

LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET LES NORMES DE CONCEPTION EN CONDITIONS HIVERNALES

D. AUBIN, ing.
Service infrastructures de transport, Dessau, Québec, Canada
DANIEL.AUBIN@DESSAU.COM

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la décennie de la sécurité routière, le souci de limiter le nombre de décès reliés aux infrastructures routières devient un enjeu majeur pour tous. Les normes utilisées dans la conception routière tiennent compte d'une multitude d'éléments permettant d'assurer la sécurité d'un usager sur son réseau. Lorsque les conditions hivernales surviennent, l'usager se retrouve dans des conditions où plusieurs de ses références sont dissimulées sous la neige.

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'usager 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.

De plus, selon l'expertise développée par le comité de l'AIPCR 3.2 traitant des facteurs humains, principalement la perception de l'environnement par l'usager, un portrait sera dressé afin d'identifier les éléments en condition hivernale qui influencent directement le comportement de l'usager.

Le lien entre les efforts d'entretien d'urgence et préventif et le retour à la normale du réseau sera abordé afin d'aider les gestionnaires à préciser ses interventions qui sont directement liées à l'amélioration de la sécurité routière.

1. MÉTHODOLOGIE

La littérature décrit très peu la relation directe entre les accidents en conditions hivernales et les normes géométriques ou du moins l'aborde sous différentes approches. Le constat des études précédentes tente d'établir un lien avec le changement climatique et la durée ou l'impact de la période hivernale. D'autres études s'impliquent dans le souci du retour à la normale des infrastructures routières en s'assurant d'une démarche d'entretien hivernal permettant de redonner efficacement la surface et les conditions de roulement les plus avantageuses aux conducteurs de véhicules.

Dans le cas qui nous préoccupe, il est difficile de faire un lien indéniable entre un type d'accident ou de collisions, les conditions météorologiques et les normes géométriques. À partir des statistiques d'accidents de 1999 à 2008 du Canada¹, 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

Les statistiques disponibles sont issues du traitement des rapports d'accident remplis par les policiers sur le site même où l'incident s'est produit. Ceci limite les données à celles qui font parties du formulaire proprement dit. À partir des différents types de collision ou conditions énumérées dans les statistiques, les tableaux résumant la portion pratique pour ce papier sont présentés ci-après.

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

Dans le tableau précédent, il est important de souligner que durant l'hiver, la problématique des accidents n'advient pas uniquement lorsque les conditions météorologiques sont neigeuses, pluie verglaçante ou rafales de neige. Le nombre de décès rattaché directement aux conditions lorsqu'il neige représente en moyenne annuellement entre 5 et 10 % des décès totaux, ces derniers variant selon le nombre de précipitations de neige chaque année.

On retrouve relativement la même information lorsque l'on regarde les statistiques concernant le nombre de collisions durant la même période. Celles-ci sont présentées dans le tableau suivant.

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

Cependant, un élément important doit être pris en considération lors de l'analyse de telles données, c'est que durant la période hivernale, il n'y a pas uniquement des journées de précipitations de neige qui peuvent être problématiques. Dans le tableau 3, l'extrait des statistiques présente les données uniquement pour un mois de janvier (à titre d'exemple seulement). Il est facile de remarquer que le nombre de collisions, même en janvier, demeure majoritairement sous des conditions météorologiques de temps clair et ensoleillé. Ceci indique que d'autres éléments peuvent influencer le conducteur et l'induire en erreur lorsque le décor devient hivernal. Cependant, en ce qui nous concerne, seules les données des conditions météorologiques « neige » seront conservées pour l'analyse.

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

Puisque les données sous cette forme sont difficilement comparables et qu'en faire le lien avec une portion des normes géométriques est impossible, une sélection des statistiques concernant le type de collision sur la route est plus représentative et plus rapprochée d'une relation avec les normes. Le prochain tableau vient présenter le nombre de collisions en fonction de certains types de collisions. Pour chaque type de collision, seulement les données du nombre de collisions pour la condition météorologique « neige, à l'exclusion des rafales de neige » ont été extraites de la base de données et représentent les données annuelles.

