

La sécurité routière et les normes de conception en conditions hivernales

- **Daniel Aubin, Ing.**
- Directeur d'expertise – Sécurité routière
- Dessau Inc.
- Daniel.aubin@dessau.com

DESSAU

0. CONTENU

1. Introduction
2. Analyse des accidents
3. Éléments normatifs influencés par l'hiver
4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver
5. Corrélation normes / perception /accident
6. Recommandations

1. INTRODUCTION

Dans le contexte rattaché à la sécurité routière, cette présentation vient explorer les liens entre:

Les normes et leur point faible en conditions hivernales.

L'influence de l'environnement perçu par l'utilisateur est modifiée au fur et à mesure des accumulations de neige et de l'entretien.

La gestion des abords de route, des zones de récupération et de la visibilité restante au niveau des intersections feront l'objet d'une comparaison entre le normatif et le réel

2. INTRODUCTION

À partir des statistiques d'accidents de 1999 à 2008 du Canada, des extraits seront présentés pour identifier certains types d'accidents qui pourraient être liés à des éléments géométriques issus des normes.

Dans un deuxième temps, certains éléments normatifs seront sélectionnés afin de fournir des éléments de discussion qui initieront une relation possible entre les éléments géométriques normés et les accidents.

Dans cette approche, l'aspect reliant la perception de l'environnement par le conducteur sera introduit de façon à spécifier les différences notables durant la conduite en période hivernale.

2. ANALYSE DES ACCIDENTS

Tableau 1 – Nombre total annuel de décès par conditions météorologiques

Conditions météorologiques qui prévalaient sur les lieux de la collision	Total	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	28 030	2 980	2 903	2 756	2 921	2 777	2 731	2 898	2 884	2 761	2 419
Temps clair et ensoleillé	18 475	2 022	1 948	1 821	1 854	1 826	1 750	1 916	1 867	1 837	1 634
Temps couvert, nuageux mais sans précipitation	3 902	365	418	375	450	408	393	411	398	388	296
Pluie	2 355	278	197	238	195	223	265	260	295	194	210
Neige, à l'exclusion des rafales de neige	1 819	192	177	179	262	176	167	189	148	182	147
Pluie verglaçante, grésil, grêle	206	14	19	36	28	15	21	17	20	13	23
Visibilité limitée (ex.: rafales de neige, brouillard, fumée, brume, smog ou poussière)	778	57	91	65	84	86	95	64	94	93	49
Vent fort	169	16	23	18	16	16	15	13	17	14	21
Autre	82	14	5	7	13	6	7	7	10	5	8
Inconnu	244	22	25	17	19	21	18	21	35	35	31

Source: Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012

2. ANALYSE DES ACCIDENTS

Tableau 2 – Nombre total annuel de collision par conditions météorologiques

Conditions météorologiques qui prévalaient sur les lieux de la collision	Total	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	1 479 691	151 315	155 827	151 387	156 423	152 992	147 597	148 124	145 115	141 078	129 833
Temps clair et ensoleillé	1 005 558	106 732	104 886	103 786	106 789	103 551	98 297	100 547	96 526	96 980	87 464
Temps couvert, nuageux mais sans précipitation	164 830	13 654	18 386	16 931	17 887	17 061	17 397	16 647	16 908	15 300	14 659
Pluie	149 922	17 093	16 245	15 761	13 960	14 983	15 275	14 705	17 648	12 541	11 711
Neige, à l'exclusion des rafales de neige	95 610	8 338	10 336	8 907	11 370	10 167	9 661	9 502	7 313	9 869	10 147
Pluie verglaçante, grésil, grêle	9 043	976	685	960	1 052	990	878	926	1 004	743	829
Visibilité limitée (ex.: rafales de neige, brouillard, fumée, brume, smog ou poussière)	21 280	1 469	2 240	2 086	2 040	2 571	2 515	2 099	1 937	2 233	2 090
Vent fort	5 121	401	404	441	539	617	646	419	523	545	586
Autre	3 841	342	377	434	432	403	389	365	394	333	372
Inconnu	24 486	2 310	2 268	2 081	2 354	2 649	2 539	2 914	2 862	2 534	1 975

Source: Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012

2. ANALYSE DES ACCIDENTS

Tableau 3 – Nombre de collisions par conditions météorologiques pour le mois de janvier

