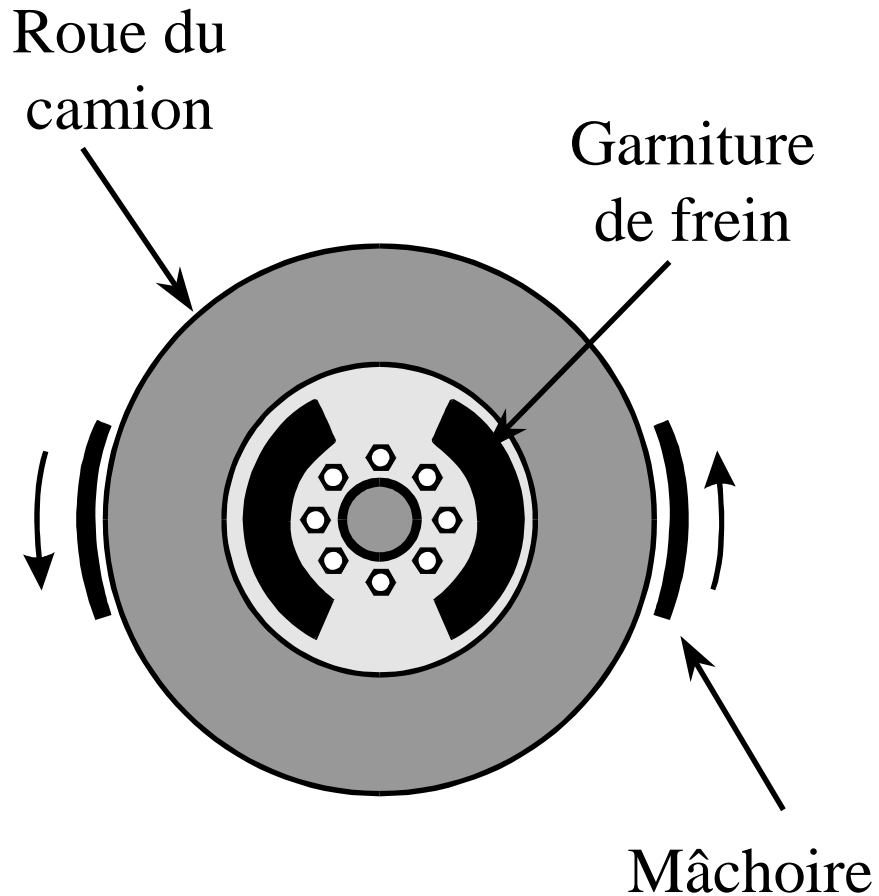
- Le véhicule roule sur les plaques sans freiner.
- Les freins sont appliqués jusqu'à l'arrêt du véhicule.
- Les forces (freinage et poids) sont mesurées.

Vérificateur plat



Simule l'arrêt du véhicule (effets dynamiques)
La vitesse du test est plus élevée
Tests simultanés de plusieurs essieux
Fixe ou portable

Vérificateur de couple de freinage au démarrage



Des mâchoires agrippent le pneu.

La mesure à zéro (tare) se fait sans freinage.

Les freins sont appliqués à fond.

Les mâchoires torquent la roue.

Le torque est mesuré au point de "breakaway" ou jusqu'à ce qu'un critère défini soit atteint.

Vérificateur de couple de freinage au démarrage



Portable
Non limité par le coefficient de frottement pneus/surface
Test statique



Règlementations: Etats-Unis vs. Québec

- Etats-Unis :

- Inspection annuelle (auto-inspection par le transporteur)
- Contrôle routier/inspection par le CVSA (<10% véhicules)
- Inspection avant départ (chauffeur)
- Test de performance (Décélération et arrêt)

- Québec :

- Inspection mécanique annuelle (chez le mandataire)
- Bulletin technique (utilisation des freinomètres)
- Entretien préventif de base (aux 6 mois) - si pas de PEP
- Programme d'entretien préventif (PEP)
- Inspection avant départ obligatoire (chauffeur) Loi 430
- Contrôle routier par la SAAQ

