

**ETUDE SUR LA PREVENTION ET LE TRAITEMENT
DES SINISTRES LIES A LA NEIGE SUR LA ROUTE G312
A GUOZIGOU DANS LE XINJIANG**

Xiaoguang Chen et Junchao Li
Institut des Sciences de la Circulation du Xinjiang
N° 17 Jingyilu, Urumqi, Xinjiang, Chine, 830000
Tél. : 86-991-5813414, fax : 86-991-5813882
E-mail : xg_chen0991@sina.com

1. Récapitulatif

La route nationale G312 est une voie de circulation importante qui relie la Chine à l'Asie occidentale et à l'Europe. En hiver, les sinistres liés à la neige à Guozigou ont un impact sur le transport le long de cette route. Il arrive, en effet, que la circulation soit interrompue. Il arrive même que des personnes y perdent la vie. De 1996 à 1999, nous avons mené une étude approfondie sur ces sinistres à Guozigou. Les raisons à l'origine de tels phénomènes ont été analysées et des constructions expérimentales ont été édifiées. Nous avons rassemblé nos expériences passées en matière de constructions préventives et de projets expérimentaux dans ce domaine, nous avons fait appel à la grande expérience du Japon, de la Suisse et de la Russie, nous avons mis à profit les méthodes techniques et biologiques pour le traitement des sinistres liés à la neige à Guozigou et nous avons, enfin, finalisé le projet de construction.

2. Introduction

La route nationale G312 est la plus longue route qui relie l'Est et l'Ouest de la Chine. Elle représente également un important trait d'union rattachant la Chine à l'Asie occidentale et à l'Europe. Elle joue un rôle considérable sur le plan économique et la circulation y est très dense. Le tronçon de Guozigou se situe dans la partie ouest de la chaîne montagneuse de Tianshan. La physionomie de la zone est celle du Tianshan, l'altitude est comprise entre 1710 et 2130 m. La route traverse une zone montagneuse corrodée par l'eau et la structure géologique est complexe, constituée essentiellement de strates marines. Le climat est chaud et humide en été, avec des pluies abondantes, tandis qu'en hiver il fait froid et la couverture neigeuse atteint parfois plus de 140 cm.

Le tronçon de Guozigou totalise 80 km. Les sections exposées aux congères s'étendent sur 6 km, tandis que celles touchées par les avalanches se prolongent sur environ 2 km. Chaque année, en hiver, les sinistres liés à la neige (congères, avalanches) entraînent de nombreux accidents de la route. Selon des statistiques encore incomplètes, depuis 1960, les avalanches ont provoqué 26 décès et, entre le 15 et le 16 mars 1999, les congères ont immobilisé à Guozigou plus de 5 000 véhicules pendant plus de 38 heures.

Nous avons mené une étude approfondie sur les méthodes de traitement de ces sinistres. Au terme d'une longue investigation, de nombreuses observations des phénomènes hivernaux, d'une analyse poussée des causes de ces derniers, d'une recherche de méthodes appropriées et de la réalisation d'expériences,

nous avons enfin pu mettre au point un projet de construction pour la prévention des sinistres liés à la neige.

3. Causes des congères et des avalanches

3.1 Causes des congères

Les sections exposées aux congères sont principalement situées dans les sections K4741-K4753 avant et après la colline (voir figure 1) et K4762-K4779 le long du ruisseau. La section K4741 – K4750 est soumise à ces phénomènes parce qu'un vent descendant vient déposer la neige sur la route ; dans la section K4750-K4751, un vent ascendant ainsi qu'une importante tranchée créent une zone de vent faible favorable au dépôt des flocons de neige ; enfin, dans la section K4751 - K4753, la route est faite d'une alternance de tranchées et de remblais en raison de la topographie, ce qui réduit la vitesse du vent, entraînant ainsi, à la surface de la route, la formation de congères. Dans ces sections, la vitesse du vent est généralement de 6 à 15 m/s. Dans la section K4762-K4779, le long du ruisseau, le grand écart de température génère un courant d'air et un vent chargé de neige longe la route pour ensuite créer un dépôt de neige à la surface de cette dernière d'environ 8 à 12 m, la vitesse du vent étant de 8 à 18 m/s.