Conditions météorologiques qui prévalaient sur les lieux de la collision	Total	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total	127 105	12 365	13 330	11 596	12 621	14 791	14 616	13 076	11 383	12 145	11 182
Temps clair et ensoleillé	73 190	6 561	7 988	7 155	6 853	9 173	8 081	8 096	5 784	7 278	6 221
Temps couvert, nuageux mais sans précipitation	15 883	1 124	1 661	1 590	1 985	1 772	1 698	1 436	1 826	1 399	1 392
Pluie	7 565	1 052	693	690	660	470	591	613	1 306	812	678
Neige, à l'exclusion des rafales de neige	21 446	2 801	2 110	1 512	2 448	2 495	3 005	1 841	1 498	1 793	1 943
Pluie verglaçante, grésil, grêle	1 803	260	154	102	169	48	93	313	326	220	118
Visibilité limitée (ex.: rafales de neige, brouillard, fumée, brume, smog ou poussière)	3 274	182	325	325	202	386	611	336	282	245	380
Vent fort	919	79	74	50	41	107	171	85	62	99	151
Autre	443	35	44	34	43	51	61	51	38	46	40
Inconnu	2 582	271	281	138	220	289	305	305	261	253	259

Source: Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012

TABLEAU 3 - NOMBRE DE COLLISIONS PAR CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES POUR LE MOIS DE JANVIER

2. ANALYSE DES ACCIDENTS

Tableau 4 – Nombre total annuel de collisions par type de collision

Données pour uniquement les "conditions météorologiques qui prévalaient sur les lieux de la collision: Neige, à l'exclusion des rafales de neige"

Type de collision	Total	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de gauche	7 251	609	642	623	890	732	716	700	729	843	767
Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de droite	9 316	679	866	830	1 125	933	983	866	971	1 060	1 003
Un seul véhicule en mouvement : Toute autre configuration de collision comportant un seul véhicule	18 487	158	2 286	1 697	2 480	2 171	2 059	2 216	1 295	1 997	2 128
Deux véhicules en mouvement, circulant dans la même direction : Collision arrière	16 328	1 430	1 893	1 549	1 972	1 866	1 562	1 525	1 174	1 666	1 691
Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision frontale	7 736	791	809	742	914	829	779	748	538	742	844
Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision à angle droit	8 444	391	939	844	982	956	908	825	674	916	1 009

Source: Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012

2. ANALYSE DES ACCIDENTS

Tableau 5 – Pour chaque type de collision pour l'année 2008 (% de collision – condition météorologique « neige » vs total annuel toutes conditions météorologiques)

Type de collision	Total de 2008 pour la condition météorologique "NEIGE" pour chaque type de collision	Total de 2008 pour l'ensemble des conditions météorologiques pour chaque type de collision	% du total annuel de 2008 - NEIGE vs Toutes conditions
Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de gauche	767	6 585	11,6%
Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de droite	1 003	8 814	11,4%
Un seul véhicule en mouvement : Toute autre configuration de collision comportant un seul véhicule	2 128	19 089	11,1%
Deux véhicules en mouvement, circulant dans la même direction : Collision arrière	1 691	30 093	5,6%
Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision frontale	844	4 335	19,5%
Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision à angle droit	1 009	17 931	5,6%