Comparaison de la réglementation des performances: Etats-Unis vs. Québec

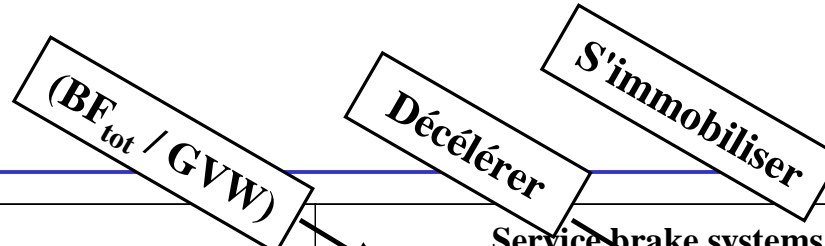
- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• FMCSR 393.52<ul style="list-style-type: none">– Force de freinage exprimée en % de la masse brute– Décélération– Distance d'arrêt• Basée sur le véhicule entier<ul style="list-style-type: none">– Porte l'accent sur les véhicules non-sécuritaires (avec freins faibles)• Véhicules sous charge ou non-chargé | <ul style="list-style-type: none">• Bulletin technique SAAQ<ul style="list-style-type: none">– Déséquilibre– Efficacité• Basé sur valeur par roue<ul style="list-style-type: none">– Porte l'accent sur les freins faibles• Basé sur le véhicule entier• Véhicule non-chargé <u>seulement</u><ul style="list-style-type: none">– Lors de l'inspection annuelle chez mandataire |
|---|--|

Détails: FMCSR 393.52

- Tout véhicule moteur (ou combinaison), quelle que soit la charge, circulant sur une autoroute publique, doit être capable de:
 1. Fournir un minimum de force de freinage totale (BF_{tot}) en pourcentage du poids (GVW) $\rightarrow (BF_{tot} / GVW)^*$
 2. Décélérer de 32.2 km/h à un taux minimum*
 3. S'immobiliser de 32.2 km/h en une distance maximum donnée.*

* Les valeurs données par le tableau sont fonction du type de véhicule ainsi que du chargement (personnes ou matériel)

Détails: FMCSR 393.52 actuel



Type of motor vehicle	Service brake systems			Emergency brake systems
	Braking force as a percentage of gross vehicle or combination weight speed of 20 m.p.h.	Deceleration in feet per second per second	Application and braking distance in feet from initial speed of 20 m.p.h.	Application and braking distance in feet from initial
A. Passenger-carrying vehicles.				
(1) Vehicles with a seating capacity of 10 persons or less, including driver, and built on a passenger car chassis	65.2	21	20	54
(2) Vehicles with a seating capacity of more than 10 persons, including driver, and built on a passenger car chassis; vehicles built on a truck or bus chassis and having a manufacturer's GVWR of 10,000 pounds or less	52.8	17	25	66
(3) All other passenger-carrying vehicles	43.5	14	35	85
B. Property-carrying vehicles.				
(1) Single unit vehicles having a manufacturer's GVWR of 10,000 pounds or less	52.8	17	25	66
(2) Single unit vehicles having a manufacturer's GVWR of more than 10,000 pounds, except truck tractors. Combinations of a 2-axle towing vehicle and trailer having a GVWR of 3,000 pounds or less. All combinations of 2 or less vehicles in driveaway or towaway operation	43.5	14	35	85
(3) All other property-carrying vehicles and combinations of property-carrying vehicles	43.5	14	40	90

Détails: Bulletin technique (SAAQ)

VÉHICULES 3000 KG ET PLUS (>3 ESSIEUX)

Roue	Definition	Conforme	Mineur	Majeur
Roue sur Essieu Directeur A1*	Imbalance	0 à 34%	35% et +	
	Efficacité	0,26 à 0,99		0,00 à 0,25
Roue sur Essieu Secondaire A2**	Imbalance	0 à 44%	45% et +	
	Efficacité	0,36 à 0,99	0,00 a 0,35	0,00 à 0,35
Roue sur Essieu Secondaire A3**	Imbalance	0 à 44%	45% et +	
	Efficacité	0,36 à 0,99	0,00 à 0,35	0,00 à 0,35
Roue sur Essieux Combinés	Efficacité Totale	0,40 à 0,99	0,00 à 0,39	

