

Rapport d'évaluation de rendement des différents systèmes de freinage sur les motocyclettes de route



Produit par
la Fondation Promocycle

Date 26 février 2003



Table de matières

- 3 - Introduction
 - Système de frein indépendant
- 4 - Système ABS (Anti-lock Braking System)
- 5 - Système intégral
- 6 - Méthode de recherche
 - Appareil expérimental
- 8 - Surface sèche - Solo
 - Résultats avec un système indépendant (sans ABS)
- 9 - Recommandations
- 10 - Les mythes à oublier
- 11 - Surface sèche - Solo
 - Résultats avec un système indépendant (avec ABS)
- 12 - Recommandation
- 13 - Surface sèche - Solo
 - Résultats avec un système intégral (sans ABS)
- 14 - Surface sèche - Solo
 - Résultats avec un système intégral (avec ABS)
- 15 - Surface mouillée - Solo
 - Résultats avec un système indépendant (sans ABS)
- 16 - Recommandations
- 17 - Surface sèche - Passager
 - Recommandations
- 18 - Liste des motocyclettes évaluées pour cette analyse
- 19 - Reconnaissance

Introduction

Ce rapport porte sur une série d'essais de freinage à motocyclette visant à déterminer le rendement du frein avant et celui du frein arrière par rapport à l'utilisation des deux freins simultanément lors d'un freinage intensif en ligne droite.

Ce rapport couvre aussi des essais de freinage effectués sur des motocyclettes équipées de système de freinage appuyé d'un dispositif antiblocage (ABS). Il couvre aussi l'efficacité de certaines variantes du système de répartition du freinage (intégral), et d'une façon encore plus sommaire l'influence d'une surface mouillée et l'influence de l'ajout d'un passager sur les performances globales de freinage d'une motocyclette.

Système de frein indépendant



Sur la grande majorité des motocyclettes actuelles le frein de la roue avant et celui de la roue arrière sont actionnés par des commandes séparées. Le frein avant est actionné par un levier monté sur le guidon droit et contrôlé par la main du pilote. Le frein arrière est actionné par une pédale montée à proximité du repose-pied droit et s'opère au pied.

Si avec une automobile il est peu risqué d'écraser la pédale de frein, un freinage maximal sur une motocyclette comporte des risques plus importants et exige une plus grande maîtrise puisque le pilote doit gérer simultanément deux dispositifs de freinage indépendants en parallèle. Le fait que le frein avant et le frein arrière doivent être actionnés et modulés de manière optimale et séparée, l'avant par la

main et l'arrière par le pied, sans entraîner un blocage des roues souligne le niveau de difficulté auquel le pilote doit faire face. De plus, lorsque la décélération augmente, comme c'est le cas lors d'un freinage intensif, la charge est transférée progressivement sur la roue avant. Ce phénomène, bien plus accentué que sur une automobile, implique que la force de freinage disponible diminue progressivement sur la roue arrière et augmente progressivement sur la roue avant pendant le freinage. Une autre variable pour laquelle le pilote doit compenser et qui augmente l'indice de difficulté.

Système ABS (Anti lock Braking System)



Ce dispositif empêche les roues de bloquer malgré une pression trop grande de la part du pilote sur le système de freinage. Le risque de dérapage et de perte de direction est ainsi éliminé lors d'un freinage intensif en ligne droite. Le dispositif ABS peut être aussi bien monté sur un système indépendant que sur un système intégral. Sur une motocyclette, ce dispositif ne joue pleinement son rôle qu'en ligne droite et non quand la motocyclette est inclinée en virage. Présenté pour la première fois en dotation standard sur une motocyclette en 1988, il est présentement loin d'être aussi répandu que sur les automobiles.