Source: Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012

3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Section transversale

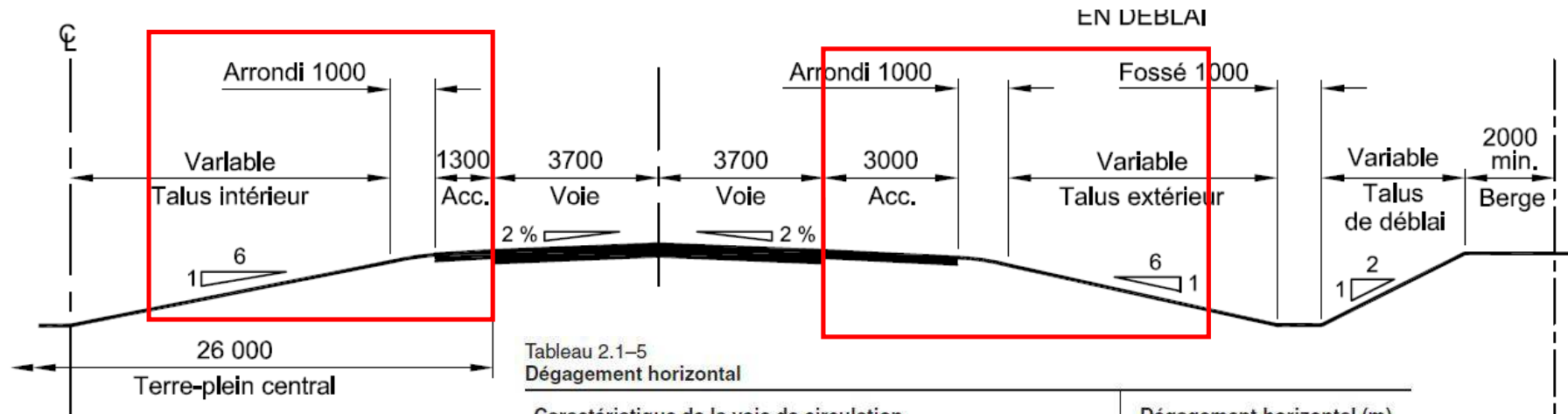


Tableau 2.1-5
Dégagement horizontal

Caractéristique de la voie de circulation	Dégagement horizontal (m)
Autoroute	9 (recommandé)
Voie gauche d'une autoroute à 4 voies	8 (minimum)
Voie gauche d'une autoroute à 6 voies	6 (minimum)
Voie droite d'une autoroute	6 (minimum)
Route bidirectionnelle en milieu rural où la vitesse de base est > 80 km/h et le DJMA > 1000	6
Voie d'entrée ou de sortie d'une autoroute	5
Route unidirectionnelle	5
Voie lente	5
Route bidirectionnelle en milieu rural où la vitesse de base est > 80 km/h et le DJMA < 1000	4
Rue urbaine où la vitesse de base est < 80 km/h	4