* IL DOIT Y AVOIR UNE (1) DÉFECTUOSITÉ POUR QU'IL Y AIT UNE MAJEURE DANS CE CAS

** IL DOIT Y AVOIR DEUX (2) DÉFECTUOSITÉS MAJEURES ET PLUS POUR QU'IL Y AIT UNE MAJEURE DANS CE CAS

Implémentation actuelle des règlements sur la performance

Etats-Unis:

FMCSR 393.52

- Le véhicule doit satisfaire **les 3 critères**
- Rarement (jamais) mis en force lors des contrôle routiers:
 - Absence d'équipement pour mesurer
 - Espace restreint
 - Logistique des tests

Québec:

Bulletin Technique

- Méthode basée sur le volontariat
- Actuellement, pas de mise en force

Nouveau règlement sur la performance des freins

Etats-Unis: FMCSR 393.52

- Permet d'utiliser les PBBTs (ou freinomètres) pour déterminer le ratio BF_{tot}/GVW (393.52 part 1)
- 9 Août 2002: Publication du règlement final
- 5 Février 2003: Prise en effet du règlement final
- S'applique aux véhicules sous leur condition de charge du moment

Québec: Bulletin Technique

- Pas encore mis en place par le gouvernement provincial

Le freinomètre:

Pas nécessairement magique...

Juste un instrument de mesure

- Les forces de freinage sont mesurées au périmètre de la roue (comme lorsque l'on freine au sol)
 - Utilisation de cellules de pesées calibrées
 - Mesures effectuées à chaque fin d'essieu (roue simple et double)
- Le poids est mesuré
 - Condition de charge du moment
- Simple calcul est effectué (BF_{tot}/GVW)

Les freinomètres peuvent améliorer la sécurité routière car ils peuvent:

- Identifier les véhicules à freinage réduit avec leur charge du moment
 - certains freinomètres peuvent simuler une charge artificielle sur un essieu afin d'atteindre la charge légale maximum)
- Identifier des forces de freinage inégales sur un même essieu (Déséquilibre)
- Vérifier l'efficacité du frein d'arrêt
- Identifier individuellement les freins faibles avec des défauts "invisibles"
- Identifier des problèmes de pression d'air sur le système*
- Identifier valves problématiques (P. d'ouverture/de fermeture)*
- Identifier des systèmes ABS mal installés ou défectueux*

* *parfois à l'aide d'équipement additionnel (options)*

Défauts invisibles décelés par les freinomètres

- régleur de jeu automatiques défectueux (trop longue ou trop courte)
- Ligne à air pincée ou bloquée
- Freins déconnectés
- Bandes de freins contaminées (friction insuffisante)
- Ressorts de frein de stationnement cassés
- Filage d'ABS entremêlé
- Valves de relais ou de relâchement rapide gelées ou collées
- Freins ajustés à l'envers par les mécaniciens
- Bandes de freins inadéquates (peu de réponse au freinage)
- Coussinets qui fuient
- Faible équilibre à basse-pression entre la remorque et le tracteur (occasionne usure excessive des freins ou barrage des roues prématuré)
- Seuil de pression trop élevé sur les essieux directeurs (augmente les risques de jackknife)
- Réglage des freins sous configuration Bobtail inversé

Le freinomètre a ses limites!

- Un minimum de connaissances est nécessaire...
 - La plupart des freinomètres donne seulement la mesure de la force de freinage dans la condition du moment (chargé/vide)
 - L'inspection visuelle est nécessaire pour détecter les défauts non-reliés à la force (boyaux usés, épaisseur des bandes)
 - Un résultat calculé à basse vitesse et à faible énergie
 - Les freinomètres ne tiennent pas compte des effets thermiques sur les performances du système de freinage
- Les mesures de force de freinage maximale sont limitées par le COF (Coefficient de friction) entre la surface de test et le pneu
- Certains véhicules ne peuvent être testés sur tout les types de freinomètres
 - Véhicules qui transportent du matériel sensible au freinage sur VP
 - Véhicules avec différentiel barré ou barrure inter-axiale sur certains RD
 - Véhicules extra-larges ou extra-lourds
 - Véhicules surbaissés sur freinomètres portatifs
- Il y a un manque évident de compréhension et d'éducation par rapport aux freinomètres (beaucoup de fausses idées)

