

AUTOROUTE A75 : PROTECTION PARE-CONGERES AU COL DE LA FAGEOLE

F. NAAIM-BOUVET

UR Erosion Torrentielle Neige et Avalanches, IRSTEA, Saint-Martin d'Hères, France
florence.naaim@irstea.fr

S. MONIER

Mission Haies Auvergne - Union Régionale des Forêts d'Auvergne, France
missionhaiesauvergne.urfa@foretpriveefrancaise.com

V. MAUDUIT et M. BOULET

Direction Interdépartementale des Routes du Massif Central, France
valery.mauduit@developpement-durable.gouv.fr
michel.boulet@developpement-durable.gouv.fr

RÉSUMÉ

Le col de la Fageole situé à 1107 m est l'un des cols autoroutiers les plus hauts d'Europe. Mais outre le handicap de l'altitude, il présente différentes caractéristiques propices à la formation des congères, à savoir, de vastes zones d'emprises de neige (il est entouré de vastes plateaux presque dénudés) et profils en déblai. A cela s'ajoute une orientation Nord et une forte pente, facteurs aggravants, en cas de difficultés de circulation. Deux épisodes de formations de congères en janvier (3 jours du 26 au 28 janvier) et février 2005 (3 jours du 15 février au 17 janvier) ont conduit à la fermeture de l'A75 à toute circulation.

Dans un premier temps, la décision de mettre en place des barrières à neige a été prise. Leur implantation, très sensible à la direction du vent, a fait l'objet d'une analyse des données météorologiques, issues de la station météorologique implantée au Col de La Fageole, couplée à une enquête de terrain auprès des agents de la direction interdépartementale des routes (DIR). Ce travail a permis une première proposition d'implantation de barrières sur plus de 2 km.

Pendant 6 ans, ce dispositif a été suivi et amélioré. Cependant, l'efficacité des barrières à neige étant très sensible à l'orientation du vent, il est rapidement apparu, au regard d'expériences passées, que l'implantation de bandes boisées constituerait une meilleure solution en termes de viabilité hivernale sur ce site où les vents varient de nord-ouest à nord-est.

En effet, en 1990, une bande boisée de 260 m avait été mise en place le long de la RN9 devenue depuis l'A75. La bande boisée située aujourd'hui à 25 m de la chaussée, joue parfaitement son rôle. Toutefois, la mortalité des basses branches commence à se faire sentir et un dépressage est devenu nécessaire.

Fort de cette expérience, l'article présente donc, sur un cas concret, un bilan de cette pratique de lutte contre les congères et le projet actuel qui vise à remplacer les barrières existantes par des bandes boisées constituant une solution plus pérenne qui s'intègre par ailleurs davantage dans le paysage.

1. L'A75 ET LA CLIMATOLOGIE DU CANTAL : UNE DIFFICILE RENCONTRE...

1.1. L'A75

L'A75 relie Clermont-Ferrand à Béziers en 3h20 (340 km). Axe de transit nord-sud, attractif par sa gratuité mais aussi par la qualité paysagère des sites traversés de montagne, par l'ouvrage exceptionnel qu'est le viaduc de Millau seul élément soumis à péage, elle est un itinéraire touristique très prisé, ainsi qu'un axe économique de plus en plus en concurrence avec l'A7 notamment, évitant Lyon et ses bouchons.

Autoroute de montagne, avec 45 km à plus de 1 000 m d'altitude, l'A75 passe par le col de la Fageole (alt : 1107m), l'un des deux points les plus élevés de l'itinéraire avec le col des Issartets (alt : 1121m) qui est le plus haut col autoroutier d'Europe !

Outre le handicap de l'altitude, Le col de la Fageole présente différentes caractéristiques propices à la formation des congères [1] :

- Peu protégé des vents il constitue de vastes zones d'emprises de neige (il est entouré de vastes plateaux presque dénudés),
- profils en déblai,
- une orientation Nord et une forte pente, facteurs aggravants, en cas de difficultés de circulation

Une station météorologique de la DIR Massif Central située au niveau du Col de La Fageole permet l'enregistrement des vitesses et directions du vent ainsi que de la température spécifique de ce secteur du Cantal.

1.2. La climatologie du Cantal [2]

Le Cantal est le premier grand obstacle naturel que les vents d'ouest rencontrent en venant de l'Océan et il possède donc un climat différent selon le côté où l'on se trouve : l'ouest alimenté par d'abondantes précipitations venues de l'Atlantique est bien arrosé et doux tandis que l'est est beaucoup plus sec et frais, les précipitations tombant en abondance sur le relief central. À cela il faut ajouter l'effet de l'altitude : le climat est donc assez froid en hiver. Dans la partie centrale du département, c'est-à-dire sur les plus hautes terres, les altitudes dépassent facilement 1000 mètres. Le froid y est vif et la neige tombe fréquemment : sur les hauteurs du Cantal, le nombre de jours de chute de neige est proche de 50 vers 1000 m d'altitude et dépasse 70 au dessus de 1200 m d'altitude, ce qui est comparable à la situation rencontrée dans les Alpes à altitude équivalente. Cependant les apports neigeux restent modestes. Si les chutes de neige sont fréquentes celles qui contribuent efficacement à la croissance du manteau neigeux restent marginales : elles sont inférieures à 150 cm entre 1000 et 1200 m. Qu'à cela ne tienne : en matière de formation de congères, ce n'est pas la hauteur qui compte mais la quantité de neige disponible et la présence de vent. Les vastes zones dénudées de la Planèze de Saint Flour sont soumises aux vents du Nord et du Sud : tous les ingrédients sont donc présents pour favoriser la formation de congères.