3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Tracé et profil



3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Tracé et profil



3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Distance de visibilité

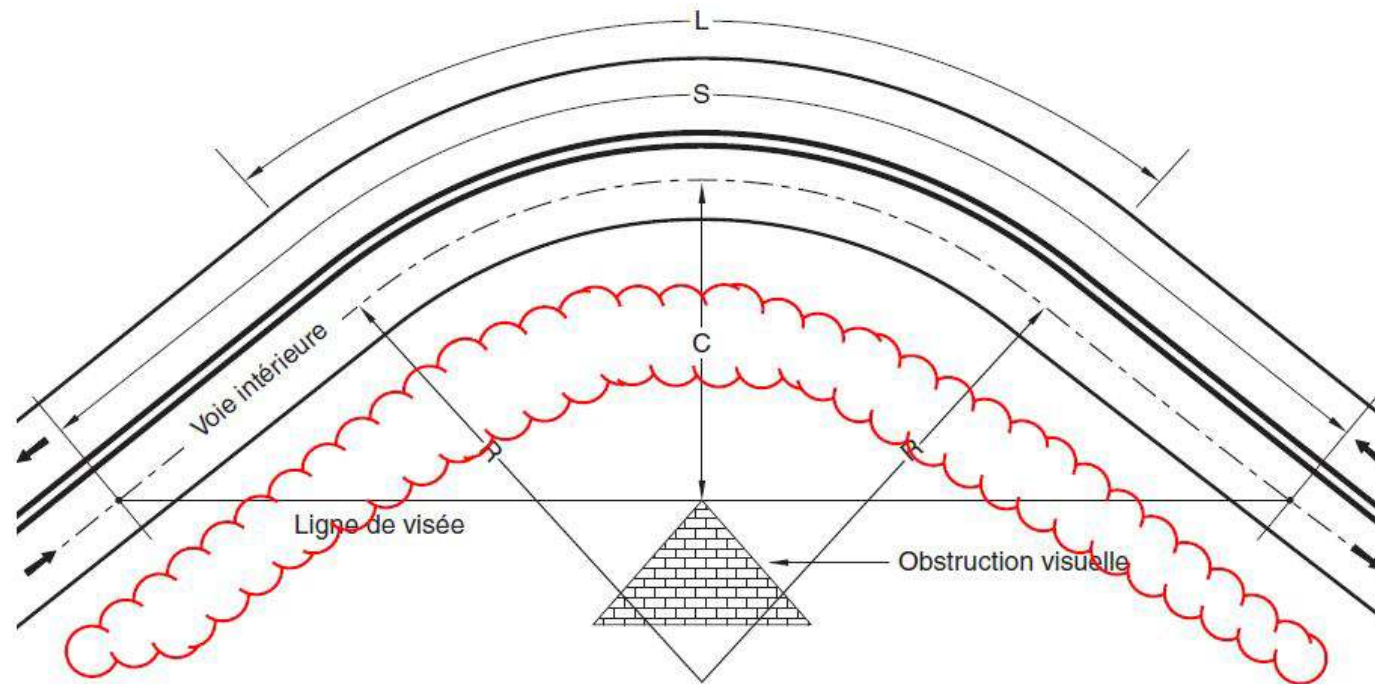
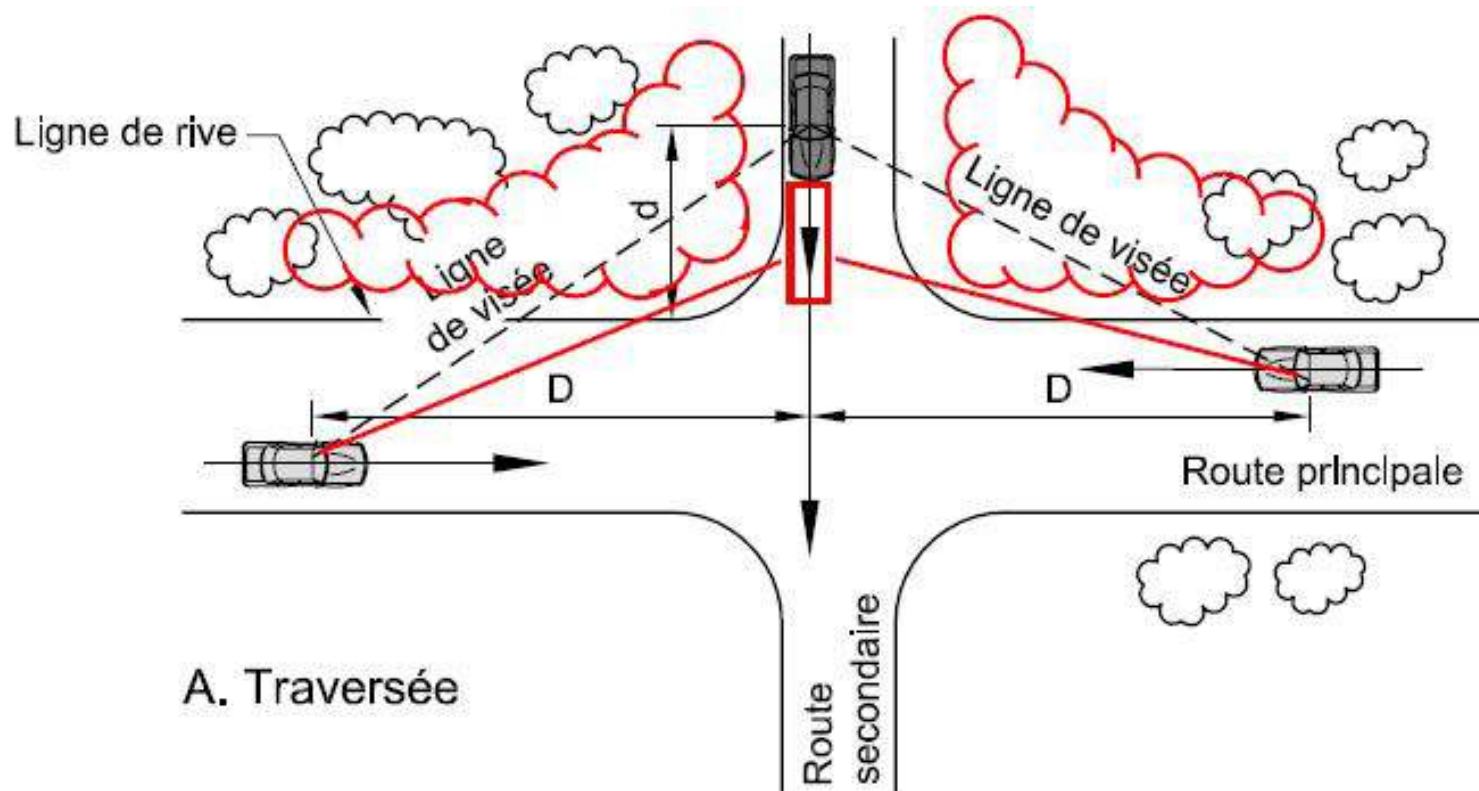


Figure 7.10-2
Dégagement latéral en fonction de la distance minimale de visibilité d'arrêt
pour une courbe où $S > L$

