



RAPPORT POUR LE PROJET
ÉVALUATION DES SYSTÈMES
ANTI-ÉCLABOUSSURES
POUR VÉHICULES LOURDS

par:

Jean-Marie Beaulieu et Maher Najeh

Département d'Informatique

Marc J. Richard et Benoît Kack

Département de Génie Mécanique

Université Laval

pour le

Ministère des Transports du Québec

Avril 1997

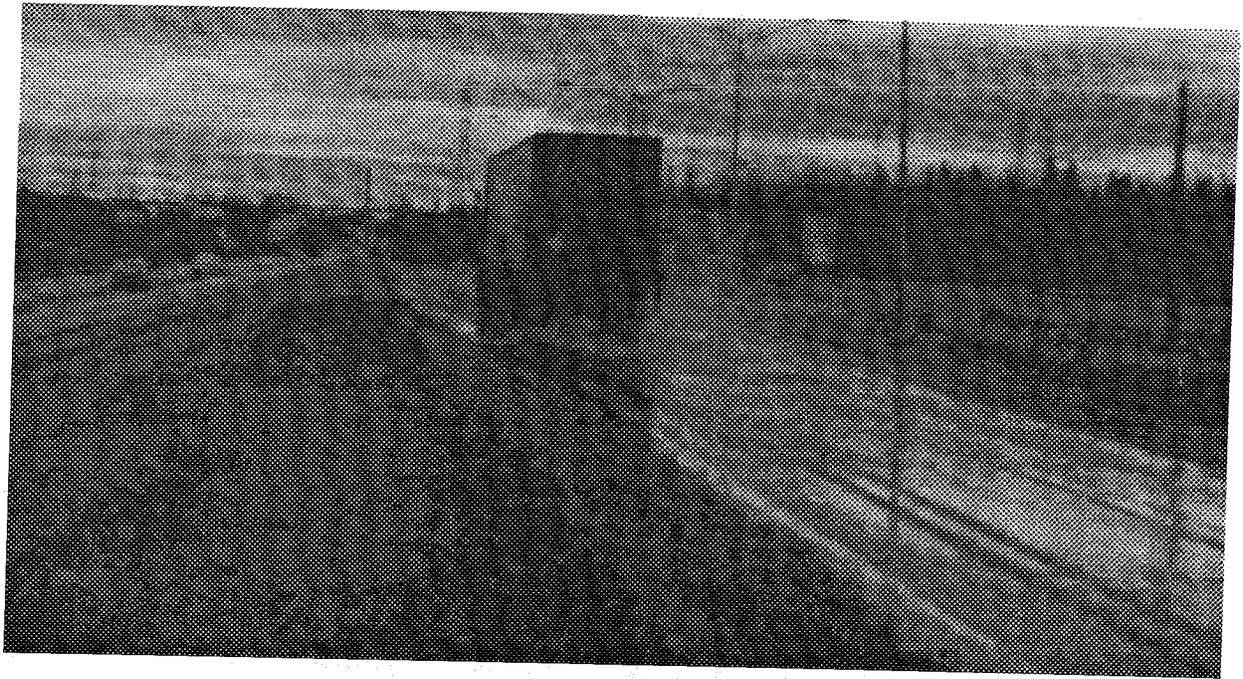


TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Présentation du problème.....	1
1.2. Introduction à la mesure du contraste.....	4
2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	6
2.1. Réduction du brouillard: solutions existantes et futures.....	9
2.2. Conclusion de la recherche.....	11
2.3. Références.....	12
3. MÉCANISMES ANTI-ÉCLABOUSSURES.....	14
3.1. Mécanismes évalués.....	14
3.2. Systèmes existants.....	17
4. PROCÉDURES LORS DES ESSAIS.....	18
4.1. Conditions atmosphériques.....	18
4.2. Véhicule d'essai.....	19
4.3. Description des essais.....	20
4.4. Problèmes rencontrés.....	21
5. NUMÉRISATION DES IMAGES.....	23
5.1. Utilisation du contraste pour mesurer le brouillard.....	23
5.2. Système de numérisation des images.....	24
5.3. Numérisation des séquences vidéo.....	27
6. UNE PREMIÈRE COMPARAISON RAPIDE.....	29
7. TRAITEMENT DES IMAGES.....	31
7.1. Lecture des fichiers QuickTime.....	32
7.2. Identification automatique de la cible.....	33
7.3. Production des images de moyenne.....	37
7.4. Calcul du contraste.....	37
8. ANALYSE DES RÉSULTATS.....	38
9. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	44
Annexe	
A. PROCÉDURE SAE J2245 APR 94.....	46
B. INSTRUMENTATION.....	56
C. PROGRAMMES DE TRAITEMENT D'IMAGE.....	58
D. BREVETS RELIÉS AUX SYSTÈMES ANTI-ÉCLABOUSSURES.....	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Vitesse du vent.....	18
Tableau 2 : Les codes de temps pour chacun des essais. "référence" indique le temps avant le passage du camion. "brouillard" indique le temps où le camion quitte la cible.	28
Tableau 3 : Résultats préliminaires de perte de contraste. B1, B2 et B3 correspondent aux trois essais avec le "Air Fender" à 80 Km/h et F1, F2 et F3 correspondent aux essais avec le système standard.	30
Tableau 4: Les séquences traitées	38
Tableau 5 : La valeur des contrastes calculés pour chaque image.	39
Tableau 6: Le contraste moyen des images de référence.....	39
Tableau 7: La perte de contraste (%) pour les images avec brouillard.....	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Image sans vapeur d'eau et avec vapeur d'eau.	4
Figure 2: Histogrammes des images de la Figure 1.....	4
Figure 3: Mécanisme anti-éclaboussure Air Fender	14
Figure 4: Mécanisme anti-éclaboussure Air Fender modifié.....	15
Figure 5: Mécanisme anti-éclaboussure usuel.....	16
Figure 6: Véhicule d'essais de face.....	19
Figure 7: Véhicule d'essais de profil.....	19
Figure 8: Ajustement des histogrammes et calcul du contraste.....	25
Figure 9: Image de référence prise par la caméra.....	35
Figure 10: Image gradient.....	35
Figure 11: Image gradient après l'utilisation des seuils.....	36
Figure 12: Image avec brouillard.....	36
Figure 13: Perte de contraste en fonction du temps (numéro d'image).	41

1. INTRODUCTION

La circulation sur pavé mouillé cause de graves problèmes de visibilité aux automobilistes qui circulent près de véhicules lourds. Ces derniers, souvent équipés sans aucun système d'anti-éclaboussures, engendrent des nuages de brouillard qui sont propagés latéralement sur leur trajet ainsi que derrière eux. L'automobiliste qui suit un tel camion n'a qu'à prendre un certain recul afin de diminuer l'effet du nuage sur sa visibilité. Par contre, lors d'une manoeuvre d'évitement ou de dépassement, l'automobiliste n'a d'autre choix que de perdre un certain degré de sa visibilité lorsqu'il arrive côte à côte avec le camion.

Récemment, des mécanismes anti-éclaboussures pour véhicule lourd ont été développés afin de limiter la propagation latérale de tels nuages. C'est dans le but d'évaluer l'efficacité de ces mécanismes qu'une étude a été entreprise avec la collaboration du Ministère des transports du Québec et des départements d'informatique et de génie mécanique de l'Université Laval.

Cette section introduit le problème d'évaluation des systèmes anti-éclaboussures. Elle est suivie par une revue bibliographique. Ensuite, on présente les systèmes anti-éclaboussures évalués. La section 4 décrit le déroulement des essais et les conditions de prise d'image. La section 5 décrit la numérisation des images. La section 6 présente les résultats d'une évaluation rapide. Le traitement des images est décrit dans la section 7. Puis, on présente les résultats de l'analyse de 4 séquences d'essais. On termine avec des conclusions et recommandations.

1.1. Présentation du problème

Nous commençons par quelques propos généraux pour situer le contexte du projet.

Développer une méthode d'évaluation

Un des objectifs contenus dans le devis du Ministère des Transports du Québec est le développement d'une méthode d'évaluation des systèmes anti-éclaboussures. Cette formulation est très générale et, pour être utile, se doit d'être reformulée. Il était également entendu que les grandes lignes de cette méthode étaient déjà définies par le Ministère. Dans la proposition d'entente que nous avons présentée, nous avons précisé :

Ce projet repose sur la supposition que des images prises lors du passage d'un camion sur une chaussée humide peuvent permettre d'évaluer l'éclaboussure ou la nuée d'eau soulevée. La présence d'une nuée d'eau se traduit par une perte de définition de l'image : image plus floue et/ou moins contrastée. Il faut donc dans ce projet mettre au point une méthode pour mesurer la perte de définition de l'image et s'en servir pour évaluer l'éclaboussure d'un camion.

Un problème de sécurité routière

La sécurité routière est le besoin premier justifiant ce projet. On se préoccupe de la nuisance et des dangers pour les automobilistes que représentent les véhicules lourds circulant sur une chaussée humide. Il faut porter une attention particulière à la visibilité des conducteurs qui suivent ou côtoient un véhicule lourd. Les systèmes anti-éclaboussures permettent de contrôler la dispersion dans l'air de l'eau soulevée par les roues.

Nous pouvons donc reformuler notre objectif comme : mesurer la dispersion de l'eau soulevée par les roues en fonction du système anti-éclaboussures utilisé. Une telle mesure rencontre cependant de nombreuses difficultés.

Vapeur ou lame d'eau

Il faut considérer sous quelle forme l'eau sera soulevée et dispersée. Si les roues rencontrent des flaques d'eau, l'eau est alors projetée comme une nappe continue d'eau (un "splash"). Au contact des roues (à l'avant), l'eau est violemment projetée sur les côtés et les systèmes anti-éclaboussures n'ont aucun effet pour contrôler ou réduire ces éclaboussures. Par contre, l'eau entraînée par les roues et soulevée derrière elles, se dispersent sous forme de brouillard ou de vapeur formé de fines gouttelettes (un "spray"). Cette eau est projetée sur le système anti-éclaboussures ou sur le dessous du véhicule. L'évaluation des systèmes anti-éclaboussures repose donc sur l'étude de cette composante.

Essais sur des véhicules en mouvement

L'évaluation repose sur des mesures obtenues lors d'essais. On peut donc concevoir différents montages se rapprochant, à divers degrés, de situations réelles. L'approche retenue consiste à faire circuler un camion-remorque sur une chaussée humide. Il faut alors contrôler ou tenir compte de différents paramètres comme la vitesse du camion, la quantité d'eau répandue, la direction et la vitesse du vent. Ce montage veut reproduire les conditions habituelles de la circulation routière et, dans ce cadre, plusieurs paramètres demeurent incontrôlables comme le vent ou les conditions météo. La sélection du montage dépend des objectifs visés. Par exemple, si l'objectif était une meilleure compréhension du phénomène de dispersion de l'eau, un montage plus artificiel, mais où les paramètres sont mieux contrôlés, sera préférable.

Dispersion sur les côtés et à l'arrière du véhicule

Nous devons considérer l'effet des systèmes anti-éclaboussures sur la quantité d'eau soulevée. A prime abord, il semble que seules les roues interviennent et que les systèmes anti-éclaboussures n'affectent pas la quantité d'eau soulevée mais seulement sa dispersion. L'eau se disperse sous le camion, sur les côtés et à l'arrière. L'eau dispersée sous le camion présente peu d'intérêt (elle ne nuit pas aux autres conducteurs) et sa mesure peut être difficile. Par contre, l'eau dispersée sur les côtés et à l'arrière affecte directement les autres conducteurs. Il faut déterminer quel volume autour du camion doit être considéré dans les mesures. Dans les recommandations du SAE, on examine la dispersion sur les deux côtés du camion. Nous pouvons considérer qu'un automobiliste est principalement incommodé par un véhicule lourd lorsqu'il veut le dépasser sur une autoroute. Sa visibilité pourrait être fortement réduite lorsqu'il roule au côté du camion. Donc, il nous semble particulièrement approprié de regarder la dispersion sur les côtés du camion. On peut également penser que les systèmes anti-éclaboussures devraient être spécialement conçus pour réduire la dispersion latérale.

Il faudrait également examiner si la mesure de l'eau dispersée à l'arrière du véhicule apporte une information utile et permet de distinguer les différents systèmes anti-éclaboussures.

Mesure de la densité du nuage par acquisition d'image

Nous utilisons la lumière qui traverse un nuage d'eau pour mesurer sa densité. Le dispositif consiste à situer le nuage entre une caméra et une cible. S'il n'y a pas de nuage, l'image de la cible sera clair et net. Le contraste de l'image va diminuer avec la densité du nuage. Pour faciliter la mesure du contraste, il faut utiliser comme cible un panneau peinturer en noir et blanc (un damier ou un rayé). Il importe alors de déterminer la taille du panneau, sa position et la position de la caméra. Le système caméra-panneau définit un cône à l'intérieur duquel on mesure la densité du nuage. Pour mesure la dispersion de l'eau sur les côtés d'un camion, l'axe du cône devra être parallèle au trajet du camion. L'étendu et la position du panneau déterminera la région observée en terme de hauteur à partir du sol et de distance du bord de la route. La troisième dimension correspond à la position du camion sur la route, ou à la position du panneau et/ou caméra par rapport au camion. Vu que le camion est en mouvement, cette dimension se traduit en terme de temps. Les images acquises à différent temps correspondront à différentes positions du camion. Il faut noter que le cône caméra-panneau induit un effet intégrateur : la mesure est effectuée sur l'ensemble du nuage incluse dans le cône. Selon l'orientation du cône, l'intégration sera sur la direction de déplacement du camion ou sur la direction perpendiculaire.

1.2. Introduction à la mesure du contraste

La présence d'un brouillard ou d'un nuage d'eau affecte la netteté de la vision. Le brouillard agit comme un voile qui masque les objets et les rend plus difficilement discernable. On ne perçoit plus la différence entre l'objet et ce qui l'entoure. Tout devient uniforme. Il s'agit d'une perte de contraste. Le contraste est défini comme la différence entre l'intensité lumineuse des objets. La Figure 1 montre l'effet d'un nuage d'eau sur le contraste. La première image est prise sans nuage d'eau et montre un bon contraste entre les bandes blanches et noires. La seconde image montre une diminution du contraste dû à la présence de vapeur d'eau.

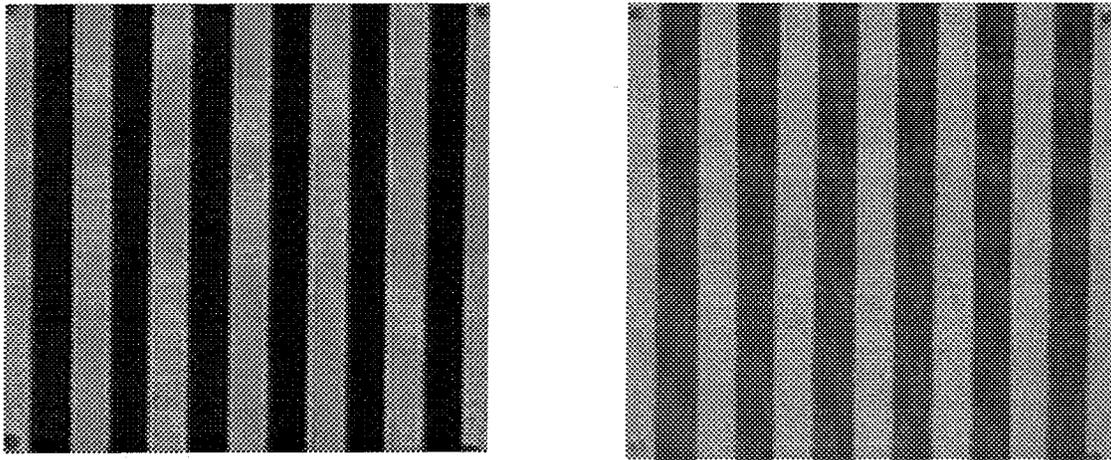


Figure 1: Image sans vapeur d'eau et avec vapeur d'eau.

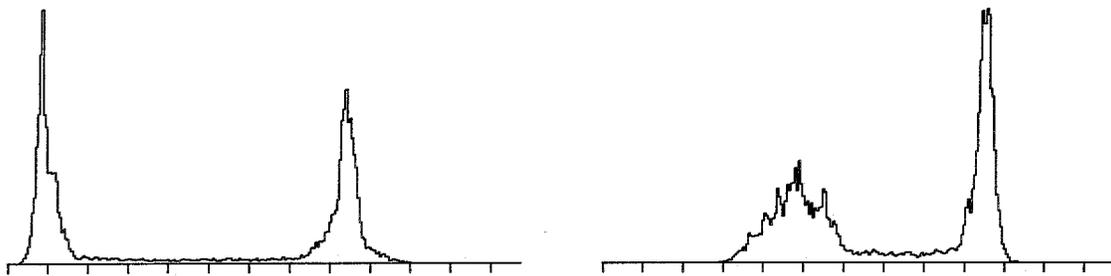


Figure 2: Histogrammes des images de la Figure 1.

Le contraste correspond à la différence de l'intensité lumineuse moyenne des bandes blanches et noires. La Figure 2 nous présente les histogrammes calculés sur les deux images de la Figure 1. Chaque histogramme est composé de deux modes ou "peaks". Un mode correspond aux bandes noires, soit celui le plus à gauche. L'autre mode correspond aux bandes blanches. Le contraste est ici la distance entre les deux modes. On voit que dans l'image avec vapeur d'eau, cette différence est plus faible. On constate également que la présence de vapeur d'eau rend l'image plus claire. Les bandes noires deviennent grises. Dans l'histogramme, on note un déplacement vers la droite des modes. Ce déplacement est plus important pour les bandes noires.

Cet exemple montre l'importance de bien contrôler le fond de la scène pour faire ressortir la perte de contraste. Il faut utiliser un fond ou une cible bien contrastée et avec un motif régulier comme un damier ou un rayé. L'utilisation d'un motif régulier procure deux avantages importants. Lors d'une interprétation visuelle par l'homme, le motif régulier permet de percevoir plus facilement les variations dans l'espace et dans le temps du brouillard. Si une partie d'une image nous semble moins contrastée, ceci devrait être dû à une variation de la densité du brouillard et non à une variation dans le motif de la scène. De plus, un motif régulier simplifie de beaucoup le traitement par ordinateur des images. Il faut utiliser un motif simple.

2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le cadre de ce projet, un sous-contrat a été octroyé au Centre de Recherche Industrielle du Québec (CRIQ). Ce contrat visait la réalisation d'une recherche d'information dont l'objectif principal était l'identification d'entreprises actives dans la commercialisation des systèmes anti-éclaboussures pour camion remorque et semi-remorque. Le CRIQ a effectué une consultation des banques de données internationales reliées au secteur du transport, des brevets ainsi que les banques versées dans les données commerciales. Les titres des documents jugés les plus pertinents sont insérés en annexe tels que transmis par le CRIQ. En parcourant cette annexe, nous pouvons donc observer que cette recherche nous apporte peu d'information nouvelle sur les fabricants de systèmes anti-éclaboussures.

Par contre, une recherche de procédure sur internet et les différents réseaux de l'Université Laval nous a permis de constater que d'autres chercheurs oeuvrent dans ce domaine.

Le danger du brouillard et de l'éclaboussure réside dans la perte de visibilité ressentie par les conducteurs au moment du dépassement d'un camion lourd. Certaines études sont disponibles, mais elles ont été incapables pour la plupart de démontrer hors de tout doute statistique l'implication de ce phénomène.

1. Michigan, 1960 [1]: 2% de tous les accidents seraient dus au brouillard et à l'éclaboussure.
2. Angleterre, 1966 [2]: 1.3% de tous les accidents qui surviennent par temps humide sur les autoroutes à 3 voies pourraient être causés par le "splash and spray".
3. Finlande, 1972 [3]: 10.7% de tous les accidents sont causés par une perte de visibilité.
4. Angleterre, 1973 [4]: 7000 accidents seraient causés par une diminution de la visibilité due au brouillard et à l'éclaboussure.
5. Angleterre, 1980 [5]: la réduction du "splash and spray" pourrait apporter une réduction de 2000 accidents par année, approximativement 10% de l'ensemble des accidents par temps humide.

De son côté, Wright [6] a démontré que la perte de contraste visuel pouvait diminuer dangereusement la distance à laquelle les conducteurs peuvent apercevoir et distinguer la présence d'un autre véhicule. Cette étude suggère que la perte de contraste

est fortement corrélée avec l'intensité lumineuse mesurée par un système de lasers et de photodiodes.

Le brouillard est plutôt causé par la suspension de fines gouttelettes d'eau dans le sillage du camion. Habituellement, le diamètre de ces gouttelettes est inférieur à 0.5 mm. Pour demeurer en suspension, une gouttelette doit être entraînée dans un courant d'air suffisamment intense pour générer une traînée sur la gouttelette qui contrebalance son poids. Plus un camion roule vite, plus l'écoulement turbulent qu'il génère est intense. D'après Kirsh [7], la dépendance entre ces deux paramètres, vitesse du camion et grosseur maximale des gouttelettes, est importante.

Selon Weir [8], il est possible de regrouper les différents facteurs qui sont susceptibles d'influencer la sévérité du brouillard et de l'éclaboussure de la façon suivante:

1. l'écoulement autour du camion et plus particulièrement autour des roues. Celui-ci est principalement affecté par:
 - i la vitesse du véhicule
 - ii sa géométrie
2. le type de pneus et leur usure
3. l'état de porosité de la chaussée
4. la quantité et la répartition de l'eau sur la chaussée.

Les phénomènes de brouillard et d'éclaboussures sont directement reliés à l'interaction entre les pneus du camion et le film d'eau sur la chaussée. Lors du passage sur une voie détremée, il est possible de distinguer plusieurs types d'interactions et leur importance relative en tant que contributeur à l'un ou l'autre des deux phénomènes.

Dans la littérature, il semble que Weir [8] fasse figure de pionnier dans ce domaine. Les mécanismes décrits ci-dessous sont tous tirés de cette référence.

1) Les jets latéraux

Ces vagues proviennent directement du passage de la roue dans une grande quantité d'eau. Une partie importante du liquide se trouve projetée sur les côtés et forme la très grande majorité de l'éclaboussure.