Système intégral



Contrairement à un système indépendant pour lequel le frein avant et le frein arrière sont actionnés par des contrôles séparés, le système de type intégral fait qu'un contrôle, généralement la pédale du frein arrière, actionne aussi en partie le frein de la roue avant en plus de celui de la roue arrière. Le levier monté sur le guidon droit continue d'actionner en partie d'une façon indépendante le frein avant, mais dans certains cas peut aussi actionner le frein de la roue arrière. Quand le levier et la pédale actionnent le système de frein des deux roues simultanément, le système est décrit comme totalement intégral alors que si le système de frein d'une des deux roues n'est actionné que par un contrôle (levier ou pédale), le système est décrit comme partiellement intégral.

Méthode de recherche

Tous les essais ont eu lieu sur l'aire Charlie de la piste du Centre d'essais et de recherches PMG à Blainville au Nord de Montréal. Six pilotes expérimentés ont effectué un total de 349 essais de freinage sur 10 motos différentes en deux sessions séparées, les 9 et 27 août 2002.



Appareil expérimental



L'acquisition des données a été réalisée à l'aide d'un ordinateur portable Toshiba Satellite 3000 couplé à un radar Stalker ATS. À l'aide du logiciel Stalker ATS chaque essai de freinage a été enregistré en continué assurant ainsi une précision de l'ordre d'un centième de mètre pour les distances et d'un centième de seconde pour le temps.

La décélération type exigée aux essayeurs était un freinage intense et stabilisé de 100 km/h à 0 km/h. Les pilotes avaient pour instruction d'amorcer leur freinage à une vitesse supérieure à 100 km/h pour assurer que l'enregistrement ne contienne que la partie stabilisée du freinage. Les pilotes devaient freiner le plus intensément possible sans dépasser leurs limites ou celles de la motocyclette. Aucune chute n'est survenue. L'analyse des données a été par la suite réalisée à l'aide de logiciels Excel et FileMaker Pro.

Avant chaque bloc d'essais, les pilotes étaient informés du type d'utilisation des freins qu'ils devaient faire, soit l'utilisation des deux freins simultanément, soit l'utilisation du frein avant uniquement ou soit l'utilisation du frein arrière uniquement. Le déroulement de ces trois types de freinage s'est fait sur une base rotative et inversée pour compenser l'accoutumance et la mise en confiance de la part des pilotes.



Les pilotes avaient la liberté de choisir comment ils appliquaient les freins, soit en mode couvert ou non. Les pilotes avaient également la latitude d'actionner le levier du frein avant avec le nombre de doigts qu'ils voulaient.

L'unité de mesure retenue pour ces essais a été le G (1G) qui équivaut à une accélération de 9.8 mètres par seconde par seconde. Comme il s'agit de freinage, toutes les mesures enregistrées sont négatives.



Surface sèche

Solo

Résultats avec un système indépendant (sans ABS)

Indépendant (sans ABS)

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|----|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 82 | 0.774 | 0.144 | 0.984 | 0.417 | 100 |
| Levier | avant | 68 | 0.711 | 0.107 | 0.920 | 0.438 | 92 |
| Pédale | arrière | 72 | 0.425 | 0.029 | 0.500 | 0.370 | 55 |

F= nombre d'essais

Utilisation des deux freins

L'ensemble des 82 essais enregistrés avec des motocyclettes munies d'un système de freinage indépendant lors d'une application combinée des deux freins a engendré une décélération moyenne de -0.774 G avec un écart type de 0.144 G.

Utilisation du frein avant seulement

L'ensemble des 68 essais enregistrés avec des motocyclettes munies d'un système de freinage indépendant lors d'une application unique du frein avant a engendré une décélération moyenne de -0.711 G avec un écart type de 0.107 G. Dans cette situation le frein avant a donc généré 92% de la capacité totale de freinage disponible sur les motocyclettes équipées d'un système de freinage indépendant.

Utilisation du frein arrière seulement

L'ensemble des 72 essais enregistrés avec des motocyclettes munies d'un système de freinage indépendant lors d'une application unique du frein arrière a engendré une décélération moyenne de -0.425 G avec un écart type de 0.029 G. Dans cette situation le frein arrière a donc généré 55% de la capacité totale de freinage disponible sur les motocyclettes équipées d'un système de freinage indépendant.