Deux épisodes de formations de congères en janvier (3 jours du 26 au 28 janvier) et février 2005 (3 jours du 15 février au 17 janvier) ont conduit à la fermeture de l'A75 à toute circulation. Les photographies 1, 2 et 3 permettent d'avoir un aperçu des conditions rencontrées durant ces quelques jours.



Photographie 1 - 27 janvier 2005 / A75 Col de La Fageole sens nord-sud (source : DIR Massif Central)



Photographie 2 - 16 février 2007 / A75 Col de La Fageole sens nord-sud (source : DIR Massif Central)



Photographie 3 - 27 janvier 2005 / Aire de Montchauvet (source : DIR Massif Central)

2. LES MOYENS DE LUTTE CONTRE LA FORMATION DE CONGERES : PLUS DE 100 ANS D'EXPERIENCE

La technologie des protections pare-congères est ancienne. L'article le plus ancien dont nous ayons connaissance a été rédigé en 1864 par Nordling. Il relate une mission en Allemagne où la question du transport de neige s'est imposée avec force dès l'origine des chemins de fer. Les observations de terrain ont permis de tirer les premières règles d'ingénierie (plantation, profils en travers et écrans pare-congères) qui seront par exemple repris par Morard en 1896 pour la protection du chemin de fer de Lus-la-Croix-Haute (Figure 1). Aux Etats-Unis, les premières études remontent à 1905 à l'instigation de "The Great Northern Railway Company" et se développent jusqu'au milieu des années trente. Il est vrai que la quasi-inexistence d'engins adaptés rend le déneigement laborieux et stimule l'ingéniosité des différents gestionnaires. Puis les premières fraiseuses font leur apparition dans les années cinquante. Le déneigement reste un travail titanesque mais il est vraisemblable que le développement de la technique conduit à un ralentissement de la mise en place de moyens de protection.

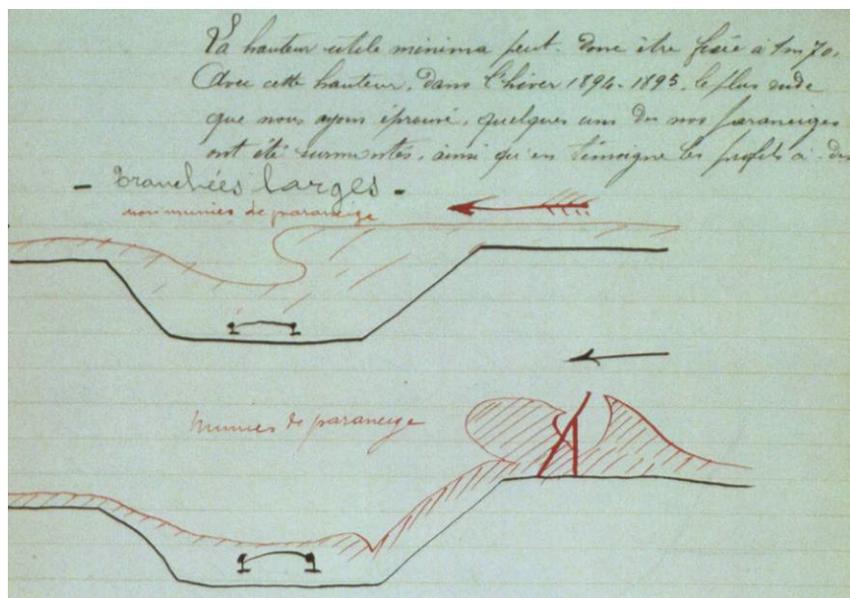


Figure 1 - Extraits du rapport de M. Morard (source archive gare de Lus-la-Croix Haute)

2.1. Les barrières à neige [3], [4], [5], [6]

Les dispositifs pare-congères les plus largement étudiés ont été sans aucun doute les barrières à neige. Le principe de fonctionnement est le suivant : lorsque le vent arrive au niveau de l'ouvrage, son écoulement est modifié ; il y a formation de zones tourbillonnaires accompagnées d'une réduction de la vitesse moyenne. La neige transportée par le vent se dépose donc dans ces zones de réduction de vitesse situées avant la barrière (on parlera alors de congères au vent) mais surtout après (on parlera alors de congères sous le vent). Les principaux résultats sont synthétisés dans la norme française [4] « Barrière à neige » (NF- P95-305) et présentés dans les paragraphes suivants.

Le tablier d'une barrière à neige (nappe ajourée traversée par le vent dont elle perturbe l'écoulement) se définit principalement par sa hauteur, sa garde au sol et sa porosité.

La porosité et la garde au sol sont dites optimales, lorsque, pour une hauteur donnée, la barrière à neige permet d'obtenir un dépôt de neige de volume maximal par mètre linéaire. La porosité ou indice des vides est le rapport en pourcentage de la surface des vides sur la surface totale. L'indice des vides a une influence directe sur la forme des congères générées par les barrières à neige. Pour une vitesse de vent donné, lorsque la porosité

augmente, les congères deviennent plus longues et moins épaisses (Figure 2). La porosité optimale est comprise entre 40 et 60%.

La garde au sol est l'espace laissé libre entre le bas du panneau constituant la barrière et le niveau du sol. Son rôle est double : en accélérant le vent sous la barrière, elle permet d'obtenir des congères plus longues et moins épaisses (ce qui rejoint l'effet produit par la porosité) et de limiter le tassement de la neige sur la barrière (Figure 3).

La hauteur optimale de la garde au sol est la hauteur moyenne d'une chute de neige sans vent ; en effet, il ne faut pas que la garde au sol soit enfouie sous la neige sans quoi son effet serait annulé.