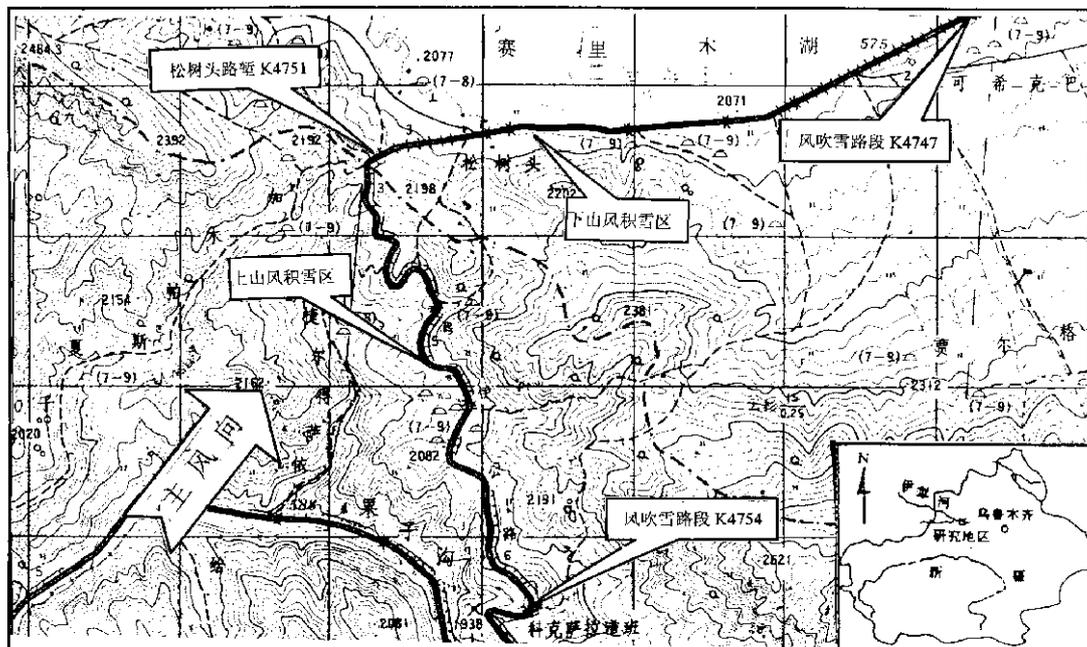


Figure 1 Plan des sections exposées aux congères

3.2 Causes des avalanches

Les avalanches, à Guozigou, sont concentrées dans les sections K4767 – K4771 situées le long du ruisseau (voir figure 2). Il y a, dans ces sections, des avalanches sur des pentes exposées au soleil et sur d'autres qui sont à l'ombre. Les avalanches sur des pentes ensoleillées ont lieu sur des versants de terre rouge aux sections K4767+400 – K4768+700, tandis que les avalanches sur des pentes ombragées ont lieu sur des versants de terre blanche aux sections K4769+560. Ces avalanches sont dues à plusieurs facteurs, notamment : (1) un dépôt de neige important, (2) la confluence de vents chargés de neige, (3) une topographie favorable aux avalanches (4) et une inclinaison de même qu'une surface favorables, elles aussi, aux avalanches.

Les avalanches sur les pentes ensoleillées sont fréquentes car une vallée constituée de 5 versants forme une surface propice, avec ses parois rocheuses abruptes d'une hauteur de 200 à 300 m, et la pente de ces versants s'est abaissée jusqu'à faire partie de la fourchette de pente favorisant les avalanches 24°~55°. Voir tableau 1.