Notes : bien que la force de freinage maximale soit ici obtenue par l'utilisation simultanée des deux freins, il faut noter l'importance de la capacité du frein avant qui peut être responsable de plus de 90% de la capacité totale de freinage disponible sur une motocyclette. Le fait que le blocage de la roue avant, qui assure la direction et l'équilibre de la moto, entraîne presque inévitablement une chute, semble décourager la promotion de l'utilisation intensive du frein avant dans les milieux de formation.

Recommandations



1-Nous recommandons que les cours de formation en conduite motocyclette reconnaissent l'importance du frein avant lors de freinage d'urgence en ligne droite. Cette reconnaissance devrait se faire aussi bien au niveau théorique que pratique. La durée des explications et des exercices allouée à l'utilisation du frein avant devrait être supérieure à celle allouée au frein arrière.

2-Les autorités responsables des examens devraient aussi tenir compte de cette réalité en développant des tests qui confirmeraient que le candidat maîtrise suffisamment son frein avant. Un test pratique menant à l'obtention de permis de conduire moto devrait démontrer qu'un candidat puisse

générer un freinage d'une intensité minimum de $-0.66G$ équivalent à une décélération de 6.5 mètres par seconde par seconde sur un écart de vitesse de l'ordre de 70 km/h.

Les mythes à oublier



Ne pas freiner trop fort en moto pour ne pas risquer de passer par-dessus les poignées.

Aucune application du frein avant aussi intensive soit-elle ne projettera le pilote par dessus les guidons. Le plus grand risque vient d'un blocage de la roue avant qui entraîne une instabilité immédiate provoquant souvent une chute latérale.

Avant de freiner d'urgence en moto, il faut vérifier dans ses rétroviseurs pour s'assurer de ne pas se faire emboutir par une automobile car une moto ça freine beaucoup plus fort qu'une auto.

Lors d'un freinage d'urgence, le pilote d'une motocyclette devrait se concentrer uniquement sur son freinage tant la manœuvre exige un haut niveau de maîtrise. À la lumière des chiffres publiés dans les revues spécialisées, une automobile moderne peut aisément générer -1 G en freinage intensif, donc freiner sur une distance plus courte qu'une motocyclette.

Surface sèche

Solo

Résultats avec un système indépendant (avec ABS)

Indépendant (avec ABS)

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|----|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 26 | 0.869 | 0.155 | 1.009 | 0.399 | 100 |
| Levier | avant | 17 | 0.725 | 0.093 | 0.868 | 0.558 | 83 |
| Pédale | arrière | 20 | 0.424 | 0.032 | 0.526 | 0.365 | 49 |

F= nombre d'essais

Utilisation des deux freins

L'ensemble des 26 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant avec ABS lors d'une application combinée des deux freins a engendré une décélération moyenne de -0.869 G avec un écart type de 0.155 G.

Utilisation du frein avant seulement

L'ensemble des 17 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant avec ABS lors d'une application unique du frein avant a engendré une décélération moyenne de -0.725 G avec un écart type de 0.093 G. Dans cette situation le frein avant a donc généré 83% de la capacité totale de freinage disponible.

Utilisation du frein arrière seulement

L'ensemble des 20 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant avec ABS lors d'une application unique du frein arrière a engendré une décélération moyenne de -0.424 G avec un écart type de 0.032 G. Dans cette situation le frein arrière a donc généré 49% de la capacité totale de freinage disponible.

Notes: du point de vue sécurité, un dispositif antiblocage sur le système de freinage d'une motocyclette affiche des avantages considérables. Lors d'un freinage d'urgence en ligne droite une motocyclette équipée d'un système de freinage indépendant avec ABS peut générer des forces de freinage supérieures ou égales à un système sans ABS tout en éliminant toute possibilité de chute causée par un blocage des roues.