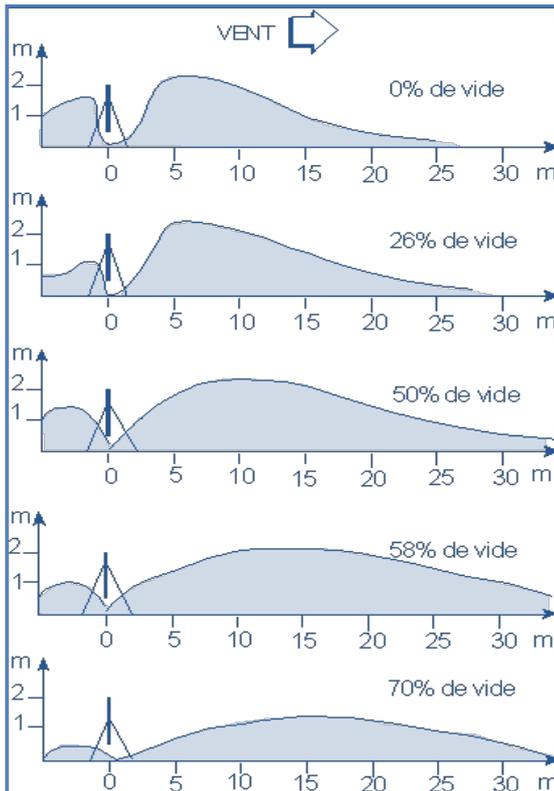


Figure 2 – Effet de la porosité

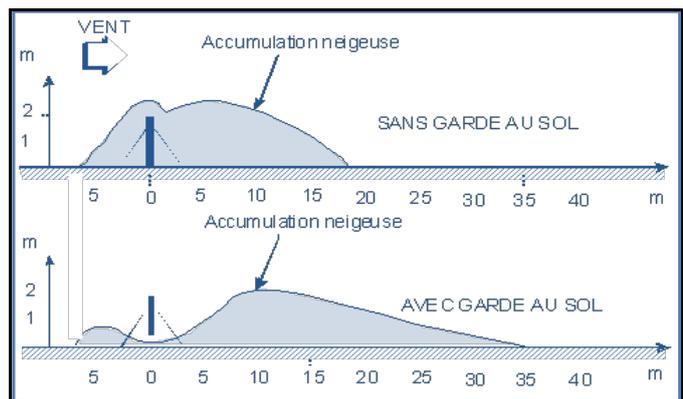


Figure 3 – Effet de la garde au sol

Il apparaît donc que pour obtenir un maximum d'efficacité, une barrière à neige de hauteur H doit avoir une porosité de 40 à 60% et une garde au sol d'une hauteur égale à la chute moyenne de neige sans vent.

Dans ces conditions et en terrain plat, la longueur de la congère à saturation est de $25 H$ et le volume de neige accumulé à saturation est de $20 H^2$ par mètre linéaire de barrière.

Lors de l'implantation de barrières à neige, plusieurs questions vont se poser. Quelle hauteur, quelle longueur, quelle orientation et quel type de barrières à neige ?

Une barrière à neige doit avoir une longueur suffisante, généralement supérieure à 20 fois la hauteur de la barrière, afin que les effets de bord soient limités par rapport à la quantité de neige accumulée. Elle doit être placée perpendiculairement à la direction du vent responsable du transport. Son efficacité diminue progressivement lorsque l'on s'éloigne de cette configuration : lorsque l'angle α entre la direction du vent et la barrière forme un

angle de 45° , la congère disparaît quasiment. Pour des valeurs de α supérieures à 20° , les barrières devront être disposées en arrête de poisson (Figure 4) de telle sorte qu'elles restent perpendiculaires à la direction du vent dominant avec une zone de recouvrement suffisamment importante entre elles. Ceci conduit à des ratios « longueur de barrières sur longueur de route à protéger » importants et cette solution est rarement adoptée par les gestionnaires, soit par méconnaissance, soit par les contraintes supplémentaires qu'elle induit. C'est pourtant la seule solution qui soit efficace.

Il apparaît donc nécessaire de bien étudier la direction des vents dominants avant d'implanter une barrière à neige. Par ailleurs, la barrière à neige doit être placée suffisamment loin de la voie à protéger, afin que la congère n'aille pas mourir sur la route augmentant ainsi les difficultés. La distance minimale préconisée est de $25 H$ (soit la longueur maximale de la congère générée par la barrière).

L'avantage des barrières à neige est leur efficacité immédiate du point de vue de la formation des congères. Par contre, elles n'auront que très peu d'effets sur la visibilité. En France, différents types de barrières à neige sont disponibles. On distingue ainsi les barrières à lattes verticales (barrières châtaigner), les barrières à lattes horizontales (barrières type CEMAGREF, barrières Gaillard-Rondino), et les barrières à mailles (barrières synthétiques).

2.2. Les haies et boisements pare-congères [7], [8]

Les barrières à neige peuvent être remplacées par des haies. Traditionnellement, ce sont des espèces à feuilles persistantes et denses (de type résineux) qui sont utilisées. Du fait de la similitude de fonctionnement aérodynamique entre barrières à neige et haies, des haies plus poreuses (feuilles caduques) peuvent être utilisées [7]. Cependant, si les haies s'intègrent dans le paysage et cumulent d'autres avantages pour la faune et la flore, elles impliquent d'avoir la maîtrise foncière des zones sur lesquelles elles sont implantées (ou du moins elles requièrent un accord avec les propriétaires) et elles nécessitent un certain nombre d'années avant d'être efficaces (plants de 1.5 à 3 m de haut). Dans certains cas, on peut donc accompagner la plantation de la mise en place de barrières à neige qui auront un rôle protecteur immédiat, les plantations prenant le relais ultérieurement. Mais attention, les dépôts de neige générés sur les plants ne devront pas dépasser 1.5 m pour ne pas exercer une pression excessive sur les plants.