Visualisation et interprétation des résultats

- Les résultats typiques des tests comprennent:
 - Les forces de freinage, avec leur variation (ovalité)
 - Le drag (résistance au roulement)
 - Le poids des essieu
 - Les ratios de différentes combinaisons de ces mesures
 - Parfois les forces de freinage par rapport aux pressions d'air (afin de comparer avec les critères des fabricants)
- Très utiles pour les mécaniciens... Pour les chauffeurs ou les inspecteurs inexpérimentés...
 - Les résultats fournis par les freinomètres sont parfois difficiles à comprendre et à interpréter en terme de performance actuelle du véhicule

Exemple d'un résultat de test de freinomètre



Customer : _____	Date : _____
_____	Make : _____
_____	Year : _____
_____	Reg. No.: _____

..... left.....	AXLE 1.....	right.....
3289 N	Brake Force	5132 N
	<i>Imbalance: 36%</i>	
0 N	Drag	66 N
2134 N	Ovality	2105 N
2846 N	75 %	57%
measured at...	3684 N
	Axle weight: 3.02 ton	
0.22	Efficiency	0.34

..... left.....	AXLE 2.....	right.....
6329 N	Brake Force	6050 N
	<i>Imbalance: 4%</i>	
118 N	Drag	26 N
3284 N	Ovality	921 N
4123 N	80%	23%
measured at...	4013 N
	Axle weight: 3.02 ton	
0.42	Efficiency	0.40

..... left.....	AXLE 3.....	right.....
5220 N	Brake Force	6875 N
	<i>Imbalance: 24%</i>	
16 N	Drag	82 N
1422 N	Ovality	2450 N
1660 N	86%	78%
measured at...	3112 N
	Axle weight: 2.01 ton	
0.52	Efficiency	0.65

..... left.....	PARKING BRAKE 1.....	right.....
4820 N	Brake Force	5604 N
	<i>Imbalance: 14%</i>	

TOTAL	
Efficiency, service brake:	0.41
Brake Force ratio, AXLE 1:	26 %
Brake Force ratio, AXLE 2:	38 %
Brake Force ratio, AXLE 3:	37 %
Weight :	8.06 ton

.....REMARKS.....

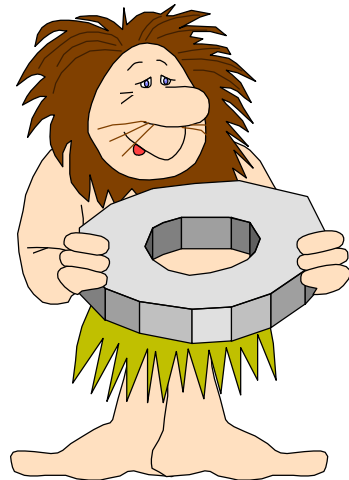
Categorie: Vehicule de plus de 3000 kg avec 3 essieux et plus.

Italic font – minor defect
Italic bold font = major defect



Qu'est-ce qui peut nous aider à déchiffrer ces nombres?