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

Le tableau 5 présente la comparaison entre le nombre total annuel de collisions d'un type spécifique de collision dans la condition météorologique « neige » versus le nombre total de collisions pour le même type de collision pour l'ensemble des conditions météorologiques. L'exercice a été effectué uniquement pour la dernière année, soit 2008, l'analyse des autres données s'aligne sur des pourcentages similaires. Les pourcentages varient de 5% à presque 20% du total annuel toutes conditions météorologiques confondues, ce qui indique que lorsque la neige tombe, certains types de collisions sont plus affectés que d'autres et deviennent source de questionnement.

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

C'est à partir de ce tableau que le lien entre les types de collisions et les éléments géométriques des normes peuvent s'effectuer. Il reste toutefois encore beaucoup d'autres types de collisions possibles durant l'hiver, cependant afin de ne pas alourdir le sujet, il est préférable de limiter cette interaction aux types sélectionnés.

3. ÉLÉMENTS NORMATIFS INFLUENCÉS PAR L'HIVER

Cette section vient souligner les éléments normatifs qui, lors de la période hivernale, ne présentent plus exactement les conditions initiales proposées dans les normes. Les portions de normes qui tiennent déjà compte des conditions hivernales, comme la limitation du dévers maximal dans les courbes, ne seront pas reprises dans ce texte. La sélection reste subjective et qualitative puisqu'aucune étude spécifique n'a établi un lien direct entre les conditions hivernales et les normes. D'un autre côté, tout ce qui concerne l'interaction entre le véhicule et la chaussée proprement dite, une partie de la solution a déjà été étudiée en profondeur, soit l'utilisation de pneus d'hiver obligatoires, ainsi qu'un programme efficace d'entretien de la surface routière. Au-delà de cela, il reste beaucoup de points qui peuvent être soulevés dans les normes.

3.1. Profil en travers

Habituellement dans les normes, la section en travers est définie par rapport au volume de circulation ou de son statut selon sa classification dans le réseau. Il en résulte que les problématiques hivernales ne sont que rarement prises en considération. Les concepteurs peuvent impliquer des responsables des opérations afin de mieux définir les besoins de stockage de neige le long des routes et du même fait participer à améliorer la sécurité routière.

Ce sont donc le type de drainage et la largeur de l'accotement qui viennent modifier l'environnement routier en période hivernale. La zone de déneigement et ses opérations font en sorte que cette zone fluctue en largeur durant l'hiver.

3.2. Tracé et profil

En ce qui a trait à la géométrie en tracé et profil, l'élément qui est concerné est l'introduction de la transition entre la tangente et la courbe circulaire. Dans les normes, selon la vitesse et la classification routière, le concepteur peut initier les transitions soit par une longueur de raccordement pour initier le changement de dévers avec ou sans spirale. En période hivernale, le conducteur, dès que la chaussée est glissante ou recouverte de neige, semble utiliser systématiquement le tracé que la spirale naturelle devrait offrir. Les traces de pneus sur une surface légèrement enneigée dans une bretelle de sortie autoroutière suivent un tracé avec spirale alors que la conception de base n'en a pas prévu. Les conducteurs vont donc suivre le mouvement qui est le plus sécuritaire pour eux, par chance la surface revêtue est suffisamment large dans ces cas que l'utilisateur reste tout de même sur la chaussée.

3.3. Distance de visibilité

Généralement, la distance de visibilité est calculée dans un contexte où la visibilité est bonne et selon des conditions de chaussée peu favorables, il est donc normal que lors de précipitation de neige les valeurs précitées dans les normes ne soient plus valables. Ce point étant difficilement modifiable dans les normes, cette portion est plus souvent couverte par des moyens de communication sur l'importance d'ajuster sa vitesse en conséquence. Certains pays ont déjà adopté et légalisé l'usage de vitesse moindre dans des conditions de visibilité réduite.