2) Le jet frontal

Elles proviennent du liquide qui n'a pas pu s'échapper de manière latérale. Elles peuvent être soulevées par l'écoulement, probablement turbulent autour de la roue, et

favoriser ainsi la création du brouillard. Son effet est cependant considéré comme étant mineur.

3) Le jet arrière

Cette vague peut créer soit du brouillard soit de l'éclaboussure tout dépendant de sa trajectoire. En effet, si la vague frappe une surface lisse ou une autre roue, elle se retrouve atomisée et emportée par l'écoulement d'air, constituant ainsi la source la plus importante de brouillard.

4) La rétention des pneus

Une certaine quantité d'eau se retrouve emportée par capillarité dans les sillons des pneus. Celle-ci peut être éjectée de manière radiale puis entraînée par l'écoulement autour du pneu. Ce phénomène ne serait à l'origine que de 1% du brouillard émis [8].

La production du brouillard par les mécanismes cités ci-dessus dépend en plus de la position des essieux (avant versus arrière), de l'écoulement d'air autour de ceux-ci et enfin des interactions entre les différents essieux. Par exemple, le jet arrière peut venir frapper un essieu postérieur du tracteur. En fait, à cause de la proximité de surfaces planes (réservoirs), de la présence de certains écoulements entre la cabine et la remorque et de l'interaction des essieux doubles, il est plausible de conclure que les deux essieux arrières du tracteur sont les principales sources de brouillard. Ce brouillard ainsi généré est ensuite transporté dans le sillage du tracteur et de sa remorque. Cette conclusion est obtenue par Weir [8].

Il est possible de modéliser chacune de ces sources comme des jets et, à partir de l'équation de Pasquill et Gifford, d'obtenir un premier estimé des concentrations et de l'étendue du brouillard [8]. Les résultats sont dans les ordres de grandeur du phénomène observé lors de tests sur route mais sans plus. Ils représentent néanmoins l'idée globale de la forme du brouillard mais il serait surprenant de pouvoir modéliser de manière exacte les caractéristiques du brouillard à cause de la multitude des géométries possibles des trains routiers et de la complexité de l'écoulement.

Inspirée des travaux antérieurs, principalement ceux de Weir [8], la SAE [18] propose deux types d'essais routiers permettant de mesurer la réduction de visibilité reliée à la présence de brouillard. Ces différents protocoles résument bien l'historique et les connaissances actuelles dans le domaine.

Des études de l'écoulement aérodynamique sur des modèles réduits (échelle 1/10) et grandeur nature ont été réalisées en soufflerie. Habituellement, les modèles sont équipés de nombreuses prises pariétales de pression pour mesurer la distribution spatiale de pression autour de l'ensemble camion-remorque. De plus, ils sont généralement montés sur un disque orientable par rapport à l'axe du tunnel ce qui permet d'investiguer les effets de

vent transversal sur l'écoulement d'air. La référence [18] présente à cet effet quelques résultats intéressants. Malgré l'aspect qualitatif de plusieurs d'entre eux, il est possible de ressortir quelques éléments relativement généraux:

1. Les régions d'écoulement les plus "turbulentes" seraient situées essentiellement au niveau du tracteur proprement dit (à la cabine et au niveau de l'essieu double de traction).
2. Certains essais routiers permettraient de croire que la diminution de la traînée contribuerait à la diminution de génération de brouillard. Les données sont imprécises quant à savoir s'il s'agit de l'étendue du nuage ou de la quantité d'eau soulevée.
3. L'écoulement serait très sensible à la présence de vents latéraux. La référence [12] illustre ce point en présentant deux visualisations de l'écoulement correspondant respectivement à une incidence nulle et une incidence de 20° (vent latéral de l'ordre de 36% de la vitesse du camion). Les champs de pression qui en résultent et qui affectent l'entraînement du brouillard s'en trouvent grandement affecté. Cette observation doit demeurer qualitative, étant fortement dépendante de la géométrie particulière du camion.

2.1. Réduction du brouillard: solutions existantes et futures

Plusieurs types de solution ont été envisagés et étudiés, en particulier lors des années '70.

1. Le premier type de solution est assez répandu aux États-Unis et en Europe. Il regroupe l'ensemble des moyens mécaniques comme les déflecteurs ("fenders") et les gardes-boue qui tentent de rediriger l'eau soulevée directement vers le sol.
2. En modifiant l'écoulement localement autour du camion par des dispositifs "aérodynamiques", il est possible de modifier et de contrôler jusqu'à un certain point l'étendue du brouillard. Une possibilité intéressante dans cette ligne de pensée est de concentrer le brouillard uniquement dans le sillage derrière le camion. Il est possible de regrouper dans cette rubrique les différents accessoires suivants [12]:
 - a) Le bouclier anti-traînée (Drag Shield")
 - b) Les déviateurs placés dans l'espace entre la cabine et la remorque ("Gap Filler")
 - c) Les déviateurs latéraux placés en dessous du camion ("Angle side vane")

Les résultats préliminaires rapportés pour ces méthodes semblent indiquer de bonnes tendances pour les deux premiers mécanismes. Par contre, le troisième s'avère plutôt néfaste, probablement dû à une erreur de design.

3. Les matériaux ou les revêtements constituant les jupes et les gardes-boue peuvent de plus être choisis pour minimiser l'atomisation des particules d'eau les impactant. En favorisant davantage la formation de grosses gouttelettes d'eau - qui ne peuvent alors que retomber au sol - ces matériaux neutralisent efficacement le phénomène de brouillard.

L'application de ce type de raisonnement a mené à la création de matériaux ou de revêtements non-lisses ("grass type materials" ou "Astrosturf"). Ces matériaux peuvent soit constituer la structure elle-même des gardes-boue et des jupes, ou alors être appliqués comme recouvrement sur la structure même du camion; ce serait le cas d'une peinture ou de l'application de fibres.

Deux types de configuration semblent donner des résultats très satisfaisants. Le premier, et apparemment le plus prometteur, est le "Reddaway system", qui allie les propriétés des gardes-boue et des jupes avec un recouvrement permettant la formation de grosses gouttelettes d'eau. Cependant, la récupération de l'eau en grosses gouttelettes est peu envisageable dans nos conditions climatiques. En effet, de telles configurations favoriseraient l'accumulation possiblement excessive de neige et de glace. Il devrait être envisagé de devoir démonter et remonter de tels équipements à chaque saison hivernale.

Un deuxième prototype appelé "DOT" est constitué d'une coque recouvrant complètement les roues. Malheureusement, un enveloppement excessif des roues entraîne divers problèmes dont le refroidissement des freins.

Par contre, le tableau suivant illustre pour une même expérience ([8]) l'influence de nombreux mécanismes. Cette expérience utilisait entre autres des mesures par rayon laser et photomètres (Méthode MPL) ainsi que des observateurs humains. Dans ces essais, une visibilité de 100% correspondait à la lecture des cellules photoélectriques avant le passage du camion. Des essais sans aucun mécanisme antibrouillard ont permis de définir la visibilité marginale nulle.

Mécanismes	Visibilité marginale (%)
"Reddaway" + déflecteur anti-traînée	60
"Reddaway" + déflecteur anti-traînée + jupe latérale + garde-boue réduit au niveau du tandem	59
"Reddaway" + déflecteur anti-traînée + garde-boue réduit au niveau du tandem	59
"Reddaway" + garde-boue réduit au niveau du tandem	39
"Reddaway"	38
"Reddaway" + matériel poreux du garde-boue central du côté antérieur seulement	25
Jupe latérale + obstruction de l'espace entre le tracteur et sa remorque + déflecteur anti-traînée	25

Déviateur de l'espace entre le tracteur et sa remorque en position haute	23
Déflecteurs latéraux + déflecteur anti-traînée sans déflecteur en arrière du tandem	20
Jupe latérale + obstruction de l'espace entre le tracteur et sa remorque	20
Garde-boue de type "Roberts" seuls	19
Camion recouvert de matériaux poreux + déflecteur anti-traînée + jupe latérale	17
Déviateurs latéraux + déflecteur anti-traînée	16
"Reddaway" sans garde-boue	15
Jupe latérale + déflecteur anti-traînée	15
Garde-boue européen	15
Camion recouvert de matériaux poreux + déflecteur anti-traînée	14
Déviateur de l'espace entre le tracteur et sa remorque en position basse	11
Jupe latérale	10
Obstruction de l'espace entre le tracteur et sa remorque + coins arrondis	7
Déflecteur anti-traînée	5
Aucun	0
Obstruction de l'espace entre le tracteur et sa remorque + coins vifs	-1
Obstruction de l'espace entre le tracteur et sa remorque	-11
Camion recouvert de matériaux poreux	-12
Déviateurs latéraux	-18

2.2. Conclusion de la recherche

Cette étude bibliographique a permis de mettre en lumière les démarches expérimentales existantes pour l'évaluation du brouillard. Beaucoup de ces recherches ont été conduites dans les années 70 à 80 et visaient non seulement les phénomènes de brouillard et d'éclaboussures mais aussi et davantage la réduction de la consommation d'essence - la réduction d'autres éléments préoccupants comme la stabilité latérale et la nuisance aérodynamique pour les autres véhicules étaient également d'intérêt. Une certaine expertise a ainsi été développée au cours des années particulièrement aux États-Unis et en Scandinavie.

La procédure SAE a été inspirée de ces essais, et selon toute vraisemblance, devrait donner des résultats, sinon répétables, au moins efficaces pour la comparaison

simple entre plusieurs systèmes donnés. Le contrôle des facteurs environnementaux constitue un obstacle majeur à cet égard.

Le design d'un système antibrouillard idéal promet d'être un défi de taille en particulier en raison de la situation climatique du Québec. Rappelons qu'une bonne solution devrait entre autres s'avérer:

- Simple - pour s'adapter à tous les modèles existants.
- Démontable - pour permettre une inspection facile des freins et des pneus lors de vérifications routinières.
- Économique - comme pour le cas du "Reddaway" [8].
- Résistante et durable - pour résister aux chocs lors des manoeuvres de chargement.

2.3. Références

- [1] Forbes, T.W., (1960), A Study of Accident Hazards in relation to Fenders and Mudguards for Motor Vehicles, Michigan State University, East Lansing MI, 1960.
- [2] Maycock, G. (1966), The Problem of Water Thrown up by Vehicles on Wet Roads, RR1 Report No. 4, Road Research Laboratory, Harmondsworth, U.K., 1966.
- [3] Adverse Weather, Reduced Visibility and Road Safety, Road Research Group on Driving in Reduced Visibility Conditions Due to Adverse Weather, Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris, 1976.
- [4] Sobey, B. (1973), Accidents: Their Cost and Relation to Surface Characteristics, Cement and Concrete Association, London, 1973.
- [5] Sobey, B.E. (1980), The Risks we Run: The highway, RRL report 567, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, U.K. 1980.
- [6] Wright, B. et al. (1990), Measurements of Visibility Through Spray, SAE Paper 902274.
- [7] Kirsh, J.W. (1972), Informal Comments on the Road Spray Problem, Document No. SSS-IR-72-1352, Systems, Science and Software, La Jolla, CA, OCT. 1972. SAE Paper 902274.
- [8] Weir, D., et al. (1978), Reduction of Adverse Aerodynamic Effects of Large Trucks, Report No. FHWA-RD-79-84, september 1978.

- [9] Clarke, R.M. (1983), Heavy Truck Splash and Spray Supression: Near and Long Terms Solutions, SAE Paper 831178.
- [10] Olson, M.E., & Schaub, U.W. (1992), Aerodynamics of Trucks in Wind Tunnels: The Importance of Replicating Model Form, Model Detail, Cooling System and Test Conditions, SAE paper 920345.
- [11] Fujimoto, T. et al (1992), Supression of Mud Adhesion to the Rear Surface of a Van-type Truck, SAE paper 920203.
- [12] Pilkington, G.B. II (1990), Splash and Spray, ASTM Special Technical Publication, ISSN: 0066-0558.
- [13] DelCanI (1981), On Highway Evaluation of Splash and Spray Under Cold Weather Operating Conditions - Phase 1, Report No. 041201A-00, Transport Canada, Ottawa, On., May 1981.
- [14] Splash and Spray Characteristics of Truck and Truck Combinations, Western Highway Inst., Research Committee Rept. No. 5, 1 May 1973.
- [15] Sherard, Thurman D. (1973), Supression of Vehicle Splash and Spray, SAE paper 730718, Aug 1973.
- [16] Ritter, Thomas E. (1974), Truck Splash and Spray Tests at Madras, Oregon, Southwest Research Inst., Rept AR-955, Oct. 1974.
- [17] SAE - Total Vehicle Operational Environment Subcommittee (1974). Flow Field Properties in the Vicinity of a Traylor/Semitrailer Truck, and Correlation with the Aerodynamic Disturbance of an Adjacent Vehicle, System Technology, Inc., TR-1016-3, Oct. 1972.
- [18] Johnson, Walter A. et Weir, H.D. (1994), Recommended Practice for Splash and Spray Evaluation, SAE J2245, Aug. 1994.
- [19] Maycock, G. (1966), The Problem of Water Thrown up by Vehicles on Wet Roads, Transportation and Road Reseach Lab, TRRL Rept No. 4, 1966.
- [20] Mantarro, Joseph (1986), Spray-supression Device, United States Patent No. US4598000.
- [21] Eklund, Louis E. Jr (1991), Spray-suppressant Splash Guard for Vehicles, United States Patent No. US5022680.

3. MÉCANISMES ANTI-ÉCLABOUSSURES

3.1. Mécanismes évalués

Les mécanismes qui ont été évalués le 29 octobre 1996 sont de trois types:

- mécanisme récent fabriqué par la compagnie Air Fender Ltée.
- mécanisme Air Fender modifié (prises d'aération recouvertes et couvercle latéral enlevé).
- mécanisme standard (de type Fenco modèle NXX 60SS).

Nous pouvons voir à la Figure 3, le mécanisme fabriqué par la compagnie Air Fender Ltée. Ce dernier est théoriquement le plus efficace car son couvercle devrait en principe diminuer les nuages s'échappant latéralement. De plus, sa forme recouvrant le pneu devrait aider à l'agglomération des fines gouttelettes en de plus grosses avant de s'échapper dans la traînée du camion.

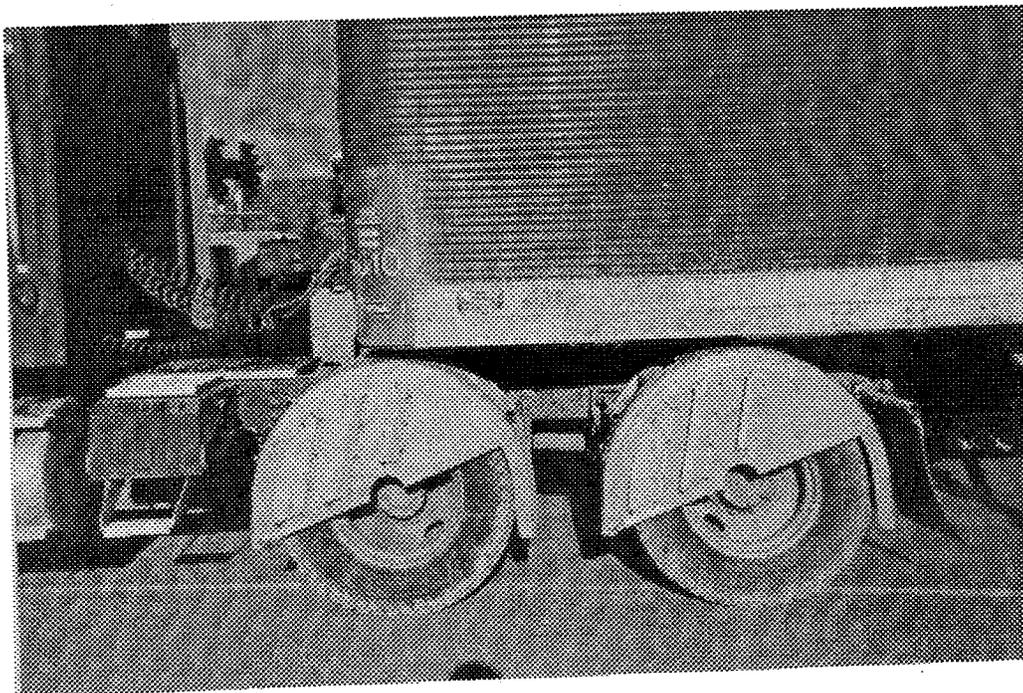


Figure 3: Mécanisme anti-éclaboussure Air Fender

La Figure 4 illustre le mécanisme Air Fender modifié. Bien que dépourvu du couvercle, il demeure néanmoins qu'on devrait attendre de ce dernier une assez bonne performance puisque la forme recouvrant le pneu aide à diminuer le nuage pour la raison déjà mentionnée ci-haut.

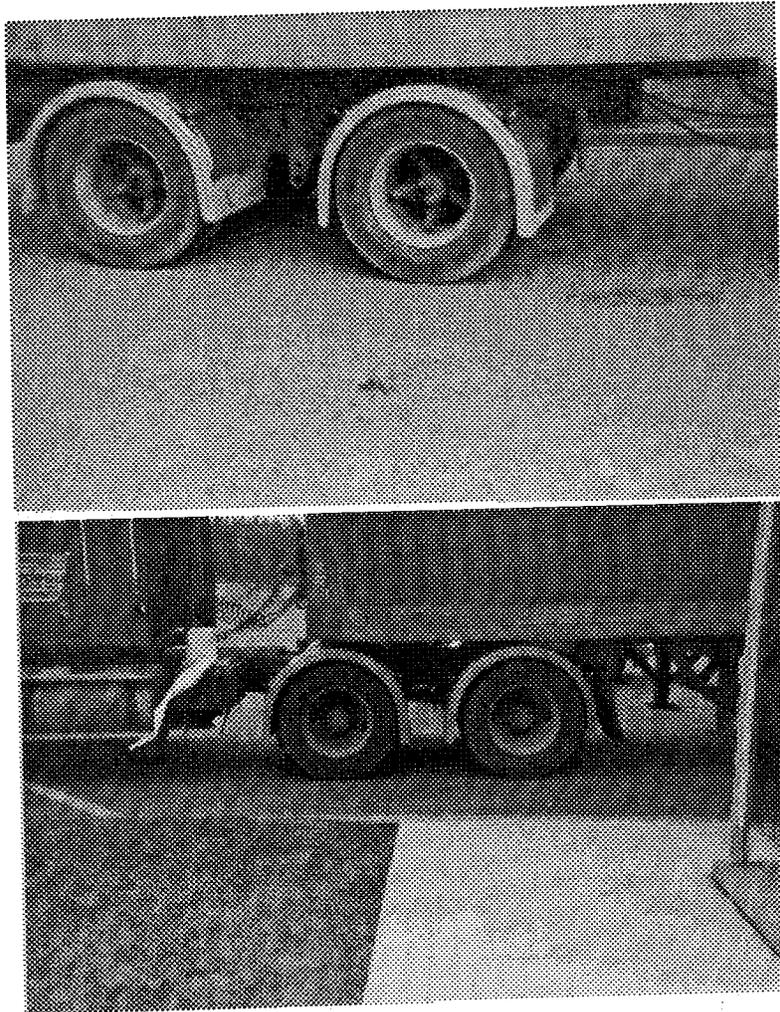


Figure 4: Mécanisme anti-éclaboussure Air Fender modifié.

Le troisième et dernier système évalué est similaire au mécanisme manufacturé par la compagnie Fenco Ltd. Ce dernier consiste en une feuille métallique usinée avec des ondulations d'un certain rayon (tôle gauffrée). Ce mécanisme est essentiellement le plus usuel parmi les mécanismes anti-éclaboussures. Il limite la formation de pulvérisation par sa forme recouvrant partiellement les pneus, mais il n'offre à peu près aucune restriction à la propagation perpendiculaire du nuage. Nous constatons d'ailleurs que ce système n'est installé que pour le tandem du tracteur (voir Figure 5).



Figure 5: Mécanisme anti-éclaboussure usuel.

3.2. Systèmes existants

Parmi les systèmes existants, on retrouve deux compagnies qui s'affichent sur l'internet soit:

- Air Fender via le site du gouvernement du Nouveau-Brunswick.
- Fenco à l'adresse www.cyberdrive.net/~fenco qui manufacture une panoplie de mécanismes usuels en différents matériaux: aluminium galvanisé, etc.

Aussi, on retrouve entre autres la compagnie Motsano en collaboration avec la compagnie Symplastics Ltée d'Orangeville. Il existe aussi la compagnie Koneta de Wapakoneta, Ohio qui est le principal fournisseur de Freuhauf, Mack, Great Dane.

4. PROCÉDURES LORS DES ESSAIS

La logistique entourant les essais qui ont été effectués le 29 octobre 1996 faisait en sorte que le mécanisme fabriqué par Air Fender devait être vérifié le premier. Ce mécanisme plus facilement démontable du camion diminuait la période d'attente entre les différentes configurations et permettait de tenir les essais en une seule journée.

4.1. Conditions atmosphériques

Le 29 octobre 1996, la température à 8h00 était de 6.25°C et elle était de 6.5° à 13h30. D'ailleurs, le taux d'humidité relative était de 54% (T_w : 2.5°C, T_d : 6.25°C) à 8h00 et de 51% (T_w : 2.5°C, T_d : 6.25°C) à 13h30.

L'orientation des vents était variable mais en moyenne elle était en provenance de 15° à l'ouest du nord à 8h00 et variable à 13h30 (elle était en provenance directement du nord allant jusqu'à 15° à l'ouest du nord).

Nous avons rassemblé dans le Tableau 1 les vitesses des vents qui ont été enregistrées lors des tests.

Tableau 1: Vitesse du vent.

	Vitesse de 60 km/h	Vitesse de 80 km/h
Air Fender	14.33 km/h	11.33 km/h
Air Fender	23.38 km/h	25.58 km/h
Air Fender	19.36 km/h	17.72 km/h
Air Fender modifié	0 ??? km/h	12.77 km/h
Air Fender modifié	23.94 km/h	27.48 km/h
Air Fender modifié	24.86 km/h	20.56 km/h
Système usuel	12.68 km/h	15.80 km/h
Système usuel	14.60 km/h	20.96 km/h
Système usuel	16.10 km/h	15.39 km/h

4.2. Véhicule d'essai

La Figure 6 représente le véhicule d'essais (Kenworth) de face et à la Figure 7 on peut le voir de profil.