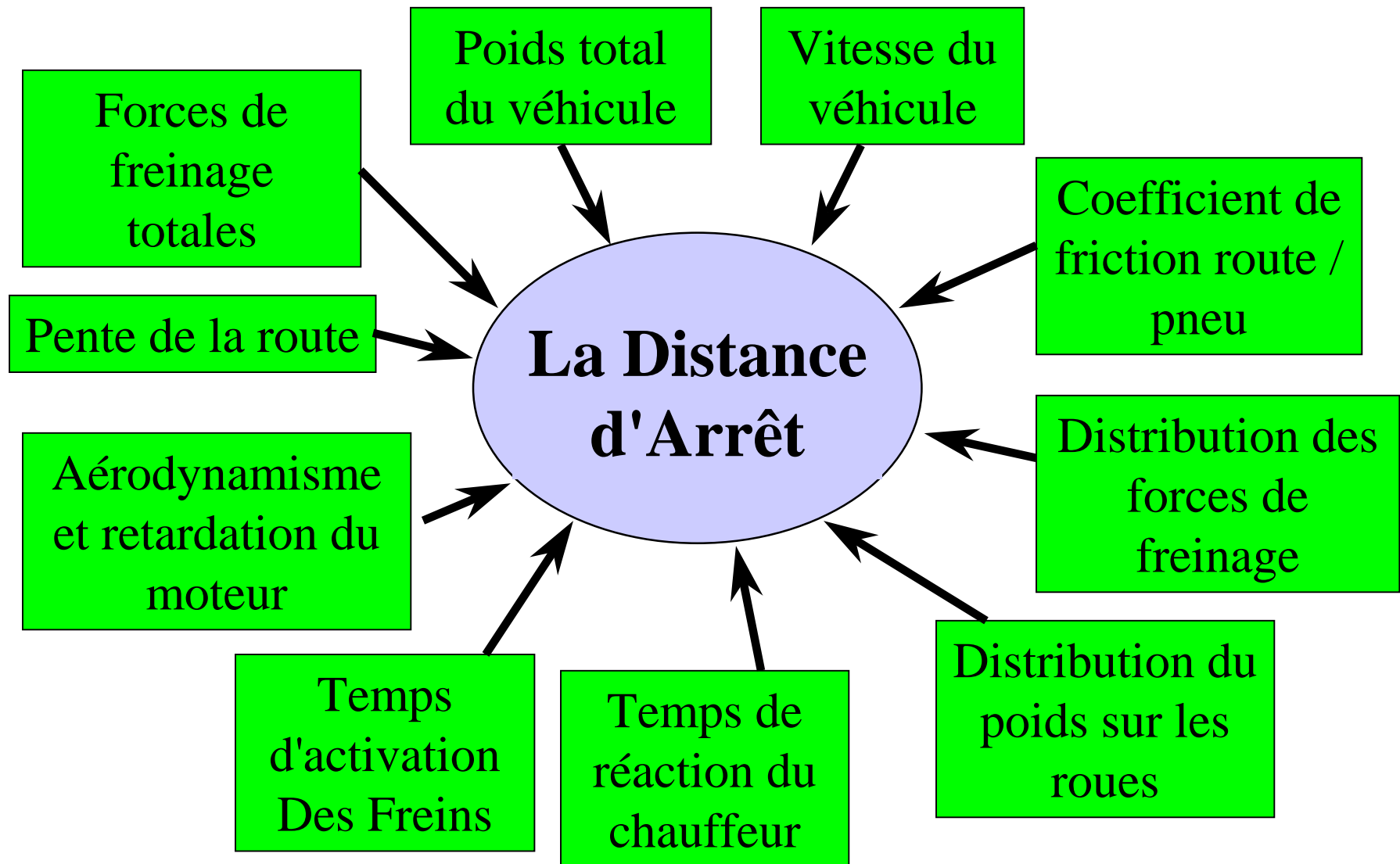
- Nous croyons que tout le monde comprend ce qu'est la distance d'arrêt.