Les bandes boisées peuvent également limiter la formation des congères en bloquant la neige au vent du peuplement. Elles sont caractérisées par des plantations larges et denses (au minimum cinq rangées de résineux ou dix rangées de feuillus). L'air s'engouffre dans le massif d'arbres et s'élimine progressivement par les cimes. Du côté sous le vent, la protection s'étend sur 20 à 30 fois la hauteur du peuplement (Figure 4). Il y a non seulement interception de la neige soufflée dans la bande boisée, mais aussi du brouillard et de la bruine, d'où un accroissement de visibilité particulièrement significatif, améliorant ainsi confort et sécurité de l'usager. Cet accroissement de visibilité n'a jamais été quantifié précisément. Par ailleurs un tel dispositif est moins sensible à la direction du vent qu'une barrière ou qu'une haie : il est efficace pour un angle α de quasiment de $+ ou - 90^\circ$. Par contre, une bande boisée bordant une route peut favoriser la formation de verglas dangereux pour l'automobiliste.

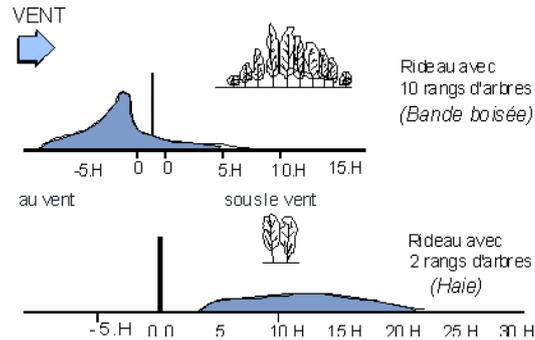


Figure 4 - Profils d'accumulations de neige interceptée par des rideaux d'arbres

3. LA STRATEGIE DE PROTECTION UTILISEE AU COL DE LA FAGEOLE [1]

Suite aux épisodes de transport de neige par le vent de janvier et février 2005, l'A75 a été fermée à la circulation pendant plusieurs journées consécutives. Il a donc été décidé de mettre en place des dispositifs pare-congères dès la saison hivernale 2005-2006. Etant donné le très court délai entre l'étude et le début de la saison hivernale, la mise en place de barrières à neige a été le seul moyen de lutte contre la formation des congères qui a été étudié dans le cadre de cette étude.

3.1 Vents responsables de la formation des congères et cartographie des zones de congères

Lors des épisodes de janvier et février, l'analyse des formes des accumulations complétée par les données de la centrale météo a montré que les vents responsables de la formation de congères avaient été des vents de nord à nord-est. Par ailleurs une enquête auprès des agents responsables du déneigement a permis d'établir une cartographie des zones de congères sur l' A75 au niveau du Col de la Fageole. Si les zones de formation de congères ont été bien identifiées, il a par contre été plus difficile d'estimer les directions des vents leur ayant données lieu. La direction nord-ouest est également apparue comme étant susceptible d'entraîner la formation de congères.

Toutes les zones de congères cartographiées ne se trouvent pas dans des zones en déblai et le vent responsable de la formation des congères n'est jamais véritablement perpendiculaire à la direction de la chaussée. L'importance des zones d'emprise de neige conjuguée à des vents forts fréquents fait que des configurations qui ne seraient pas foncièrement défavorables en zone de plaine le deviennent. Les vents à risque n'étant pas perpendiculaires à la chaussée, l'implantation de barrières à neige a été faite en « arrêtes de poisson ». Les vents dits de projets sont les vents du nord et du nord-est. Mais il faut également veiller à ce que l'implantation des dites barrières ne vienne pas aggraver le risque de formation de congères sur la chaussée par vent de nord-ouest.

3.2 Choix et implantation des barrières à neige

Une étude menée dans les années 1980 à Besse-en-Chandesse [3] avait montré que les barrières à neige d'une hauteur de 2 mètres et d'une garde au sol de 30 cm étaient adaptées aux conditions climatiques du Massif central. Les zones, sur lesquelles

l'implantation de barrières à neige était projetée, étaient soit des pâturages, soit des zones de culture ; les barrières à neige ne pouvaient donc être que des barrières démontables et dont la mise en place provoque un minimum de dégâts sur la parcelle. Dans le cadre des réponses à l'appel d'offre, seul un type de barrières à neige (Photographie 4) répondait à ces exigences. Ainsi, pour couvrir les 2600m de barrières, des conventions d'occupation temporaire, impliquant des indemnités financières à hauteur de 13k€, ont été passées avec les propriétaires.

Lorsque la chaussée (Figure 5) a une orientation nord-est sud-ouest (zones A à B), le vent le plus problématique est celui du nord. C'est donc contre ce vent que les barrières ont été implantées sur ces zones. Puis la chaussée (zones C et D) prend une orientation nord-ouest sud-est et c'est alors le vent du nord-est qui devient problématique. Sur ces zones les barrières mises en place le sont donc contre des vents du nord-est. Bien que n'ayant pas été signalée comme zone de formation de congères, la zone E a été équipée car le profil en déblai de faible hauteur à la sortie du virage en direction du sud conjugué à l'orientation sud-est nord-ouest de la chaussée rendait cette zone potentiellement dangereuse par vent de nord. Les observations ultérieures nous ont donné raison sur ce point (Figure 7).