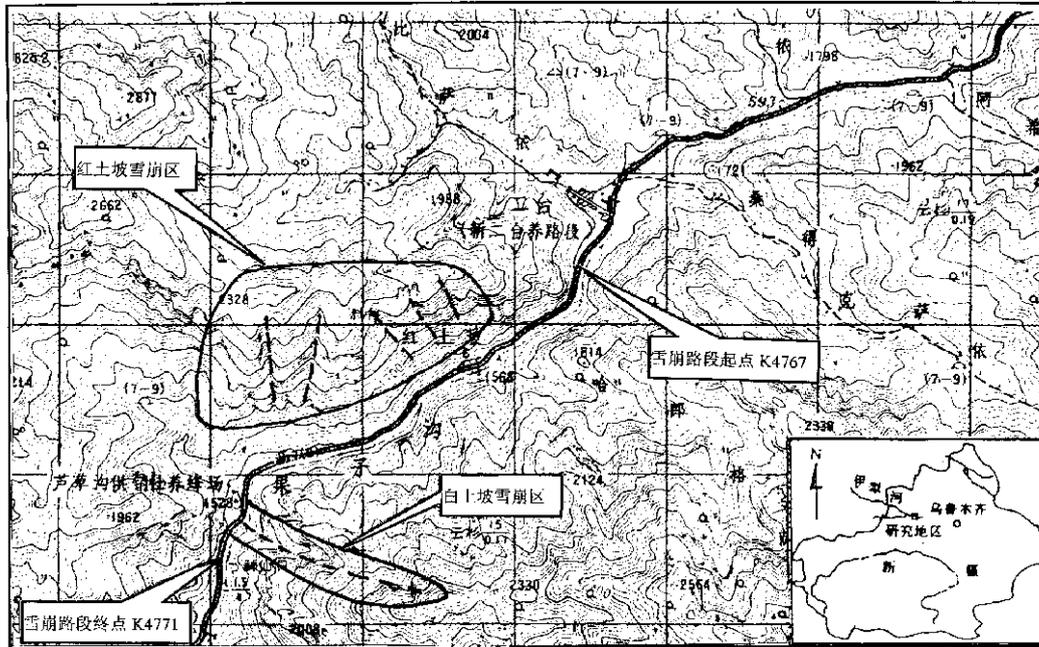


Figure 2 Plan des sections touchées par les avalanches

Ces cinq flancs possèdent un excellent revêtement biologique d'une épaisseur de 30 à 80 cm. Le sol y est composé de terreau et de petites roches de 0,4 à 1 m et repose sur une base rocheuse. En hiver, la végétation se fane et tombe, formant une surface de glissement idéale pour la neige.

Tableau 1 Inclinaison des 5 versants et sections de glissement de neige

N°	Longueur de la pente du glissement	Largeur de la pente (m)	Inclinaison minimale	Inclinaison maximale	Inclinaison moyenne	Aire de confluence de la neige
Versant n° 1	490	33~180	21°	55°	35°	50225
Versants n°2 et 3	600	20~210	25°	63°	36°	69000
Versants n°4 et 5	490	25~180	26°	59°	38°	52185

Au début de l'hiver, le changement de température favorise la formation d'une couche de glace sur la neige tombée. La neige s'accumule ensuite sur cette couche de glace et, sous l'action du poids, cet amas de neige glisse facilement, provoquant ainsi une avalanche.

Sur le versant ombragé de terre blanche, le lit de l'avalanche se situe dans un large goulet (voir figure 3).



Entre le point d'origine du glissement et la zone de dépôt, il y a un dénivelé vertical d'environ 740 m et la longueur du goulet est de 1 500 m. Dans la zone de glissement, la pente est d'environ 300×400 m, l'aire d'écoulement d'une longueur d'environ 1300 m, d'une inclinaison de 32° et d'une largeur de 50~200 m ; les deux côtés sont très escarpés, parsemés de rochers en saillie et de quelques branches. La sous-couche est constituée d'une bonne végétation. Dans cette zone, les conditions sont favorables aux avalanches et celles-ci sont fréquentes. La quantité de neige déplacée lors d'un glissement est, en général, de 8 000 - 8 000 m³. Les arbres endommagés témoignent de la vitesse et de la force des avalanches.

4. Etendue des dommages causés par les congères et les avalanches

4.1 Etendue des dommages causés par les congères



Figure 4 Blocage de la circulation



Figure 5 Amas de neige sur les versants

L'aire de confluence de la neige portée par les vents dans la section K4741~K4753 est de 15 750 000 m² et de 1 430 000 m² dans la section K4750~K4753. La neige soulevée par le vent

s'amasse souvent et entrave le champ visuel des automobilistes. Selon les statistiques, la circulation est interrompue en raison des congères 15 à 20 fois par an.

4.2 Etendue des dommages causés par les avalanches

Selon des statistiques encore incomplètes, en 1994 et en 1998, il y a eu 16 avalanches sur des pentes ensoleillées de terre rouge dans la section K4767+400-K4768+700 et le volume de neige déplacée a été d'environ 100~16 800m³ et a provoqué 8 interruptions de la circulation et 3 décès. Dans cette section, lorsque la chute de neige atteint un niveau moyen, il faut s'attendre à des avalanches. En 1994, une grosse avalanche a eu lieu dans la section K4769+560, versant ombragé de terre blanche, déplaçant un volume de neige de 80 000 m³ ; un véhicule a été enseveli et 14 personnes sur 17 ont péri.

On assiste à de fréquentes avalanches avec de petits volumes de neige sur les versants ensoleillés et à des avalanches moins nombreuses avec des volumes de neige et des vitesses plus importants sur les versants ombragés, mais les deux types d'avalanches sont tout aussi dangereux pour la circulation.

