

Annales des ponts et
chaussées. Mémoires et
documents relatifs à l'art des
constructions et au service
de l'ingénieur

France. Conseil général des ponts et chaussées. Auteur du texte.
Annales des ponts et chaussées. Mémoires et documents relatifs
à l'art des constructions et au service de l'ingénieur. 1865.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter utilisation.commerciale@bnf.fr.

ANNALES

DES

PONTS ET CHAUSSÉES

MÉMOIRES ET DOCUMENTS

RELATIFS

A L'ART DES CONSTRUCTIONS
ET AU SERVICE DE L'INGÉNIEUR.

N° 105

NOTE (*)

*Sur les moyens de prévenir les amoncellements de neige
sur les chemins de fer.*

Par M. NORDLING, ingénieur en chef du réseau central
de la compagnie du chemin de fer d'Orléans.

Exposé. — Les habitants du Cantal ont beaucoup insisté sur la nécessité de tenir le plus grand compte, dans la détermination du tracé à travers le Lioran, du danger résultant des amoncellements de neige sur la future voie de fer, mais ils n'ont formulé aucun principe propre à atteindre le but. Les renseignements recueillis, de son côté, par la compagnie d'Orléans étant vagues et parfois contradictoires, j'ai voulu chercher un surcroît de lumière en Allemagne où la ques-

(*) Note présentée à l'appui du tracé définitif de la section de Murat à Aurillac.

Annales des P. et Ch., 4^e série, 5^e ann. 4^e cah. MÉM. — TOME X. 1

tion des neiges s'est imposée avec une grande force dès l'origine des chemins de fer. A cet effet, je me suis rendu à Vienne au moment de l'assemblée bis-annuelle des ingénieurs allemands et j'ai visité les lignes de Strasbourg à Vienne avec la traversée de « l'Alpe de Souabe, » et de Vienne à Trieste avec la double traversée des Alpes noriques au Semmering et des Alpes juliennes au Karst. J'ai parcouru à pied les parties les plus importantes de ce dernier passage en compagnie du personnel de l'entretien.

I. TRAVAUX DE DÉFENSE EXÉCUTÉS OU PROJÉTÉS EN ALLEMAGNE.

Plateau Souabe.

Entre Stuttgart et Ulm le chemin de fer traverse la chaîne dite Alpe de Souabe, qui forme un vaste plateau à 600 mètres au-dessus de la mer, où la neige est habituellement si abondante que les diligences même sont placées sur des traînaux et que le matériel des communes comprend à côté de la pompe à incendie un chasse-neige à traction de chevaux (bahnschlitten) sans lequel les communications vicinales seraient fréquemment interrompues.

Le chemin de fer gravit le plateau souabe au moyen d'un plan incliné fort connu de 22 millimètres sur environ 7 kilomètres.

Plantations. — Le premier ouvrage de défense contre la neige qu'on rencontre est une plantation de sapins établie sur les deux crêtes du remblai de 10 à 15 mètres qui précède la station de Geislingen (pied de la rampe). Il paraît que ce remblai, situé à l'embouchure d'une vallée latérale, est exposé à des vents violents soufflant des deux côtés.

Des plantations analogues s'aperçoivent également le long de certaines petites tranchées du plateau supérieur, mais aucune mesure n'a été prise dans l'étendue du plan incliné, appuyé contre un flanc de coteau escarpé. Jamais pourtant la circulation n'est interrompue.

Ce premier exemple vient corroborer une opinion qui paraît passer à l'état d'axiome en Allemagne : c'est que la neige n'est redoutable que dans les plaines et les pays ouverts et non dans les montagnes. Il est vrai qu'en Allemagne les montagnes sont généralement boisées.

Ligne du Brenner.