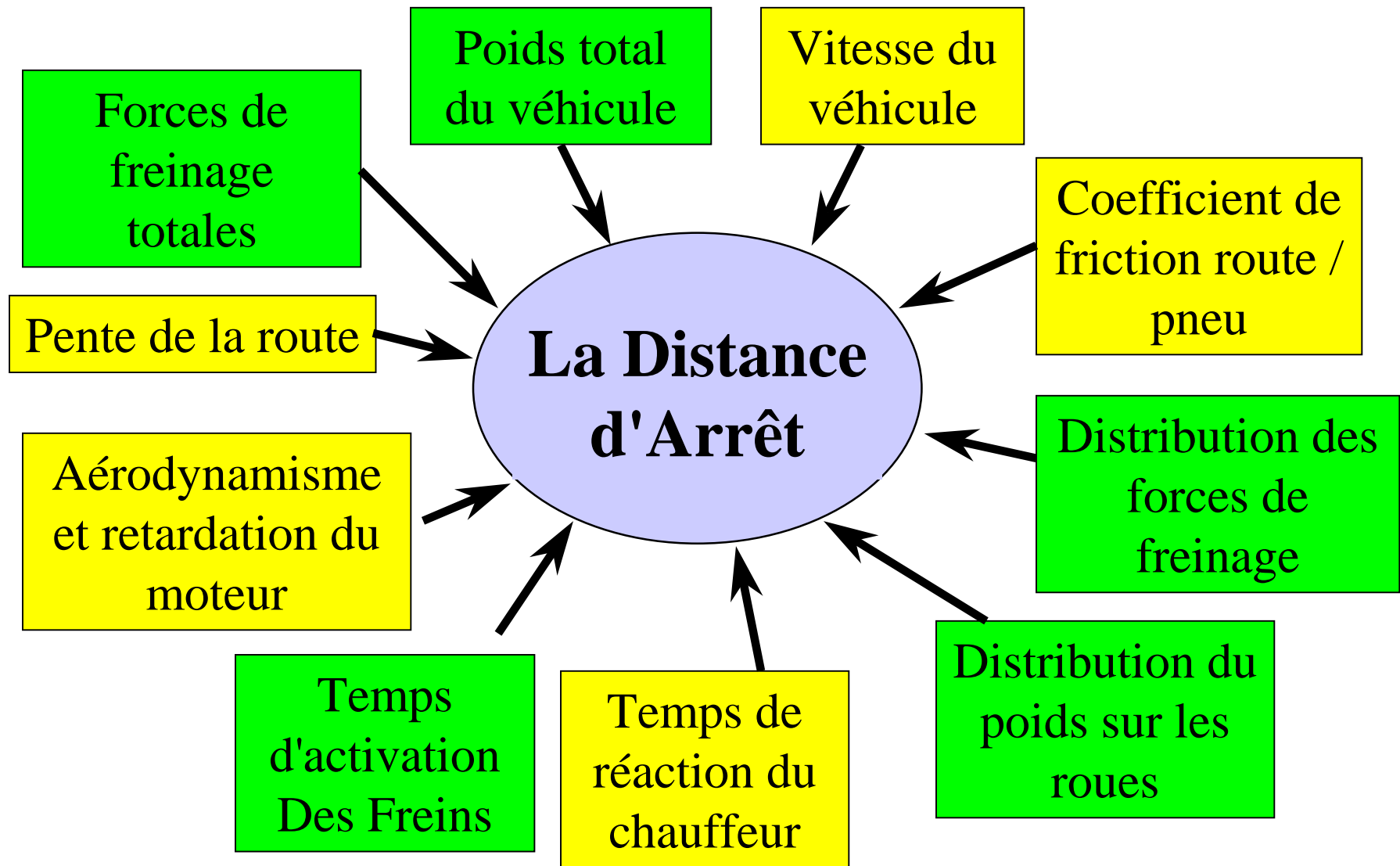
Démonstration du logiciel de visualisation

- Nous allons explorer une méthode qui nous permet d'interpréter de façon concrète les résultats d'un test de freinomètre et de les présenter sous la forme imagée de la distance d'arrêt
- La plupart des valeurs requises peuvent être mesurées à l'aide d'un freinomètre

