

REALISATION DE RISBERMES ET REIMPLANTATION D'ARBRES ET D'ARBUSTES COMME MESURE DE PROTECTION CONTRE LES AVALANCHES LE LONG D'UNE ROUTE

Keishi Ishimoto¹⁾, Kyoo Matsuda²⁾ et Yasuhiko Kajiya³⁾

1) Hokkaido Development Engineering Center

#11, Minami 1 jo Higashi 2 Chome, Sapporo, 060-0051, Japon

Téléphone : +81-11-271-3028, Télécopie : +81-11-208-1566, ishimoto@decnet.or.jp

2) Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Université d'Hokkaido

Kita 9 jo Nishi 9 Chome, Sapporo, 060-0009, Japon

Téléphone : +81-11-706-2520, Télécopie : +81-11-3450, kyoo@extot.hokudai.ac.jp

3) Civil Engineering Research Institute d'Hokkaido

1-jo, 3-chome, Hiragishi, Toyohira-ku, Sapporo 062-8602 Japon

Téléphone : +81-11-841-1111, Télécopie : +81-11-841-9747 E-mail: ykajiya@ceri.go.jp

Résumé

Cette communication rend compte des résultats de la réalisation de risbermes sur une pente pour prévenir les avalanches ainsi que de la réimplantation d'arbustes et arbres sur la pente qui ont des effets multiplicateurs en matière de prévention des avalanches lorsqu'ils sont associés aux risbermes. La réalisation de risbermes sur la pente a été menée en 1993 pour éviter le glissement de la neige sur une pente montagneuse le long d'une route située au nord d'Hokkaido, Japon. La profondeur annuelle maximale de la neige atteint 3 m sur le site. La pente a 330 m de long. La différence d'élévation entre le bas-côté de la route et la crête est d'environ 200 m. La surface de la pente est de 1.6 ha. Pour éviter l'érosion du sol, une conduite d'eau a été creusée sur chaque risberme. On n'a pas utilisé d'acier ou de béton dans les travaux de réalisation des risbermes.

Avant la réalisation, la majeure partie de la surface de la pente était couverte de *chishima-zasa* (*Sasa kurilensis* : genre de bambou plus fin et plus petit) et d'arbres épars. Les débris d'avalanche comportant des racines d'arbre arrachées ont été observés en bas de la pente presque chaque année. Parce que les tiges et feuilles souples du *chishima-zasa* tombent l'hiver avec la neige, cela permet à la neige accumulée sur la pente de glisser facilement. Après la réalisation des risbermes qui ont stoppé structurellement le glissement de la neige, la surface des risbermes s'est recouverte avec le temps d'arbustes et d'arbres. Des épicéas de Sakhaline ont été artificiellement plantés sur une partie de la pente afin de les comparer avec la nouvelle végétation croissant naturellement. Quatre sites d'observation ont été mis en place sur la pente en 1998 pour mesurer les taux de croissance des plantes. Chaque site d'observation faisait 3 m x 1 m. Les résultats des travaux de réalisation des risbermes sont les suivants :

1: On n'a pas observé d'avalanche après la réalisation des risbermes.

2: Les arbustes et arbres se sont reconstitués avec notamment la croissance prédominante de bouleaux japonais des montagnes.

- 3: En cinq ans, après la réalisation des risbermes, la hauteur moyenne des bouleaux japonais des montagnes, éparpillés dans les quatre sites d'observation sur la pente, allée de 8 à 30 cm. Plusieurs bouleaux japonais des montagnes avaient atteint 1 m et plus de hauteur.
- 4: Le développement naturel des aulnes japonais des montagnes à estérieur des sites d'observation étaient plus vigoureux que les plantes semées artificiellement.

Toutes les risbermes sont maintenant recouvertes d'arbustes et arbres naturels. Il n'est plus possible maintenant de faire la différence entre la pente avec risbermes et ses alentours. Nous avons réussi à prévenir les avalanches avec des mesures non agressives pour l'environnement. L'état de la réalisation de risbermes sur la pente expérimental comme mesure de protection contre les avalanches qui a été observé de 1993 à 2001 fera l'objet d'un compte rendu.