Le chemin aujourd'hui en construction à travers les Alpes rhétiques par le col du Brenner part de la gare d'Innsbruck à la cote 579 mètres, s'élève avec une rampe de 25 millimètres jusqu'au faite séparatif qu'elle franchit en remblai à l'altitude de 1567 mètres, et s'abaisse ensuite avec une déclivité maxima de 22 millimètres $1/2$ pour aller gagner à la cote 262 la gare de Botzen, aujourd'hui tête de ligne de l'embranchement rejoignant Vérone par la vallée de l'Adige. C'est donc un chemin de premier ordre d'une importance européenne. Sur tout son parcours de 123 kilomètres entre Innsbruck et Botzen, la ligne du Brenner se trouve absolument dans les conditions des chemins alpestres, tantôt au fond d'une gorge étroite, tantôt sur le flanc de coteaux à pic, tantôt dans la région des avalanches.

Les habiles ingénieurs de cette ligne, qui par leurs antécédents en Suisse ont une expérience toute spéciale des neiges, se sont livrés à des études locales fort détaillées, au bout desquelles ils ont adopté deux genres d'ouvrages spéciaux :

1° A l'emplacement bien connu des avalanches, des tunnels en maçonnerie, à parement vu extérieur d'un côté, et recouverts d'un plan incliné également en maçonnerie (*fig. 1 et 2, Pl. 108*).

2° Aux endroits où les gelées décomposent les rochers et détachent des fragments mêlés de glaçons qui pourraient rouler sur la voie, des digues en terre ou en charpente (*fig. 3 et 4, Pl. 108*).

Quant aux amoncellements de neige dus à l'effet du vent, les ingénieurs de la construction du Brenner ne s'en préoccupent en aucune façon; ils sont convaincus que ces effets seront peu redoutables et pourront toujours être efficacement combattus, soit par des plantations, soit par des parois en planches.

Passage du Semmering.

Dans la plaine qu'on traverse au départ de Vienne, on remarque çà et là quelques digues ou parois dont la hauteur atteint à peine 1^m.50

On est d'autant plus étonné, à partir de la gare de Gloggnitz, c'est-à-dire sur le parcours proprement dit du fameux passage alpestre, de ne plus apercevoir aucune trace d'une défense contre la neige. On atteint pourtant au point culminant l'altitude de 895 mètres, et les cimes neigeuses des Alpes noriques s'aperçoivent çà et là à une faible distance.

Portes de Tunnel. On m'avait dit que les tunnels avaient dû être munis de portes pour être préservés de l'envahissement des neiges.

Le fait est que le grand tunnel culminant seul est muni d'une porte du côté de la Styrie, et cela dans le but unique de prévenir dans l'intérieur du tunnel la formation des stalactites de glace contre lesquels les mécaniciens s'étaient parfois heurtés.

Le même fait s'est également produit au grand tunnel du Hauenstein (Bâle-Olten) où, m'a-t-on dit, des rideaux ont été successivement ajoutés aux deux têtes.

Traversée du Karst.

Chose curieuse! Cette même ligne qui traverse le Semmering sans jamais être interrompue par la neige, sans même donner de souci à l'exploitation, devient à son extré-

mité méridionale, au bord de l'Adriatique, la terre classique des encombrements de neige. Nulle part ailleurs en Allemagne des effets aussi saisissants ne se sont produits.

Effets du vent. — Dès le premier hiver d'exploitation, et malgré quelques travaux de défense établis pendant la construction, la circulation des trains a été interrompue sur 52 points, entre Divacca et Adelsberg, sur une longueur de 42 kilomètres. Beaucoup de tranchées étaient comblées de neige, quelques-unes jusqu'à 8 mètres de profondeur, et on ne parvint à y dégager l'une des deux voies qu'après un labeur de trois jours effectué avec le concours des troupes et des populations. Peu après, la « Bora, » ce terrible vent du nord-est, auteur de tout le mal, se leva de nouveau et occasionna une seconde interruption qui ne devait pas être la dernière. Dans ce seul hiver de 1857-58 il y eut huit encombrements dont deux entraînent une interruption complète de plusieurs jours. Et pourtant on n'avait rien ménagé pour maintenir la circulation, car, si j'en crois les assurances qui m'ont été données, on a dépensé dans la campagne en question plus de 150 000 francs pour l'enlèvement des neiges. On se hâta du reste de profiter de la leçon, et dès le printemps 1858 on s'occupa d'un projet général de défense qui reçut aussitôt un commencement d'exécution. Les travaux consistaient exclusivement en « schneewands, » c'est-à-dire en écrans verticaux, les uns en maçonnerie, les autres en planches (*).