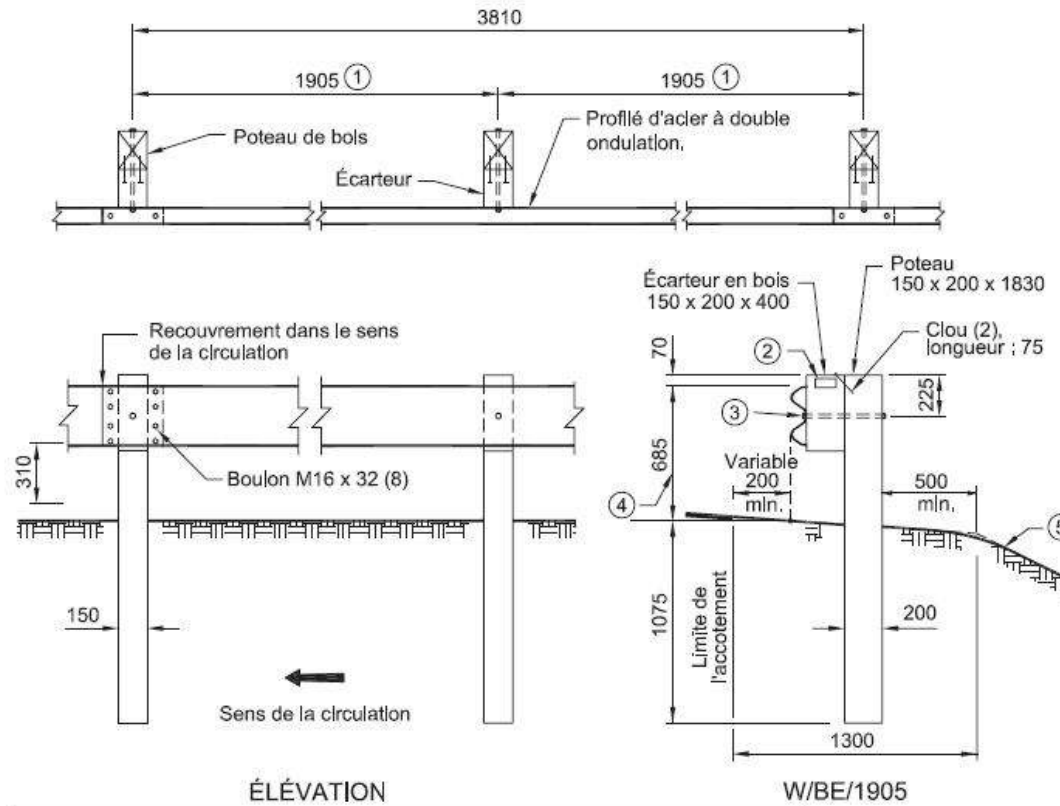
3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Distance de visibilité



3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Glissières de sécurité



①	Espacement des poteaux (mm)	1905	952
	Déformation dynamique (mm)	900	600

3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Glissières de sécurité



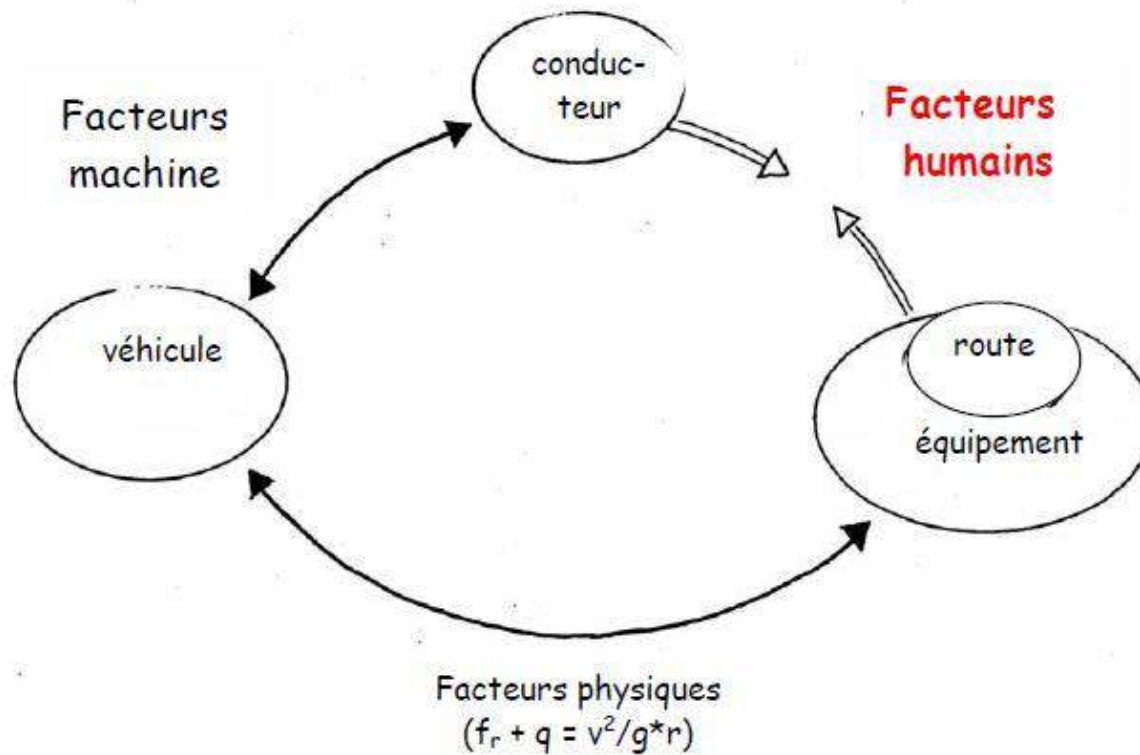
3. Éléments normatifs influencés par l'hiver