1. Introduction

Les galeries de protection ou les poteaux de prévention des avalanches sont des mesures courantes pour protéger les routes des avalanches. Les barrières pare-avalanches sont également couramment utilisées. Au début des années 1990, l'étude d'une mesure respectueuse de l'environnement destinée à protéger les routes contre les avalanches a commencé dans la Forêt expérimentale de l'Université d'Hokkaido qui est une région enneigée. Les essais de prévention des avalanches menés par des spécialistes de la forêt qui ont créé des risbermes à l'aide de bulldozers ont été couronnés de succès dans l'une des forêts expérimentales de l'Université d'Hokkaido.¹⁾ Les travaux d'aménagement des pentes visaient également à rétablir la végétation qui renforcerait les effets de prévention des avalanches. Dans les régions enneigées, on peut utiliser de la neige de printemps tassée comme plate-forme pour un bulldozer qui étaye la pente. Pour appliquer d'une manière générale le résultat positif d'une telle tentative de prévention des avalanches à la protection des routes contre les glissements du manteau neigeux, il est nécessaire d'examiner cette tentative sous les angles de la sécurité et de la rentabilité.

Le site test du présent rapport a été la forêt expérimentale d'Uryu de l'Université d'Hokkaido où une route était en cours de construction. Le Bureau de Développement d'Hokkaido (actuellement le Bureau de Développement Régional d'Hokkaido, appartenant au Ministère du Territoire, de l'Infrastructure et des Transports) et le Poste de Recherche de l'Université d'Hokkaido ont testé conjointement une mesure de protection contre les avalanches. Le projet test s'est concentré sur la prise de conscience écologique et les objectifs étaient entre autres non seulement la prévention des avalanches mais également l'amélioration écologique de l'environnement des bordures de route. Le fossé sur le site a été conçu en tenant compte de la faune et les arbres plantés pour protéger la pente sont des arbres fruitiers, destinés également à fournir de la nourriture pour les animaux. Comme le site de test se trouvait dans la forêt expérimentale de l'Université d'Hokkaido, il a été possible d'utiliser un flanc de montagne depuis la bordure de la route jusqu'à son pic propice aux coulées de neige.

Du point de vue écologique et financier, pour lutter contre les avalanches, la réalisation de risbermes est

nettement préférable aux structures en béton ou en acier. L'autre question essentielle est la question de la sécurité.

Il était difficile de mener un test sur une pente en bordure d'une route en service, car l'arrêt d'une avalanche n'était pas garanti à 100%. Le test a donc été réalisé sur un flanc de montagne dans la Forêt expérimentale de l'Université d'Hokkaido, là où une coulée de neige ne risquerait pas de porter préjudice à des véhicules ou à des personnes, car la route en bordure de la pente était en construction et n'était pas ouverte à la circulation. Il y a eu suffisamment de temps pour vérifier dans quelle mesure la réalisation de risbermes pourrait prévenir les avalanches et la manière dont le développement de la végétation sur la pente renforcerait les effets des risbermes.

2. Description des risbermes de l'essai

Le site d'essai des risbermes avait une superficie de 1,6 ha, avec une pente en U de 450 à 620 m au-dessus du niveau de la mer. L'inclinaison moyenne était de 30°. La longueur de la pente du sommet de la montagne jusqu'à la route était de 330 m. La surface de la pente était recouverte principalement de *chishima-zasa* (*Sasa kurilensis*: bambou court et fin) et d'arbres épars. La couche de neige y atteignait au maximum 3 m d'épaisseur. Avant la réalisation de risbermes, on observait des débris d'avalanche au pied de la pente pratiquement tous les ans. La photo 1 montre la pente vue d'en-bas en regardant vers le sommet depuis la bordure de la route à la fin de la saison d'enneigement. Traditionnellement, cette pente est un couloir d'avalanche et on peut voir des restes de neige et des débris d'avalanche au centre de la photo. La photo 2 offre une vue plus rapprochée des débris, constitués notamment de terre et de graviers, mais aussi de branches et de quelques grosses racines d'arbres déracinés.



Photo 1: Pente avant la construction des risbermes



Photo 2: Débris d'avalanche au pied de la pente

En 1993, des risbermes de 4 à 5 m de largeur ont été créées à l'aide de bulldozers et de pelleteuses, dans le but d'arrêter le glissement du manteau neigeux qui avait entraîné des avalanches sur la pente. Les risbermes sur la pente ont été érigées en utilisant la neige de printemps tassée comme support pour les bulldozers, ce qui a permis la création de risbermes en coupant le moins possible la pente initiale. Cela est aussi bénéfique pour le développement de la végétation, car grâce à la coupure de la pente, les organismes sont moins dérangés à la

surface du sol. Il faut souligner que les travaux de remblaiement d'une pente sur de la neige nécessitent des précautions particulières pour ne pas déclencher d'avalanche. Ces travaux sont présentés sur la figure 1. En 1993, sur une partie de la pente dotée de risbermes, 37 épicéas de Sakhaline d'environ 1,5 m de hauteur ont été plantés. Les parties en grisé A, B, et C sur la figure 2 ont été équipées de risbermes de pente en 1994. Les photos 3 et 4 montrent respectivement une vue à distance et une vue rapprochée de la pente ainsi étayée. Les sections A, B et C sont représentées de droite à gauche sur les photos 3 et 4.