Les travaux exécutés ayant produit, l'hiver suivant, de bons résultats, on leur donna successivement une plus grande extension. Et comme, les années subséquentes, la durée des interruptions et les dépenses d'enlèvement allaient constamment en décroissant et avaient même fini par disparaître,

(*) Ces sortes d'écrans ne sont point une invention nouvelle. Ils sont également, et depuis longtemps en usage en France, sur les lignes de l'Est, certaines routes des Vosges, etc., etc.

on croyait déjà avoir atteint le but, quand tout à coup l'hiver extraordinaire de 1863-64 amena une nouvelle interruption générale de quatre jours et une dépense en main-d'œuvre de 12 à 15 000 francs. Cette épreuve décisive permit de juger le mérite des dispositions adoptées, et amena une découverte importante : c'est que la Bora, à laquelle dans les projets de 1858 on avait attribué une direction unique, non-seulement variait depuis le nord jusqu'à l'est (ce que tout le monde savait) mais affectait au même instant, sur certains points très-rapprochés, deux et même trois directions notablement différentes, presque contraires. Ce fait fut entr'autres constaté par des drapeaux plantés pendant la tourmente dans l'étendue de la gare d'Adelsberg, où l'anomalie semble devoir être attribuée au voisinage de plusieurs pics de montagne saillants. Les travaux de défense primitifs de cette gare durent donc être modifiés et complétés. Mais ces quelques insuccès partiels, loin de décourager les ingénieurs, ne semblent qu'avoir stimulé leur ardeur, et ils se croient sûrs aujourd'hui de mettre leur ligne en complète défense, du moins contre le vent régnant.

Cette dernière réserve est motivée par un fait curieux, constaté également l'hiver dernier. Une tranchée qui depuis l'origine de l'exploitation ne s'était jamais encombrée fut, par suite d'un écart anormal du vent, remplie de neige ; mais au moment où, après avoir dégagé les tranchées précédentes, les locomotives de secours arrivèrent avec le chasse-neige pour la débarrasser à son tour, la tranchée s'était vidée d'elle-même, balayée par le vent qui avait repris sa direction habituelle.

L'ambition des ingénieurs de la ligne du Karst ne va pas du reste jusqu'à obtenir une protection complète de leur ligne. Tout ce à quoi ils aspirent c'est d'éviter les interruptions de service et d'assurer le fonctionnement des chasse-neige. Tant que la profondeur ne dépasse pas 2 mètres, le chasse-neige en fait justice. Quelque extraordinaire que

le fait puisse paraître il m'a été affirmé par deux témoins personnels, à savoir qu'une fois le chasse-neige, vivement poussé par deux locomotives, avait victorieusement percé une courte tranchée remplie d'au moins 4 mètres de neige.

Chasse-neige du Karst. — Il faut dire que les chasse-neige du Karst (*fig. 5, 6 et 7, Pl. 108*) ont une disposition et des dimensions tout à fait exceptionnelles. Ce sont de grandes caisses en tôle montées sur un châssis à 6 roues qu'elles enveloppent de toute part jusqu'à quelques centimètres du dessus du rail, les roues d'avant étant d'ailleurs dépourvues de ressorts de suspension. Elles ont 5^m.20 de longueur, une largeur un peu supérieure à celle du gabarit et 1^m.80 de hauteur. L'avant affecte naturellement la forme d'un coin, mais moins aigu qu'autrefois et avec des évasements courbes qui rappellent parfaitement certaines charrues. Les faces latérales, qui présentent un fruit croissant de haut en bas, tendent à se charger du poids de la neige qu'elles soulèvent.