Marquage et signalisation



4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver

Facteurs humains

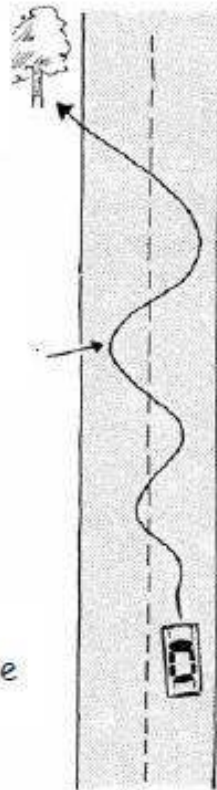


4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver

Point final
Exemple de dégât

Déroulement
Le véhicule dérape

Cause = déclencheur
exemple illusion d'optique



Assurance : approche post-accident

Lieu de l'accident = point final

classification de la situation de conflit et
conséquences en dégâts

→ **Ciblée sur conflits + conséquences**

Facteurs Humains : approche pré-accident

Lieu de l'accident = point déclencheur

détection des causes d'erreurs d'opération

→ **Ciblée sur déclencheurs + prévention**

4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver

La règle des 6 secondes

La route **DOIT** donner au conducteur assez de temps pour réagir

Intersection non visible à 125 m



Tracé de la Courbe est non perceptible



4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver

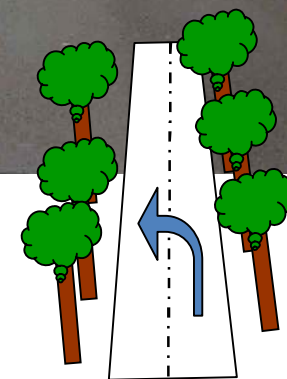
La règle du champ de vision

La route DOIT offrir au conducteur un champ de vision sûr

Illusion dans la courbe avec plantation non-parallèle



Déstabilisation par une impression non-orthogonale: spontanément le conducteur essaie de corriger sa trajectoire



4. Éléments de perception de l'environnement modifiés par l'hiver

La règle Logique

Les routes doivent suivre la logique de perception du conducteur

Virages en continu



Virages en discontinu

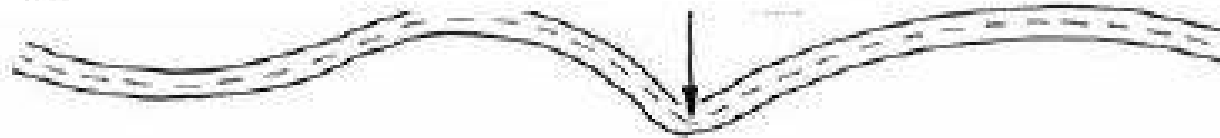


Fig. 26: Virages en continu et discontinu sur une route
(source: RAS-L)

5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de gauche	767	6 585	11,6%
---	-----	-------	-------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une sortie à gauche pendant la période hivernale :

- Perte de la partie de l'accotement de gauche dû à l'enneigement;
- Limitation du dégagement latéral dans la courbe par l'accumulation de neige;
- Perte de la zone de récupération ;
- Effacement du marquage et perte des références de guidage;
- Dispositifs de retenue moins efficace.

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'utilisateur en éliminant tout contraste et augmente la monotonie, ce qui affecte la conduite;
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion et dirige l'utilisateur de façon inconsciente dans une direction inappropriée.

5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de gauche	767	6 585	11,6%
---	-----	-------	-------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une sortie à gauche pendant la période hivernale :

- Perte de la partie de l'accotement de gauche dû à l'enneigement;
- Limitation du dégagement latéral dans la courbe par l'accumulation de neige;
- Perte de la zone de récupération ;
- Effacement du marquage et perte des références de guidage;
- Dispositifs de retenue moins efficace.

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'usager en éliminant tout contraste et augmente la monotonie, ce qui affecte la conduite;
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion et dirige l'usager de façon inconsciente dans une direction inappropriée.