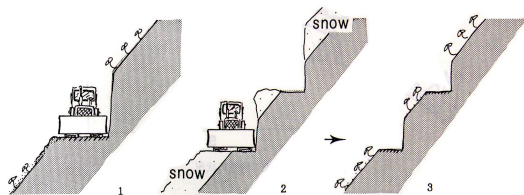


Figure 1: Risbermes utilisant les restes de neige comme plate-forme pour un bulldozer



Photo 3: Vue à distance de la risberme de pente



Photo 4: Vue rapprochée de la risberme de pente de * sur la figure 3

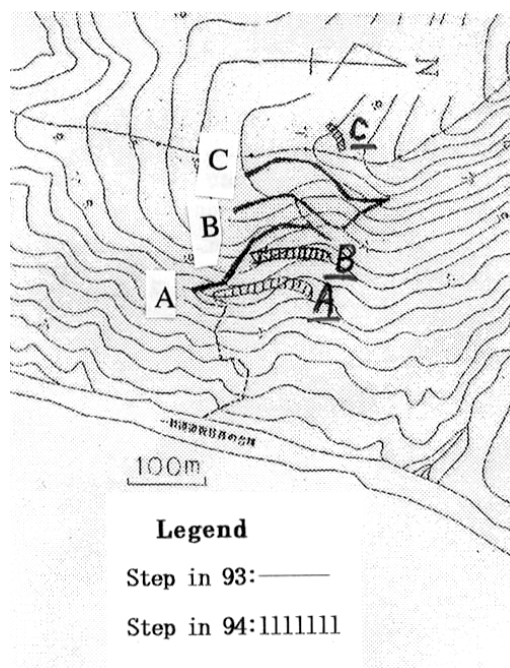


Figure 2: Partie de la pente munie d'une risberme en 1993, 1994



Photo 5: Vue du site sur la photo 4 huit ans plus tard

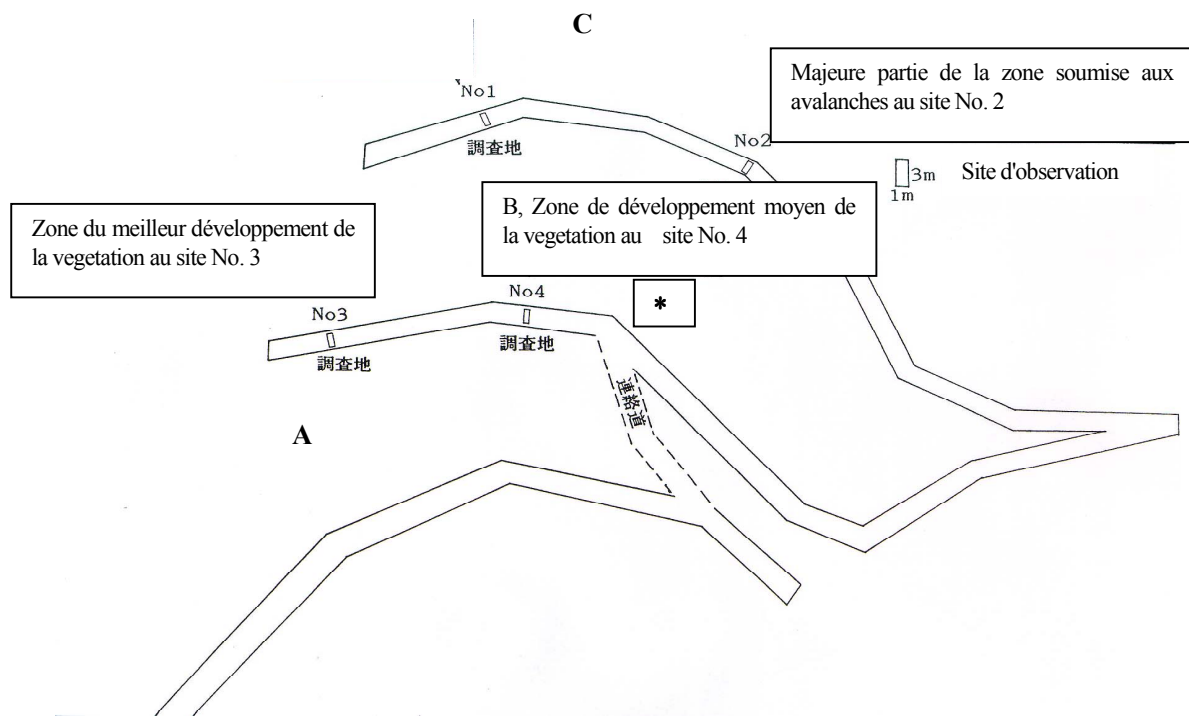


Figure 3: Sites d'observation de la régénération naturelle de la végétation dans les sections A, B et C



Photo 6: Vue du site sur la photo 3 huit ans plus tard

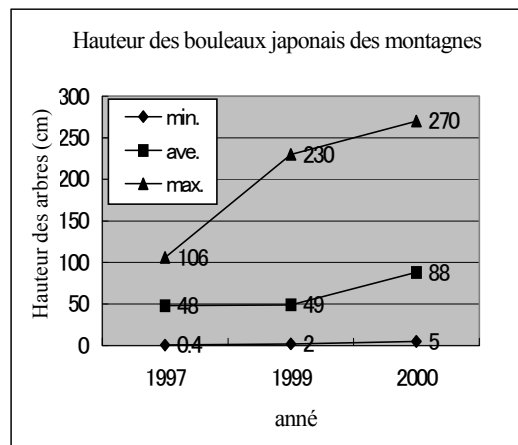


Figure 4: Hauteur minimale, moyenne et maximale des bouleaux japonais des montagnes de 1997 à 2000.

3. Développement de la végétation

La figure 3 montre des détails des sections de pente A, B et C, qui ont été équipées de risbermes en 1993. La photo 4 a été prise en regardant d'en-bas la section B à l'intersection (repère *) du chemin d'accès de la section A à la section B et de la section B. La photo 5 et la photo 6 montrent le même endroit huit ans plus tard. Elles ont été prises au site n° 4 et au site n° 3 le 21 juin 2001. La pente précédemment rasée par les travaux de construction des risbermes est abondamment recouverte d'arbres dont la taille est inférieure à celle d'un homme. La croissance des arbres s'est étendue sur tous les risbermes et une bande d'arbres à grandes feuilles s'est développée dans la zone des *chishima-zasa*. Les arbres à grandes feuilles s'avancent également vers la pente qui s'étend à angle droit par rapport à la pente où l'on voit une bande d'arbres de ce type. Auparavant, la pente était recouverte principalement de *chishima-zasa*, car les avalanches empêchaient le développement d'autres plantes.