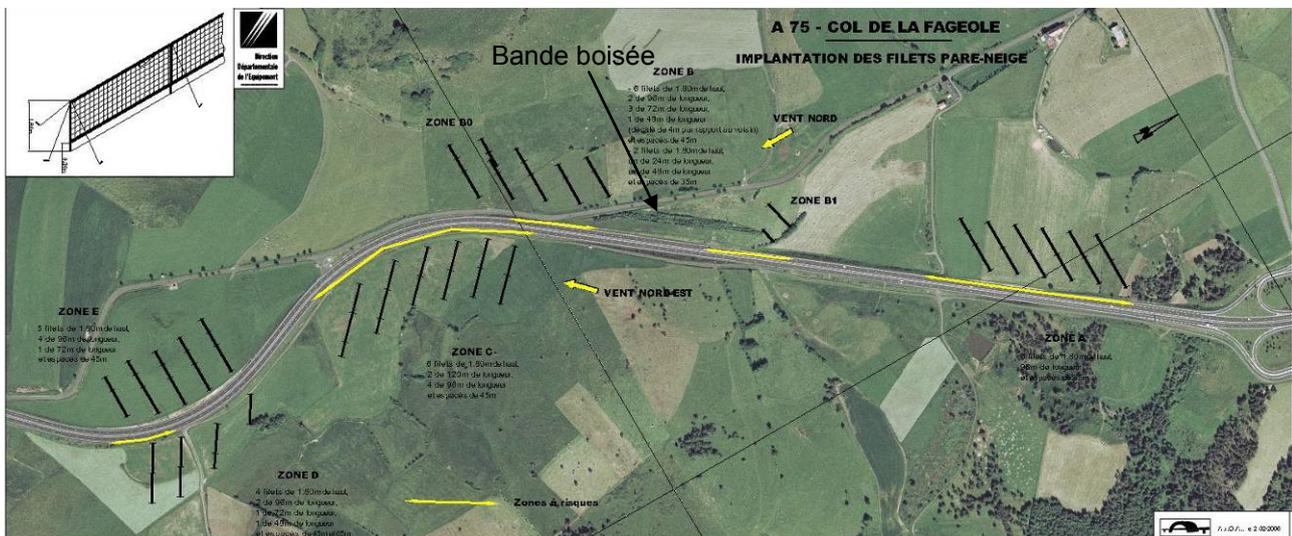


Figure 5 – Identification des zones à risques et dispositifs de protection proposés en 2006

En 1990, des problèmes de congères se posaient déjà sur la route nationale 9 (RN9) au niveau du Col de La Fageole. La RN9 était initialement protégée avec une rangée de barrières à neige qui en 1990 avait été remplacée par une bande boisée de 260 m de long, constituée de quatre à six rangées d'épicéas communs, de Picéas Pungens, de pins à crochet, de pins noirs, de genêts, d'aulnes et de noisetiers [9] (photographie 5). Vingt ans plus tard, la RN9 est devenue l'A75, et la bande boisée située désormais à 25 m de la chaussée, joue son rôle. Cependant, on verra par la suite qu'elle commence à présenter des signes de faiblesse.



Photographie 4 - Barrière à neige au Col de La Fageole (source IRSTEA)



Photographie 5 - Bande boisée au col de La Fageole (source IRSTEA)

4. SUIVI ET EVOLUTION DU DISPOSITIF [10]

Un suivi a été assuré par les agents gestionnaires de la A75, et par IRSTEA jusqu'en 2010. L'épisode de janvier 2005 ne s'est pas reproduit avec la même intensité. L'épisode le plus significatif et riche d'enseignements s'est déroulé en février 2010. Il a notamment permis d'identifier de nouvelles zones de formation de congères. Ces visites ont conduit à une amélioration du dispositif présenté sur la figure 7.

4.1 Vents responsables de la formation des congères

Il est confirmé que les vents responsables de congères sont les vents de nord et nord-est. La composante nord-ouest voire sud-ouest a également été enregistrée.

On peut citer un exemple caractéristique du Col de la Fageole (2 janvier 2006) riche en enseignements. Le vent de direction nord-ouest en début de journée tourne au nord puis au nord-est en fin de journée. La moyenne de la vitesse du vent est de 23 m/s (83 km/h) pour un vent maximum enregistré de 43 m/s (155 km/h) !

Les intensités des vents sont fortes conduisant parfois à une efficacité limitée des barrières poreuses par rapport à des obstacles naturels plus denses. L'espacement conseillé de 25 H dans la norme barrières à neige a été ramené à 20 H.

Les vents quasiment parallèles à la chaussée restent problématiques. Lors de l'hiver 2006-2007, la reprise de neige entre la bande boisée et l'A75 (photographie 8) a conduit à la formation d'une langue de neige sur la voie lente au niveau de la zone B0 (changement de courbure de la voie). La mise en place de barrières à neige placées perpendiculairement à la bande boisée permet de palier cet inconvénient.

4.2 Tenue des barrières à neige

La première année, suite à un épisode de brouillard givrant fin décembre, certains filets sont tombés de leur support. Le fabricant est donc intervenu. Un système de crochets supplémentaires, dits anti-givre, a été conçu et mis en place afin de renforcer le système. Au cours des années certains filets ont été endommagés représentant un renouvellement moyen de 15% du linéaire par an, mais globalement le parc s'est bien comporté. Il est important de souligner que pour une efficacité maximale, les barrières à neige doivent être vérifiées au cours de l'hiver et retendues (photographie 6).