5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de gauche	767	6 585	11,6%
--	-----	-------	-------



5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de droite	1 003	8 814	11,4%
---	-------	-------	-------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une sortie à droite pendant la période hivernale :

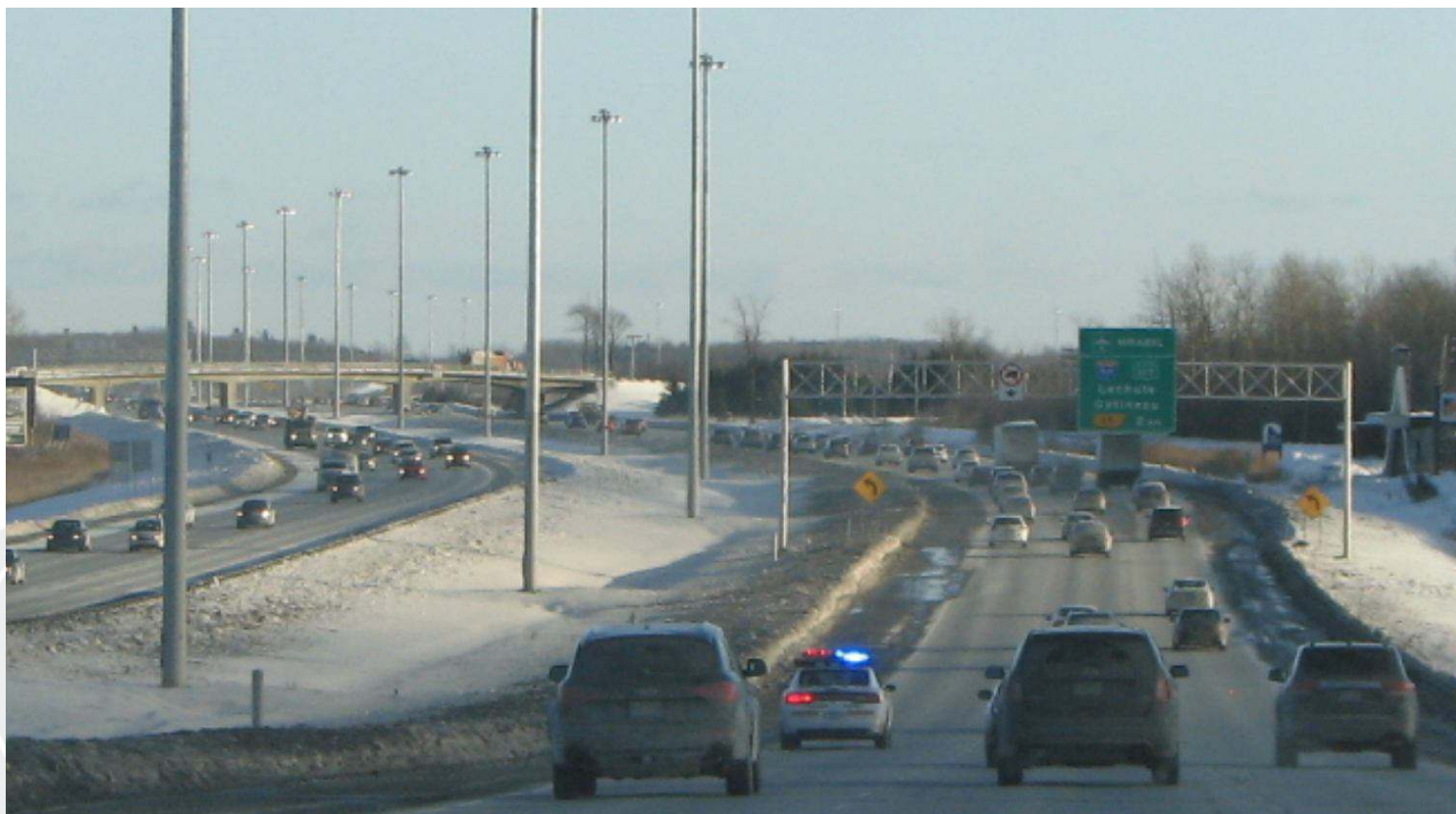
- Perte de la partie de l'accotement de droite dû à l'enneigement;
- Limitation du dégagement latéral dans la courbe par l'accumulation de neige;
- Perte de la zone de récupération ;
- Effacement du marquage et perte des références de guidage;
- Dispositifs de retenue moins efficace.

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'utilisateur en éliminant tout contraste et augmente la monotonie, ce qui affecte la conduite;
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion et dirige l'utilisateur de façon inconsciente dans une direction inappropriée;
- Les variations de distance de la neige du côté droit induisent en erreur l'utilisateur.