5. Comparaison des méthodes de préventions des sinistres liés à la neige

5.1 Méthodes de prévention des congères

Les méthodes employées pour traiter les congères sont classées en deux catégories : le blocage de la neige et le guidage de la neige. Le blocage de la neige utilise des clôtures, des murs de protection et des bosquets de protection. Le guidage de la neige, quant à lui, fait appel à des panneaux d'orientation du vent, des clôtures d'orientation des congères, etc.

5.1.1 Blocage de la neige

Le blocage de la neige a pour objectif de réduire la vitesse des congères, de provoquer un dépôt de la neige et de diminuer la quantité de neige transportée par le vent, de manière à ce qu'il y ait peu ou pas de dépôts de neige à la surface des routes.

a. Les pare-neige (voir figure 6)

Ce sont des clôtures en bois, en métal ou en grillage. Le bois étant moins résistant et moins durable, il est peu utilisé. Les clôtures en métal, en revanche, sont très répandues au Japon et en Suisse. Elles sont résistantes et durent longtemps, mais elles sont chères et par conséquent peu employées en Chine. Il existe deux types de clôtures en grillage : l'une en grillage métallique et l'autre en grillage de plastique. Plusieurs types de grillage de plastique sont fabriqués en Chine et peuvent convenir pour le blocage de la neige. Mais la durée de vie du plastique n'est pas très longue ; en général, si la pression subie est légère, il dure 5 à 10 ans. Si, en revanche, il subit une forte pression pendant une période prolongée, sans compter les effets des rayonnements ultraviolets, sa durée de vie est considérablement réduite. Le grillage métallique, enfin, est fait de fils d'acier. Il est solide et sa durée de vie est plus longue. Sauf en cas de dommages liés à un accident, il ne nécessite qu'un entretien normal.

Les pare-neige peuvent être fixes ou mobiles. Les pare-neige fixes sont utilisés dans des zones de faible confluence de la neige. Les pare-neige mobiles, au contraire, sont utilisés dans des zones de forte confluence de la neige, car lorsque la neige s'accumule derrière la clôture, l'effet protecteur de cette dernière diminue progressivement et le pare-neige doit être déplacé pour être à nouveau efficace. A Songshutou et dans divers endroits le long de la route de Tianshan, où l'on trouve de gros amas de neige, tous les pare-neige ont été utilisés.

Les pare-neige doivent être protégés et entretenus. Ils doivent faire l'objet non seulement d'un entretien normal, mais d'une protection spéciale contre les dommages occasionnées par les animaux et les hommes.

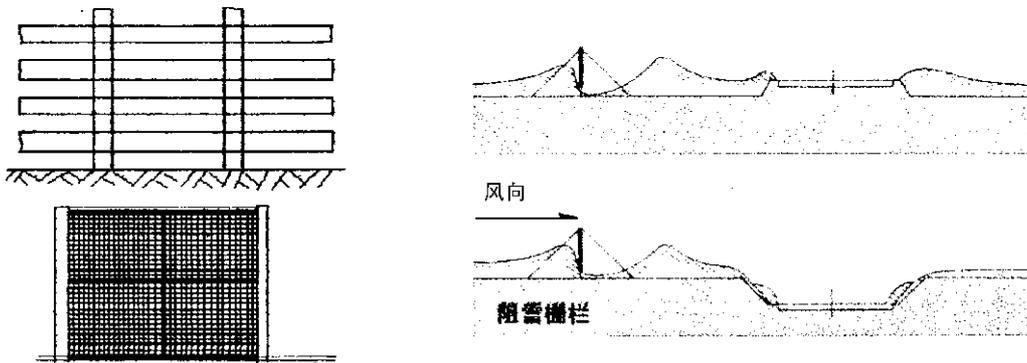


Figure 6 Types de pare-neige

b. Murs de protection contre la neige

Les murs de protection contre la neige peuvent également servir à purifier le courant de neige. Ils peuvent être en briques, en pierres ou en terre. Lorsque la neige passe au-dessus de ces murs, elle se dépose ensuite derrière eux. Les murs étant étanches à l'air, ils ne sont pas aussi efficaces que les pare-neige.