Photographie 6 – Les barrières s'affaissent et se déchirent lorsqu'elles ne sont pas tendues correctement

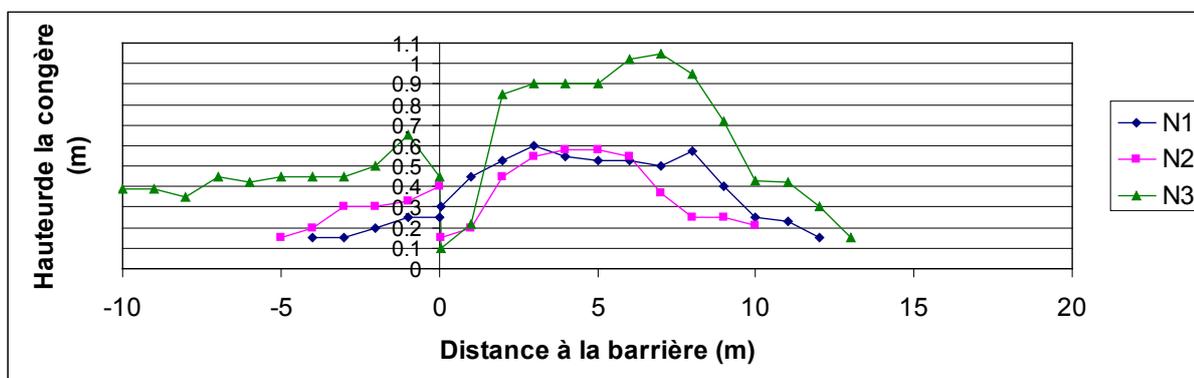


Figure 6 – Exemple de forme de congères - 16 février 2010 / Zone N – Relevé des hauteurs de la barrière à neige B11 (Source : IRSTEA)

4.3 Intérêt des bandes boisées

Dès le premier suivi en 2006, l'intérêt des bandes boisées avait été souligné. L'efficacité des barrières à neige est très sensible à l'orientation du vent variable sur ce site (de nord-ouest à nord-est). La mise en place de bandes boisées, du type de celle installée dans la zone B, est plus efficace car moins sensible à la direction du vent. Au cours des suivis hivernaux, notamment durant l'hiver 2007-2008, un autre argument militant en faveur des bandes boisées est apparu. Les caractéristiques des barrières à neige (notamment la porosité et la garde au sol) sont régies par la norme NF P95-305 qui préconise une

porosité optimale comprise entre 40 et 60%, car elle permet d'accumuler le volume maximal de neige pour un vent moyen. Lors d'épisodes de vents violents, comme cela a été le cas en 2008, ce seuil diminue. Il n'existe actuellement pas d'études théoriques ou de modélisations physiques en soufflerie permettant d'optimiser la valeur de la porosité en fonction de la vitesse de référence. Toujours est-il que pour cet épisode présentant un vent moyen sur 3 jours de 10 m/s et des maxima de 22 m/s, les barrières se sont révélées relativement inefficaces. Or une bande boisée est moins sensible aux épisodes de vent violent. De plus la visibilité des automobilistes sera meilleure dans une zone protégée par des bandes boisées que dans une zone protégée par des barrières à neige (observation empirique non quantifiée).

Cependant une bande boisée nécessite également d'être entretenue, ce qui n'a pas été fait dans le cas de l'A75 et qui commence à conduire à une faiblesse. En effet l'épisode de février 2010 a ainsi permis de constater que les basses couches de la bande boisée ne sont plus assez denses, ce qui laisse passer la neige et conduit à la formation de congères sous le vent. Cela s'explique par le fait que les résineux gérés en peuplement se dégarnissent à la base s'ils sont trop en concurrence (il faut que la lumière arrive jusqu'à la base des arbres pour maintenir les branches basses en vie). Or, l'efficacité de ces bandes boisées dépend justement de cette bonne densité de branches basales. Pour éviter ce risque d'élagage naturel des branches basses, il est suggéré, en fonction de la croissance des plants, d'effectuer un dépressage qui consiste à supprimer un arbre sur 2. Il est également pertinent d'anticiper le renouvellement de ces bandes résineuses en plantant des essences résineuses d'ombre (sapin pectiné) ou du hêtre à la place des plants coupés. Cela permet à ces plants de constituer un sous-étage qui prendra à terme la place des résineux implantés en premier. Cette gestion sylvicole est indispensable pour éviter le problème d'élagage naturel et le risque de disparition des bandes boisées après une tempête par exemple.



Photographie 7 - 16 février 2010 / Zone située à l'est de la bande boisée : les congères se forment sous le vent de la bande boisée. La flèche rouge indique la direction du vent (Source : IRSTEA)

4.4 Etat du dispositif en 2012

Les observations menées au cours des différents hivers, indispensables dans le cadre d'une telle étude et bien souvent omises, ont permis d'avoir une meilleure connaissance de l'aérodynamisme du site et d'améliorer le dispositif (Figure 7). L'intérêt des protections par boisements par congères a également été montré. Tous les éléments étaient donc présents pour s'orienter vers une solution plus pérenne, plus efficace, s'intégrant d'avantage dans le paysage et à terme moins coûteuse, les indemnités et coûts de pose et de dépose des filets représentant un budget d'environ 35k€ par an.