3.3.1 Dégagement latéral

Le dégagement latéral permet d'assurer la distance de visibilité à l'arrêt pour la géométrie horizontale dans une courbe. Les conditions particulières de calcul considèrent l'obstacle limitant la visibilité comme étant la contrainte. Durant l'hiver, l'accumulation de la neige en bordure de route peut rapidement limiter cette distance, surtout si celle-ci se situe en dehors de la chaussée.

Figure 1 – Dégagement latéral

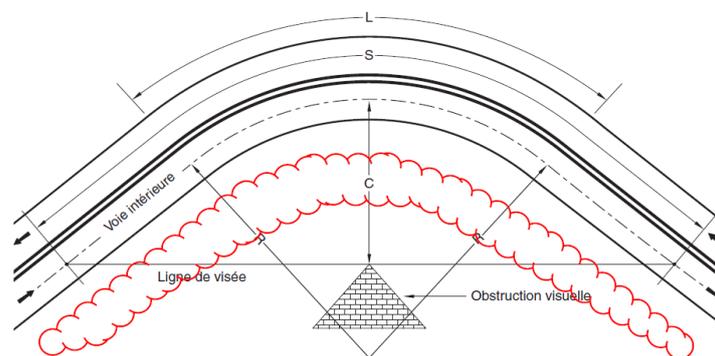


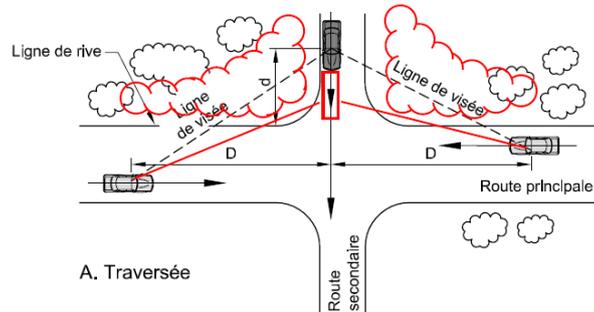
Figure 7.10-2
Dégagement latéral en fonction de la distance minimale de visibilité d'arrêt
pour une courbe où $S > L$

3.3.2 Distance de visibilité aux carrefours plans

Le même principe s'applique en ce qui concerne le triangle de visibilité à une intersection ou encore à la sortie d'un accès privé résidentiel ou commercial. Le déneigement progressif durant l'hiver diminue rapidement la ligne de visée et du même fait la distance

de visibilité et le temps de réaction à cette situation. La problématique est encore plus importante au niveau des entrées privées où le propriétaire va uniquement tailler son entrée dans l'amoncellement de neige laissé par les opérations de déneigement. Cette situation obligeant à engager tout le devant de son véhicule pour atteindre une position adéquate et la ligne de visée, ceci a ses risques.