Durant ces essais sur surface sèche, la motocyclette équipée d'un tel système a affiché des performances de freinage égales ou supérieures aux motocyclettes qui n'en avaient pas. Dans l'ensemble, pour les essais avec utilisation des deux freins simultanément, la motocyclette équipée d'un système ABS a généré une décélération moyenne de 12% supérieure par rapport aux motocyclettes qui n'en avaient pas.

Recommandation

3- Faire la promotion des avantages d'un dispositif antiblocage sur le système de freinage d'une motocyclette.



Surface sèche

Solo

Résultats avec un système intégral (sans ABS)

Intégral (sans ABS)

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|---|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 6 | 0.740 | 0.075 | 0.787 | 0.592 | 100 |
| Levier | avant | 5 | 0.474 | 0.023 | 0.494 | 0.441 | 64 |
| Pédale | avant et arrière | 6 | 0.583 | 0.022 | 0.616 | 0.553 | 79 |

F = nombre d'essais

Utilisation des deux freins

L'ensemble des 6 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral sans ABS lors d'une application combinée des deux freins a engendré une décélération moyenne de -0.740 G avec un écart type de 0.075 G.

Utilisation du frein avant seulement

L'ensemble des 5 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral sans ABS lors d'une application unique du frein avant a engendré une décélération moyenne de -0.474 G avec un écart type de 0.023 G. Dans cette situation le frein avant a donc généré 64% de la capacité totale de freinage disponible.

Utilisation du frein arrière seulement

L'ensemble des 5 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral sans ABS lors d'une application unique de la pédale de frein arrière a engendré une décélération moyenne de -0.583 G avec un écart type de 0.022 G. Dans cette situation le frein arrière a donc généré 79% de la capacité totale de freinage disponible.

Notes: le système intégral veut compenser le fait qu'une partie importante des motocyclistes lors d'un freinage d'urgence a tendance à sur utiliser le frein arrière (réflexe d'appuyer sur la pédale de frein comme sur une automobile) et à sous utiliser le frein avant (peur de la chute causée par le blocage de la roue) se privant ainsi d'une capacité de freinage considérable. Avec un système intégral, l'action de la pédale de frein, agissant désormais sur la roue arrière et sur la roue avant (sur la motocyclette testée), force l'utilisation du frein avant et augmente la capacité de freinage.

Surface sèche

Solo

Résultats avec un système intégral (avec ABS)

Intégral (avec ABS)

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|----|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 10 | 0.853 | 0.103 | 0.983 | 0.692 | 100 |
| Levier | avant | 8 | 0.756 | 0.028 | 0.795 | 0.714 | 89 |
| Pédale | avant et arrière | 3 | 0.805 | 0.015 | 0.818 | 0.789 | 94 |

F= nombre d'essais

Utilisation des deux freins

L'ensemble des 10 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral avec ABS lors d'une application combinée des deux freins a engendré une décélération moyenne de -0.853 G avec un écart type de 0.103 G.

Utilisation du frein avant seulement

L'ensemble des 8 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral avec ABS lors d'une application unique du levier de frein avant a engendré une décélération moyenne de -0.756 G avec un écart type de 0.028 G. Dans cette situation le frein avant a donc généré 89% de la capacité totale de freinage disponible.

Utilisation du frein arrière seulement

L'ensemble des 3 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage intégral avec ABS lors d'une application unique de la pédale du frein arrière a engendré une décélération moyenne de -0.805 G avec un écart type de 0.015 G. Dans cette situation le frein arrière a donc généré 94% de la capacité totale de freinage disponible.

Notes: un système intégral avec ABS affiche un des meilleurs résultats en matière de freinage tout en offrant la plus grande tolérance face aux deux erreurs les plus communes en freinage (blocage des roues et sous utilisation du frein avant)

Surface mouillée

Solo

Résultats avec un système indépendant (sans ABS)

Indépendant (sans ABS)

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|---|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 3 | 0.685 | 0.073 | 0.741 | 0.603 | 100 |
| Levier | avant | 2 | 0.483 | 0.075 | 0.536 | 0.430 | 71 |
| Pédale | arrière | 2 | 0.410 | 0.022 | 0.425 | 0.394 | 60 |

F= nombre d'essais

Utilisation des deux freins

L'ensemble des 3 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant sans ABS lors d'une application combinée des deux freins sur une surface mouillée a engendré une décélération moyenne de -0.685 G avec un écart type de 0.073G.