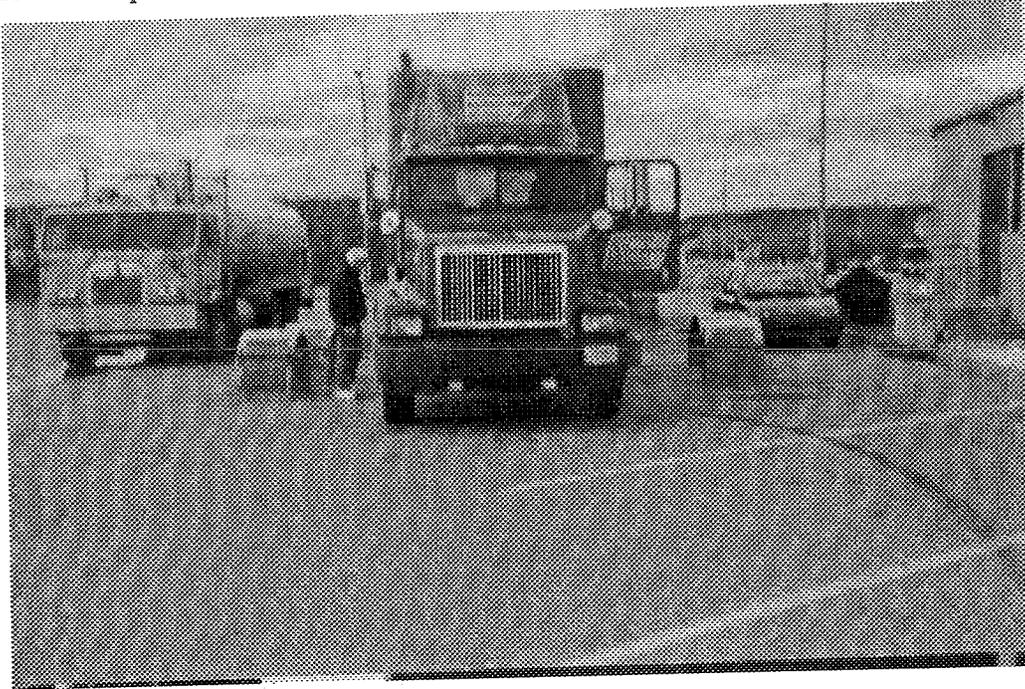


Figure 6: Véhicule d'essais de face.

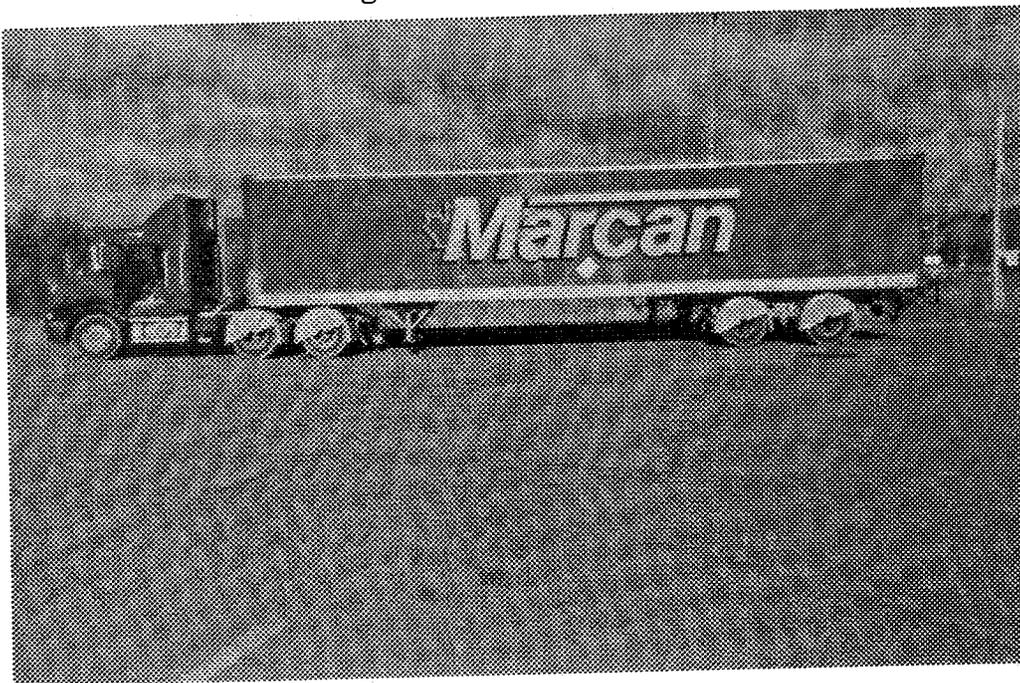
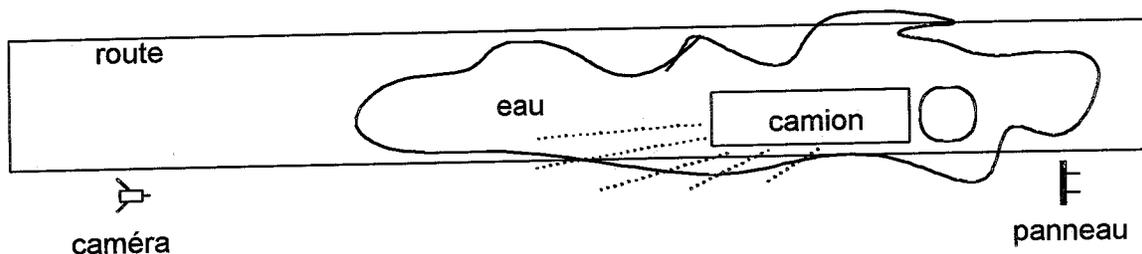


Figure 7: Véhicule d'essais de profil.

4.3. Description des essais

Les essais ont été effectués le 29 octobre 1996 avec trois systèmes anti-éclaboussures : le "Air Fender", une version modifiée du "Air Fender" et le système standard. Nous avons comme cible un panneau de 30x30 pouces avec 15 bandes verticales (8 noires et 7 blanches). Nous avons utilisé une station pour peser les camions située sur l'autoroute 73 au nord de la ville de Québec. Le camion-remorque devait utiliser l'autoroute pour acquérir une vitesse suffisante, soit jusqu'à 100 km/h. Ensuite, il prenait la voie de la station de pesé pour passer au côté de la caméra puis dans une flaqué d'eau. Le camion devait longer la caméra et le panneau (la cible). Un camion-citerne servant au nettoyage des rues de la ville était utilisé pour arroser la chaussée devant le panneau. Le centre du panneau était à environ 5 pieds du sol et 3 pieds du bord de la route.



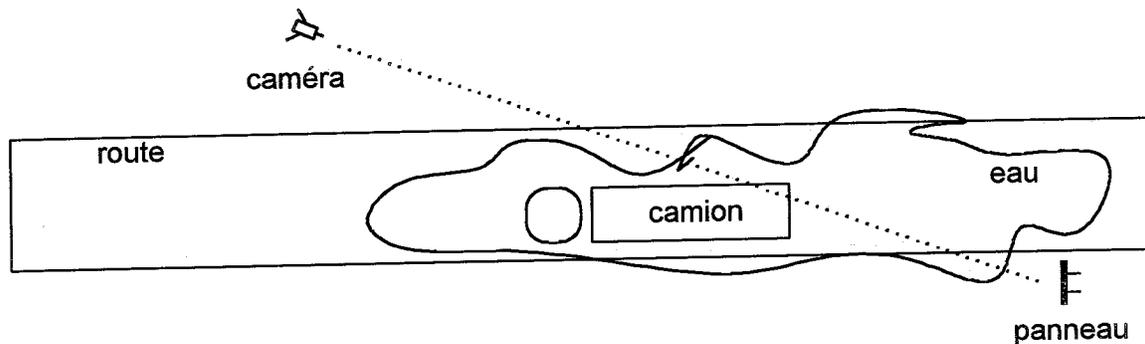
Nous avons fait les premiers essais pour observer la dispersion latérale de la vapeur d'eau. Nous avons commencé ces essais vers 9h00. La caméra a été placée à 70 mètres du panneau. Il fallait éviter que la caméra soit éclaboussée. Donc, on avait avantage à reculer la caméra. D'autre part, le panneau devait occuper la plus grande surface possible de l'image prise par la caméra. La caméra avait un zoom de 20. Il aurait peut-être été intéressant d'avoir un doubleur pour le zoom. La route était dans l'axe nord-sud et le panneau est au sud par rapport à la caméra. Le vent était très fort (15 km/h) et soufflait du nord. La température était froide. Le matin, le ciel était dégagé au sud-est et le soleil était fort. La caméra faisait face au soleil, ce qui était mauvais. La réflexion du soleil sur la vapeur d'eau produisait une image claire et scintillante.

Nous avons alors noté qu'il était difficile d'obtenir des images satisfaisantes. Dans certains cas, la vapeur s'est suffisamment développée du côté observé du camion et est entrée dans le champ de vision de la caméra. Nous avons alors obtenu des images valides. Cependant, dans plusieurs essais, la vapeur d'eau est demeurée près du camion et n'est pas entrée dans le champ de vision de la caméra. Le vent semble être le principal élément pour justifier ces variations. Une cible plus grande et plus basse aurait augmenté les chances d'observer la vapeur.

Durant ces essais, le camion devait faire un trajet sur l'autoroute. Cela prenait de 10 à 15 minutes. Le passage entre la caméra et le panneau durait quelques secondes. La

chaussée n'était pas régulière. Il y avait des rigoles où l'eau s'accumulait. Quand le camion passait dans ces rigoles, il y avait beaucoup d'eau qui éclaboussait. Donc, la caméra voyait beaucoup de choses, mais ce n'était pas un brouillard. Il s'agissait d'une lame d'eau projetée par les roues (un "splash"). Ceci ne mettait cependant pas en cause le système anti-éclaboussure. Il fallait donc éviter que le camion passe dans les rigoles de la route.

Devant l'impossibilité d'obtenir des images valables pour une observation latérale, nous avons opté pour observer la vapeur d'eau projetée à l'arrière du camion. Nous étions alors certain d'avoir du brouillard dans le champ de vue de la caméra. Il demeure toutefois la question de savoir si une observation transversale est pertinente pour évaluer les systèmes anti-éclaboussures. Nous avons conservé le montage initial de la cible et déplacé la caméra de l'autre côté de la route. Nous avons alors un axe d'observation faisant environ 20 degrés avec la route et nous permettant d'enregistrer le brouillard derrière le camion. Pour chacun des systèmes, nous avons alors fait 3 passages à 80 Km/h et 3 passages à 60 Km/h, soit 6 passages par système et 18 passages en tout. Les passages pour le système "Air Fender" ont été complétés avant midi et ceux des 2 autres systèmes dans l'après-midi. Dans l'après-midi, le ciel était plus couvert, donnant de meilleures conditions d'éclairage.



4.4. Problèmes rencontrés

À l'origine, la procédure suivie devait ressembler le plus possible à celle de la SAE, soit la procédure J2245 Apr 94, dont on pourra consulter plus en détail à l'annexe A. On dénote par contre, deux principales différences: la première étant l'utilisation d'une seule caméra, et la seconde: les dimensions et la forme que prend le damier.

L'utilisation d'une seule caméra implique qu'un vent au travers du trajet peut venir grandement affecter les résultats. Si un nuage se propage sur une distance importante, celui-ci peut simplement ne pas apparaître dans le champ de vision de la caméra.

Les dimensions du damier jouent surtout sur le fait que de par sa taille et de par la hauteur à laquelle il est situé, le nuage a le temps de se dissiper avant qu'il n'arrive dans le champ de vision de la caméra qui est centré sur le damier. Bien que quelque chose soit enregistré ou non, il est difficile de dire à l'oeil nu si effectivement l'enregistrement est valable.

Face à ces problèmes, il a été décidé de s'écarter de la procédure établie par la SAE et de digitaliser des images prises de biais en rapport avec la trajectoire du véhicule. On peut supposer que le nuage s'échappant latéralement aurait été plus important si le premier mécanisme évalué avait été autre que celui d'Air Fender. Cela aurait alors validé la procédure de la SAE et il aurait été inutile de changer.

La prise des images en biais cause un sérieux problème quant à l'évaluation de la perte de visibilité. En prenant les images en biais, nous ignorons si nous mesurons un nuage perpendiculaire à la trajectoire, dans la traînée du camion ou encore une combinaison de deux effets. Même en connaissant l'angle avec lequel ces images ont été prises, il est impossible à partir d'un seul point de vue de départager les composantes du nuage, car ce dernier est un système dynamique évolutif dans le temps.

5. NUMÉRISATION DES IMAGES

Nous examinons maintenant plus en détails la numérisation des images.

5.1. Utilisation du contraste pour mesurer le brouillard

Un élément essentiel de ce projet est la constatation que la présence d'une vapeur d'eau produit une image moins claire. Dans la définition de la netteté d'une image, nous pouvons distinguer deux aspects : la perte de contraste et le flou. La perte de contraste signifie que la différence entre les zones claires et les zones sombres de l'image est réduite. Le flou correspond à une mise hors focus de l'image. Les contours sont moins nets, les transitions sont plus douces. Il y a aussi le flou de diffraction, comme quand nous regardons dans l'eau : une tige droite devient tortueuse. Avec l'observation des images obtenues lors des essais, nous notons essentiellement une perte de contraste dans les images. Nous observons peu de flous. S'il y a un flou introduit par la vapeur d'eau, il est de l'ordre de la résolution de l'image et est par conséquent difficilement mesurable et observable.

L'observation des séquences vidéo produites lors des essais nous permet de constater que l'utilisation d'une mire avec des lignes noires et blanches rend bien visible le passage de la vapeur d'eau. Les lignes noires deviennent alors nettement plus claires, produisant une réduction du contraste. Les lignes blanches deviennent aussi légèrement plus claires mais avec une variation beaucoup plus faible.

Nous constatons donc que la mesure de contraste avec une mire est une technique très pertinente pour évaluer le passage d'un nuage d'eau. Comparer à l'approche laser, elle permet d'observer une plus grande surface (la surface de l'image). L'utilisation d'une caméra vidéo permet d'enregistrer plusieurs images qui peuvent par la suite être numérisées. L'utilisation d'un ordinateur pour la numérisation des images directement à la saisie pose des limitations sur le nombre d'images pouvant être saisies. Les recommandations du SAE parlent de la saisie de 5 images par essais alors qu'une caméra vidéo saisit 30 images par secondes. La numérisation directe a l'avantage de produire des images de meilleure qualité en évitant l'enregistrement sur ruban vidéo. La bande passante du ruban vidéo produit une perte de résolution de l'image. La numérisation directe nécessite un équipement plus spécialisé et moins transportable. Elle demande aussi une synchronisation électronique de la saisie avec le mouvement du camion. Nous avons utilisé une caméra Betacam pour réduire les pertes dues au ruban vidéo (résolution de 600 lignes au lieu de 300 lignes pour le VHS).

5.2. Système de numérisation des images

La numérisation des images a été effectuée au Centre de Production Multimédia de l'Université Laval. Le centre dispose d'une station de travail pour le traitement numérique de séquence vidéo : acquisition, génération, assemblage et transfert sur ruban vidéo. La station est composée d'un ordinateur Macintosh avec une mémoire ram de 100 mega octets et un disque rigide de 10 giga octets. La station dispose d'une carte Radius Vision pour la numérisation des images au rythme vidéo. La carte est reliée à un magnétoscope Bétacam qu'elle peut contrôler. La numérisation a été effectuée par Monsieur Gilles Martin. Les logiciels d'acquisition de Radius Vision sont appelés à partir de Adobe Première 4.2, un progiciel de montage vidéo. Nous devons ajuster les différents paramètres d'acquisition pour obtenir une image de haute résolution et ayant le minimum d'altération. Nous utilisons la résolution maximum de la carte qui est de 640 x 480 pixels. Nous utilisons une image couleur en représentation RGB (rouge, vert et bleu) avec 8 bits par canal (valeur de 0 à 255), soit 24 bits par pixel (16 millions de couleurs). La taille d'une image est donc de 0.92 mega octets. La carte effectue la numérisation au rythme vidéo, soit 30 images par seconde (plus précisément, 29.97 images par seconde).

Nous avons essayé d'effectuer la numérisation sans utiliser de compression. Pour cela, le système doit être capable de supporter un débit d'information très élevé, soit 28 mega octets par seconde. La sauvegarde des données sur disque est un aspect qui peut grandement limiter le débit. Nous disposons toutefois d'un disque rapide, mais nous avons préféré utiliser la mémoire ram étant donnée sa grande taille. Sans compression, le transfert entre la carte et l'ordinateur occasionnait des problèmes de synchronisation : perte d'image et mauvais code de temps. Il nous fallait donc utiliser la compression pour résoudre ces problèmes. Nous avons examiné les différents modes de compression disponible dans Adobe Première et choisi le mode Radius, fourni par le manufacturier de la carte d'acquisition. C'était d'ailleurs le seul mode qui fonctionnait correctement. La perte d'information occasionnée par ce mode de compression semble négligeable. On peut penser à une perte de résolution spatiale. La résolution spatiale est déjà limitée par la bande passante du magnétoscope. On ne pourra donc pas distinguer ces deux causes.

Certains paramètres d'acquisition se rapportent au traitement des couleurs. Les couleurs ne sont pas un aspect important dans notre projet. Nous avons utilisé les valeurs par défaut : la teinte (hue) = 50, la saturation = 50, le blanc = 100 et le noir = 10. Chacune des composantes RGB est numérisée sur 8 bits, soit de 0 à 255. Il est important de s'assurer que dans la zone d'intérêt de l'image (la cible) chacun des pixels a une valeur à l'intérieur de l'intervalle 0-255. En effet, une valeur de 0 peut être suspecte : la valeur réelle pourrait être inférieure à zéro. Il en est de même pour une valeur de 255. Les paramètres de brillance (brighness) et de contraste (contrast) contrôlent l'ajustement des valeurs dans l'intervalle. Le paramètre de brillance effectue un déplacement des valeurs vers le haut (blanc) ou vers le bas (noir). Le paramètre de contraste agit comme un facteur d'échelle accentuant ou réduisant l'écart entre le noir et le blanc. Nous avons effectué différents essais pour choisir les meilleures valeurs. Après numérisation, nous calculons l'histogramme sur la partie de l'image correspondant à la cible (bandes blanches et noires).

Nous nous assurons que les deux modes (bosses) de l'histogramme ne touchent pas aux valeurs 0 et 255 et que l'espace entre les modes est élevé. Ceci doit être respecté tant pour les images de référence que pour les images avec brouillard (voir la Figure 8). Nous avons donc retenu une valeur de 50 pour le paramètre de brillance et de 70 pour le paramètre de contraste.

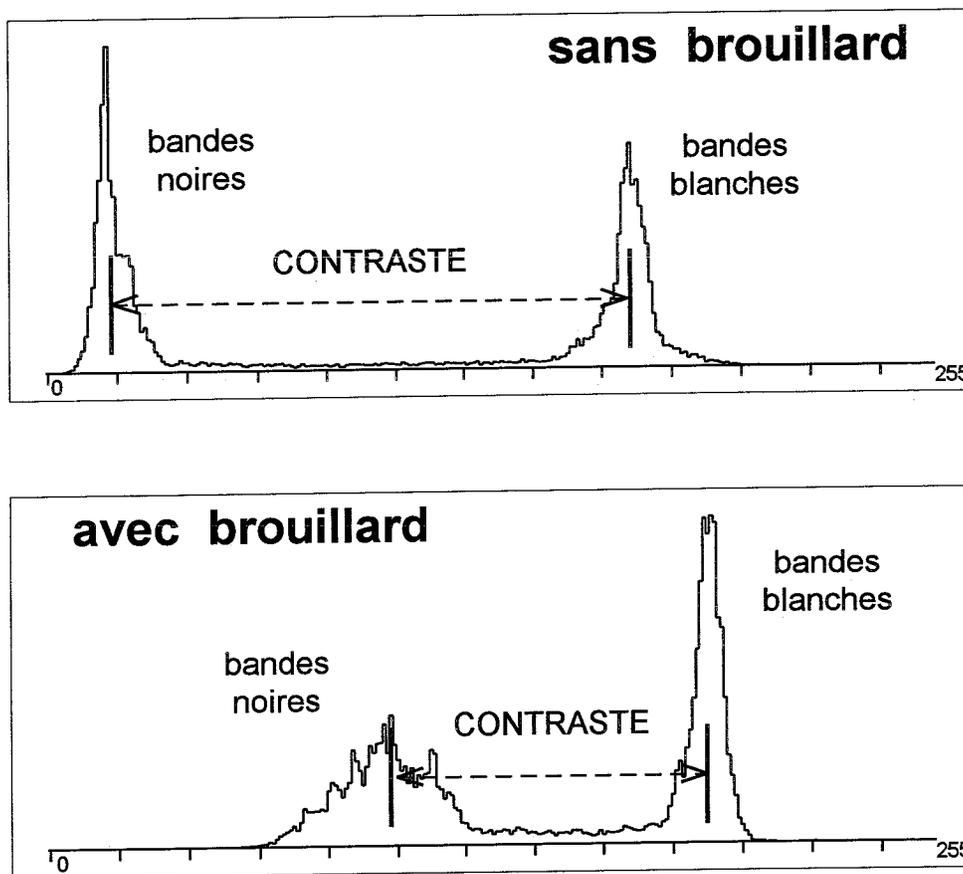


Figure 8: Ajustement des histogrammes et calcul du contraste.

Le tableau suivant présente les différents paramètres utilisés lors de la numérisation. Pour le paramètre "contrast", nous avons retenu une valeur de 70 après avoir essayé les valeurs de 75 et 65.