La hauteur des arbres a été mesurée aux quatre sites de la figure 3. Chaque site est un rectangle de 1 m x 3 m. La figure 4 montre le développement naturel de bouleaux japonais des montagnes de 1997 à 2000 aux quatre sites d'observation.

Les mesures de la hauteur des arbres ont été réalisées chaque fois en octobre. Sur les risbermes poussent non seulement des bouleaux japonais des montagnes, mais également des aulnes japonais des montagnes de 3 à 4 m de hauteur. Les arbres qui croissent régulièrement chaque année renforcent l'effet anti-avalanches des risbermes. La figure 4 montre que les bouleaux japonais des montagnes se développent le plus rapidement. La croissance des arbres varie selon les endroits. Le tableau 1 montre la différence de la vitesse de croissance entre les bouleaux japonais des montagnes par emplacement.

N° de site	Nombre de bouleaux japonais des montagnes		Hauteur des arbres (cm) (min.- max.)	
	1997	2000	1997	2000
No.1	19	36	8	34 (5-125)
No.2	41	12	4	56 (25-101)
No.3	107	28	33	112 (65-270)
No.4	191	65	17	102 (40-230)

Tableau 1: Croissance des bouleaux japonais des montagnes sur la risberme créée en 1993

La différence de rythme de croissance par emplacement est donnée dans le tableau 1. La croissance des arbres au site 3 est la plus forte et la régénération naturelle de la végétation y progresse. La croissance au site 4 est moyenne. La zone comprenant le site 2 est la plus difficile pour la croissance de la végétation en raison de la fréquence des avalanches. Bien que le rythme de croissance des arbres sur ce site soit plus lent que sur les autres sites, les arbres croissent régulièrement et formeront une forêt de qualité.