Utilisation du frein avant seulement

Les 2 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant sans ABS lors d'une application unique du frein avant sur une surface mouillée a engendré une décélération moyenne de -0.483 G avec un écart type de 0.075G.

Utilisation du frein arrière seulement

Les 2 essais enregistrés avec une motocyclette munie d'un système de freinage indépendant sans ABS lors d'une application unique du frein arrière a engendré une décélération moyenne de -0.410 G avec un écart type de 0.022G.

Notes: Une surface mouillée réduit la capacité totale de freinage disponible d'environ 10% quand les deux freins sont utilisés. La variable surface mouillée gagnerait à être mieux étudiée avec des essais plus nombreux et plus poussés.

Recommandations

4- Nous recommandons que les cours de formation en conduite motocyclette préparent les motocyclistes à pratiquer leur freinage sur une surface mouillée. Cette reconnaissance devrait se faire aussi bien au niveau théorique que pratique.

5- Les autorités responsables des examens devraient aussi tenir compte de cette réalité en développant des tests qui confirmeraient que le candidat maîtrise suffisamment son freinage sur surface mouillée.



Surface sèche

Passager

| Contrôle(s) actionnés | Système(s) activés | f | Accélération Moyenne (-G) | Écart Type(-G) | Accélération maximale (-G) | Accélération minimale (-G) | Capacité de freinage % |
|-----------------------|--------------------|---|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| Levier et pédale | avant et arrière | 5 | 0.745 | 0.076 | 0.868 | 0.682 | 100 |

F= nombre d'essais

L'ensemble des 5 essais enregistrés avec des motocyclettes transportant un passager lors d'une application combinée des deux freins sur une surface sèche a engendré une décélération moyenne de -0.745 avec un écart type de 0.076G.

Notes: *la présence d'un passager ne semble pas affecter d'une façon significative la capacité de freinage maximale d'une motocyclette en ligne droite.*

Recommandations

6- *Nous recommandons que les cours de formation en conduite motocyclette préparent les motocyclistes à pratiquer leur freinage avec un passager à bord. Cette reconnaissance devrait se faire aussi bien au niveau théorique que pratique.*

7- *Les autorités responsables des examens devraient aussi tenir compte de cette réalité en développant des tests qui confirmeraient que le candidat maîtrise suffisamment son freinage quand il transporte un passager.*





Liste des motocyclettes évaluées pour cette analyse

Système de freinage indépendant sans ABS

- Honda CBR 929, 2001
- Honda CB900F, 2002
- Honda Valkyrie, 2001
- Honda VFR 800, 1991
- Kawasaki Concours, 1990
- Suzuki V-Strom, 2002
- Yamaha FZ1, 2002

Système de freinage indépendant avec ABS

- Yamaha GTS 1000, 1993

Système de freinage intégral sans ABS

- Honda Gold Wing 1500, 2000

Système de freinage intégral avec ABS

- Honda Gold Wing 1800, 2002

Reconnaissance

Cette recherche et le rapport qui en découle ont été commandés à la Fondation Promocycle par la Fédération motocycliste du Québec. Le tout a été rendu possible grâce à la participation de la compagnie Honda Canada et de la Fondation Promocycle.

Directeur du projet *Jean-Pierre Belmonte*

Responsables des prises de données *Sonya Bouchard, Yanick Grégoire, Pierre Robitaille*

Responsables de la compilation des données *Yanick Grégoire, Jean-Pierre Belmonte*

Responsables de la rédaction du rapport *Jean-Pierre Belmonte, Yanick Grégoire*

Responsable de la photographie et montage *Didier Constant*