Numérisation avec le logiciel Adobe Première 4.2 et la carte Radius Vision	
Recording Setting	640 x 480 pixels 29.97 frames / sec (fps)
Video Input	transfert dans la mémoire Ram désactiver "adaptive compression"
Paramètres de saisie (je ne sais pas dans quel menu)	Hue 50 Saturation 50 Brighthness 50 Contrast 70 Sharpness 50 Black 10 White 100
Choisir "Radius" pour la compression lors de l'envoi des données à partir de la carte	Les autres choix sont: NONE saute des images cinepack vide, ne fait rien video saute des images component video saute des images Radius OK, c'est bon

Au départ, lors de l'enregistrement des essais, nous avons fait confiance au cameraman pour s'assurer que les images étaient de bonne qualité. Chaque séquence est très courte, mais il ne faut pas qu'il y ait des changements dans les paramètres de la caméra. Il faut être capable de comparer les images d'une même séquence entre elles. Pour cela, il faut désactiver l'ajustement automatique du gain.

Il faut mentionner qu'au début de ce projet nous avons passé beaucoup de temps à examiner les différents moyens que nous pouvons utiliser pour numériser les images. Nous avons utilisé un magnétoscope VHS et les stations Silicon Graphics du Département d'Informatique. Nous avons contacté le Centre de Recherche en Géomatique et fait plusieurs essais avec leur équipement. Nous avons également contacté des chercheurs du Laboratoire de Vision Numérique du Département de Génie Électrique et de Génie Informatique. Il y avait alors des problèmes de sélection précise de l'image à numériser dans la séquence vidéo. Utiliser le magnétoscope pour immobiliser l'image dégrade la qualité de l'image. L'autre alternative est de saisir l'image lors du défilement de la séquence vidéo. Il faut alors bien synchroniser la saisie, ce qui posait des difficultés. De plus, les images devaient être saisies une à la fois. L'utilisation d'une caméra Bétacam et de la station de numérisation du Centre de Production Multimédia résout tous ces problèmes. Nous en

concluons qu'il est préférable d'utiliser les équipements et l'expertise de professionnels de la vidéo pour un projet ponctuel comme le nôtre. En contre partie, nous avons rencontré des problèmes de disponibilité.

5.3. Numérisation des séquences vidéo

L'enregistrement des essais, contenu sur une bande vidéo Bétacam, a une durée d'environ 8 minutes. Les essais portent sur 3 types de systèmes anti-éclaboussures. Les essais ont été effectués à des vitesses de 60 et 80 Km/h. Il y avait 3 passages pour chaque système et chaque vitesse, soit un total de 18 passages ou essais. Le passage du camion dure quelques secondes. À partir de la bande Bétacam, Monsieur St-Amant, du Ministère des Transports, nous a fourni une copie sur bande VHS avec le code de temps gravé dans l'image. Nous avons ainsi pu relever le code de temps pour chacun des passages ou des essais (voir Tableau 2). Pour mesurer la perte de contraste dû au brouillard, il faut numériser une image de référence (sans brouillard) et une image avec brouillard. Il nous faut donc déterminer quelles images doivent être numérisées. Les images de référence sont prises juste avant le passage du camion, quelques images avant l'apparition de la cabine du camion dans la séquence vidéo. Les images avec brouillard doivent être prises immédiatement à l'arrière du camion, i.e., les images (frames) suivant celle où l'arrière du camion quitte (recouvre en partie) la cible. Le temps ici se traduit en distance. La question peut être alors de savoir à quelle distance derrière le camion désirons-nous mesurer la densité du brouillard. Toutes les images sont enregistrées sur la bande vidéo. Nous avons la possibilité de choisir celle que nous désirons. Le système du Centre de Production Multimédia permet de numériser une séquence de 20 images sans problème (et même plus si la sauvegarde est sur disque). Nous avons donc demandé, pour chaque essais, de numériser une séquence de 20 images en prenant comme point de départ le moment où le camion quitte la cible.

Nous avons fourni à Monsieur Gille Martin les codes de temps pour les différents essais et la numérisation a été complétée au début de décembre 1996. Les données sont enregistrées sous forme de fichier QuickTime. QuickTime est un format de fichier pour le multimédia, et entre autres pour enregistrer une séquence vidéo. Pour chaque essai, nous avons deux fichiers QuickTime : un pour les images de référence et un pour les images avec brouillard. L'ensemble des fichiers occupe environ 140 méga octets. Nous avons utilisé une unité EZ Drive de SysQuest pour sauvegarder et transporter les données. L'unité se connecte sur le port SCSI d'un ordinateur Macintosh et se comporte alors comme un disque rigide avec un temps d'accès et de transfert élevé. Chaque cartouche peut contenir 135 méga octets. Deux cartouches ont été nécessaire pour sauvegarder les données. Il faut ajouter à cela les données acquises lors de premiers essais.

Tableau 2 : Les codes de temps pour chacun des essais.
 "référence" indique le temps avant le passage du camion.
 "brouillard" indique le temps où le camion quitte la cible.

ystème	vitesse	ID	référence	brouillard
Air Fender	60 Km/h	A1	01 03 20 25	01 03 22 19
		A2	01 03 39 24	01 03 41 17
		A3	01 03 56 24	01 03 58 18
Air Fender	80 Km/h	B1	01 04 11 18	01 04 13 01
		B2	01 04 31 24	01 04 33 01
		B3	01 04 50 06	01 04 51 19
Air Fender Modifié	60 Km/h	C1	01 05 17 26	01 05 19 22
		C2	01 05 32 14	01 05 34 15
		C3	01 05 48 29	01 05 50 25
Air Fender Modifié	80 Km/h	D1	01 06 04 20	01 06 06 02
		D2	01 06 20 01	01 06 21 13
		D3	01 06 32 17	01 06 33 29
Standard	60 Km/h	E1	01 06 53 13	01 06 55 08
		E2	01 07 13 28	01 07 15 25
		E3	01 07 29 02	01 07 30 25
Standard	80 Km/h	F1	01 07 42 09	01 07 43 23
		F2	01 07 58 17	01 07 59 29
		F3	01 08 15 06	01 08 16 17

6. UNE PREMIÈRE COMPARAISON RAPIDE

On nous a demandé de faire une première comparaison rapide entre le système "Air Fender" et le système standard pour les essais à 80 Km/h. Le Tableau 3 présente les résultats. Il faut mesurer le contraste pour l'image de référence (sans brouillard) et pour les images avec brouillard d'un même essai. On calcule ensuite la réduction ou perte de contraste entre l'image de référence et les images avec brouillard en pourcentage (100% étant le contraste de l'image de référence). B1, B2 et B3 correspondent aux trois essais avec le "Air Fender" à 80 Km/h et F1, F2 et F3 correspondent aux essais avec le système standard. L'image de référence est prise avant le passage du camion. Nous avons utilisé 3 images avec brouillard après le passage du camion avec un intervalle de 5 images. Ces images ont été extraites d'un fichier QuickTime contenant une séquence numérisée d'image. La numérisation a été faite par le Centre de Production Multimédia (voir la section "Numérisation des séquences vidéo"). Les séquences contenaient environ 20 images. Les premières images de certaines séquences montraient l'arrière du camion quittant la cible, par exemple la séquence B2. Nous avons commencé à compter les images à partir du moment où le camion ne cache pas la cible. Ce compte est utilisé dans l'identification de l'image, par exemple, l'image B2-02. Malheureusement, dans certaines séquences, nous ne voyons pas le camion. Nous avons alors désigné la première image comme "00". Par la suite, nous avons demandé au Centre de refaire la numérisation de ces essais en s'assurant de la présence du camion dans les premières images de la séquence. La séquence B1 n'est pas bonne parce que l'image est trop brillante (image saturée). Le contraste mesuré en B2-02 est calculé seulement sur la partie non saturée de la cible. La saturation peut être dû au soleil.

La mesure de contraste a été faite ici de manière approximative. Nous avons utilisé le logiciel Adobe PhotoShop pour visualiser l'histogramme de l'image d'intensité (noir et blanc). On transformait l'image couleur en une image noir et blanc. On découpait l'image pour ne conserver qu'une région à l'intérieur de la cible. On faisait calculer et afficher l'histogramme de cette région. L'histogramme comporte un mode (bosse) pour les bandes noires et un mode pour les bandes blanches. La Figure 8 montre le type d'histogramme que nous obtenions, ainsi que les valeurs que nous désirions mesurées. Nous estimions visuellement la valeur moyenne de chacun de ces modes. Ce sont les valeurs contenues dans les colonnes "noir" et "blanc" du Tableau 3. Le contraste est la différence entre ces deux valeurs.

Ces premiers résultats ne montrent pas une différence très marquée entre les deux systèmes. Les valeurs de réduction de contraste sont plutôt similaires. Les valeurs obtenues avec le système standard semblent plus stables que celles du système "Air

Fender". Voila ce que donne une analyse rapide. Nous avons poursuivi le projet et complété les programmes d'analyse d'image pour obtenir des résultats plus fiables.

Tableau 3 : Résultats préliminaires de perte de contraste. B1, B2 et B3 correspondent aux trois essais avec le "Air Fender" à 80 Km/h et F1, F2 et F3 correspondent aux essais avec le système standard.

image	noir	blanc	contraste	réduction (%)
B1-ref	33	184	151	0
B1-02	222	255	33	78
B2-ref	25	178	153	0
B2-02	208	253	45	71
B2-07	168	250	82	46
B2-12	154	249	95	38
B3-ref	23	180	157	0
B3-00	186	248	62	61
B3-05	173	248	75	52
B3-10	177	249	72	54
F1-ref	24	190	166	0
F1-02	143	201	58	65
F1-07	117	201	84	49
F1-12	104	200	96	42
F2-ref	21	178	157	0
F2-00	146	199	53	66
F2-05	116	196	80	49
F2-10	82	194	112	29
F3-ref	22	178	156	0
F3-00	135	198	63	60
F3-05	99	196	97	38
F3-10	73	194	121	22

7. TRAITEMENT DES IMAGES

L'analyse des images implique différentes étapes qui ne sont pas encore toutes finalisées. Certaines de ces étapes utilisent des logiciels commerciaux comme Adobe Première et Adobe PhotoShop. D'autres, les dernières, demandent des programmes écrits spécialement pour la tâche à accomplir. Il faut également tenir compte du matériel impliqué et des transitions entre les étapes (e.g., conversion de format). Il faut tenir compte du temps nécessaire pour opérer ces logiciels. Il faut considérer la possibilité d'analyser de 10 à 20 images par essais pour les 18 essais, soit un total de 180 à 360 images à traiter. Si l'opérateur doit prendre 15 minutes pour traiter chaque image, alors il faudrait de 1 à 2 semaines pour traiter l'ensemble des images. Il est préférable de développer des procédures de traitement par lot. Les procédures doivent pouvoir être appliquées rapidement sur plusieurs images. Une autre solution est de ne traiter que 2 ou 3 images par essais. A ce stade-ci, il n'est pas certain que nous pourrions traiter toutes les images et que le traitement de toutes les images est préférable. Le traitement de quelques images par essais pourrait être suffisant. Néanmoins, nous essaierons, quand cela est possible, de développer des procédures de traitement par lot.

Dans la phase de numérisation, nous avons numérisé tout un ensemble d'images pour chaque essai. Un essai correspond à un passage du camion avec un système anti-éclaboussure particulier et à une certaine vitesse. Un ensemble contient deux images prises avant le passage du camion devant le panneau et environ 20 images après le passage du camion. Il faut analyser ces images afin de mesurer la perte de contraste pour chaque test. La perte de contraste indique la fiabilité du système anti-éclaboussure. La perte de contraste est plus importante lorsque le système est moins efficace (plus de brouillard). Pour chaque essai, la chaîne d'analyse est appliquée sur toutes les images, et comporte trois étapes. Dans la première étape, nous appliquons un algorithme afin de localiser la cible dans l'image. Nous détectons également les frontières entre les bandes de la cible. Dans la deuxième étape, nous produisons une image des moyennes dont chaque pixel correspond à la valeur moyenne d'une bande noire ou blanche pour une ligne. Dans la troisième étape, nous calculons le contraste pour chaque image des moyennes produites lors de la deuxième phase. Nous avons utilisé le langage C pour programmer toutes ces étapes sur une station de travail SiliconGraphics. Ces programmes sont présentés dans l'annexe de ce rapport.

7.1. Lecture des fichiers QuickTime

Les fichiers QuickTime contiennent une séquence d'image vidéo. L'étape de numérisation a été simplifiée, car nous pouvons traiter plusieurs images à la fois. Il aurait été intéressant de pouvoir utiliser ce fichier pour les autres étapes et ainsi faciliter le traitement des images en lot. Nous avons donc cherché à nous familiariser avec ce format et à acquérir les logiciels nécessaires. QuickTime a été développé par Apple et nous n'avons pas trouvé de librairie du domaine public (freeware) pour lire ce format. Nous avons trouvé des logiciels qui permettent de visionner et d'éditer des fichiers QuickTime, particulièrement pour les ordinateurs Macintosh. Nous avons dû nous familiariser avec ces ordinateurs. Nous ne sommes jamais parvenus à lire les fichiers QuickTime autrement que sur les machines du Centre de Production Multimédia. Nous sommes venus à la conclusion que ces fichiers étaient compressés en mode Radius et que les pilotes pour traiter ce mode étaient seulement disponibles sur les systèmes configurés avec les logiciels de Radius Vision. Nous avons donc dû utiliser le logiciel Adobe Première du Centre de Production Multimédia pour extraire chacune des images des fichiers QuickTime et les convertir au format Pict. Cette conversion a demandé 2 journées de travail.

Pict est un format de fichier image pour Macintosh. Au Département d'Informatique, nous disposons de stations Macintosh que nous avons utilisées au besoin. Nous comptons cependant utiliser principalement des stations Silicon Graphics. Il faudra donc convertir le format Pict vers un autre format d'image, soit SunRaster ou BMP. Nous avons sur PC des logiciels pour faire la conversion. Ceci devrait être assez rapide, car nous pourrions les traiter en lot. Il faut cependant ajouter le temps de transfert des fichiers entre les machines Silicon Graphics et le PC sur réseau Ethernet. La conversion peut également être effectuée sur les Macintosh.

La conversion des formats de fichier a été faite par monsieur Maher Najeh. Nous avons d'abord utilisé une station Macintosh du Centre de Production Multimédia. Cette station était équipée du logiciel Adobe Première 4.2 avec les pilotes nécessaires pour lire les fichiers QuickTime compressés avec Radius. Nous avons converti chaque image de chacune des séquences en un fichier Pict. Nous avons utilisé une unité de disque mobile EZ Drive (avec des cartouches de 135 méga-octets) pour transporter les données sur les stations Macintosh du département. Nous avons alors utilisé le logiciel "GraphicConverter" du Macintosh pour convertir les images de 4 séquences au format SunRaster (les séquences B2, B3, D3 et F1 étudiées dans la prochaine section). Les images Pict et SunRaster sont en couleur. La conversion en image noire/blanc est seulement effectuée dans les programmes de traitement.

7.2. Identification automatique de la cible

La cible occupe environ 1/3 de la surface de l'image. Si nous voulons effectuer un traitement par lot des fichiers, il faut pouvoir détecter automatiquement la position de la cible dans chaque image. La prochaine étape est donc de mettre au point un programme qui détecterait la position de la cible et de chacune des bandes blanches ou noires. Ceci nous permettrait de construire une représentation plus compacte de l'image. La cible couvre environ 300 lignes et est composée de 15 bandes verticales. Pour chaque ligne, nous pouvons calculer la valeur moyenne pour chacune des 15 bandes. Nous obtenons donc 300 x 15 valeurs qui représentent l'image (au lieu de 640 x 480 valeurs). Nous pouvons réduire le nombre de lignes en les réunissant par groupe de 20 lignes et en calculant les valeurs moyennes du groupe pour chaque bande. Nous pourrions ainsi arriver à une matrice de 15 x 15 valeurs. La mesure de contraste et autres mesures pourront être calculés à partir de cette matrice.

La cible (le panneau) occupe seulement une partie des images prises par la caméra (voir Figure 9). Lors de la première étape de la chaîne d'analyse, nous localisons la cible dans l'image et nous déterminons les frontières entre les bandes noires et blanches de la cible. La connaissance de la position des bandes nous permettra de calculer le contraste entre celles-ci. Nous avons vérifié que la position et taille de la cible ne change pas parmi les images d'une même séquence. Les images d'une même séquence sont prises dans un intervalle de 2 secondes. La caméra est suffisamment stable pour ne remarquer aucun déplacement de la cible dans les images. L'image prise avant le passage du camion est plus claire. Nous utilisons donc cette image pour détecter la position de la cible. La position calculée sur cette image est par la suite utilisée dans les autres images pour calculer la valeur moyenne des bandes et le contraste entre les bandes.

Nous utilisons d'abord un opérateur gradient pour faire ressortir les contours. Le gradient correspond à une opération de différenciation (calcul de la dérivé du signal ou du niveau de gris en fonction de la position dans l'image). En analyse numérique de l'image, ceci correspond essentiellement à calculer la différence entre deux pixels. L'opération de différenciation est cependant fortement affectée par le bruit. Il est donc recommandé de filtrer l'image avant la différenciation (filtre passe bas ou "smoothing"). Un filtre gaussien possède des propriétés intéressantes. Il a un bon comportement temporel (ou spatial) et fréquentiel. La transformé de Fourier d'une gaussienne est une gaussienne. La largeur du filtre affecte l'importance du lissage. Une différence de gaussienne (ou DOG) est donc un bon opérateur gradient. Le filtre de Deriche est une approximation du DOG. Il utilise une approche récursive ou à réponse infini pour obtenir une implantation très efficace. Le temps de calcul n'est pas fonction de la largeur de la gaussienne. Le filtre est défini par la fonction exponentielle récursive suivante:

$$dg(x) = -k x \exp(-\alpha |x|)$$

où α est égale à $2/\sigma$. σ est le paramètre définissant la largeur de la fonction gaussienne utilisée. Nous avons programmé ce filtre en langage C (fichier deriche.c).

Nous avons appliqué le filtre de Deriche sur l'image de référence de chaque séquence. Ce programme prend en entrée l'image à traiter et la largeur du filtre σ . La sortie est l'image gradient. Dans cette dernière image, la valeur de chaque pixel correspond à son gradient calculé sur l'image d'entrée. Il est important de noter que pour chaque essai nous obtenons une seule image de gradient. Cette image est obtenue en appliquant le programme `deriche.c` sur l'image sans brouillard, parce qu'il est plus facile de déterminer les contours dans cette image. La Figure 10 montre un exemple de l'image gradient obtenue. Nous avons appliqué l'opérateur gradient seulement dans la direction horizontale (sur une ligne à la fois). Ceci nous permet de détecter les contours verticaux. Nous avons utilisé une valeur de 3 pour σ . Dans la Figure 10, le ton gris correspond à des valeurs de gradient près de zéro, le noir à une valeur très négative et le blanc à une valeur très positive. Le filtre de Deriche produit en effet des valeurs réelles qui peuvent être négatives. Pour visualiser une image, nous devons convertir des valeurs en valeurs entières allant de 0 à 255. Nous avons un programme (fichier `ibyte.c`) qui utilise l'histogramme pour centrer les valeurs dans l'intervalle 0-255 et assurer un bon contraste. Ceci produit l'image de la Figure 10 qui contient des lignes noires et blanches. Ces lignes correspondent à des endroits où le gradient est élevé, soit positivement soit négativement. Elles indiquent donc la position d'une arête, i.e., de la transition entre une bande blanche et une bande noire de l'image de référence (Figure 9). Nous avons une ligne noire lors de la transition d'une bande noire vers une bande blanche. Nous avons une ligne blanche lors de la transition d'une bande blanche vers une bande noire.

Nous avons identifié deux seuils pour détecter les lignes blanches et noires de la Figure 10 (image gradient). Pour les lignes noires, nous retenons seulement les pixels ayant une valeur égale ou inférieure à 10. Pour les lignes blanches, nous retenons seulement les pixels ayant une valeur égale ou supérieure à 240. Ceci nous permet d'amincir les lignes de la Figure 10 et d'obtenir celles de la Figure 11. Les pixels ayant une valeur supérieure à 240 (blanc) ou inférieure à 10 (noir) correspondent donc à des points situés sur les contours de la cible ou sur les frontières des bandes noires et blanches. Les bandes noires et blanches de la Figure 9 se trouvent entre les lignes de la Figure 11. Nous devons donc calculer la valeur moyenne des pixels entre ces lignes.

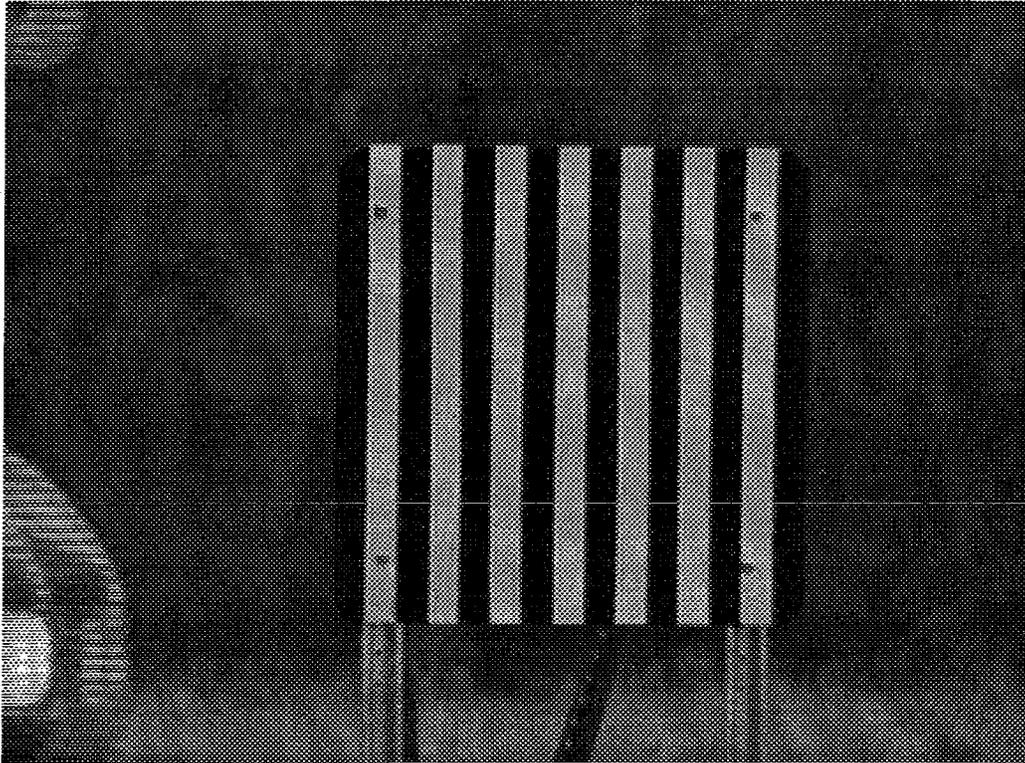


Figure 9: Image de référence prise par la caméra.