Les murs de protection contre la neige ont besoin, eux aussi, d'un entretien fréquent. Utilisés en association avec des pare-neige et des bosquets de protection, ils peuvent contribuer à protéger ces structures.

c. Bosquets de protection contre la neige

Les bosquets de protection contre la neige (voir figure 7) sont efficaces. Les résultats des recherches effectuées dans des pays étrangers sont très probants. Si l'eau, le sol et le climat sont favorables, l'utilisation de bosquets de protection avec d'autres méthodes est généralement adoptée. Les bosquets de protection contre la neige remplissent deux fonctions : l'une est de bloquer la neige et l'autre de préserver le sol et les eaux ainsi que d'améliorer l'environnement. Le dépôt de neige à l'arrière des bosquets de protection fournit la quantité d'eau nécessaire à la croissance des arbres. En général, les bosquets poussent très lentement et d'autres méthodes sont nécessaires au début de leur développement.

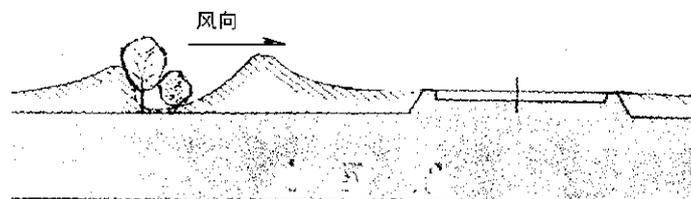


Figure 7 Bosquets de protection contre la neige

5.1.2 Le guidage de la neige

Le guidage de la neige fait appel à des panneaux de guidage et à des pare-neige contre les congères. Les structures de guidages sont généralement installées le long des routes, face au vent. Il existe des

panneaux qui guident le vent vers le haut, d'autres vers le bas et d'autres encore vers les côtés.

Les panneaux inclinés vers le haut (voir figure 8) sont utilisés pour les tranchées. En général, ils sont placés au-dessus de la tranchée, face au vent. Un angle large du panneau et un vent rapide ont pour effet de projeter la neige par-dessus le panneau, de l'autre côté de la tranchée.

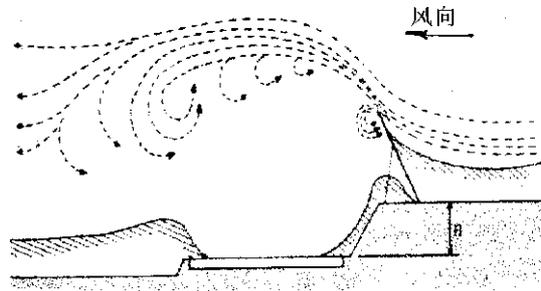


Figure 8 Panneau incliné vers le haut

Les panneaux inclinés vers le bas ont pour objectif de réduire la vitesse de la neige soufflée lorsque qu'elle rase la surface de la route, de manière à évacuer la neige amassée. Les panneaux inclinés vers le bas ne peuvent être utilisés que lorsque le vent est faible, lorsqu'il y a un dépôt de neige sur la route et lorsque celle-ci ne peut être dégagée qu'à l'aide de panneaux de guidage. Ils sont utilisés, le plus souvent, dans des zones larges et sous le vent.

Les panneaux de guidage latéral servent à modifier la direction de la neige soufflée et peuvent être utilisés sur des tronçons de route en tranchée.

Les panneaux de guidage peuvent être en béton, en bois ou en tout autre matériau imperméable à l'air.

Les conditions de fonctionnement et d'utilisation des pare-neige contre les congères sont les mêmes que celle des panneaux de guidage. Ces pare-neige peuvent être en bois ou en aluminium. Les pare-neige en aluminium ont une durée de vie plus longue mais leur prix est élevé. Quant aux pare-neige en bois, ils durent moins longtemps, ne sont pas très résistants et sont peu utilisés de nos jours.

5.1.3 Comparaison et établissement d'un plan de prévention des congères

Suivant une étude de la portion de route exposée aux congères près de Songshutou et à une comparaison des évaluations économiques des effets des différentes méthodes (pare-neige, mur de protection, bosquets, bosquets + pare-neige, bosquets + pare-neige + fosse de dépôt de la neige), notre analyse globale nous porte à penser que le type de méthode alliant construction et biologie, tel que bosquets + pare-neige + fosse, est économique et efficace. Nous recommandons cette méthode à long terme. (Voir figure 9.)