La nouvelle disposition évite complètement, paraît-il, la tendance au déraillement qui se manifestait autrefois dès que la neige était plus haute d'un côté que de l'autre, défaut qui a fait renoncer au chasse-neige sur un grand nombre de lignes. Ce qui prouve, du reste, que l'appareil perfectionné du Karst remplit bien son but, c'est l'usage étendu et général qu'on en fait. A la seule station d'Adelsberg il y en avait cinq sur une voie de garage, et j'en ai remarqué jusqu'à la station de Prosecco, située à la cote 258 mètres, au milieu des jardins et maisons de campagne des Triestins (*Pl. 107, fig. 1 et 2*).

On devine que l'emploi du chasse-neige entraîne le sacrifice de l'une des deux voies. Car non seulement la neige de l'entrevoie serait alternativement rejetée sur l'une et sur l'autre voie; mais il est arrivé des accidents aux trains qui rencontraient des chasse-neige en fonction sur l'autre voie. Aussi sur le Karst en a-t-on pris son parti: dès que la Bora commence à balayer la neige, la circulation est ré-

glementairement interceptée sur l'une des deux voies. On ne débarrasse la seconde voie qu'en chargeant la neige sur des trains de travaux ou plus communément encore sur des wagonnets poussés à bras.

Topographie du Karst. — L'exemple du Karst paraîtra sans doute au lecteur rien moins que rassurant ; mais pour quiconque a vu le pays, l'impression sera inverse. C'est, en effet, un pays tellement à part, d'une physionomie tellement extraordinaire, qu'on emporte la conviction que ce qui se passe là ne saurait se passer ailleurs. La montagne du Karst est un promontoire des Alpes juliennes, que le chemin de fer, arrivant de Vienne, traverse à 8 kilomètres avant Adelsberg à l'altitude de 603 mètres. A peine a-t-on passé le faite que la végétation disparaît successivement et qu'on arrive sur un plateau nu, formé d'un calcaire fendillé, à peine recouvert d'une herbe maigre et, çà et là, de quelques buissons chétifs. Ce calcaire est tellement perméable que les règles topographiques ordinaires sont en défaut. Les cours d'eau sont habituellement à sec, et certaines vallées n'ont pas d'issue, témoin celle de la rivière de Poik, qui s'engouffre dans les célèbres grottes d'Adelsberg. La culture s'est réfugiée au fond de vastes entonnoirs naturels (*dollines*) également sans issue.

Sauf ces accidents locaux, la surface du sol n'est pas abrupte, mais doucement inclinée, et la neige s'y dépose avec facilité. Sa chute est favorisée par le voisinage des Alpes et l'altitude des lieux, qui de 583 mètres à la gare d'Adelsberg, descend à 536 mètres à la station de Prestranek, remonte à 578 mètres à celle de Saint-Peter pour s'abaisser enfin à 433 mètres à Divacca, point extrême des travaux de défense. Sur ce plateau chargé de neige souffle un vent dont la violence ne semble avoir été égalee encore que dans la plaine de Narbonne, puisque ce sont les deux seuls points connus où des wagons ont été renversés, et, pour combler la mesure, ce vent souffle généralement dans le sens de la

pente du plateau et perpendiculairement au tracé du chemin de fer qui, pour gagner son développement, court de Saint-Peter à Nabresina dans la direction du sud-est au nord-ouest. A coup sûr, un tel concours de circonstances ne se retrouvera pas facilement.

L'impossibilité d'élever des plantations et l'abondance de la pierre expliquent le système des défenses adoptées.

Écrans en planches. — Les écrans en planches ont uniformément une hauteur de 5 à 6 mètres, et sont placés de 12 à 20 mètres du bord des tranchées à protéger. Les plus anciens (*fig. 3, 4 et 5, Pl. 107*), faits en planches neuves, revenaient de 20 à 24 francs le mètre courant. On en construit aujourd'hui en utilisant de vieilles traverses (*fig. 6, Pl. 107*). Toutes ces parois en planches, dont on aperçoit d'immenses files depuis Adelsberg jusqu'à Divacca (sur 42 kilomètres), sont destinées à être successivement remplacées par des écrans définitifs en maçonnerie.