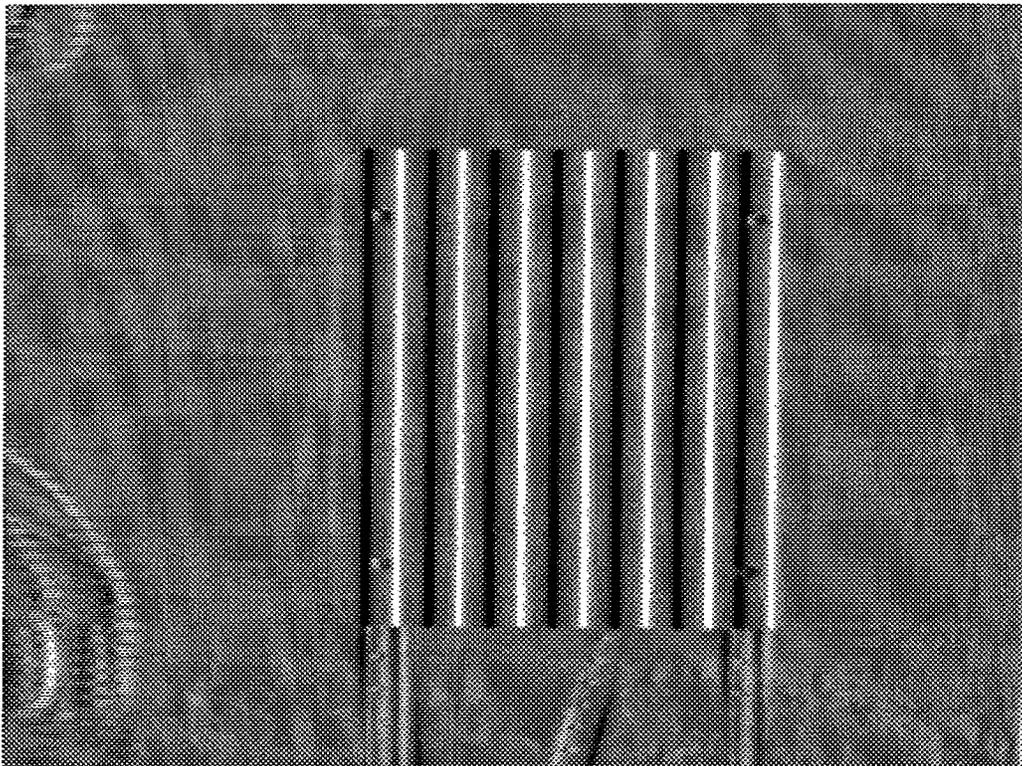


Figure 10: Image gradient.

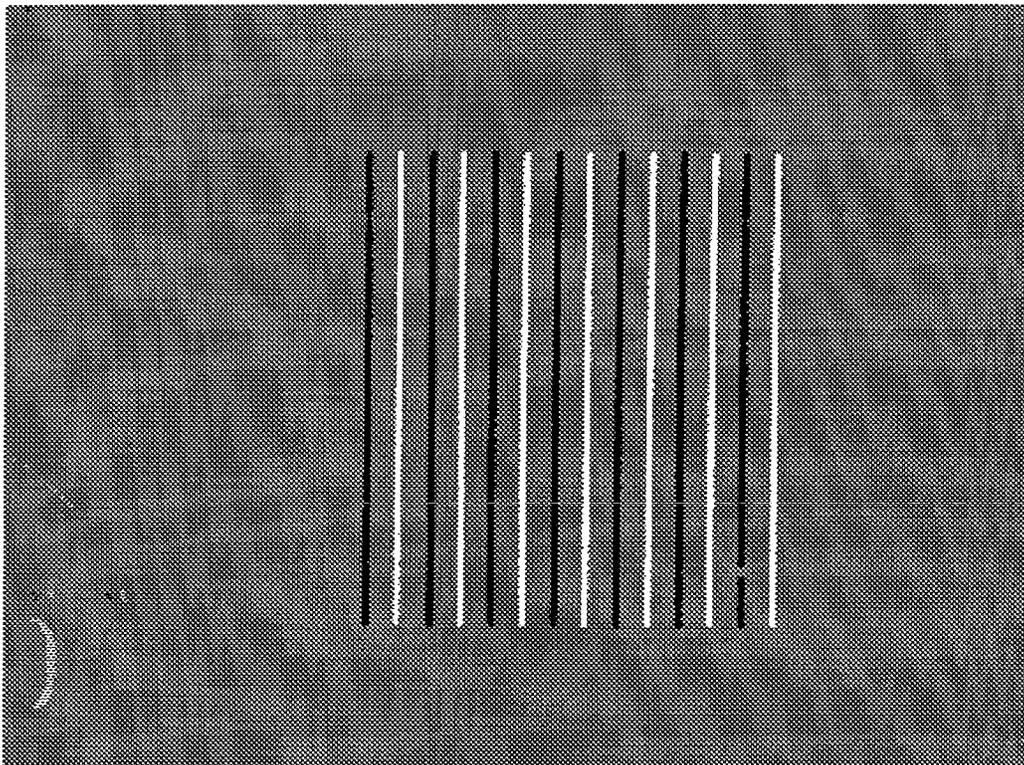


Figure 11: Image gradient après l'utilisation des seuils.

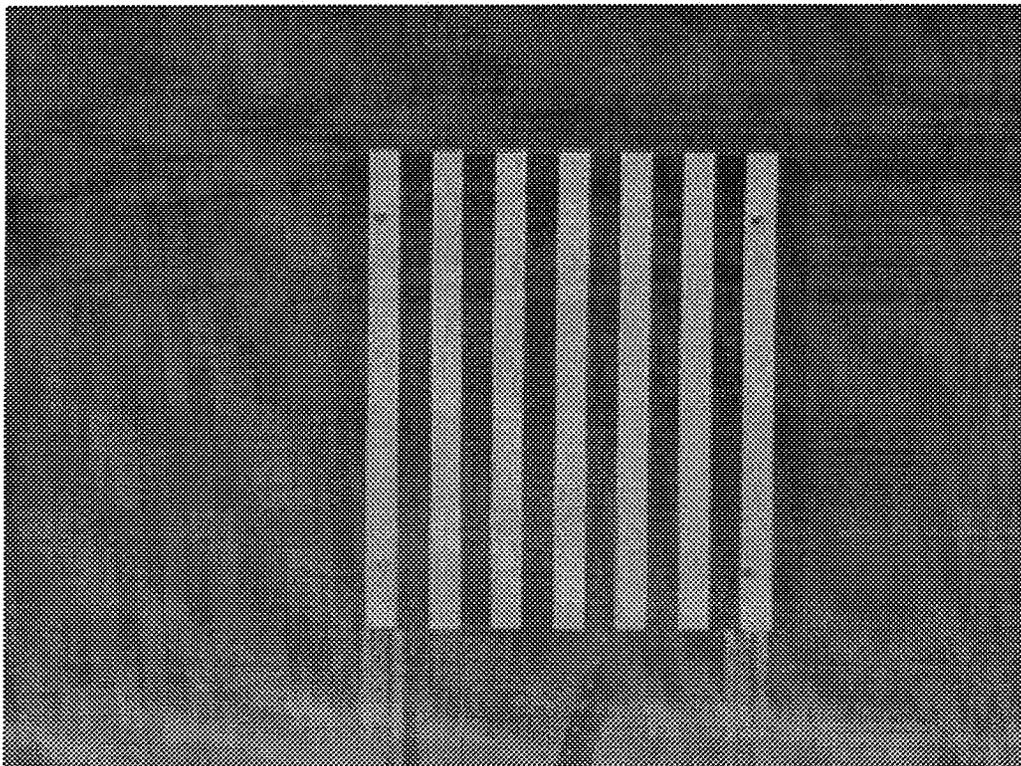


Figure 12: Image avec brouillard.

7.3. Production des images de moyenne

Dans cette étape, nous produisons une image de moyenne pour chacune des images d'une même séquence ou essai. La valeur de chaque pixel de cette image correspond à la valeur moyenne calculée sur une bande et sur une ligne. Nous nous référons à l'image de contour produite à étape précédente afin de déterminer la position de chaque bande dans la cible. Nous obtenons ainsi des images avec un nombre de colonnes égale au nombre de bandes et un nombre de lignes égale au nombre de lignes de la cible. Dans l'annexe C, nous présentons le programme C (le fichier `spray.c`) qui effectue les opérations de cette étape. L'entrée de ce programme est constituée d'une image à traiter et de l'image gradient, et la sortie est une image de moyenne.

Dans ce programme, nous commençons d'abord par détecter la première ligne de la cible. Cette ligne doit contenir au moins 10 pixels appartenant aux frontières entre les bandes. Un pixel sur les frontières doit avoir un gradient élevé, i.e., avoir une valeur soit supérieur à 240 ou soit inférieur à 10. Nous détectons également la première et la dernière colonne de la cible en utilisant les seuils. La dernière ligne de la cible est déterminée en ajoutant 280 à la première ligne de la cible. Une fois que la cible est bien localisée dans l'image, nous parcourons l'image ligne par ligne et nous calculons la valeur moyenne sur chaque ensemble de pixels adjacents appartenant à une même bande. Nous obtenons ainsi une image réduite où la valeur de chaque pixel correspond à une moyenne dans l'image d'entrée. Il s'agit après cette étape de calculer le contraste sur ces images.

7.4. Calcul du contraste

Dans cette étape, nous calculons le contraste sur chaque image de moyenne produite lors de la deuxième étape. Pour se faire, nous calculons d'abord la différence entre chaque pixel et son voisin à droite. Ensuite, on prend la moyenne sur toutes ces valeurs de différence ce qui constitue le contraste de l'image. La perte de contraste est déterminée par la différence entre le contraste de l'image avant le passage du camion et les images prises après le passage du camion. Nous produisons lors de cette étape un fichier texte pour chaque essai, ce fichier va contenir les contrastes de toutes les images de cet essai. On pourrait après cela soit calculer la perte de contraste pour tout l'essai (la moyenne), soit tracer une courbe qui donne la perte du contraste en fonction du temps. Dans l'annexe C, nous présentons le programme C (fichier `contraste.c`) correspondant à cette étape.

8. ANALYSE DES RÉSULTATS

Le traitement décrit dans les deux sections précédentes a été appliqué sur 4 séquences ou essais. Les séquences traitées sont énumérées dans le Tableau 4. L'analyse des résultats montre que nous pouvons difficilement discerner les différents systèmes anti-éclaboussure. Nous ne pouvons pas conclure d'un système est meilleur qu'un autre. Devant la valeur limitée des résultats, nous n'avons pas jugé opportun de poursuivre l'analyse sur l'ensemble des séquences.

Les séquences d'images analysées sont les suivantes:

Tableau 4: Les séquences traitées

Essai	Système	Vitesse	Passage
B2	Air-fender	80 km/h	2
B3	Air-fender	80 km/h	3
D3	Air-fender modifié	80 km/h	3
F1	Standard	80 km/h	1

Les valeurs calculées du contraste pour chacune des images des essais sont présentées dans le Tableau 5. Notez que les deux premières images de chaque séquence sont les images de référence sans brouillard. Dans chaque séquence, nous avons calculé la valeur moyenne de contraste pour les images de référence (voir Tableau 6). On utilise ces valeurs moyennes pour calculer la perte de contraste. Le Tableau 7 montre la perte de contraste pour chacune des images avec brouillard. Il s'agit de la différence entre le contraste sans brouillard et le contraste avec brouillard exprimée en pourcentage. La Figure 13 présente les mêmes résultats sous forme de courbes. Le numéro d'image dans une séquence peut être associé au temps (une image par 1/30 de seconde) ou à la distance derrière le camion.

Tableau 5 : La valeur des contrastes calculés pour chaque image.

Image	B2	B3	D3	F1
ref-1	150.60	150.00	146.28	168.63
ref-2	145.65	145.17	142.11	164.37
1	31.06	68.84	88.74	60.64
2	43.13	71.06	91.14	66.01
3	53.13	77.34	92.82	70.93
4	63.44	80.16	94.07	78.26
5	71.57	82.76	95.20	80.93
6	78.75	83.31	94.95	83.79
7	84.11	80.92	95.11	85.90
8	88.02	79.91	92.85	89.26
9	88.44	78.61	90.17	92.16
10	90.19	77.92	88.12	94.45
11	91.51	79.11	88.64	96.60
12	91.92	80.73	90.87	99.64
13	92.74	83.19	93.55	102.89
14	94.97	85.02	96.92	106.04
15	96.41	86.28	100.19	109.51
16	97.41	89.43	103.97	114.93
17	98.52	91.81	107.86	117.60

Tableau 6: Le contraste moyen des images de référence.

B2	B3	D3	F1
148.12	147.58	144.19	166.50

Tableau 7: La perte de contraste (%) pour les images avec brouillard.

Image	B2	B3	D3	F1
1	79.03	53.36	38.46	63.58
2	70.88	51.85	36.79	60.35
3	64.13	47.60	35.63	57.40
4	57.17	45.69	34.76	52.99
5	51.68	43.92	33.97	51.39
6	46.83	43.55	34.15	49.68
7	43.22	45.17	34.04	48.41
8	40.57	45.86	35.60	46.39
9	40.29	46.73	37.47	44.65
10	39.11	47.20	38.89	43.28
11	38.22	46.40	38.52	41.98
12	37.95	45.30	36.98	40.16
13	37.39	43.63	35.12	38.21
14	35.88	42.40	32.79	36.31
15	34.91	41.54	30.52	34.23
16	34.24	39.40	27.89	30.98
17	33.49	37.79	25.19	29.37

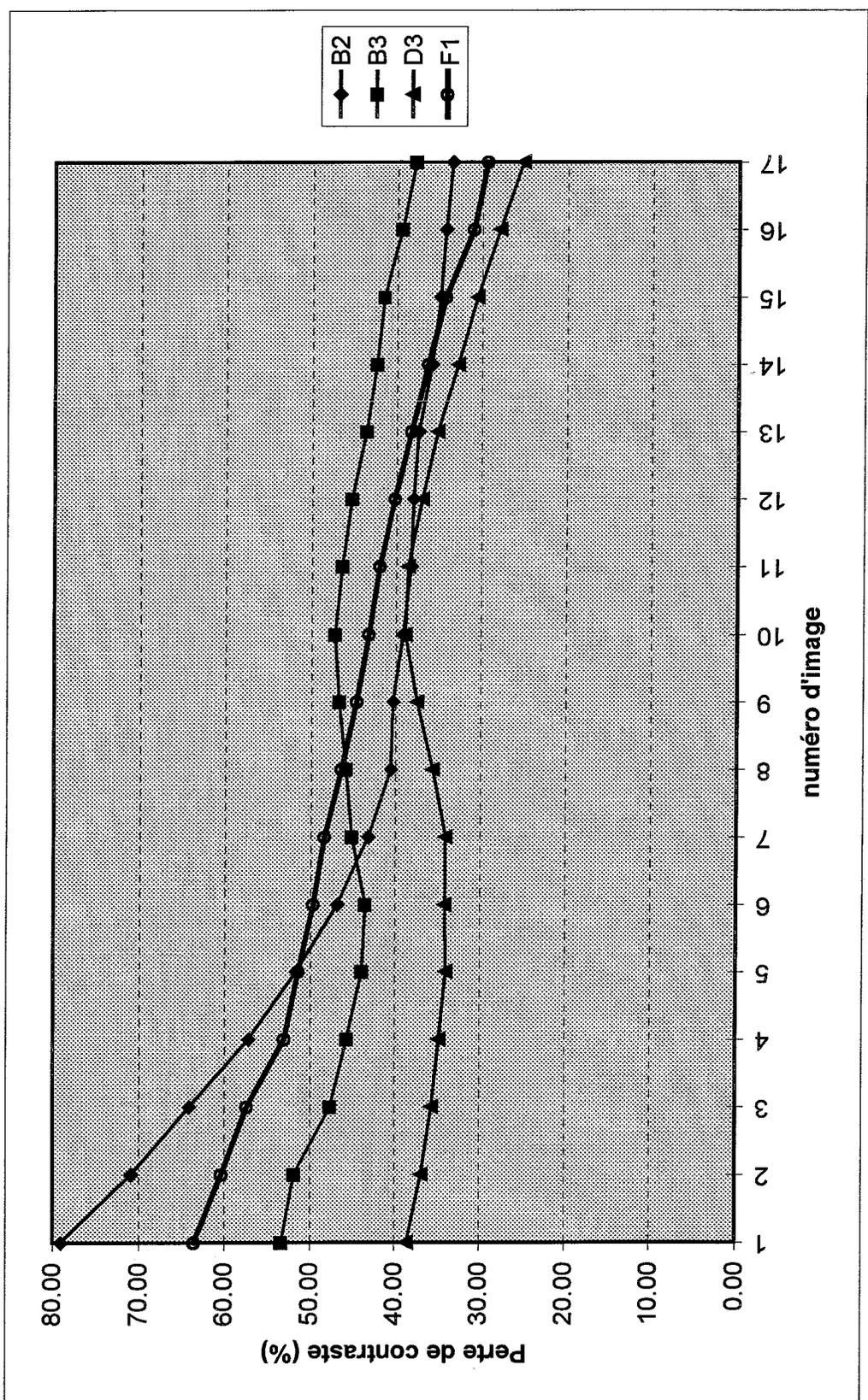


Figure 13: Perte de contraste en fonction du temps (numéro d'image).

Dans la Figure 13, la courbe la plus basse (D3) correspond au système "Air Fender" modifié. Cette séquence possède la perte de contraste la plus faible pour tous les numéros d'image (temps). Ceci suggère donc que c'est le meilleur système. La perte de contraste varie peu avec le temps. Il y a une légère oscillation dans la courbe. Pour tous les essais, la perte de contraste diminue avec le temps.

Le système standard (la courbe F1) montre un comportement bien régulier. La perte de contraste est importante au début (63.58 %) et décroît régulièrement par la suite. À la fin, elle est légèrement supérieure à celle du système "Air Fender" modifié.

Nous avons analysé deux séquences utilisant le système "Air Fender", soit les séquences B2 et B3. La séquence B3 débute avec une forte perte de contraste, la plus forte de toutes les séquences. La perte diminue rapidement par la suite. La séquence B2 est par contre plus constante. La perte de contraste est plus faible au début et diminue peu par la suite. Ceci montre donc une variation d'un essai à l'autre et cela pour un même système anti-éclaboussures et une même vitesse. Ces deux courbes s'entrecroisent et sont près de la courbe du système standard. Cela contredit ce que nous espérions comme résultat, à savoir que le système "Air Fender" est meilleur que le système standard.

Ces constatations montrent que les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants. Ceci nous oblige de réviser et réétudier la méthode adopter pour faire les essais. Il faut ainsi déterminer les facteurs responsables de ces résultats. Parmi ces facteurs, nous pouvons citer la luminosité lors de la prise d'image, la position du soleil par rapport à la caméra, la direction du vent, la position de la caméra par rapport à la cible et à la route, l'état de la route (uniforme), la taille de la cible et sa position par rapport à la route et au sol. Il faut tenir compte de ces facteurs lors des prochains essais pour obtenir des résultats qui correspondent plus à la réalité.

Autres approches possibles

Nous avons présenté une manière d'analyser les résultats des essais. Il peut cependant y avoir d'autres variantes de cette approche et d'autres aspects à considérer.

Il peut y avoir plusieurs manières de calculer le contraste et de présenter les résultats. On peut calculer une valeur moyenne de contraste pour toute l'image (surface de la cible seulement) ou on peut séparer l'image en sous-zone et calculer le contraste sur chaque zone. Si nous considérons la séquence d'image pour un essai, nous pouvons calculer le contraste pour une ou deux images ou pour l'ensemble des images. Nous devons tenir compte du fait qu'il y a un recouvrement entre les images d'une séquence. Entre chaque image (1/30 seconde), le camion parcourt environ 1/3 de la surface de la cible. Le camion avance d'environ 1 mètre par 1/30 seconde. La caméra voit seulement le

déplacement perpendiculaire à l'axe de prise de vue, ce qui se traduit par un déplacement d'environ 10 pouces au niveau de la cible.

Nous pouvons comparer le contraste avec d'autres mesures telles que :

- le déplacement des niveaux de gris, i.e., l'augmentation de la clarté ou brillance de l'image quand il y a un brouillard.
- la dispersion des niveaux de gris, i.e., est-ce qu'il y a beaucoup de variation de couleur dans chacune des bandes.

Il y a donc ici plusieurs alternatives à considérer et à examiner.

Il peut également y avoir d'autres aspects à considérer lors de l'analyse des résultats. L'analyse doit entre autres consister à :

- comparer les résultats les différents systèmes anti-éclaboussures,
- évaluer si la différence entre systèmes est significative, et
- examiner la fiabilité des résultats obtenus.

9. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La dispersion de la vapeur d'eau créée par un camion circulant à grande vitesse est un phénomène très complexe et difficilement prévisible. L'évolution résulte de l'intégration de multiples facteurs et agents. Il s'agit essentiellement d'un phénomène de turbulence, c'est-à-dire, un phénomène très dynamique où des forces faibles peuvent avoir un effet important sur son développement et sa progression. Il est très difficile de dire si différents systèmes anti-éclaboussures peuvent être discernés par la forme du nuage produit. On a mentionné que des études précédentes tentant de discerner différents systèmes anti-éclaboussures n'ont pas donné des résultats concluants.

Suite aux essais du 29 octobre 1996, nous avons retenu plusieurs points qu'il faut surveiller.