4. Plantation d'écéas de Sakhaline

En 1994, 37 écéas de Sakhaline âgés de neuf ans ont été plantés sur la pente qui comprend les quatre sites d'observation, et leur rythme de croissance a été observé. On s'attend à ce que la végétation future par régénération naturelle sur la pente dotée de risbermes soit composée principalement d'arbres à feuilles caduques, notamment de bouleaux. C'est la raison pour laquelle des écéas de Sakhaline, des conifères, ont été plantés, car la structure idéale de la forêt sur ce site est un mélange d'arbres à feuilles caduques et de conifères.

Leur plantation dépasse la seule prévention des avalanches, mais il était important aussi de restaurer la forêt des montagnes. La diversité de la forêt est une nécessité à la fois pour la restauration de l'environnement naturel et comme garantie de la bonne santé de cette forêt qui sera ainsi un outil d'autant plus efficace pour la prévention des avalanches. La hauteur des arbres a été mesurée en octobre 1999 et en juin 2001. La figure 5 montre la croissance des arbres. En 2001, six arbres sont morts, mais malgré tout, la plupart d'entre eux continuent à pousser, bien que leurs branches ploient en partie sous le poids de la neige et que certains semblent à peine vivants dans cet environnement de neige.

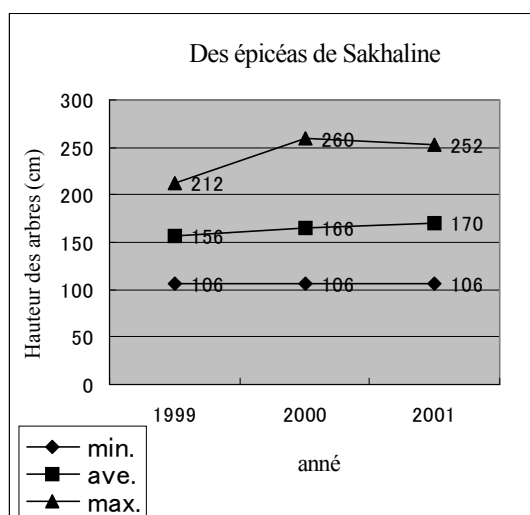


Figure 5: Croissance des écéas de Sakhaline

5. Conclusion

La prévention des avalanches par la réalisation de risbermes et la restauration de la végétation (arbres et arbustes) ont été testées sur une pente en bordure de route dans la région nord-ouest froide et enneigée d'Hokkaido, au Japon. Cette pente est un lieu propice aux avalanches en raison de sa forme en U et de sa traditionnelle couverture de bambou *chishima-zasa* qui supporte mal l'hiver, tombe et favorise le glissement

de la neige accumulée sur les pentes. Au cours des huit années écoulées depuis la réalisation des risbermes, il n'y a eu aucune avalanche sur le site malgré des chutes de neige exceptionnelles certaines années.

La pente qui a été coupée au bulldozer et dénudée immédiatement après la réalisation des risbermes est aujourd'hui totalement recouverte d'arbres et d'arbustes de 2 à 3 m de hauteur. Même si l'on observe la pente dont la différence de niveau par rapport à la route est de 200 m, il est difficile d'identifier les traces des travaux de réalisation des risbermes. Le coût de réalisation de risbermes est largement inférieur à celui d'autres mesures de protection contre les avalanches, y compris les structures en béton ou en acier. Cette méthode est également respectueuse de l'environnement, car les risbermes se révèlent efficaces pour la réimplantation de la végétation sur les pentes. Cette végétation à son tour prévient la destruction de l'environnement des montages dues aux avalanches.

6. Reconnaissance

Enfin, nous aimerions saluer des ingénieurs de la forêt expérimentale d'Uryu d'Université de Hokkaido pour leur soutien pour des observations sur la pente.

7. Ouvrages de références

- 1) Snow engineering hand book(in Japanese), Morikita pub.Co.Inc., pp.1-526, (1988)
- 2) Eishi Fujito, Katsuaki Nonaka(in Japanese), Step formation on the slope by using snow cover, The annual Rep. of the forest research station of Hokkaido university Vol.4, pp.52-55,(1986)