Écrans en maçonnerie. — Ceux-ci ont également 5^m.50 de hauteur avec une épaisseur de 1^m.90 à la base, et de 0^m.85 au sommet (*fig. 7, Pl. 107*). Leur calotte supérieure seule est hourdée; le reste est à pierre sèche. Eu égard aux ressources de la localité, ils ne reviennent que de 30 à 40 francs par mètre courant. Il y aurait donc avantage économique à les exécuter de suite, au lieu des parois en planches; mais comme leur exhaussement n'est guère praticable et que leur déplacement est coûteux, on aime mieux ajourner la maçonnerie jusqu'à ce que la disposition de chaque défense ait reçu la sanction de l'expérience et du temps, et l'on ne commence plus aucun mur sans un essai préalable avec les écrans en bois qui deviennent successivement disponibles. Sur quelques points où le mur exécuté ne suffit pas complètement, on se propose de le doubler par une seconde ligne élevée à une certaine distance et parallèlement à la première.

La dépense totale effectuée jusqu'à ce jour pour l'établis-

sement d'écrans, tant provisoires que définitifs, s'élèverait à environ 300 000 francs.

On estime que pour la transformation du provisoire en définitif et pour l'exécution des travaux complémentaires, il y aura encore à dépenser pareille somme. Un crédit de 100 000 francs est ouvert sur l'exercice courant.

II. PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Après avoir énuméré les travaux exécutés en Allemagne, je vais tâcher de résumer les observations empiriques qui y ont été faites sur le régime des neiges, et d'en déduire quelques règles propres à guider dans la disposition rationnelle des ouvrages de défense.

La neige agit sur les voies de fer sous trois formes différentes : la chute naturelle ; les amoncellements dus au vent ; les avalanches. Nous allons les considérer successivement.

1° *Chute naturelle de la neige.*

Nulle part encore la circulation n'a été sérieusement menacée par la couche uniforme qui se dépose quand la neige tombe par un temps calme, quelle que soit d'ailleurs son abondance. Dans la plupart des cas et tant que l'épaisseur de la neige ne dépasse pas 0^m.25, par exemple, les trains se frayent eux-mêmes leur passage. Il importe toutefois de ne pas tarder de débarrasser la plate-forme, soit à bras, soit à l'aide des chasse-neige, sans quoi, si la chute se prolonge ou recommence, les ornières formées par le passage des roues deviennent un réceptacle favori pour la neige subséquente et finissent par attirer sur la plate-forme plus de neige que partout ailleurs.

2° *Amoncellements dus au vent.*

Le vent agit de deux façons également redoutables, soit pendant la chute de neige en saisissant les flocons au mo-

ment où ils semblent toucher terre, et en leur faisant raser le sol, soit en soulevant de nouveau, à la manière de la poussière des routes, la couche de neige déjà déposée. Ce dernier phénomène ne se produit toutefois que pour une neige encore fraîche, car avec le temps elle durcit ou se recouvre d'une croûte capable de résister à l'action du vent. On sait d'ailleurs que, quand la température est douce, la neige descend en gros flocons, tandis que par un froid vif elle tombe à l'état de farine, qui, sous l'action d'un vent violent, se dépose parfois en amas tellement compacts qu'elle reçoit à peine l'empreinte du pied.

Tranchées. — Quand un courant d'air entraînant la neige rencontre une cavité telle qu'une tranchée, et que la vitesse du courant est faible, la neige se dépose sur le talus le plus voisin (*fig. 8, Pl. 107*). Si la vitesse est très-forte, le dépôt se forme sur le talus opposé (*fig. 9, Pl. 107*).