Les facteurs qui contribuent à la distance d'arrêt



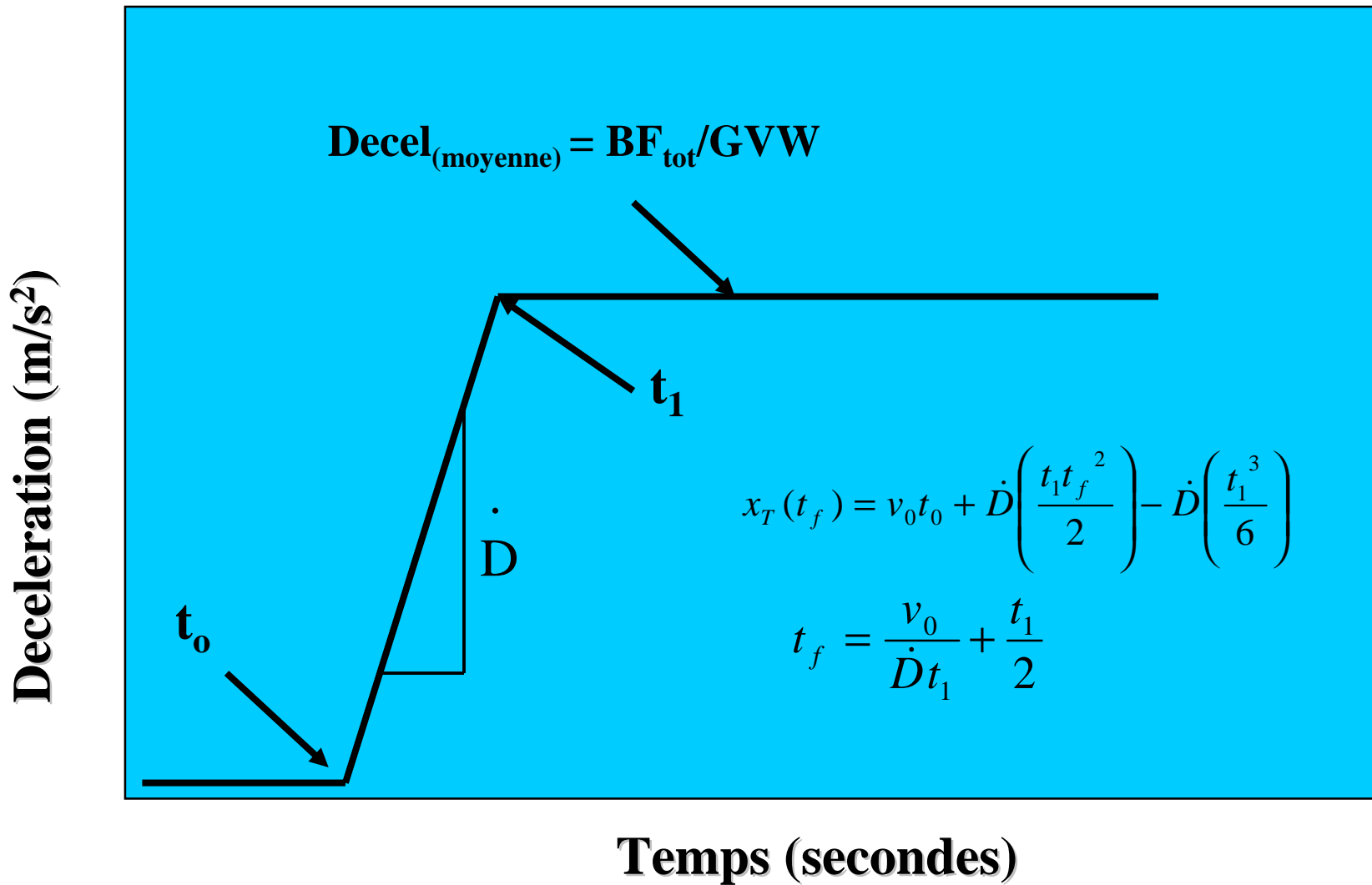
Les facteurs qui contribuent à la distance d'arrêt



Hypothèses utilisées pour calculer la distance d'arrêt

- Profile de décélération (voir schéma)
- Temps de réaction du chauffeur (assumé 0)
- Coefficient de friction route/pneu (assumé 0.8 sous conditions sèches)
- Niveau de la route (assumé plat)
- Les forces de résistance aérodynamiques et du moteur (assumées négligeables)

Profile de décélération



Logiciel de démonstration

OK, finies les Maths!
Passons à la pratique maintenant...

Révision: freinomètre et inspection

- Performance
 - mesure la performance de freinage réelle
 - aide à déceler des défauts invisibles
 - idéal pour les véhicules pleinement chargés
- Visuelle
 - trouve des problèmes de freins futurs

Comment avoir une inspection de très grande qualité?

- en combinant l'inspection visuelle à la mesure de la performance
 - l'inspection visuelle permet de détecter les problèmes futurs
 - le freinomètre confirme la capacité de freinage actuelle et peut aider à trouver des défauts cachés

Un oeil sur demain: Implémentation aux Etats-Unis

- Les freinomètres ne sont que des outils et ne seront pas considérés comme requis pour les inspections aux abords de la route
- Le CVSA dirige actuellement des groupes de travail afin de développer:
 - La formation pour les inspecteurs
 - Les standards de procédures pour les tests
 - Le Comité de Véhicule doit adopter des critères Out-of-Service
 - Un cas d'implémentation limité, mais à grand succès
- Le Technology and Maintenance Council (TMC) de l'ATA (American Trucking Association) est en train de développer un guide d'identification des défauts du système de freinage et de remise en service
- Le FMCSA mise sur la conférence du CVSA de l'automne prochain afin de finir le cas d'implémentation limité
- Le déploiement à grande échelle dépend de l'enthousiasme des États américains après cette date