- La force et direction du vent sont très importantes. Le vent a une forte influence sur la dispersion de la vapeur d'eau. La nature imprévisible du vent combiné aux effets de perturbation de l'air produits par le déplacement du camion peuvent rendre les mesures très aléatoires. De nombreux essais seront alors nécessaires pour obtenir des résultats suffisamment significatifs.
- Il serait préférable d'avoir un panneau de grande taille et des deux côtés du camion. Le vent peut écraser le développement du brouillard sur un côté du camion et favoriser son expansion sur l'autre côté. Un panneau de grande taille nous permet de saisir ce qui se passe près du camion et du sol ainsi que ce qui se passe plus loin et plus haut. Le fait d'avoir un panneau et une caméra de chaque côté du camion assure que l'on va mesurer correctement le nuage produit peu importe la direction du vent. Avec un panneau de taille plus petite, il faudrait choisir judicieusement sa position.
- La chaussée doit être uniforme, i.e., pas de rigole ou de trou.
- L'arrosage : il faut bien contrôler le filet d'eau présent sur la chaussée lors du passage du camion.
- La caméra ne doit pas faire face au soleil. Dans cette position, la diffraction du soleil sur les gouttelettes d'eau peut créer une image très brillante.
- La largeur des lignes (pour un rayé) ou des cases (pour un damier) doit être adaptée à la taille du panneau et à la résolution de la caméra et/ou de l'image numérisée. Ainsi, le panneau doit comporter de 15 à 30 lignes et/ou colonnes.
- L'eau retombe assez rapidement, en moins d'une seconde.

Actuellement, nous constatons que la procédure concernant le traitement de l'image fonctionne adéquatement. C'est sans problème qu'une sélection d'images a été digitalisées. Parmi celles-ci, des images de contrôle et des images d'essai ont pu être utilisées afin de déterminer la perte de contraste occasionnée par un nuage de pulvérisation. Nous constatons que l'utilisation d'une cible rayée ou quadrillée permet de bien voir le passage du brouillard. Le contraste est la mesure la plus pertinente pour évaluer la densité du brouillard (son opacité). L'utilisation d'une caméra Bétacam suivi de la numérisation en studio permet à la fois une utilisation relativement souple sur le terrain et l'obtention d'images de bonne qualité.

On discerne cependant un problème concernant le choix de l'image. L'image prise de biais en rapport avec la trajectoire du véhicule est incertaine quant aux composantes du nuage de pulvérisation. S'agit-il d'un nuage projeté perpendiculairement à la trajectoire, projeté dans la traînée du véhicule ou encore une combinaison des deux?

Par conséquent, nous pouvons donc recommander une reprise des essais parallèles à la route; ceci avec un damier plus grand, situé plus bas et si possible avec un damier à carreaux afin de faciliter le calcul des régions de rayonnement de la densité du nuage.

ANNEXE A

PROCÉDURE SAE J2245 APR 94:

Pratique recommandée pour l'évaluation de l'éclaboussement et de la pulvérisation

A.1 Étendue

Ce document fournit des lignes directrices générales afin d'évaluer l'éclaboussement et la pulvérisation produits par des véhicules circulant sur un pavé mouillé. Les directives décrivent les méthodes d'analyse par digitalisation vidéo et par laser. Il est laissé aux usagers de ce document de choisir la méthode la mieux adaptée à leurs besoins. Il n'y a aucune relation implicite entre ces deux méthodes bien qu'il soit attendu que le rang relatif de réduction de pulvérisation entre les configurations de véhicule testées devrait être les mêmes. Toutes les sous-sections ci-dessous doivent être considérées communes aux deux méthodes sauf avis contraire.

Il y a des interactions complexes de variables affectant l'éclaboussement et la pulvérisation, et de par sa nature, il s'agit d'un phénomène très chaotique et turbulent. La méthode recommandée tente de considérer ces variables aussi fidèlement que possible. Jusqu'à ce qu'elles soient mieux maîtrisées, il est nécessaire de limiter la procédure aux conditions suivantes:

1. Elle ne s'applique qu'à des comparaisons de type "A-B" effectuées sous les mêmes conditions telles que décrites dans la procédure.
2. Les tests effectués à des sites différents ne sont pas nécessairement comparables dépendamment des conditions exactes et des spécificités des sites au temps où ont lieu les tests.
3. Parce que des variables incontrôlables telles que la vitesse du vent et son orientation, l'épaisseur du film d'eau, l'humidité et la température peuvent influencer grandement les mesures, de petites différences (de l'ordre de 10 à 15%) peuvent ne pas être significatives et alors la pertinence de telles différences devrait être regardée d'un oeil averti.
4. Les résultats des tests devraient être interprétés comme la différence entre des intervalles de confiance de 95% de chaque ensemble de résultats et non comme la différence des moyennes.

5. Chaque configuration testée devrait avoir une valeur distincte avec intervalle de confiance de 95% pour chacune de huit conditions de vent en utilisant la condition de vent d'aval telle que décrite dans la traduction des informations. Ceci afin d'assurer que la variabilité de chaque condition de vent est interprétée avec un intervalle de confiance de 95% et comparée séparément.

Les résultats ne doivent en aucun cas être interprétés comme des chiffres absolus.

A.2 Véhicules d'essais

Le véhicule d'essai pour évaluer l'éclaboussement et la pulvérisation doit être à pleine échelle, avec une configuration courante sur les autoroutes (e.g. un camion semi-remorque). Les caractéristiques spécifiques à la configuration du véhicule devraient être notées afin de permettre des comparaisons équitables à d'autres véhicules. Des photographies de côté et de front du véhicule sont nécessaires. Toutes photographies détaillant les mécanismes de diminution d'éclaboussement et de pulvérisation devraient être aussi ajoutées. Il est recommandé que les pneumatiques aient une profondeur de nervure d'au moins 4/32 de pouces et qu'ils soient gonflés à la pression recommandée par le manufacturier.

Le traitement (et les combinaisons de traitements) pour diminuer l'éclaboussement et la pulvérisation devraient être notés spécifiquement et supportés par des photographies. Les détails de la disposition et de l'installation du site de test sont très critiques afin d'assurer que le traitement puisse être comparé équitablement avec d'autres tests.

A.3 Site d'essais

A.3.1 Disposition générale des lieux

Évaluer l'éclaboussement et la pulvérisation des camions lourds requiert une vaste aire fermée à toute autre circulation, une distance d'arrivée suffisante pour permettre au véhicule d'atteindre une vitesse stable en avant de la section d'essai et une distance de fin de course suffisante afin de lui permettre de freiner de façon sécuritaire. De l'espace de manoeuvre doit être aussi prévu afin de permettre au véhicule de se retourner pour repasser d'autres essais dans la section d'essai. Toutes les surfaces sur lesquelles le véhicule d'essai circulera devront être des surfaces d'autoroute lisses à pente minimale pour permettre au véhicule d'atteindre la vitesse d'abord en avant de la section d'essais. La direction du trajet prise lors du test devrait être autant que possible la plus perpendiculaire aux vents prédominants. Si possible, le site d'essai devrait être bidirectionnel et permettre au véhicule de circuler dans les deux sens. Cette disposition des lieux permet de varier la direction des vents relatifs de 180° pour une même journée de test.

A.3.2 Section d'essai

La section d'essai devrait être une surface asphaltée de 12 pieds de large par 400 pieds de longueur. La profondeur moyenne de la texture du pavé devrait être de 0.030 pouces, avec des nervures de pneus ayant un nombre de glissement d'approximativement 65 et de dérapage d'approximativement 20 tel que mesuré selon la procédure E174 de l'American Society for Testing and Materials (ASTM). La section d'essai devrait avoir une pente transversale de 1% afin d'assurer l'écoulement d'eau et devrait fluctuer en profondeur le moins possible tout en restant compatible avec la pratique commerciale de construction de pavés asphaltés. La pente en direction du trajet devrait être nulle.

Les bretelles d'approche et de sortie devraient se brancher à la section d'essai avec le moins de discontinuités possibles.

Méthode par digitalisation

Les caméras devraient être situées approximativement à 200 pieds des panneaux damiers. L'anémomètre devrait être situé à environ 85 pieds des damiers et à 18 pieds de la ligne centrale de la section d'essai et centré par rapport à l'un ou l'autre des damiers. Le premier oeil électronique utilisé pour déclencher la caméra devrait être situé à 80 pieds avant les caméras (ou 280 pieds avant les damiers). Le second oeil électronique devrait être situé à 35 pieds avant les damiers et hors du champ de vision des caméras. Une section rectangulaire de 12 pieds de chaque côté extérieur aux damiers et 24 pieds en avant des damiers devrait être peinte noire afin de diminuer les variations dues à la réflexion de la lumière environnante. Les damiers devraient être distants de 11 pieds l'un de l'autre et de 5.5 pieds de la ligne centrale (Voir figure A.1).

A.3.3 Apport en eau

La section d'essai devrait être alimentée d'une réserve d'eau régulière. Jusqu'à 50 000 gallons peuvent être nécessaires pour une journée d'essais avec des débits pouvant aller jusqu'à 50 gallons/minute. La réserve d'eau devrait être réglée afin de maintenir un débit constant de ± 5 gallons/minute.

A.3.4 Distribution

La section d'essai devrait être munie d'un système de distribution d'eau capable d'appliquer un film régulier sur le pavé. Le système devrait être situé du côté surélevé de la section d'essai et parallèle au trajet du véhicule d'essai. Tout système de distribution qui peut générer ce film peut être utilisé. Le système de distribution devrait appliquer le film de façon à ce que:

- 1) aucune flaque ou écoulement n'empiète sur le trajet du véhicule dans la section d'essai, mais plutôt que le véhicule ne rencontre qu'exclusivement du pavé mouillé.

- 2) l'épaisseur moyenne du film sur la longueur entière de la section d'essai (400 pieds) soit d'environ 0.02 pouces avec un écart type de 0.005 pouces, tel que mesuré à un minimum de six endroits sélectionnés aléatoirement sur le trajet du véhicule.

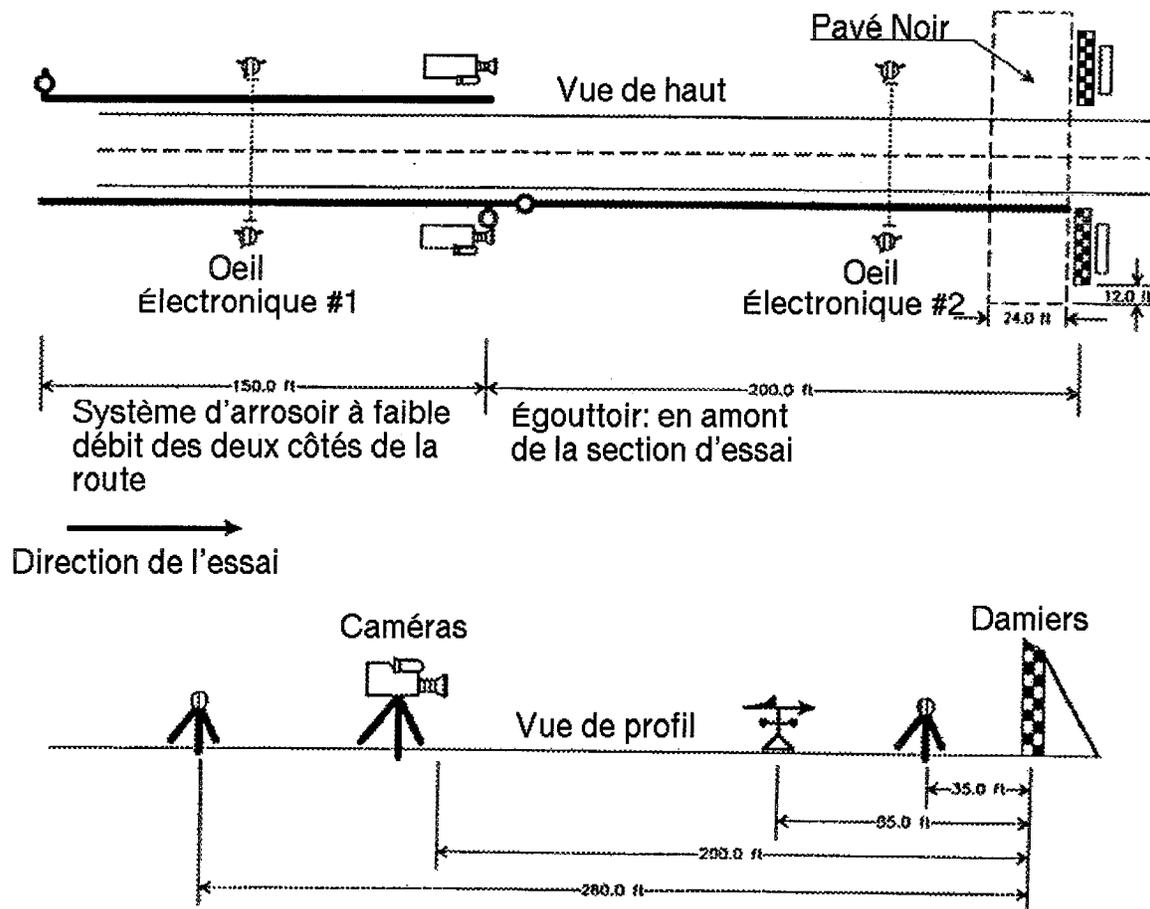


Figure A.1: Disposition du site de tests

A.4 Instrumentation

A.4.1 Méthode par digitalisation

Caméras et lentilles

Deux caméras et lentilles de mêmes spécifications sont nécessaires. Les caméras devraient être à haute résolution, noir et blanc, avec lentilles d'agrandissement capables d'intégrer une image de 8 x 12 pieds - plein écran - à une distance de 200 pieds. Il est préférable d'avoir des ajustements du contraste et du zoom afin que les caméras puissent être ajustées tout en surveillant l'ordinateur et les digitaliseurs.

Digitaliseurs

Deux digitaliseurs sont nécessaires afin de saisir simultanément l'image de chacune des caméras. Afin de réduire les coûts, les digitaliseurs devraient être en mesure de fonctionner à partir du même ordinateur. Il devrait y avoir suffisamment de mémoire pour permettre aux digitaliseurs d'acquérir et d'emmagasiner au moins cinq images à une vitesse vidéo-temps réel (30 images/seconde). Les digitaliseurs devraient être installés sur un ordinateur de puissance minimale équivalente à un 386 avec co-processeur mathématique et 200 Mo de disque dur. Les images digitalisées sont de très grands fichiers qui nécessitent une machine suffisamment puissante afin de fonctionner efficacement. Il est désirable d'avoir un mécanisme de sauvegarde de 150 Mo afin d'emmagasiner les images pour référence et analyse ultérieure.

Damiers

Chaque damier doit être divisé en carreaux blancs et noirs mesurant 1 pied de large sur 1 pied de haut. Le rapport des dimensions des digitaliseurs courants n'étant pas parfaitement carrées, le damier pourra être allongé verticalement afin de rencontrer le rapport de dimensions. Le damier devra néanmoins demeurer à 12 pieds de large dans tous les cas. Il est critique de rencontrer le rapport de dimensions des pixels puisque l'ordinateur divisera le damier en zones distinctes de noir et de blanc et un pixel ne devra pas chevaucher deux régions différentes sans quoi les mesures de contraste seront imprécises. Il est important de noter que les résultats provenant de damiers dimensionnés différemment ne peuvent être comparables pour un nuage donné puisque les calculs sont basés sur le pourcentage du damier entier ainsi obscurci.

A.4.2 Mesures du vent

L'orientation et la vitesse du vent doivent être mesurées simultanément lorsque le véhicule passe le premier oeil électronique avant les caméras. Ceci assure que la mesure ne sera pas affectée par le passage du véhicule lorsque ce dernier passera l'anémomètre. L'anémomètre devrait être situé à 85 pieds des damiers. Ceci est environ au milieu du tracteur et de la remorque lors de la saisie de la première image mais suffisamment éloigné

des damiers pour empêcher le vent d'être bloqué par ces derniers. L'anémomètre devrait être situé à une hauteur correspondant au centre des damiers afin d'assurer que la mesure représente les vents au sol affectant le nuage de pulvérisation. Tout anémomètre peut être utilisé en autant qu'il puisse mesurer des vitesses de vent allant de 0 à 20 mph et la direction des vents à l'intérieur de $\pm 1^\circ$.

A.4.3 Mesures de température et d'humidité

La température et le taux d'humidité de l'air devaient être enregistrés durant les essais avec des appareils de mesure protégés du soleil et de la pluie.

A.4.4 Mesures d'épaisseur du film d'eau

L'épaisseur du film d'eau peut être mesurée à l'aide d'une échelle de précision, un mécanisme à capillarité ou par des méthodes électroniques ou optiques destinées à mesurer avec la précision explicitée à la section A.3.4.

A.4.5 Mesures de la vitesse du véhicule d'essai

La vitesse du véhicule d'essai peut être mesurée par l'odomètre calibré de ce dernier, ou par un capteur radar de vitesse. L'utilisation d'un dynamomètre tiré par le véhicule est déconseillée puisque le nuage soulevé par ce dernier risque d'en affecter la précision.

A.5 Procédure

A.5.1 Procédure générale

Méthode par digitalisation

La procédure générale d'essai est d'acquérir une image de contrôle des damiers avant le passage du véhicule. Cette dernière représentera une base des conditions ambiantes. Les digitaliseurs pourront alors saisir quatre images d'essai lorsqu'un nuage obscurcira les damiers. Le contraste de l'image de base ou de contrôle est alors comparée à chacune des images d'essai afin de mesurer la perte de contraste occasionnée par le nuage de pulvérisation.

A.5.2 Planification des essais

La planification des essais devra identifier chacune des configurations de véhicule à être évaluée, la vitesse à laquelle les évaluations devront être effectuées et le nombre d'essais prévus pour chacune des conditions de vent telles que montrées à la table A.1

Pour une évaluation complète, des essais doivent être réalisés pour les huit conditions de vents et ceci sous les règles suivantes:

- 1) Les huit conditions de vent devraient être obtenues pour une évaluation complète.
- 2) Un minimum de huit essais par configuration de véhicule devront être réalisés sous chacune des conditions de vent, soit un total de 64 essais par configuration.

Tableau A.1: Planification des essais

Condition de vent	Vitesse du vent	Direction du vent	nombre d'essais
1	Faible: 0-3 mph	Vent de face: 350 à 10°	8
2	Faible	Vent de derrière: 170 à 190°	8
3	Faible	Vent travers gauche: 191 à 349°	8
4	Faible	Vent travers droit: 11 à 169°	8
5	Élevé: 3-10 mph	Vent de face: 350 à 10°	8
6	Élevé	Vent de derrière: 170 à 190°	8
7	Élevé	Vent travers gauche: 191 à 169°	8
8	Élevé	Vent travers droit: 11 à 169°	8

Il est à noter que les directions sont relatives au trajet emprunté et non aux points cardinaux.

- 3) Des données valides ne peuvent être obtenues si la vitesse de vent moyenne durant l'essai (l'intervalle de temps auquel le véhicule circule dans le champ de la caméra) est supérieure à 10 mph. Passé cette vitesse, le contrôle de l'épaisseur du film devient difficile.

A.5.3 Préparatifs aux essais

Les caméras devraient être alignées et ajustées sur les damiers afin qu'ils remplissent le champ de vision de ces dernières. Les 96 carreaux devraient être inclus et devraient diviser de façon égale l'image (± 2 pixels) lorsque les caméras sont alignées et ajustées correctement.

Le gain sur les caméras devrait être ajusté de telle sorte que le mode d'ajustement automatique d'obturation des lentilles donne une valeur moyenne de l'intensité des pixels de 125 (± 5) sur une échelle de 0 à 255.

Le contrôle des lentilles devrait être alors mis en manuel (puisque le but est de mesurer le changement de contraste, il est important que la caméra ne puisse réajuster l'obturation). L'iris devrait être alors ajusté afin que l'écart-type de l'intensité des pixels soit maximal (ceci représente la moitié de la moyenne du contraste de l'image entière) sans

surexposer ou sous-exposer l'image. Ceci deviendra évident lorsque l'histogramme ne pourra être contenu à l'intérieur des limites d'intensité des pixels. Autrement dit, il ne peut y avoir de pixels au plancher (intensité 0) ni au plafond (intensité 255). Ces ajustements devraient être réalisés au début de chaque essai afin de minimiser la possibilité d'un changement des conditions lumineuses.

A.5.4 Procédure lors de l'essai

Un registre complet devrait être maintenu pour chacun des essais. Toutes les caractéristiques devraient être entrées sur un formulaire ainsi que tout commentaire pertinent pouvant affecter les résultats.

Un minimum de délais de trois minutes devrait être observé entre chaque essai afin de pouvoir réappliquer un film d'eau uniforme.

La trajectoire du véhicule devrait être centrée entre les damiers à ± 6 pouces afin de permettre qu'un nuage de pulvérisation soit vu par chacune des caméras.

L'épaisseur du film devrait être vérifiée au moins à tous les quatre essais afin qu'elle soit dans les limites tolérables.

Méthode par digitalisation

Le conducteur du véhicule devra être averti de maintenir une vitesse prescrite dans la section d'essai. Pour des fins de comparaison, 55 mph sera utilisé. Les conditions météorologiques seront enregistrées au passage du premier oeil électronique et non sur la longueur totale de la section puisque la traînée du camion risque d'affecter la lecture de direction et de vitesse du vent. Au même moment, la première image de contrôle sera prise des deux côtés. Au passage du second oeil électronique, les digitaliseurs prendront quatre images à un intervalle de 1/30 de seconde. Ceci couvre le passage du camion sur une distance d'environ 10.76 pieds à une vitesse de 55 mph.

A.6 Traitement des données

A.6.1 Images enregistrées

Les images digitalisées devront être enregistrées et servir à produire une sortie imprimée du nuage de pulvérisation à des fins de comparaison subjective. Cette image imprimée servira aussi à toute analyse ultérieure et devra être incluse dans le rapport final.

A.7 Traitement de l'image

Les opérations suivantes devront être effectuées sur toutes les images:

- 1) Calcul de l'intensité moyenne de chaque pixel pour chaque carreau. Ceci réduit l'image digitalisée à une matrice de 96 éléments, dont chacun de ces derniers représente l'intensité moyenne d'un carreau.
- 2) Calcul du contraste de chaque frontière entre les carreaux. Ceci s'effectue par la différence d'intensité entre les carreaux noirs et les carreaux blancs. On obtient alors une matrice de 172 éléments pour chaque image représentant le contraste de chaque frontière.