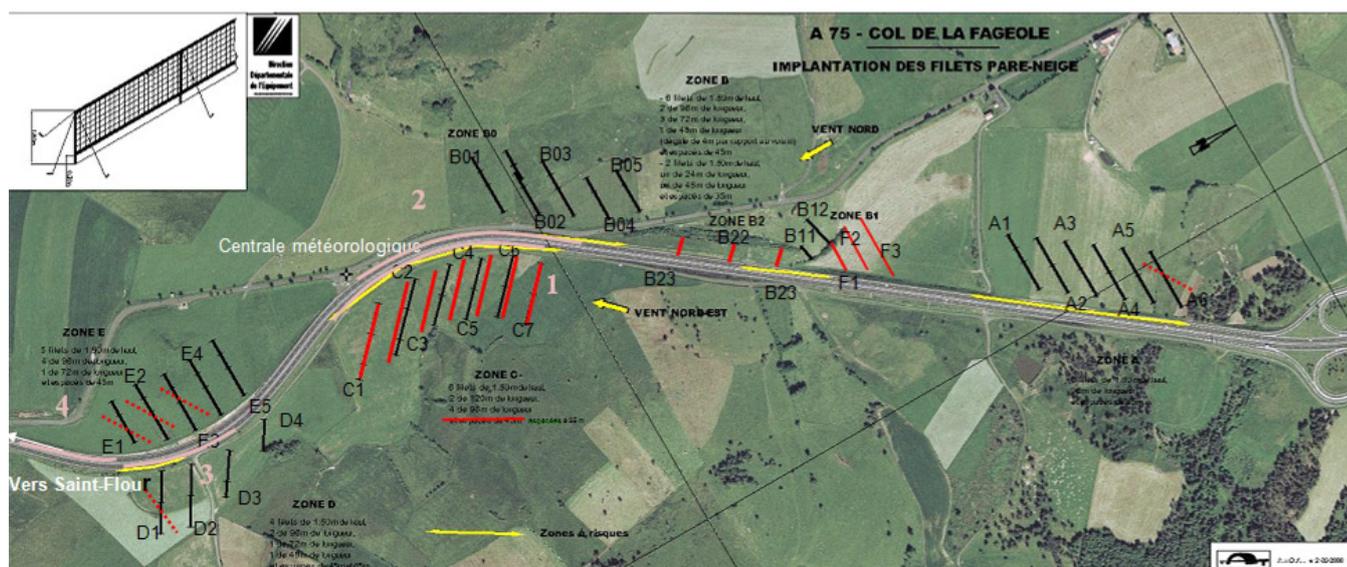


Figure 7 – Identification des zones à risques en 2005 (en jaune), emplacement des dispositifs de protection proposés en 2005 (en noir) puis modifiés en 2007 et 2008 (en rouge). Les pointillés rouge indiquent les barrières qui ont été enlevées et transférées vers d'autres zones. En rose figurent les zones de formation de congères identifiées après l'épisode de février 2010.

4. VERS UN NOUVEAU PROJET DE PROTECTION

Le cahier des charges de la DIR Massif Central était le suivant :

- Les protections pare-congères doivent être des haies et/ou des bandes boisées.
- Les protections pare-congères de l'A75 ne doivent pas aggraver la formation de congères sur la RD (par rapport à la situation de janvier 2005).
- Avant d'atteindre leur taille optimale de fonctionnement, les bandes boisées ne doivent pas aggraver la formation des congères sur l'A75 (par rapport à la situation de janvier 2005) sans pour autant qu'il soit nécessaire de mettre en place des barrières à neige. Ceci signifie donc que l'on accepte une situation de type janvier et février 2005 pendant la période de croissance des arbres.

Ces contraintes ont donc conduit aux préconisations présentées sur la figure 8.

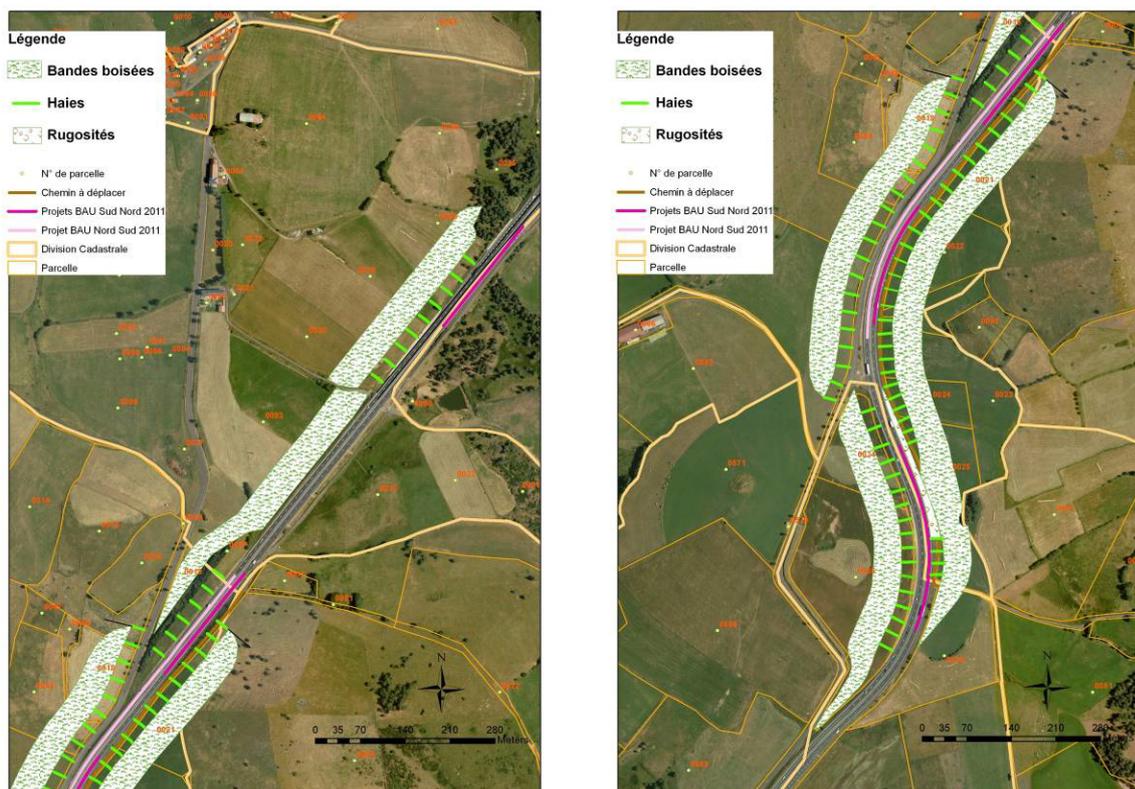


Figure 8 – Propositions de protections pare-congère végétales sur les zones Nord (à gauche) et Sud (à droite)