Si la tourmente se prolonge, la tranchée finit par se combler (*fig. 10, Pl. 107*). Naturellement les tranchées les moins profondes, celles de 1 à 2 mètres, sont celles qui souffrent le plus, non-seulement en raison de leur faible section qui se comble naturellement plus tôt, mais surtout parce que les dépôts formés sur les talus sont insignifiants, et que la presque totalité de la neige vient ainsi directement encombrer la voie. Les plaintes à cet égard sont unanimes, et partout les points de passage du déblai au remblai sont signalés comme particulièrement menacés.

Il faut un aplatissement notable des talus (4 à 5 de base au moins pour 1 de hauteur) pour éviter les dépôts en question.

Au Karst, des conditions diamétralement opposées ont amené le même résultat. Certaines tranchées à parois verticales, mais de hauteur inégale, sont restées intactes, grâce à l'extrême violence du courant qui passa par dessus (*fig. 11, Pl. 107*).

Levés. — En Bavière, on a constaté que la couronne de

certain remblais très-élevés avait été encombrée par les neiges. J'ignore si ce résultat doit être attribué à l'effet des ornières dont il a été précédemment question, ou à une direction parallèle au talus prise par le vent (*fig. 12*, Pl. 107). Il est certain que le vent prend souvent des directions ascendantes ou plongeantes. Mais en général, et sauf des cas particuliers et rares, les remblais sont considérés comme étant à l'abri des amoncellements.

Parois verticales. — Quand le courant chargé de neige rencontre une paroi verticale, voici ce qui se passe :

Si le vent est faible et la neige humide, il se forme en avant et au pied du mur un petit triangle (*fig. 13*, Pl. 107).

Si le vent persiste, le triangle finit par atteindre la crête, la neige passe de l'autre côté, et il s'y forme un second triangle (*fig. 14*, Pl. 107).

Si au contraire le vent commence avec violence par une neige pulvérulente, il ne se forme en avant qu'un petit triangle, tandis que le tourbillon emporte et dépose la neige du côté postérieur (*fig. 15*, Pl. 107).

Si le vent faiblit avant de cesser, ou s'il y a des alternances dans l'intensité, le triangle d'avant se forme à son tour, et l'on revient à la *fig. 14*, l'inclinaison respective des talus de neige variant avec l'intensité des courants.

Si au lieu d'être perpendiculaire à la direction de la paroi (comme nous l'avons sous-entendu dans les cas qui précèdent) le vent frappe obliquement, une partie du courant file le long de la paroi, et la neige affecte la forme (*fig. 16*, Pl. 107).

Plus l'obliquité augmente, moins la neige se dépose en avant, mais plus aussi se réduit le pied du triangle postérieur; car le vent devenant parallèle à l'écran, il est clair que tout dépôt cesse de part et d'autre.

Ceci nous ramène au cas des tranchées enfilées par le vent. Ces tranchées se comportent d'une manière satisfaisante, à moins qu'elles n'offrent des sinuosités dans les-

quelles la neige se dépose alors du côté convexe, comme le sable charrié par les cours d'eau.

D'après ce qui précède, il est clair que si les écrans sont placés trop près du bord des tranchées, celles-ci sont exposées à être coupées par le talus du triangle intérieur; c'est le cas qui s'est présenté au Karst (*fig. 17*, Pl. 107), où l'on compte aujourd'hui que le talus de neige atteint 3 à 4 de base pour 1 de hauteur. Ce rapport peut varier avec la violence du vent et la nature (température) de la neige, de même que la hauteur des écrans paraît dépendre de son abondance, variable d'un pays à l'autre.

La disposition la plus simple consiste à placer l'écran parallèlement à la crête de la tranchée. Elle est excellente quand le vent de neige ne coupe pas la voie de fer trop obliquement. Dans ce dernier cas, on a essayé de réduire la longueur des écrans en les disposant comme des coulisses de théâtre (*fig. 18*, Pl. 107).