A.8 Calcul de l'aire de pulvérisation

Le calcul de l'aire de pulvérisation implique premièrement le calcul de perte de contraste par rapport à l'image de contrôle pour chaque frontière et ensuite la subdivision du damier en cinq régions différentes de densité du nuage. Ces régions représentent les caractéristiques spatiales du nuage et sont utilisées afin de déterminer comment le damier est caché par la densité du nuage.

La perte de contraste entre l'image de contrôle et les images d'essais sont calculés pour chaque frontière correspondante entre les carreaux blancs et les carreaux noirs. Ce changement est représenté par un pourcentage (P.C.) qui est représenté par l'équation suivante:

$$P.C._{ii} = \frac{C_{cii} - C_{tiii}}{C_{cii}} \times 100 \quad (A.1)$$

où:

C_{cii} est le contraste de l'image de contrôle à l'endroit i,j de la matrice de contraste.

C_{tiii} est le contraste de l'image d'essai à l'endroit i,j de la matrice de contraste.

$P.C._{ii}$ est la perte de contraste à l'endroit i,j sur le damier.

Nous obtenons alors huit matrices P.C. de 172 éléments représentant la proportion cachée par le nuage soulevé pour quatre images d'essais de deux côtés du véhicule. Nous calculons alors la moyenne pour les quatre images afin d'obtenir un P.C. pour les images de gauche et de droite. De cette matrice, chaque image est alors divisée en cinq régions de densité de nuage. On fait alors correspondre pour chaque région un pourcentage d'obscurité pour les images de gauche et de droite tel que montré dans le tableau A.2.

Tableau A.2: Pourcentage moyen des régions sombres des damiers.

Perte de contraste	Densité de nuage	Damier gauche	Damier droit
0 à 20%	Minimal	54.7%	51.2%
20 à 40%	Faible	3.5%	5.8%
40 à 50%	Modéré	11.4%	20.2%
60 à 80%	Dense	13.4%	13.0%
80 à 100%	Très dense	11.0%	9.9%

Il est à noter que les résultats mentionnés dans les colonnes damier sont des exemples.

ANNEXE B

INSTRUMENTATION

B.1 Anémomètre

Afin de mesurer la vitesse des vents, un anémomètre a été conçu au Département de génie mécanique. Ce dernier est du type à coupoles relié à un alternateur générant une tension. La tension est lue grâce à un voltmètre et de cette tension on peut déduire la vitesse du vent avec une assez bonne précision. Afin de déterminer la vitesse du vent, une calibration en soufflerie a été effectuée. Les résultats sont représentés dans le tableau B.1.

B.2 Hygromètre

La température et le taux d'humidité ont été déterminés grâce à un hygromètre fournit par le groupe de combustion du Département de génie mécanique.

Tableau B.1: Étalonnage de l'anémomètre.

Tension anémomètre (V)	Vitesse de l'air (m/s)	Vitesse de l'air (km/h)	Vitesse de l'air (mph)
0.000	0.00	0.00	0.00
0.088	2.67	9.62	5.98
0.140	3.50	12.59	7.82
0.185	4.07	14.65	9.10
0.217	4.40	15.84	9.84
0.240	4.68	16.85	10.47
0.273	5.15	18.53	11.52
0.308	5.53	19.91	12.37
0.336	5.89	21.19	13.17
0.357	6.22	22.41	13.92
0.378	6.46	23.27	14.46
0.398	6.77	24.38	15.15
0.420	7.07	25.44	15.81
0.436	7.38	26.59	16.52
0.460	7.66	27.56	17.13
0.480	7.93	28.56	17.75
0.505	8.23	29.64	18.42
0.516	8.42	30.30	18.83
0.533	8.69	31.27	19.43
0.550	8.89	32.00	19.88

Remarque: Le point où la tension est nulle est incertain, car la soufflerie n'est pas suffisamment précise à très basse vitesse et le point de frottement de l'anémomètre n'a pu être déterminé.

ANNEXE C

PROGRAMMES DE TRAITEMENT D'IMAGE

Nous présentons les programmes utilisés pour détecter les bandes dans la cible et pour calculer le contraste. Ces programmes sont écrits en langage C (ou C++) et sont exécutés sur de station Silicone Graphics. Ils utilisent une librairie de fonction pour la gestion d'image (la librairie AZUR développée par Jean-Marie Beaulieu et ses étudiants).

C.1 Programme "spray.c" pour la génération des images de moyenne

```

/*****/
#   define DIM1  800
#   define FMAX  17
/*****/
# include   <stdlib.h>
# include   <stdio.h>
# include   <string.h>
#include    <math.h>
# define    Use_aip_inout
# define    Use_aip_picture
# include   "include.h"
#define     LIMIT 20
/*****/
float fenetre[FMAX][FMAX];
float region[FMAX][DIM1];
int  seuiln;
int  seuilb;
int  nblin;
/*****/
void main( argc, argv ) int argc; char **argv;
{
    char      *name_in, *name_out, *name_in2, *name_out2;
    int       cell;

    Picture_t isegment, ifiltre, isegment2;
    int       npix, nlin, ncha,i;
    int       pix, lin, cha;
    int       lng, j, k,err,dim;
    float     m,var;

    long      vec1[ DIM1];

```

```

/* selection des parametres */

if( argc < 3 )
{
    PutLF;
    Put( "-- syntaxe: "
        "spray2 <original-image><spray-image>c>");
    return;
}

name_in = argv[1]; name_in2 = argv[2];

name_out="M";
strcat(name_out,name_in2);
for(i=0;i<strlen(name_out);i++)
    if(*(name_out+i)=='\0')
    {
        *(name_out+i+1)='a';
        *(name_out+i+2)='z';
        *(name_out+i+3)='\0';
    }
/* open input image reference */
pic_select_format( &isegment, PicDefault);
pic_reset( &isegment );
err = PicOPEN( &isegment, name_in, 0 );
if( err == Error )
    {
        Put( "*** ERROR ** can not open ");
        Put( name_in ); PutLF;
        return ;
    }
pic_print_memory_size( &isegment );

/* open input image spray */
pic_select_format( &isegment2, PicDefault);
pic_reset( &isegment2 );
err = PicOPEN( &isegment2, name_in2, 0 );
if( err == Error )
    {
        Put( "*** ERROR ** can not open ");
        Put( name_in2 ); PutLF;
        return ;
    }
pic_print_memory_size( &isegment2 );

pic_select_format( &ifiltre, PicDefault );
pic_reset( &ifiltre);

err = PicCREATE( &ifiltre, name_out, Dfloat, 20, 290 , 1, 0 );
if( err == Error )
    {
        Put( "*** ERROR ** can not create ");
        Put( name_out ); PutLF;
        return ;
    }

```

```

    }

    filtrer(&isegment,&isegment2,&ifiltre);
    PicCLOSE( &isegment ); PicCLOSE( &isegment2 );
    PicCLOSE( &ifiltre );
}

/*****
/*      Fonction de calcul des moyennes par segments      */
*****/
filtrer(Picture_t *desc,Picture_t *spray,Picture_t *ifiltre)
{
    int    i,j,npix,nlin,ncha,ii;
    int    m,ligne1,col1,k,premiere;
    float  moy,taille,mtail,moy1,moy2;
    int    jj,stail;

    float  vec1[DIM1],vec2[DIM1],vec3[DIM1],sortie[DIM1],vec[DIM1];
    float  vec21[DIM1],vec22[DIM1],vec23[DIM1];

    printf("\n *** Filtrage de l'image ***\n");
    PicGetCoord( desc->mdim, npix, nlin, ncha );

    for(i=1;i<=nlin;i++)
    {
        PicREADline( desc, i,1, Dfloat, vec1 );
        PicREADline( desc, i,2, Dfloat, vec2 );
        PicREADline( desc, i,3, Dfloat, vec3 );
        /* PicREADline( desc2, i,1, Dfloat, vec2 );*/
        m=0;
        col1=0;
        for(j=0;j<npix;j++)
        {
            vec1[j]=(vec1[j]+vec2[j]+vec3[j])/3;
            if(vec1[j]<10 || vec1[j]>240)
            {
                m++;
                if(col1==0) col1=j;
            }
        }
    }
    if(m>10)
    {
        ligne1=i;
        printf("\nLa ligne en haut de la cible est: %d et la premiere colonne %d\n",i,col1);
        /* getchar();*/
        break;
    }
}

```

```

/*traiter les images avec spray */
for(i=ligne1+3,ii=0;i<=nlin && ii<=290;i++,ii++)
{
  /*printf("\n ligne %d",i);*/
  PicREADline( desc, i,1, Dfloat, vec1 );
  PicREADline( desc, i,2, Dfloat, vec2 );
  PicREADline( desc, i,3, Dfloat, vec3 );

  PicREADline( spray, i,1, Dfloat, vec21 );
  PicREADline( spray, i,2, Dfloat, vec22 );
  PicREADline( spray, i,3, Dfloat, vec23 );
  for(j=col1-2;j<npix;j++)
  {
    vec[j]=(vec1[j]+vec2[j]+vec3[j])/3;
    if(vec[j]>10 && vec[j]<240);
    else break;
  }
  k=0;
  moy=0;
  taille=0;
  premiere=1;
  /*printf("\n j= %d",j);printf("vec1[j]=%f vect2[j] %f",vec1[j],vec2[j]);*/
  for(;j<npix;j++)
  {
    vec[j]=(vec1[j]+vec2[j]+vec3[j])/3;
    if(vec[j]<=10 || vec[j]>=240)
    {
      /* triter les pixels de contours non detectees */
      if(!premiere)
      {
        if(taille>20)
        {
          /*printf("\nsuperieu 20 lin %d col %d",i,j);*/
          moy1=0; moy2=0;
          stail=taille/2;
          mtail=0;
          for(jj=j;j>j-(stail-1);jj--)
          {
            /*printf("***%f",vec21[jj]);*/
            mtail++;
            moy2+=vec21[jj];
          }

          moy2/=mtail;
          sortie[k+1]=moy2;
          mtail=0;
          for(jj=j-taille;j<j-(stail+1);jj++)
          {
            /*printf("//%f",vec21[jj]);*/
            mtail++;
            moy1+=vec21[jj];
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

        moy1/=mtail;
        sortie[k]=moy1;
        k++;
    }
    else sortie[k]=moy/taille;
    /*printf("\moyenne %f sortie %f k %d", moy,sortie[k],k); getchar();*/
    moy=0;
    taille=0;
    k++;
    }
    premiere=1;
    if(k>=13)break;
    }
    else
    {
        premiere=0;
        vec21[j]=(vec21[j]+vec22[j]+vec23[j])/3;
        /*printf("\n vect21 %f j %d",vec21[j],j);*/
        moy+=vec21[j];
        taille++;
    }
    }
    PicWRITEline( ifiltre, ii , 1, Dfloat, sortie);
}
}

```

(c) copyright J.M beaulieu et M. Najeh Université Laval Québec

C.2 Programme "contraste.c" pour le calcul du contraste

```

/*****/

#   define DIM1  800
#   define FMAX  17
/*****/
# include    <stdlib.h>
# include    <stdio.h>
# include    <string.h>
#include     <math.h>
# define     Use_aip_inout
# define     Use_aip_picture
# include    "include.h"
#define     LIMIT  20
#define     Nbcoll 12
#define     Nblin  250
/*****/
float fenetre[FMAX][FMAX];
float region[FMAX][DIM1];
int seuiln;
int seuilb;
int nblin;
/*****/
void main( argc, argv ) int argc; char **argv;
{
    char      *name_in;
    int       cell;

    Picture_t isegment, ifiltre, isegment2;
    int       npix, nlin, ncha,i;
    int       pix, lin, cha;
    int       lng, j, k,err,dim;
    float     m,var;

    long      vec1[ DIM1];

    /*   selection des parametres */

    if( argc < 2 )
        {
            PutLF;
            Put_( "-- syntaxe: "
                "contraste <image>");
            return;
        }

    name_in = argv[1];

```

```

/* open input image reference */
pic_select_format( &isegment, PicDefault);
pic_reset( &isegment );
err = PicOPEN( &isegment, name_in, 0 );
if( err == Error )
    {
        Put( "*** ERROR ** can not open ");
        Put( name_in ); PutLF;
        return ;
    }
pic_print_memory_size( &isegment );

filtrer(&isegment,name_in);
PicCLOSE( &isegment );
}

/*****
/* Fonction de calcul de contraste */
*****/
filtrer(Picture_t *desc,char *name_out)
{
    int        i,j,npix,nlin,ncha;
    float      moy,taille;
    FILE       *fp;
    float      vec[DIM1];
    char       s[80];

    fp=fopen("contrast.dat","a");
    moy=0;
    taille=0;
    printf("\n *** Filtrage de l'image ***\n");
    PicGetCoord( desc->mdim, npix, nlin, ncha );

    for(i=1;i<=Nblin;i++)
        {
            PicREADline( desc, i, 1, Dfloat, vec );
            for(j=0;j<Nbcou;j++)
                {
                    moy+=fabs(vec[j]-vec[j+1]);
                    taille++;
                }
        }
    moy/=taille;
    printf("\nLe contraste moyen est: %f\n\n",moy );
    sprintf(s,"%s %f\n",name_out,moy);
    /*fseek(fp,0L,SEEK_END);*/
    fprintf(fp,s);
    fclose(fp);
}

```

ANNEXE D

BREVETS RELIÉS AUX SYSTÈMES ANTI-ÉCLABOUSSURES

Dans le cadre de ce projet, un sous-contrat a été octroyé au Centre de Recherche Industrielle du Québec (CRIQ). Ce contrat visait la réalisation d'une recherche d'information dont l'objectif principal était l'identification d'entreprises actives dans la commercialisation des systèmes anti-éclaboussures pour camion remorque et semi-remorque. Le CRIQ a effectué une consultation des banques de données internationales reliées au secteur du transport, des brevets ainsi que les banques versées dans les données commerciales. Cette annexe contient les titres des documents jugés les plus pertinents tels que transmis par le CRIQ.

Asw

S4: 10 of 40

US4598000 Spray-suppression device

United States Patent

Patent Number: US4598000

Mantarro; Joseph

Date of Patent: Jul. 1, 1986

SPRAY-SUPPRESSION DEVICE

Inventor:

Mantarro; Joseph (Windsor, CT)

Assignee:

Monsanto Company (St. Louis, MO; Assignee type: U.S. Company or Corporation)

Appl. Number: 85US-738917

Filed: May 29, 1985

Int. Cl.-4

4-B62D-025-0016

U.S. Cl.

428017000, 428286000, 28015450000R

Field of Search

428218000, 428284000, 428286000, 428017000, 28015450000R

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US4329196	5/1982	Rawlinson.....	156243000
US4391870	7/1983	Ellis.....	428218000

OTHER PUBLICATIONS

Modern Plastics Encyclopedia, 1983-1984, vol. 60, #10A, p. 60.

Primary Examiner - Kittle; John E.

Assistant Examiner - Saitta; Thomas C.

Attorney, Agent, or Firm - Kelley; Thomas E.

ABSTRACT

A device for reducing splash and spray thrown from vehicle wheels comprising a high density polyethylene substrate layer fusion-bonded to a three-dimensional layer comprises a plurality of blade-like elements extending from a base layer. To improve break resistance at low temperature the three-dimensional layer comprises linear low density polyethylene.

4 Claims, 3 Drawing Figures

* * * * *

S7: 7 of 28

US5366247 Vehicle splashguard

United States Patent

Patent Number: US5366247

Fischer, Kenneth J.

Date of Patent: Nov. 22, 1994

VEHICLE SPLASHGUARD

Inventor:

Fischer, Kenneth J. (208 Lenox Ave., Apt. 3, Pittsburgh, PA 15221)

Appl. Number: 93US-058216

Filed: May 10, 1993

Int. Cl.-5

5-B62D-025-0016

U.S. Cl.

280851000, D12185000

Field of Search

280851000, 280152300, 280848000, 280849000, D12185000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US2546781	3/1951	Rheeling.....	280851000
US2571413	10/1951	Botz.....	280851000
US2699955	1/1955	Eaves et al.....	280851000
US3088751	5/1963	Barry et al.....	280851000
US4382606	5/1983	Lightle et al.....	280851000
US4735428	4/1988	Antekeier.....	280851000
US4796905	1/1989	Sullivan.....	280851000
US4796906	1/1989	Sullivan.....	280851000
US5205590	4/1993	Drabing et al.....	280851000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

CH450190 4/1968280851000

Primary Examiner - Camby; Richard M.

Assistant Examiner - Mattix; Carla

Attorney, Agent, or Firm - Milliken; Paul E., Germain; Lee A.

ABSTRACT

A configuration for a splashguard as may be mounted rearwardly of at least one vehicle wheel to deflect and redirect water and other substances being sprayed rearwardly by a rotating tire. The splashguard comprises a rectangularly shaped body having a plurality of angularly disposed vanes or louvers which function to deflect and redirect water droplets and other materials downwardly upward the roadway surface rather than sidewardly or rearwardly into the paths of following traffic.

24 Claims, 9 Drawing Figures

* * * * *

S7: 6 of 28

US5375882 Mist suppressant panels for a vehicle and a method of suppressing mist

United States Patent

Patent Number: US5375882

Koch, III; Stanley G.

Date of Patent: Dec. 27, 1994

MIST SUPPRESSANT PANELS FOR A VEHICLE AND A METHOD OF SUPPRESSING MIST

Inventor:

Koch, III; Stanley G. (1340 W. Sun Oil Rd., Gladwin, MI 48624)

Appl. Number: 93US-002936

Filed: Jan. 11, 1993

Int. Cl.-5

5-B62D-025-0016

U.S. Cl.

280851000, 280848000, 296180100

Field of Search

280851000, 280848000, 280849000, D12185000, 296180100, 296180400**References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

US1228211	5/1917	Holland...../.....	280851000
US2683612	7/1954	Bacino.....	280851000
US3632137	1/1972	Jossy.....	280851000
US3743343	7/1973	Grote, Sr. et al.....	280851000
US3834732	9/1974	Schons.....	280851000
US3869617	3/1975	Gaussoin et al.....	280851000
US3899192	8/1975	Reddaway.....	280851000
US4012053	3/1977	Bode.....	280851000
US4013302	3/1977	Oswald.....	280851000
US4089537	5/1978	Pralutsky.....	280851000
US4325563	4/1982	Brandon et al.....	280851000
US4334694	6/1982	Iwanicki.....	280851000
US4372570	2/1983	Goodall.....	280851000
US4564204	1/1986	Sullivan et al.....	280851000
US4585242	4/1986	Sparks.....	280851000

US4627631	12/1986	Sherman.....	280851000
US4796905	1/1989	Sullivan.....	280851000
US5022680	6/1991	Eklund, Jr.....	280851000
US5080397	1/1992	Metcalfe.....	280851000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE2918830	11/1980	.....	280851000
GB2100206	12/1982	.....	280851000
GB2172256	9/1986	.....	280851000

Primary Examiner - Johnson; Brian L.
Assistant Examiner - English; Peter C.
Attorney, Agent, or Firm - Learman & McCulloch

ABSTRACT

The mist suppressant panel system (10) mounted to the rear of each vehicle wheel and tire (12 and 16) includes a mounting bar (26) attached to the vehicle frame (18). Four mist suppressant panels (28) are attached to the mounting bar (26). The mist suppressant panels (28) each have a mist suppressant surface (34) with an outboard edge (40), an inboard edge (82), a top edge (84), and a bottom edge (86). The mist suppressant surface (34) extends downwardly and rearwardly from the top edge (84) at an angle of about ten degrees from a vertical plane. The mist suppressant surface also extends rearwardly and inwardly from the outboard edge (40) at an angle of about forty-five degrees from a vertical plane that is transverse to the direction of vehicle travel. A plurality of parallel vanes (36) extend outwardly from the mist suppressant surface (34) to form grooves (38) that absorb kinetic energy from water drops and condense water drops. Spoilers (48) can be added to the vanes (36), if desired. The vanes (36) can also be segmented. The mist suppressant panels (28) suck air and entrained water drops in from the side of a vehicle (14) and direct air and condensed water drops in toward the center of the vehicle and down toward the road surface.

18 Claims, 10 Drawing Figures

* * * * *



S4: 2 of 13

US5487565 Vehicle water spray diverter

United States Patent

Patent Number: US5487565

Thompson; Bradley J.

Date of Patent: Jan. 30, 1996

VEHICLE WATER SPRAY DIVERTER

Inventor:

Thompson; Bradley J. (9416 S. 69th East Ave., Skiatook, OK 74133)

Appl. Number: 95US-375955

Filed: Jan. 20, 1995

Int. Cl.-6

6-B62B-009-0016, 6-B62D-025-0016

U.S. Cl.

280848000, 280851000

Field of Search

280848000, 280849000, 280850000, 280851000, 280154000, 280847000, 280854000

References Cited**U.S. PATENT DOCUMENTS**

US2196225	4/1940	Morrison.....	280848000
US3675943	7/1972	Moore.....	
US3721459	3/1973	Lea.....	
US3860262	1/1975	Goings.....	
US4124221	11/1978	Goings.....	
US4138129	2/1979	Morris.....	280848000
US4174850	11/1979	Hart.....	280848000
US4215873	8/1980	Price.....	280848000
US4372570	2/1983	Goodall.....	280851000
US4427208	1/1984	Jurges.....	
US4436319	3/1984	Clutter.....	
US4445700	5/1984	Schroeder.....	
US4585242	4/1986	Sparks.....	
US4706981	11/1987	Dorwart.....	
US4817976	4/1989	Kingsley.....	
US4921276	5/1990	Morin.....	280848000
US5267752	12/1993	Miller.....	280848000

US5269547	12/1993	Antekeier.....
US5277444	1/1994	Stropkay.....
US5299831	4/1994	Schmidt.....