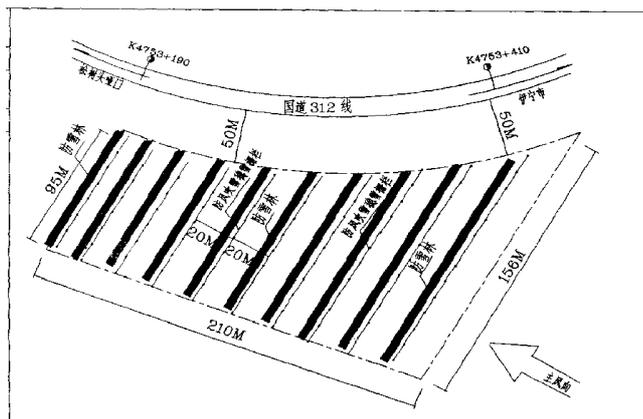


Figure 9 Plan des constructions contre les congères

5.2 Comparaison et choix des méthodes de prévention et de traitement des avalanches

Il existe des méthodes de prévention et des méthodes de protection contre les avalanches. Les méthodes de prévention cherchent à stabiliser la neige dans la zone d'origine des avalanches, de manière à empêcher celle-ci de glisser. Les méthodes de protection cherchent, quant à elles, à faire obstacle au mouvement de la neige dans les zones de glissement, de façon à réduire la force de l'avalanche ainsi que les dommages occasionnés par cette dernière.

Les méthodes de prévention comprennent : les bosquets de protection contre la neige, les clôtures de stabilisation de la neige, les gradins horizontaux, les murs de stabilisation de la neige, etc.

Les méthodes de protection comprennent : les collines, les fosses de dissipation de l'énergie, des murs de protection contre la neige, les bancs de guidage de la neige, les couloirs de protection contre la neige, etc.

5.2.1 Méthodes de prévention

a. Bosquets de prévention contre la neige

Si les conditions du sol et des eaux le permettent, la méthode alliant construction et biologie, à savoir l'association de bosquets de prévention et de constructions de stabilisation, est efficace. L'avantage d'une telle association est que les structures de stabilisation peuvent premièrement empêcher la neige de glisser, deuxièmement protéger le développement des jeunes arbres et troisièmement fournir l'eau nécessaire à la croissance de ces mêmes arbres. Au fur et à mesure que les arbres poussent, les troncs et les branches peuvent jouer un rôle et éventuellement remplacer les constructions de stabilisation.

Avant tout, il faut sélectionner des espèces d'arbre à croissance rapide et le coût de la plantation ainsi que de l'entretien de ces arbres doit être pris en considération.

b. Clôtures de stabilisation de la neige

Les clôtures de stabilisation de la neige ont pour fonction de stabiliser la neige en pente et de prévenir l'avalanche. Les clôtures peuvent être en bois, en métal, en béton, en grillage ou en plaques de béton.

Les clôtures en bois ont une durée de vie courte et sont peu résistantes. Elles pourrissent facilement et nuisent à l'environnement. Elles sont peu utilisées de nos jours.

Les clôtures d'acier, en lames ou en grillage, sont très résistantes et durent longtemps mais leur prix est élevé.

Les clôtures faites de poteaux en béton ou de poteaux et de plaques de béton sont également très résistantes et ont une durée de vie importante. Il faut cependant tenir compte du transport, si l'altitude change de manière sensible. La figure 10 illustre les types de clôtures habituellement utilisés.

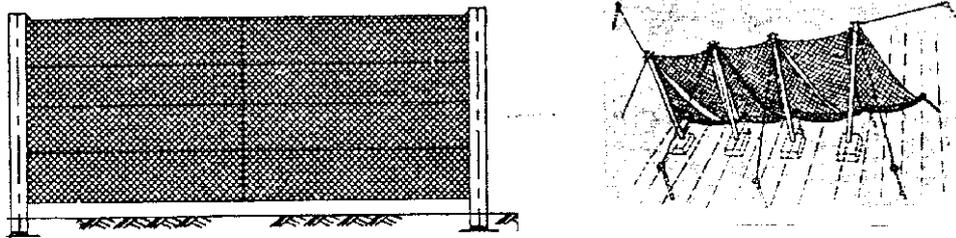


Figure 10 Clôtures de stabilisation de la neige

c. Gradins horizontaux

Les gradins horizontaux doivent être construits sur des versants au sol épais et creusés le long de la courbe de niveau. Les gradins ayant une fonction de support, leur effet de stabilisation de la neige est évident. Lorsque les gradins sont utilisés séparément, la pente du versant ne doit pas être trop forte (en général inférieure à 35°). Sur des versants abrupts, en revanche, les constructions devraient être hautes, ce qui a pour inconvénient de nuire à l'environnement naturel. Pour réaliser des économies et laisser les gradins remplir leur rôle, ceux-ci devraient être utilisés en association avec d'autres méthodes de stabilisation de la neige.

d. Murs de stabilisation de la neige

Les murs de stabilisation de la neige sont utilisés le long des lits d'avalanche sur les versants ou le long de goulets. Pour la construction de ces murs, il est conseillé d'utiliser des matériaux présents sur le site et de procéder à une pose à sec afin de prévenir les dommages dus au drainage de l'eau ainsi qu'à la formation et à la fonte de la glace. La partie supérieure des murs doit être couverte d'un grillage métallique.