Ce système, qui n'a d'autre mérite que celui d'une petite économie, a réussi pour certaines directions de vent bien fixes, mais il est facilement en défaut quand le vent tourne. Les ingénieurs du Karst semblent portés à y renoncer, et à s'en tenir aux écrans longitudinaux terminés par des retours (*fig. 19*, Pl. 107). Pour un vent très-oblique, le retour d'amont a l'avantage de mieux couvrir la tranchée, et le retour d'aval renvoie le courant de neige longitudinal (*fig. 16*, Pl. 107) et le détourne de la voie.

Les écrans sont inapplicables aux tranchées enfilées longitudinalement. On a déjà vu que, droites, celles-ci n'ont pas besoin de protection; quand elles se terminent en courbe, il faut tâcher de livrer une issue au courant de neige en pratiquant une brèche dans le talus concave à l'origine de la courbe.

Plantations. — Les observateurs ne sont pas complètement d'accord sur quelques-uns des effets de neige qui viennent d'être exposés, mais ils sont unanimes à considérer

les forêts, celles de sapins surtout, comme la protection la plus efficace entre les amoncellements de neige. Cela se conçoit : les amoncellements sont l'effet du vent et les forêts de sapin l'arrêtent. La neige tombée par terre est à l'abri du courant et celle détachée des branches ne peut s'envoler qu'en passant par le crible d'autres branches.

Les bandes de quelques mètres d'épaisseur plantées sur la lisière des chemins de fer ne sont pas l'équivalent d'une forêt entière et exigent, pour être efficaces, quelques soins spéciaux. On sait que le sapin, en grandissant, perd ses branches inférieures et livre ainsi facilement passage au vent près du sol. Pour prévenir cet effet et obtenir une fermeture plus hermétique il importe de multiplier les rangées de plants, de couper fréquemment la rangée extrême de façon à la maintenir à l'état de haie, de laisser grandir davantage la rangée suivante et ainsi de proche en proche.

3° Avalanches.

On sait que les avalanches sont des masses de neige qui se détachent spontanément des flancs trop abruptes des hautes montagnes, entraînant parfois dans leur chute des quartiers de rocher, renversant des arbres etc.

Il ne semble pas que contre ces événements de force majeure, qui se reproduisent d'ailleurs avec une certaine régularité sur les mêmes points, il puisse y avoir d'autres défenses que les galeries voûtées projetées au Brenner et employées depuis longtemps sur les routes du Splügen, du Saint-Gothard et d'autres passages alpestres.

Mais nulle part, à ce qu'il paraît, il n'a été question d'étendre l'application de ces ouvrages coûteux au cas des simples amoncellements.

III. APPLICATION AU CANTAL.

Conditions générales. — Le Cantal ne connaît pas les avalanches. Le langage local ne parle que des *combles*, c'est-à-dire des amoncellements de neige dus aux tourmentes.

On admet généralement que, dans le Cantal, la neige ne tombe avec une certaine abondance que dans les altitudes supérieures à 900 mètres, ce qui, sur le tracé du chemin de fer dont le sommet atteint 1152 mètres, correspond en dehors du tunnel culminant à un parcours de 9 kilomètres sur le versant de l'Alagnon, et de 7 kilomètres sur le versant de la Cère (Pl. 107, fig. 21).

Mais les combles si redoutés ne se produisent sur le versant de l'Alagnon qu'entre le pont Pierre-Taillade et la Percée du Lioran, c'est-à-dire sur un parcours de 3 kilomètres, et sur le versant de la Cère qu'entre la Percée et le Pas-de-Compain (plus haut que Thiézac, en face d'Antérieux), c'est-à-dire sur un parcours d'un peu plus de 7 kilomètres. Tels sont du moins les faits constatés sur la route impériale.

Bonne exposition du chemin de fer. — Le chemin de fer sera-t-il dans des conditions moins ou plus favorables que la route? Personne ne pourrait l'affirmer en l'absence de toute observation précise sur la direction des vents et les causes immédiates des combles observés.