Figure 2 – Visibilité au carrefour



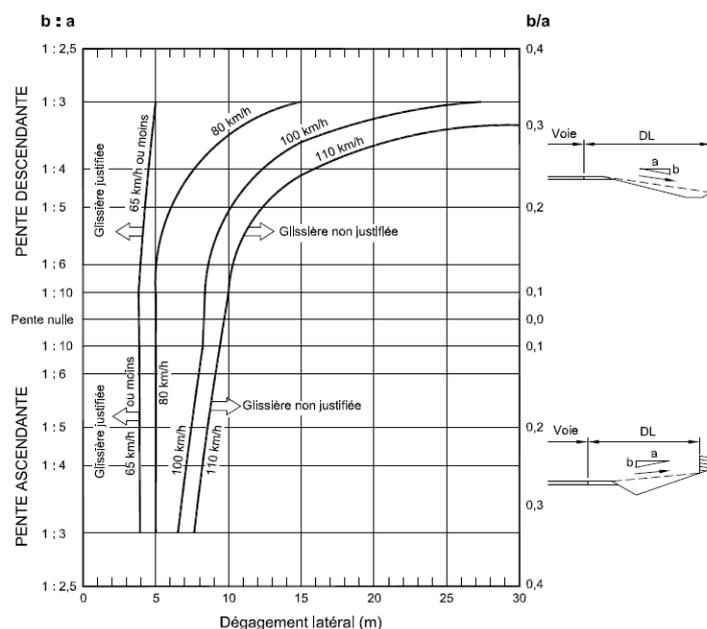
L'autre problématique est le déneigement des stationnements de commerces où l'amoncellement de la neige est positionné dans le triangle de visibilité et limite de façon drastique la sécurité des usagers. Ceci étant une contrainte lorsque le triangle de visibilité sécuritaire se situe en dehors des limites de l'emprise.

3.4. Abord de route

3.4.1 Zone de dégagement latéral

La zone de dégagement latéral est l'espace adjacent à la route pouvant permettre au conducteur de reprendre la maîtrise de son véhicule ou de l'immobiliser de façon sécuritaire à la suite d'une sortie de route. La distance perpendiculaire correspond au déplacement latéral que parcourt, dans environ 85% des cas, un véhicule au moment d'une sortie de route avant qu'il puisse redresser sa course ou s'immobiliser complètement. Au fur et à mesure de l'entreposage de la neige en rive de l'accotement, la zone disponible diminue, laissant de moins en moins d'espace pour la récupération. La neige poussée ressemble plus souvent à un obstacle lorsqu'elle est durcie et glacée.

Figure 3 – Zone de dégagement latéral



3.4.2 Dispositifs de retenue

Les dispositifs de retenue sont très sollicités durant l'hiver, surtout par les équipements de déneigement. Cependant, la neige, qu'elle soit devant la glissière ou derrière, modifie les paramètres de leur efficacité. Si on laisse la neige devant, celle-ci peut devenir un tremplin et l'utilisateur se voit projeter au-dessus de celle-ci. Lorsque la neige s'accumule et durcit derrière les glissières, et ceci concernent les glissières semi-rigides et flexibles seulement, la zone de déformation dynamique de la glissière sera affectée.

3.5. Marquage et signalisation

Le marquage est la principale référence de l'utilisateur pour se situer sur la chaussée et s'assurer qu'il circule dans la voie qui lui est dédiée. Le taux d'effacement des lignes causé par le passage répété des équipements d'entretien hivernal est très élevé. L'utilisateur se retrouve non seulement pendant les accumulations de neige, mais aussi bien après le nettoyage sans référence de guidage.

En ce qui a trait à la signalisation, celle-ci se doit d'être bien visible puisqu'elle devient, en cas de précipitations de neige, la seule référence pour l'utilisateur, l'hiver masquant souvent toutes les autres références actives pour guider l'utilisateur.

4. ÉLÉMENTS DE PERCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT MODIFIÉS PAR L'HIVER

Afin de bien comprendre cet aspect des facteurs humains, il est primordial d'expliquer brièvement ce que sont les facteurs humains. Le schéma suivant vient présenter les relations entre les trois éléments impliqués dans la conduite d'un véhicule, soit : le véhicule, la route et le conducteur. La relation entre le conducteur et le véhicule est prise en charge par les fabricants de véhicules. La relation entre le véhicule et la route est guidée par les facteurs physiques rattachés aux forces mis en compte afin de garder le véhicule sur la route. Les normes sont généralement produites suivant ces conditions (rayon, pente, dévers, etc.). La relation entre la route et le conducteur est une zone moins bien connue des concepteurs et représente les facteurs humains, principalement l'influence que l'environnement et la route elle-même peuvent avoir sur le conducteur, qu'elle soit consciente ou inconsciente.