5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Sortie de route par l'accotement de droite	1 003	8 814	11,4%
--	-------	-------	-------



5. Corrélation normes / perception /accident

Un seul véhicule en mouvement : Toute autre configuration de collision comportant un seul véhicule	2 128	19 089	11,1%
---	-------	--------	-------



5. Corrélation normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans la même direction : Collision arrière	1 691	30 093	5,6%
---	-------	--------	------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une collision arrière pendant la période hivernale :

- Diminution des distances de visibilité;
- Limitation du dégagement latéral dans la courbe par l'accumulation de neige (perte de la distance de visibilité);
- Effacement du marquage et perte des références de guidage.

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'utilisateur en éliminant tout contraste et augmente la monotonie, ce qui affecte la conduite;
- La perte des références visuelles se répercute sur une difficulté d'évaluer sa vitesse relative;
- L'attention de l'utilisateur est dispersée sur plusieurs points en même temps (recherche de repères visuels, recherche de la bonne voie de circulation, évaluation difficile des distances, ajustement de la vitesse, contrôle de la direction du véhicule, etc.);
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion.

5. Corrélacion normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans la même direction : Collision arrière	1 691	30 093	5,6%
---	-------	--------	------



5. Corrélation normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision frontale	844	4 335	19,5%
---	-----	-------	-------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une collision frontale pendant la période hivernale :

- L'usager va suivre un tracé plus naturel, soit la spirale et va empiéter dans la direction opposée dans les courbes;
- Diminution des distances de visibilité;
- Limitation du dégagement latéral dans la courbe par l'accumulation de neige (perte de la distance de visibilité);
- Effacement du marquage et perte des références de guidage.

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'usager en éliminant tout contraste et augmente la monotonie, ce qui affecte la conduite;
- La perte des références visuelles se répercute sur une difficulté d'évaluer sa vitesse relative;
- L'attention de l'usager est dispersée sur plusieurs points en même temps (recherche de repères visuels, recherche de la bonne voie de circulation, évaluation difficile des distances, ajustement de la vitesse, contrôle de la direction du véhicule, etc.);
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion et dirige l'usager de façon inconsciente dans une direction inappropriée.

5. Corrélation normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision frontale	844	4 335	19,5%
---	-----	-------	-------



5. Corrélation normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision à angle droit	1 009	17 931	5,6%
--	-------	--------	------

Les éléments normatifs qui sont mis en jeu dans le cas d'une collision à angle droit pendant la période hivernale :

- Diminution des distances de visibilité;
- Diminution de la visibilité aux intersections (triangle de visibilité);
- Effacement du marquage et perte des références de guidage

Les éléments de perceptions de l'environnement :

- L'accumulation de neige de part et d'autre de la route transforme l'environnement visuel de l'utilisateur en réduisant aussi son champ visuel comme dans un couloir;
- La visibilité des intersections et entrées privées est restreinte et les intersections deviennent difficiles à identifier;
- La perte des références visuelles se répercute sur une difficulté d'évaluer sa vitesse relative;
- L'attention de l'utilisateur est dispersée sur plusieurs points en même temps (recherche de repères visuels, recherche de la bonne voie de circulation, évaluation difficile des distances, ajustement de la vitesse, contrôle de la direction du véhicule, etc.);
- Les éléments de guidage visuel autre que le marquage porte à confusion

5. Corrélation normes / perception /accident

Deux véhicules en mouvement, circulant dans des directions différentes : Collision à angle droit	1 009	17 931	5,6%
--	-------	--------	------



6. Recommandations

- Poursuivre l'étude de ces interactions à un niveau plus poussé.
- Comme de fait, il y a beaucoup de collisions qui se passent en période hivernale en dehors des journées spécifiques de chute de neige.
- Plusieurs des éléments concernant la perception de l'environnement de l'utilisateur demeurent valables, autant lors de précipitation de neige qu'entre celle-ci.
- Étudier plus en profondeur cette influence sur l'utilisateur en conditions hivernales.
- Utiliser la spirale en introduction de courbe sur l'ensemble du réseau routier.
- trouver des compromis en assurant un entretien hivernal adapté au rétablissement rapide du réseau pour redonner un environnement sécuritaire.

6. Recommandations

- Définir des normes d'entretien hivernal afin d'équilibrer les problématiques de sécurité routière qui concernent directement les opérations de déneigement en concordance avec les normes géométriques en vigueur
- Subventionner des études qui permettraient de mieux comprendre l'influence et la perception de l'environnement hivernal pour l'utilisateur où, sans le vouloir, une grande partie des contrastes et des repères sont manquants pendant l'hiver.
- Le message que doit recevoir l'utilisateur se doit de conserver en tout temps sa lisibilité.

6. Recommendations



Merci de votre attention