D'après les renseignements, que dès l'hiver exceptionnel de 1859-60 la compagnie d'Orléans a commencé à recueillir auprès du personnel des ponts et chaussées, des postillons, des aubergistes et autres habitants de ces âpres régions, la neige tomberait surtout par « le vent du Limousin » (ouest ou ouest-nord-ouest), et les combles se formeraient par le vent du nord et quelquefois, sur le versant de l'Alagnon, par le vent du nord-est. S'il en est ainsi, comme entre Thiézac et le pont Pierre-Taillade (fig. 21, Pl. 107), la route, les rivières de Cère et d'Alagnon et le chemin de fer courent parallèle-

ment dans la direction du sud-ouest au nord-est, les vents d'ouest et du nord les coupent donc à peu-près perpendiculairement, mais avec cette différence très-importante (*fig. 20, Pl. 107*) que la neige balayée par ces vents tombe pour ainsi dire sur la route tandis qu'elle ne peut arriver au chemin de fer qu'en remontant un coteau abrupte, après avoir franchi le gouffre creusé par la rivière. Vouloir quitter la rive droite de l'Alagnon et la rive gauche de la Cère, que la compagnie d'Orléans avait choisies tout d'abord à cause de leur relief plus favorable, pour reporter le tracé sur les versants opposés déjà occupés par la route serait donc, au point de vue des vents régnants, une véritable faute.

Facilité des plantations. — Ce qui doit surtout rassurer sur l'avenir de la ligne du Cantal c'est la vue des superbes forêts de sapins dont les abords du Lioran sont couverts. Ces forêts abritent déjà une certaine partie du tracé et sur le reste du parcours la réussite complète et facile de plantations défensives ne saurait faire l'ombre d'un doute.

Cette réussite sera encore facilitée par la circonstance que le tracé ne rencontre pas de groupes de maisons d'habitation, de jardins ou de propriétés précieuses et peu de routes ou chemins à dévier latéralement, en un mot aucun de ces obstacles locaux favorisant les amoncellements ou s'opposant à l'application normale du système des défenses.

Facilité du travail des chasse-neige. — Un autre élément, plus précieux encore, se trouve dans le profil en long, qui, à partir de la gare culminante du Lioran, descend des deux côtés avec la forte pente de 30 millimètres, sans aucune contre-pente dans l'étendue de la région des neiges. Dans 19 cas sur 20 l'insuccès des chasse-neige tient à l'impuissance des machines chargées de leur manœuvre. En faisant stationner ces dernières à la gare du Lioran, elles n'auront jamais à travailler qu'en descendant, la gravité les aidera puissamment, et elles se trouveront dans une condition vraiment privilégiée.

Conclusions. — La situation générale de la ligne du Cantal se présente donc sous un jour relativement favorable, et tout ce qu'une sage prévoyance peut commander me paraît devoir se résumer dans les règles suivantes :

En vue de diminuer la formation des combles,

1° Tenir la plate-forme plutôt en remblai qu'en déblai et éviter autant que possible les très-faibles tranchées ;

2° Employer le personnel des travaux, pendant les trois hivers au moins qui précéderont l'ouverture de la ligne, à observer et à étudier le régime des neiges et des vents à l'emplacement de chaque tranchée ; déterminer, en conséquence, la disposition des plantations et des écrans provisoires et procéder en temps utile à leur exécution ;

3° En vue de cette éventualité, éviter ou écarter les chemins latéraux parallèles aux tranchées, surtout du côté amont, par rapport au vent régnant ;

4° Écrêter les tranchées à flanc de coteau les plus exposées (c'est-à-dire enlever leur talus du côté du thalweg), et aplatir certains talus de déblai plutôt que d'ouvrir des chambres d'emprunt spéciales.

Pour faciliter la circulation et le travail des chasse-neige :

5° Augmenter la largeur des tranchées en rocher dites rétrécies (5 mètres entre les arêtes creuses extérieures des fossés pour la voie unique), et la porter à 6 mètres au moins ;

6° Supprimer les trottoirs des stations entre Murat et Thiézac inclusivement ;

Enfin, pour faciliter le travail de la pelle :

7° Supprimer les parapets et les remplacer sur les viaducs et les murs de soutènement par de simples lisses.

30 septembre 1864.