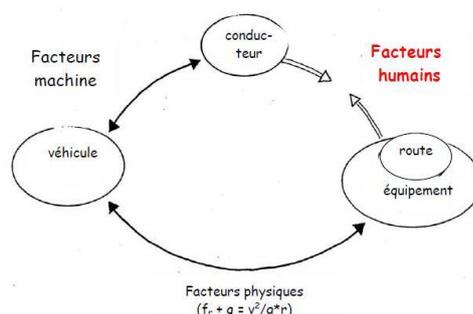


Figure 4 – Schéma facteurs humains

4.1. La règle des 6 secondes : la route devrait donner au conducteur assez de temps de réaction

Un minimum de temps doit être donné au conducteur afin qu'il puisse traverser chacune des étapes requises pour répondre à une situation. Chaque élément routier présentant un point critique où une décision doit être prise, nécessite un temps d'orientation, d'approche et de réaction, associé à une zone d'avertissement. Cette combinaison permet de définir

une distance minimale requise entre le point critique et l'endroit d'où cette situation doit être visible.

Le même principe s'applique aussi dans les courbes au niveau de la visibilité et de la perception de cette dernière. Il faut que la courbe soit bien définie avec une visibilité suffisante pour que l'association visuelle du conducteur et de la signalisation de danger soit concourante.

Au niveau des intersections, celle-ci doit être visible à une distance permettant au conducteur de réagir adéquatement. À l'approche, bien que les normes québécoises et canadiennes tiennent compte d'un triangle de visibilité à l'intersection pour assurer que chaque mouvement sera sécuritaire, nombre d'autres normes n'ont aucune mention de cet aspect.

4.2. La règle du champ de vision, la route doit offrir au conducteur un champ de vision sûr

La conduite d'un véhicule motorisé modifie beaucoup plus le champ de vision que tout autre type de déplacement. Un environnement monotone ou à fort contraste, de mauvais effets optiques ou des illusions d'optique affectent la qualité de la conduite. Le champ de vision peut soit stabiliser ou déstabiliser le conducteur; le fatiguer ou le stimuler. Une route conviviale et auto-explicative évite par exemple la monotonie, ainsi que des repères optiques qui ne sont pas parallèles au bord de la route ou qui comportent des discontinuités. Elle doit également éviter d'attirer trop l'attention sur des éléments pouvant être source de distraction en bordure de la route, au détriment de l'attention portée au tracé de la route elle-même.

La densité optique du champ de vision a une influence directe sur la vitesse que le conducteur visera à atteindre inconsciemment. La route doit aussi offrir un environnement le moins monotone possible afin d'éviter les pièges de la fatigue et de l'endormissement, tout comme de la vitesse excessive pour se sortir de cette zone. Au niveau géométrique, ce phénomène peut être limité en évitant les longs alignements droits et encore les courbes serrées après une longue tangente.

L'environnement routier se doit d'éviter d'induire en erreur le conducteur avec un mauvais guidage optique. Peu, sinon aucune norme ne tient compte qu'une grande partie des éléments longeant la route sert aussi pour le guidage optique des conducteurs. Que ce soit une glissière de sécurité, les culées d'un viaduc ou encore la verticalité des arbres le long de la route, leur position est défini dans les normes mais l'aspect concernant l'effet de guidage n'est pas pris en compte. Tout comme sur la photo ci-contre², les arbres sont penchés sur la route, le conducteur inconsciemment se rangera vers la gauche et se retrouvera hors de sa voie et risquera des collisions frontales.