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE2827845	1/1980	.....	280851000
SU1516413	10/1989	.....	280850000

Primary Examiner - Johnson; Brian L.
Attorney, Agent, or Firm - Head & Johnson

ABSTRACT

A device to block and divert lateral water spray generated from a vehicle, the vehicle including a plurality of tires and a body having a pair of lateral sides on opposite sides of a center, an underside between said lateral sides, and a rear. The device includes a first gutter portion attached to one said lateral side to trap and direct said water spray toward said rear. A second gutter portion is in fluid communication with the first gutter portion in order to divert the water spray from the lateral side toward the center and away from the underside down toward the ground.

10 Claims, 6 Drawing Figures

* * * * *



S7: 2 of 28US5509690 Side spray safety apparatus

United States Patent

Patent Number: US5509690

Whittington; Flavious L.

Date of Patent: Apr. 23, 1996

SIDE SPRAY SAFETY APPARATUS

Inventor:

Whittington; Flavious L. (Hamer, SC)

Assignee:

Truck Safety of America, Inc. (Rock Hill, SC; Assignee type: U.S. Company or Corporation)

Appl. Number: 93US-100627

Filed: Jul. 30, 1993

Int. Cl.-6

6-B62D-025-0018

U.S. Cl.

280851000, 280847000

Field of Search

280851000, 280852000, 280848000, 280847000, 280854000, 280853000, 280152300, 280154000, 293112000, D12184000, D12185000

References Cited**U.S. PATENT DOCUMENTS**

USD282458	2/1986	Whittington.....	D12181000
USD282535	2/1986	Whittington.....	D12181000
US3006658	10/1961	Wenham.....	280857000
US3027178	3/1962	Eaves.....	280851000
US3721459	3/1973	Lea.....	280851000
US3830520	8/1974	Kelly.....	280154000
US3877722	4/1975	Conner.....	280154000
US4089537	5/1978	Pralutsky.....	280851000
US4192522	3/1980	Morgan.....	280851000
US4258929	3/1981	Brandon et al.....	280851000
US4832356	5/1989	Liberto et al.....	280851000

US5199742 4/1993 Gotz et al.....280851000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EP0120760 10/1984280851000
EP0204681 12/1986280851000

OTHER PUBLICATIONS

Davis S. Whiteman, The Herald, "Tragedy, Danger Spark Invention" Oct. 18, 1988, p. 3B.

Primary Examiner - Boehler; Anne Marie
Attorney, Agent, or Firm - Adams, III; W. Thad

ABSTRACT

This invention is related to a safety apparatus for reducing side spray for trucks and other vehicles. The apparatus includes a flexible flap suspended behind the tires of the vehicle with a stiffening device of relatively elongate construction arranged at the outer edge thereof and extending forwardly therefrom. The flap further lacks any substantial stiffening element at the inner edge thereby effecting the flap so that the flap deflects inwardly along the inner edge of the flap and thereby directs air currents and roadway fluids to the inside of the truck. The stiffening device also obstructs fluids from passing around the outer edge of the flap with a forwardly extending main wall portion and an inwardly directed leading wall portion.

11 Claims, 6 Drawing Figures



S7: 22 of 28

US4858941 Tire spray control device

United States Patent

Patent Number: US4858941

Becker, John H.

Date of Patent: Aug. 22, 1989

TIRE SPRAY CONTROL DEVICE

Inventor:

Becker, John H. (528 Retreat Dr., Bldg. 1-202, Naples, FL 33963)

Appl. Number: 87US-076699

Filed: Jul. 23, 1987

Int. Cl.-4

4-B62B-009-0016

U.S. Cl.

280851000, 280848000

Field of Search

2801545000R, 28015200R, 28015200A, 28015300R, 28015300A

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3834732	9/1974	Schons.....	2801545R0
US4205861	6/1980	Roberts et al.....	2801545R0
US4334694	6/1982	Iwanicki.....	2801545R0
US4585242	4/1986	Sparks.....	2801545R0
US4660846	4/1987	Morin.....	2801545R0

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE297829	5/1930	.....	280152000R
DE2025519	12/1971	.....	2801545R0
DE2524344	12/1976	.....	2801545R0
IT473134	7/1952	.....	280152000R
GB2144690	3/1985	.....	2801545R0

Primary Examiner - Marmor; Charles A.

Assistant Examiner - Culbreth; Eric

Attorney, Agent, or Firm - Samuels, Gauthier, Stevens & Kehoe

ABSTRACT

A structure to control the spray cast from rotating wheels. A forward plate spaced apart from the leading edge of a wheel includes openings which directs the water spray rearwardly and inwardly with reference to the direction of travel of the vehicle. A trailing plate is spaced apart from the trailing edge of the rotating wheel. A baffle is secured to the leading and trailing plates and perpendicular to the axis of rotation of the wheel(s). This baffle includes openings to direct the spray inwardly.

21 Claims, 14 Drawing Figures

* * * * *

S7: 14 of 28

US5100177 Tire spray control device

United States Patent

Patent Number: US5100177

Becker, John H.

Date of Patent: Mar. 31, 1992



mm

TIRE SPRAY CONTROL DEVICE

Inventor:

Becker; John H. (8553 Pleasantwood Ave., North Canton, OH 44720)

Appl. Number: 89US-452192

Filed: Dec. 18, 1989

Related U.S. Application data

CROSS REFERENCE APPLICATIONS

This application is a continuation-in-part of U.S. Ser. No. 228,379 filed Aug. 4, 1988, which is a divisional application of U.S. Ser. No. 076,699 filed Jul. 23, 1988, and now U.S. Pat. No. 4,858,941.

Int. Cl.-5

5-B62B-009-0016

U.S. Cl.

280851000

Field of Search

280851000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3784226	1/1974	Wilfert et al.....	280851000
US4192522	3/1980	Morgan.....	280851000
US4334694	6/1982	Iwanicki.....	280851000
US4436319	3/1984	Clutter.....	280851000
US4585242	4/1986	Sparks.....	280851000
US4706981	11/1987	Dorwart.....	280851000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE2524344 12/1976280851000
GB1526212 9/1978280851000

Primary Examiner - Olszewski; Robert P.
Assistant Examiner - Culbreth; Eric
Attorney, Agent, or Firm - Samuels, Gauthier & Stevens

ABSTRACT

A fender to control water spray and to cool tires and brakes which has a leading plate with blade-like openings. The fender further comprises a top plate, a side wall and a trailing plate. The top plate with the leading plate form an air scoop. The side walls are louvered. The air is directed to expand adiabatically to both control the spray cast from the rotating tire and to cool the tires and brakes whether or not there is spray present.

16 Claims, 7 Drawing Figures

* * * * *

S7: 10 of 28US5257822 Vehicle tire water spray control system components

United States Patent

Patent Number: US5257822

Metcalf, George E.

Date of Patent: Nov. 2, 1993

VEHICLE TIRE WATER SPRAY CONTROL SYSTEM COMPONENTS

Inventor:

Metcalf, George E. (15805 SE. 12th PL., Bellevue, WA 98008)

Appl. Number: 91US-784517

Filed: Oct. 29, 1991

Related U.S. Application data**CROSS REFERENCES**

This application is the fourth continuation in part application filed while the third continuation in part application Ser. No. 07/413,439 filed Sep. 27, 1989, was still pending. Ser. No. 07,413,439, and now U.S. Pat. No. 5,080,397 was, in turn a continuation in part of Ser. No. 07/200,837 filed Jun. 1, 1988 and now abandoned, which was a continuation in part of Ser. No. 06/813,646 filed Dec. 26, 1985 and now abandoned, which was a continuation in part of Ser. No. 06/509,875, filed Jul. 1, 1983, now abandoned.

The first, second and third continuation in part applications were determined to be considered as copending with the original application Ser. No. 06/509,875, filed Jul. 1, 1983. Claims allowed after the third continuation in part application have been accepted. This application modifies the specifications and claims for side skirts and includes one modification of the fender flaps.

Int. Cl.-5

5-B62D-025-0018

U.S. Cl.

280851000, 280848000

Field of Search

280851000, 280847000, 280848000**References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

US3473825	10/1969	Ochs.....	280851000
US3778086	12/1973	Moore et al.....	280851000
US4290619	9/1981	Goodall.....	280851000
US4382606	5/1983	Lightle.....	280851000
US4398739	8/1983	McKenzie et al.....	280851000
US4421333	12/1983	Van Dyke.....	280851000
US4427208	1/1984	Jurges.....	280848000
US4436319	3/1984	Clutter.....	280848000
US4585242	4/1986	Sparks.....	280848000
US5080397	1/1992	Metcalfe.....	280848000

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

GB2074109	10/1981	.....	280848000
GB2146598	4/1985	.....	280851000

*Primary Examiner - Mitchell; David M.
 Attorney, Agent, or Firm - Mattern, Jr.; Roy E.*

ABSTRACT

An improved fender flap and improved side skirts are presented for suppressing spray and coalescing and directing water droplets thrown from rotating tires of vehicles via centrifugal forces, or formed over the tires by the impact of high velocity throw on flat surfaces over the wheels. They are primarily of value to wheeled vehicles, especially large commercial trucks or tractor-trailer combinations. The preferred embodiments herein disclosed are used as fender flap and side skirts, located respectively behind and beside the wheel.

The fender flap has symmetric closely spaced apart wedges aligned vertically parallel to the planes of rotation of the tire and a base having slanted slots between the wedges that deflect the coalesced and condensed water toward the center of the fender flap behind the fender flap.

The side skirt is designed to coalesce fine spray and to carry the coalesced water to flow along the horizontal upper surfaces of wedges or ridges that become gutters on the side on the trailer facing into the wind and to fall at the fender flap location rather than being blown against a tire slots in two versions enhance the condensation. The conversion of the horizontal surfaces to gutters on the side of the vehicle facing into the wind occurs because the wind's force bends the flexible, hinged, or loosely hung side skirt inward. The side skirts are self-cleaning because on the side facing away from the wind the skirts bend outward from the cross-winds's force, letting the water flow across the upper surfaces, cleaning them before falling away from the tires to the roadway surface.

3 Claims, 20 Drawing Figures

* * * * *

S7: 15 of 28

US5080397 Vehicle tire water spray control system

United States Patent

Patent Number: US5080397

Metcalf; George E.

X X X

Date of Patent: Jan. 14, 1992

VEHICLE TIRE WATER SPRAY CONTROL SYSTEM

Inventor:

Metcalf; George E. (15805 SE. 12th Pl., Bellevue, WA 98008)

Appl. Number: 89US-413439

Filed: Sep. 27, 1989

Related U.S. Application data

CROSS REFERENCES

This application is the third continuation in part application filed while the second continuation in part application Ser. No. 07/200,837, filed June 1, 1988, and now abandoned was still pending. The first and second continuation in part applications were determined to be considered as copending with the original application Ser. No. 06/509,875, filed July 1, 1983 and now abandoned. All three of these applications have the same title Vehicle Tire Water Spray Control System, and George E. Metcalf is the Applicant of all three applications.

Int. Cl.-5

5-B62D-025-0018

U.S. Cl.

280851000, 280848000

Field of Search

280851000, 280848000, 280849000, 280852000, 280850000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3874697	4/1975	Thompson.....	280851000
US4258929	3/1981	Brandon et al.....	280851000
US4436319	3/1984	Clutter.....	280851000

Primary Examiner - Mitchell; David M.

ABSTRACT

A vehicle spray control system apparatus and method for suppressing spray and coalescing and directing water droplets thrown from rotating tires of vehicles via centrifugal forces comprises various embodiments of spray controllers adapted for selective locations on vehicles, such as large commercial trucks and tractor-trailer combinations. The preferred embodiments are used as: fender flap, between tractor-tandem, over-wheel, floor sill, and general purpose spray controllers, located where droplets impact at high velocity and side skirts to condense low-velocity mist and carry the water rearward. Embodiments have a receiving side and an opposite side and comprise a plurality of symmetric or asymmetric wedges which extend from the planar surface of and are integrally formed with a base. In respective embodiments, these wedges either touch or are closely spaced apart at the receiving side of an unperforated base, or a base having slots. When used, a plurality of straight slots or slanted slots, respectively, pass either perpendicular to or at an angle through the base in respective embodiments. The spray controllers are formed from flexible or rigid durable materials such as high or low density polyethylene or rubber to resist summer heat, winter cold, impact, abrasion and chemicals, without softening or breaking. Flexible side skirts with longitudinal ridges or wedges having near horizontal upper surfaces extending toward the overwheel mist are also preferred embodiments.

39 Claims, 49 Drawing Figures

* * * * *

S1: 2 of 40

US5022680 Spray-suppressant splash guard for vehicles

United States Patent

Patent Number: US5022680

Eklund, Jr., Louis E.

Date of Patent: Jun. 11, 1991

SPRAY-SUPPRESSANT SPLASH GUARD FOR VEHICLES

Inventor:

Eklund, Jr.; Louis E. (Muskegon, MI)

Assignee:

Fleet Engineers, Inc. (Muskegon, MI; Assignee type: U.S. Company or Corporation)

Appl. Number: 90US-617941

Filed: Nov. 26, 1990

Related U.S. Application data

This is a continuation of application Ser. No. 394,630, filed Aug. 16, 1989, now abandoned, which is, in turn, a continuation of application Ser. No. 108,793, filed Oct. 16, 1987, now abandoned.

Int. Cl.-5

5-B62B-009-0014

U.S. Cl.

280851000

Field of Search

280847000, 280848000, 280851000, 280154000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3899192	8/1975	Reddaway.....	280851000
US4258929	3/1981	Brandon et al.....	280851000
US4585243	4/1986	Lockwood et al.....	280851000

Primary Examiner - Kashnikow; Andres
Assistant Examiner - Camby; Richard

Attorney, Agent, or Firm - Varnum, Riddering, Schmidt & Howlett

ABSTRACT

A spray-suppressant splash guard is adapted to depend from a vehicle body rearwardly of a wheel of the body and is provided with vertically extending channel means open at least the lower end thereof and baffle means which extend from the rib in a disposition whereby spray thrown rearwardly by the vehicle wheel will enter the channel means and rebound from a splash surface of the splash guard to be intercepted, in part, by the baffle means. The portion so intercepted will be confined to the channel means for discharge at the lower open end thereof.

5 Claims, 5 Drawing Figures

* * * * *

:

S4: 1 of 13

US4877267 Truck mud flap arm

United States Patent

Patent Number: US4877267

Leonard; Charles F.

Date of Patent: Oct. 31, 1989

TRUCK MUD FLAP ARM

Inventor:

Leonard; Charles F. (Rte. 1, Box 99, Star, ID 83669)

Appl. Number: 88US-245703

Filed: Sep. 15, 1988

Int. Cl.-4

4-B12B-009-0016

U.S. Cl.

280848000, 280851000

Field of Search

28015300R, 280154000, 28015450000R, 248289100, 248204000, 248145000, 248475100, 248584000, 248599000, 403111000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US2652266	9/1953	Miller.....	2801545R0
US3224791	12/1965	Sogoian.....	2801545R0
US3401953	9/1968	Prohl et al.....	2801545R0
US4189165	2/1980	Leonard et al.....	2801545R0

Primary Examiner - Rice; Kenneth R.

Assistant Examiner - Camby; Richard

Attorney, Agent, or Firm - Schroeder, Davis & Orliss Inc.

ABSTRACT

A mud-flap supporting assembly is provided that allows pivotal movement of mounting arm and mud-flap about both the vertical and horizontal axes adjacent to the vehicle to which the arm is attached. A spring connected between the base plate and the end cap of the mounting arm holds said arm in the usual position parallel to the vehicle axle. Should the arm be

pushed out of position by an obstruction making contact with the arm, the arm will automatically return to its usual position when the obstruction is passed. Upon return, the base plate's raised portion embeds itself into the exact duplicate negative opening of the mounting arm, and returns the arm precisely to center.

7 Claims, 5 Drawing Figures

* * * * *

S1: 3 of 40

US4921276 Spray controlling fender

United States Patent

Patent Number: US4921276

Morin; Albert Z.

Date of Patent: May 1, 1990

SPRAY CONTROLLING FENDER

Inventor:

Morin; Albert Z. (Apt. 801, 2200 Regent Street, Sudbury, Ontario, P3E 5S2, CA)

Appl. Number: 88US-197601

Filed: May 23, 1988

Int. Cl.-5

5-B62D-025-0016

U.S. Cl.

280848000, 280851000

Field of Search

2801545000R, 28015300R, 280848000, 280851000

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3743343	7/1973	Grote et al.....	2801545R0
US3834732	9/1974	Schons.....	2801545R0
US3922003	11/1975	Lea.....	2801545R0
US4192522	3/1980	Morgan.....	2801545R0
US4334694	6/1982	Iwanicki.....	2801545R0
US4427208	1/1984	Jurges.....	2801545R0
US4436319	3/1984	Clutter.....	2801545R0
US4660846	4/1987	Morin.....	2801545R0

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

GB2165508	4/1986	.....	2801545R0
GB2191160	12/1987	.....	2801545R0

*Primary Examiner - Mitchell; David M.
Attorney, Agent, or Firm - Burke-Robertson*

ABSTRACT

A fender for a wheel or a set of wheels for one side of an automotive vehicle, for controlling the wet weather spray and splash generated thereby when travelling on a roadway surface. The fender comprises a formed, rigid sheet mounted over and covering the wheels or set of wheels and downwardly curves at its forward and rearward ends. A removably downwardly depending skirt extends along the edges of the sheet. One or more air intake apertures in a forward, curved end of the sheet directs air from outside the fender to inside the fender and over the wheel or set of wheels covered thereby during forward movement of the vehicle. A spray shield in sheet form is adapted to be disposed above the roadway surface vertically depending from the rear of the rigid sheet and is spaced rearwardly from the vehicle wheel or wheels in a plane extending transversely to the vehicle. A plurality of rearwardly opening louvers in the shield extend, when the shield is in position, horizontally between its sides over a major portion of the area of the shield. The louvers permit flow of air and spray through the shield and cause a downward deflection thereof. The shield according to the present invention significantly reduces the hazard created by spray generated by a vehicle's tires by developing an airflow within the fender and as it leaves the fender which collects and downwardly deflects that spray to the surface of the roadway.

5 Claims, 7 Drawing Figures

* * * * *

S1: 1 of 40

US4192522 Highway vehicle splash and spray control shield

United States Patent

Patent Number: US4192522

Morgan; John H.

Date of Patent: Mar. 11, 1980

HIGHWAY VEHICLE SPLASH AND SPRAY CONTROL SHIELD

Inventor:

Morgan; John H. (4905 Linda Ave., Baltimore, MD 21236)

Appl. Number: 78US-933287

Filed: Aug. 14, 1978

Int. Cl.-2

2-B62D-025-0016

U.S. Cl.

28015450000R

Field of Search

28015450000R

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US3913948	10/1975	Gee et al.....	2801545R0
US3922003	11/1975	Lea.....	2801545R0

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE2525344	9/1976	2801545R0
-----------	--------	-------	-----------

Primary Examiner - Song; Robert R.

ABSTRACT

This invention is a splash and spray control shield for the wheels of large vehicles, such as trucks and trailers, and is designed to control the wet weather splash and spray generated by the centrifugal force of the forward rotation of the wheels of such a vehicle traveling over wet road surfaces. This shield consists of a unit with sidewalls that covers the uppermost forward part, over the top of and the uppermost rearward part of the wheel or dual wheels, or wheels of adjacent axles. The

uppermost forward section of this shield consists of an air collector known as a "scoop"--which is aerodynamically designed to collect and direct the flow of air caused by the forward movement of the vehicle, across the top of, backwardly and downward, behind the wheel or wheels or most rearward wheels of a set of adjacent axles, directly to the road surface. This flow of air transports wet weather road surface material such as water, snow, salt, mud, pebbles, and the like, which usually emanates as splash and spray, on a downward direction and returns it to the road surfaces so as not to discharge it into adjacent traffic lanes. The front and rear of the wheel opening on each side of the shield is arcuately shaped in approximate conformity with the arcuacy of the wheel periphery and this wheel opening has a resilient extension which will increase its effectiveness and will provide ease in tire and wheel maintenance. A resilient shield extension is fastened to the lowermost rear section of the shield to aid in returning the wet weather mixture to the road surface.

4 Claims, 5 Drawing Figures

* * * * *

S2: 27 of 86

US4436319 Vehicle wheel splash guard

United States Patent

Patent Number: US4436319

Clutter, James E.

Date of Patent: Mar. 13, 1984

VEHICLE WHEEL SPLASH GUARD

Inventor:

Clutter, James E. (1703 Redbud Ct., Plainfield, IN 46168)

Appl. Number: 81US-309261

Filed: Oct. 7, 1981

Int. Cl.-3

3-B62D-025-0016

U.S. Cl.

2801545000R

Field of Search

2801545000R

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

US2605119	7/1952	Earnest.....	2801545R0
US3006658	10/1961	Wenham et al.....	2801545R0
US3341222	9/1967	Roberts.....	2801545R0
US3560021	2/1971	Watson.....	2801545R0
US3784226	1/1974	Wilfert et al.....	2801545R0
US3834732	9/1974	Schons.....	2801545R0
US4192522	3/1980	Morgan.....	2801545R0
US4205861	6/1980	Roberts et al.....	2801545R0

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

DE2524344	9/1976	.....	2801545R0
GB1526212	9/1978	.....	2801545R0
GB1584453	2/1981	.....	2801545R0

OTHER PUBLICATIONS

Fleet Owner, "Splash & Spray: Can We Control It?", Sep., 1979, pp. 67-73.

Primary Examiner - Peters, Jr.; Joseph F.
Attorney, Agent, or Firm - Woodard, Weikart, Emhardt & Naughton

ABSTRACT

A vehicle wheel splash guard for use on trucks, trailers, and other wheeled or tracked vehicles to reduce dangerous spray and splash. The splash guard is a double-wall construction having inner and outer walls which generally conform to the contour of a tire, covering the top and upper side portions thereof. Elongated apertures in the inner wall provide passages to the inside of the double-wall construction for water thrown off the tire. Said apertures extend in a direction transverse to that of the tire rotation on the top portion and in the direction of tire rotation on the side portions thereof. Baffles inside the double walls drain the water to locations under the vehicle and away from the paths of following tires. The splash guard is molded in one piece from lightweight plastic and may be formed to any shape desired or even inset with de-icing wires.

15 Claims, 18 Drawing Figures

* * * * *