Les grandes lignes sont les suivantes :

Les bandes boisées sont situées à 20 m de la chaussée afin :

- de limiter la formation de verglas,
- d'éviter la formation de congères sur la chaussée pendant la période de croissance des arbres et arbustes (si les bandes boisées sont situées à 4-5 m de la chaussée, elles se comportent tout d'abord de façon analogue aux haies et génèrent des congères)
- d'éviter la formation de congères sur la chaussée après 20 ou 30 ans en cas de mauvais entretien (si les bandes boisées sont situées à 4-5 m de la chaussée et que les basses branches ne jouent plus leur rôle, il y a risque de formation de congères sous le vent de la bande boisée (photographie 7)).

Elles seront complétées par des haies transverses destinées à limiter à l'influence des vents quasiment parallèles à la chaussée en constituant des pièges à neige pour limiter son érosion. Des adaptations de ce schéma de principe sont faites en fonction de la topographie locale.



Photographie 8 - 30 janvier 2007 / Zone située entre la A75 et la bande boisée : la neige a été érodée (Source : IRSTEA) La flèche indique la direction du vent

Les bandes boisées à réaliser seront plus larges que la bande boisée actuelle implantée il y a 20 ans (qui fait 20 m de large, soit 5 à 6 rangées d'arbres)).

Pourquoi ? L'objectif est d'assurer une efficacité pérenne sur le long terme, ce qui n'est pas le cas sur la bande boisée existante car le nombre de rangs est limité. Or, la gestion à long terme d'une bande boisée est complexe car le renouvellement des résineux est nécessaire tous les 30 à 40 ans. La bande boisée actuelle ne permet pas ce travail de renouvellement car il sera délicat de couper et replanter plusieurs rangées tout en maintenant une bonne efficacité pare-neige de la bande boisée.

Nous proposons donc une bande boisée d'emprise supérieure (50 m étant l'idéal, 40 m étant le minimum), qui permettra de planter 10 à 13 rangées d'arbres. Un renouvellement régulier par bandes de 3 à 4 rangées sera aisé à mettre en place sur le long terme.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Suite à deux épisodes consécutifs de transport de neige par le vent ayant conduit à la fermeture de l'A75 au cours de l'hiver 2005, la décision de mettre en place des barrières à neige a été prise. Leur implantation, très sensible à la direction du vent, a fait l'objet d'une analyse des données météorologiques, issues de la station météorologique implantée au Col de La Fageole, couplée à une enquête de terrain auprès des agents de la direction interdépartementale des routes (DIR). Ce travail a permis une première proposition d'implantation de barrières sur plus de 2 km. Pendant 6 ans, ce dispositif a été suivi et amélioré. Cependant, l'efficacité des barrières à neige étant très sensible à l'orientation du vent et le coût d'exploitation étant important, il est rapidement apparu que l'implantation de bandes boisées constituerait une meilleure solution. L'expérience accumulée lors des suivis de barrières à neige a permis de proposer une implantation qui à terme constituera une protection efficace contre la formation des congères.

RÉFÉRENCES

1. Naaim-Bouvet F. (2006). Implantation de barrières à neige au Col de La Fageole. Rapport d'expertise pour le compte de l'arrondissement interdépartemental des ouvrages d'art de l'A75,, 35 p.
2. Serre F. (2001). La neige dans le massif central. Presses Universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 2003 p.
3. Naaim-Bouvet F. et M. Naaim (2000). Transport de la neige par le vent : Connaissances de base et recommandations», dans La Neige : Recherche et Réglementation, Presses des Ponts et Chaussées/ Cemagref Editions, 2000, pp. 65-151.
4. NF P95-305 Décembre 1992, Équipements de protection contre les avalanches – Barrière à neige – Spécifications de conception.
5. Naaim-Bouvet F. et M. Truche (2014). Guide ouvrages à vent paravalanches. URL : <http://www.avalanches.fr>
6. Naaim-Bouvet F. et M. Truche (2013). Guide technique « Ouvrages à vent en zone de montagne », Proceedings de l'International Snow Science Workshop, 7-11 Octobre 2013, Grenoble-Chamonix Mont-Blanc.
7. Naaim-Bouvet F. et P. Mullenbach (1998). Haies pare-congère : Etude expérimentale in situ. Revue forestière française, n°3, pp. 263-276.
8. Naaim-Bouvet F., Monier S. et S. Ougier (2010). Haies et boisements pare-congères : de la théorie à la pratique. Revue SET, 2010, no. 02, pp. 78-89. URL : <http://www.set-revue.fr/haies-et-boisements-pare-congeres-de-la-theorie-la-pratique>
9. Naaim-Bouvet F., Monier S. et S. Ougier (2010). Focus : Bande boisée du Col de La Fageole. Revue SET, no. 02, pp. 90. URL : <http://www.set-revue.fr/focus-bande-boisee-du-col-de-la-fageole>
10. Naaim-Bouvet F. et S. Monier (2013). Propositions d'implantations de plantations pare-congères au col de La Fageole, rapport d'expertise pour le compte de la DIR Massif Central, 46 p.