Figure 5 – mauvais guidage optique

4.3. La règle de la logique, les routes doivent suivre la logique de perception du conducteur

Le conducteur suit la route selon une logique d'attentes et d'orientation qu'il a acquise grâce à son expérience et à ses perceptions récentes. Des anomalies inattendues perturbent la chaîne d'actions qui répond majoritairement à des automatismes, ce qui peut amener le conducteur à hésiter. Il faut ensuite plusieurs secondes critiques avant que la perturbation puisse être traitée. C'est pourquoi les ingénieurs routiers s'efforcent de maintenir une logique dans les caractéristiques de la route. Toute modification inévitable à cette logique devrait être annoncée au conducteur aussi clairement et aussitôt que possible, et tout changement soudain pouvant être source de confusion doit être exclu.

4.4. La dernière règle concerne la gestion de la vitesse, l'environnement de la route doit suggérer au conducteur la vitesse à pratiquer

Au niveau de cette règle, plusieurs points sont traités dans les règles précédentes et mis à profit pour aider le concepteur à ajuster l'environnement immédiat de la route afin que ce dernier influence le conducteur à circuler à la vitesse indiquée. La signalisation d'indication de vitesse ayant une influence modérée à faible sur le conducteur, ce sont donc sur la géométrie que le concepteur doit travailler.

5. CORRÉLATION NORMES / PERCEPTION / ACCIDENT

Afin de retrouver les différents éléments présentés précédemment et de pouvoir établir des liens entre eux, chaque type d'accident sera présenté et ses liens aux normes et aux facteurs humains seront proposés.

5.1. Un seul véhicule en mouvement : sortie de route par l'accotement de gauche

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.

Selon les statistiques, on retrouve 11,6% du total de ce type de collision lors de précipitation de neige. Il est probable que la voie de gauche, lorsqu'il y a deux voies, est moins utilisée, il y a donc une accumulation plus importante de neige à ce moment. À ceci s'ajoute la perte des références du côté gauche, déjà peu nombreuses. D'autant plus lorsque la neige commence à recouvrir la chaussée, les usagers, sans référence de marquage, se sécurisent en se centrant dans l'espace qui leur semble le plus sécuritaire. Ceci occasionne un décalage dans l'usage réel de la surface de chaussée et peut obliger

l'usager dépassant par la gauche d'empiéter à l'extérieur de la chaussée revêtue et perdre le contrôle de son véhicule.

5.2. Un seul véhicule en mouvement : sortie de route par l'accotement de droite

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'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;
- Les variations de distance de la neige du côté droit induisent en erreur l'usager.

Selon les statistiques, on retrouve 11,4% du total de ce type de collision lors de précipitation de neige. La perte des références du côté droit peut amener le conducteur à se coller trop près des panneaux qu'ils cherchent pour se guider. Lorsque la neige commence à recouvrir la chaussée, les usagers, sans référence de marquage, se sécurisent en se centrant dans l'espace qui leur semble le plus sécuritaire. Ceci occasionne un décalage dans l'usage réel de la surface de chaussée et peut obliger l'usager, pensant que par la droite il peut passer, risque d'empiéter à l'extérieur de la chaussée revêtue et perdre le contrôle de son véhicule.

5.3. Un seul véhicule en mouvement : toute autre configuration de collision comportant un seul véhicule

Sur ce type de collision où un seul véhicule est impliqué, ce sont les mêmes éléments normatifs et de perception qui se répètent probablement.

Selon les statistiques, on retrouve 11,1% du total de ce type de collision lors de précipitation de neige. Ce qui indique que, lors de chute de neige, le contexte et l'environnement routier sont suffisamment modifiés pour engendrer un bon nombre de collisions à des usagers circulant sur une chaussée où les références sont pratiquement disparues. La perte de la zone de récupération de part et d'autre de la route augmente le nombre de collisions qui aurait vraisemblablement pu être évité en dehors de la période hivernale.

5.4. Deux véhicules en mouvement circulant dans la même direction: collision arrière

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 perception 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.

Selon les statistiques, on retrouve 5,6 % du total de ce type de collision lors de précipitation de neige. La perte des références pouvant guider l'utilisateur et la surcharge demandée au conducteur sont les principales causes de ce type de collisions. Bien que ce type au niveau pourcentage semble plus faible, ce qui indique que les usagers ont tendance à ajuster leur comportement pour limiter cette situation.