5.2.2 Mesures de protection

a. Murs de blocage de la neige

Ces murs de blocage de la neige ont pour fonction de ralentir l'avalanche, de réduire la force de la neige et de stabiliser cette dernière. Les murs sont placés dans des lits d'avalanche étroits et sont très indiqués pour les goulets. Ils peuvent être construits à peu de frais avec des matériaux présents sur le site. La pose doit être faite à sec et la partie supérieure des murs doit être couverte d'un grillage métallique.

b. Collines

Les collines sont généralement édifiées à la fin du lit d'une avalanche. Elles peuvent réduire la vitesse et la force du glissement. Afin de préserver la solidité des collines ainsi que les eaux et le sol, des arbres et de l'herbe doivent être plantés et semés sur ces collines.

c. Fosses de dissipation de l'énergie

Les fosses de dissipation de l'énergie ne sont pas construites séparément. Elles sont généralement utilisées en association avec des collines et des murs. Le produit de creusage de ces fosses est utilisé pour former les collines ainsi que les bancs de blocage. Les collines doivent être placées devant les autres structures de blocage de la neige, face au vent.

En raison des changements abrupts du profil du lit d'une avalanche, lorsque la neige atteint la fosse de dissipation de l'énergie, elle tombe, sa vitesse et sa force étant freinées, et est ensuite bloquée par les collines.

d. Bancs de guidage de la neige

Le principe du banc de guidage de la neige est d'orienter l'énergie du glissement afin de modifier la direction de ce dernier et de détourner la neige des constructions menacées. Le banc est élevé au bas de la zone de glissement, légèrement en biais par rapport à ce dernier.

e. Couloirs de protection contre la neige

La neige passe au-dessus des couloirs de protection, protégeant ainsi les véhicules et les personnes des avalanches. Il existe plusieurs exemples de réussite de ce type de couloirs, indiqué pour les zones sans congère. Pour les zones fortement exposées aux congères, celles-ci devront d'abord faire l'objet d'un traitement avant l'installation de couloirs.

5.2.3 Choix des mesures de prévention et de protection contre les avalanches

Pour ce qui est de la prévention, étant donné les caractéristiques de la topographie, de la géologie et des avalanches à Guozigou, parmi toutes les mesures, les constructions de stabilisation ont été choisies pour les versants ensoleillés en terre rouge, notamment les clôtures + gradins + mur + bosquets.

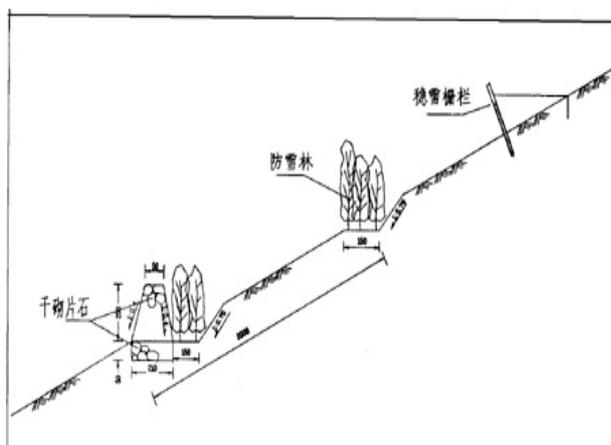


Figure 11 Mesures de prévention et de protection contre les avalanches

Pour les versants ombragés en terre blanche, les caractéristiques de la topographie font opter le plus souvent pour les bancs de stabilisation associés aux gradins horizontaux et à la plantation d'arbres, comme l'illustre la figure 11.

6. Association de mesures alliant construction et biologie

Les mesures de prévention et de protection des congères et des avalanches comprennent toutes des

mesures biologiques et des mesures techniques de construction.