5.5. Deux véhicules en mouvement circulant dans des directions différentes: collision frontale

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

- L'utilisateur 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'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 et dirige l'utilisateur de façon inconsciente dans une direction inappropriée.

Selon les statistiques, on retrouve 19,5% du total de ce type de collision lors de précipitation de neige, ce qui représente près d'une collision frontale sur cinq annuellement. La perte des références pouvant guider l'utilisateur et la surcharge demandée au conducteur peuvent être les principales causes de ce type de collisions.

5.6. Deux véhicules en mouvement circulant dans des directions différentes: collision à angle droit

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.

Selon les statistiques, on retrouve 5,6 % du total de ce type de collision lors de précipitation de neige. La problématique de ce genre de collision réside dans la difficulté d'avoir une bonne visibilité de la part des deux usagers à une intersection. Les véhicules de la voie secondaire doivent souvent avancer pour avoir l'angle de visibilité adéquat afin d'évaluer si le créneau est disponible pour s'engager. Dans ces conditions, l'utilisateur déborde dans la chaussée perpendiculaire et risque une collision.

6. RECOMMANDATION

Dans le cadre de cette très brève analyse qui tente d'établir un lien entre les éléments géométriques des normes, la perception de l'environnement (facteurs humains) et certains types de collisions en période hivernale, il est recommandé de pousser 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. Bien que non relatés dans cet exercice, plusieurs des éléments concernant la perception de l'environnement de l'utilisateur demeurent valables, autant lors de précipitation de neige qu'entre celle-ci. Il serait judicieux d'étudier plus en profondeur cette influence sur l'utilisateur en conditions hivernales.

Du point de vue des normes, certaines adaptations seraient à envisager, telle l'utilisation de la spirale en introduction de courbe sur l'ensemble du réseau routier. Ce changement rapprocherait le mouvement naturel de conduite de l'utilisateur avec la géométrie routière. Beaucoup d'autres points soulevés ont trouvé des compromis en assurant un entretien hivernal adapté au rétablissement rapide du réseau pour redonner un environnement sécuritaire. Il en demeure pas moins qu'il y a un équilibre et que certains éléments géométriques ne peuvent être rétablis à 100% sans causer d'autres problèmes.

Par exemple (figure6), lorsque la zone de récupération est mise en cause, en temps normal on peut circuler dans cette partie sans s'enliser. Lors des opérations d'entretien hivernal, cette portion à l'extérieur de l'accotement ne peut plus porter le poids d'un véhicule et ce dernier peut s'enliser, les normes d'entretien alors exigent le déblaiement de la neige que sur l'accotement pour éviter cette problématique.



Source : Daniel Aubin

Figure 6 – Perte de la zone de récupération

La même problématique (figure 7) s'applique au niveau des intersections et voies d'accès, les normes d'entretien se doivent de guider les opérateurs et les sensibiliser à l'importance de redonner les triangles de visibilité aux usagers, afin que tous les usagers se retrouvent dans un environnement plus sécuritaire.



Source : Daniel Aubin

Figure 7 – Perte de visibilité à une intersection

En conclusion, il est primordial que des normes d'entretien hivernal soient définies afin d'équilibrer les problématiques de sécurité routière qui concernent directement les opérations de déneigement en concordance avec les normes géométriques en vigueur. Des études devraient être subventionnées 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.

7. REFERENCES

1. Transports Canada - Sécurité Routière, BNDC - le 13 février 2012
2. PIARC TC-C1.1 (2008-2011 en attente de l'édition officielle), Human Factors Principles of Spatial Perception for Safer Road Infrastructure.
3. Ministère des Transports du Québec (mise à jour 2013). Tome I – Conception, Tome IV – Abords de route, Tome VI – Entretien.