Les mesures techniques agissent vite et à grande échelle mais elles ont une durée de vie réduite et leur entretien est coûteux. Les mesures biologiques ont certes un effet plus lent mais elle agissent à long terme, elles réduisent les interruptions de la circulation ainsi que la mauvaise visibilité due aux congères, elles préviennent les avalanches et elle permettent de préserver une grande quantité d'eau, ce qui est excellent pour l'environnement. Un traitement combinant ces deux types de mesures, tout en tirant profit de leurs avantages et en évitant leurs inconvénients, serait idéal.

La climat de Guozigou est chaud, avec des pluies abondantes, et très propice à la croissance rapide des arbres. Pour la prévention des sinistres liés à la neige, il convient de choisir des types d'arbres qui poussent rapidement. A l'heure actuelle, on procède à la sélection des arbres et à une plantation expérimentale.

Notre expérience nous a démontré à maintes reprises que la combinaison de mesures de prévention techniques et biologiques, les mesures techniques protégeant les effets des mesures biologiques aboutissant ainsi à une prévention biologique, est la mesure de prévention par excellence des sinistres dus à la neige.

7. Projet expérimental de prévention et de protection contre les sinistres liés à la neige

7.1 Constructions expérimentales de prévention et de protection contre les sinistres liés à la neige

Au cours de cette étude, l'équipe de recherche a réalisé des constructions expérimentales de prévention et de protection contre les congères et les avalanches. Les panneaux de guidage du vent (voir figure 12) pour agir contre les congères ont démontré que ces panneaux convenaient à une certaine topographie et à certaines conditions climatiques. Le banc de protection (1996-1997) contre les avalanches s'est révélé efficace dans la prévention de ces dernières et l'environnement biologique a progressivement repris sa place. (Voir figure 13.)



Figure 12 Panneaux de guidage expérimentaux

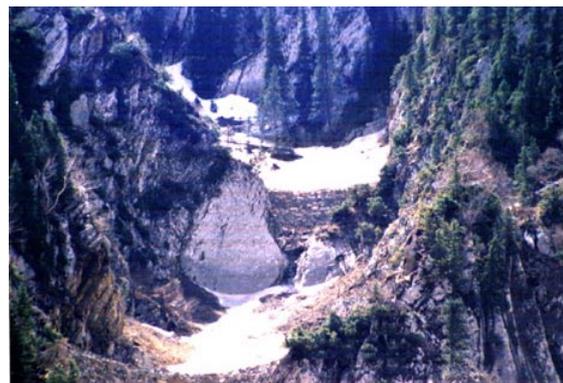


Figure 13 Banc de protection expérimentale

7.2 Projet de structures de prévention et de protection contre les sinistres dus à la neige

Une fois l'étude, l'observation et l'analyse des facteurs terminées, le projet de construction contre les sinistres liés à la neige a pu être mis au point, pour ensuite laisser place à la construction expérimentale. Nous avons rassemblé toutes nos expériences passées en matière de structures de

prévention et de projets expérimentaux dans ce domaine, fait appel à la grande expérience du Japon, de la Suisse et de la Russie, mis à profit les méthodes techniques et biologiques de traitement des sinistres liés à la neige à Guozigou, pour enfin finaliser le projet de construction.

S'agissant du traitement des congères, le projet compte 84 550 arbres, 13 bancs et 1 200 m de clôtures.

S'agissant du traitement des avalanches, le projet compte 13 bancs, 4 000 m de clôtures, 20 000 arbres et 2 754 m de gradins dans les versants en terre rouge de la section K4767-K4770, ainsi que 2 000 m de clôtures, 14 bancs (dont 11 sont consolidés par des grillage métalliques) et plus de 8 000 arbres.

8. Conclusion

En ce qui concerne le traitement des sinistres, il y a peu de recherche et d'utilisation de la méthode biologique et on peut penser que les traitements alliant les mesures techniques et les mesures biologiques seront mis en œuvre et auront pour effet de réduire les sinistres en question.

Références

1. Xie zichu, etc., « Tianshan snow and snowslide », Hunan Teacher University Press, 1996.
2. « Highway Snow Disaster Prevention Study » Comité scientifique et technologique de Xinjiang, 1974.
3. Hu ruji, etc., « Mountain Highway Snow Disaster Prevention ». Science and Technology literature Press, 1989
4. Li Changlin, Huanglidu, Lijunchao, « Snowslide Prevention At Guozigou of China », 3^e Conférence Internationale sur la Glace et la Neige, Japon, 1996
5. Li Changlin, Li Junchao, Chen Xiaoguang, Highway Snow Disaster Prevention, « Highway », 2000-1
6. « Snow Fence » Japon, 1988