

NORMES D'ENTRETIEN HIVERNAL DES PISTES CYCLABLES - MISE EN ETAT DES ROUTES EN VUE D'UNE AUGMENTATION DU CYCLISME EN HIVER

Anna Bergström

Entretien et opération des routes, VTI Institut suédois de recherche sur la route et la circulation
SE-581 95 Linköping, Suède
Téléphone : +46 13 20 20 48 / Télécopie : +46 13 20 41 45
Adresse électronique : anna.bergstrom@vti.se

1. Résumé

Du point de vue environnemental, il serait souhaitable de réduire ou de limiter la circulation automobile. Dans les zones urbaines, cet objectif pourrait être atteint en encourageant l'usage de la bicyclette comme moyen de transport individuel. Une amélioration de l'entretien hivernal des pistes cyclables pourrait contribuer à promouvoir le cyclisme d'hiver. Dans ce document, les résultats d'un projet de doctorat suédois, ayant pour objectif d'étudier les effets de l'entretien hivernal des routes sur le cyclisme, seront résumés. Ce document contient également le compte rendu de textes publiés concernant les méthodes d'entretien hivernal des pistes cyclables, une enquête préliminaire sous forme de questionnaire en vue d'accroître nos connaissances sur le comportement des usagers de la route en hiver, et enfin une étude effectuée sur le terrain pour savoir s'il est possible d'améliorer le niveau qualitatif des services d'entretien. L'étude sur le terrain, qui comprenait la mise à l'essai d'un "nouvel" équipement de déneigement et de dégivrage sur les pistes cyclables, a été particulièrement mise en lumière.

Les observations ici présentées indiquent qu'il semble régner un mécontentement généralisé chez les usagers de la route, concernant l'entretien hivernal des pistes cyclables, et l'opinion qu'un meilleur entretien hivernal pourrait contribuer à l'accroissement du cyclisme. Bien que les surfaces glissantes jouent un rôle essentiel du point de vue de la sécurité des cyclistes, les pistes cyclables non déneigées semblent plus décisives encore en ce qui concerne le choix du moyen de transport.

Les résultats obtenus par l'étude sur le terrain ont montré qu'une méthode d'essai utilisant une brosse pour le déneigement, et de l'eau salée pour le dégivrage, a donné de meilleurs résultats de maintenance que les méthodes normalement utilisées pour les pistes cyclables.

2. Introduction

Les transports basés sur l'automobile ont de nombreuses répercussions sur la collectivité et l'environnement en général. La pollution de l'air, les encombrements, le bruit, les accidents de la route, une exploitation maximale du terrain disponible pour les parcs automobiles et la construction routière, sont quelques-unes des conséquences qui génèrent des coûts importants à la charge de la société. Il serait par conséquent souhaitable de réduire la circulation automobile, surtout dans les zones urbaines. Cet objectif pourrait être atteint en augmentant le cyclisme comme moyen de transport individuel, ce qui permettrait une utilisation plus économique des ressources, telles que les matériaux et l'énergie. La pratique habituelle de la bicyclette contribue également à maintenir les adeptes en forme et en bonne santé. Du point de vue écologique, il importe surtout de réduire les courts trajets en automobile, auxquels il faut attribuer une part relativement importante des émissions causées par la circulation. Ceci est surtout le cas en hiver, à cause de tous les démarrages à froid.

En Suède, la moitié des trajets parcourus en automobile sont inférieurs à 5 km (Riks-RVU, 1998) et comme la plupart des gens estiment ne pas avoir de mal à faire moins de 5 km à bicyclette, il y a un potentiel pour une augmentation du cyclisme. Toutefois, en Suède, la fréquence des bicyclettes en hiver s'élève approximativement à un tiers seulement de la fréquence en été (Öberg et al. 1996). Cette diminution pendant l'hiver est sans doute imputable, pour l'essentiel, aux conditions météorologiques peu propices ; de basses températures, des vents forts et les précipitations ont tous une influence négative sur le cyclisme (Emmerson, Ryley and Davies, 1998). Mais l'état des routes a aussi une importance. Une piste cyclable mal déneigée implique une traficabilité limitée, tandis qu'une piste

cyclable glissante augmente le risque de chute accidentelle, ce qui dissuade beaucoup de cyclistes en hiver.

Si l'on vise à encourager le cyclisme en hiver, il est important de savoir quelle est l'incidence du niveau qualitatif d'entretien des pistes cyclables sur le comportement des usagers de la route. Même si le mauvais état des routes affecte négativement l'utilisation de la bicyclette, il n'est pas certain qu'une amélioration des normes d'entretien des pistes cyclables entraînerait automatiquement une augmentation du cyclisme d'hiver. Si tel était le cas, il serait souhaitable d'identifier le potentiel du cyclisme d'hiver. Il existe aussi un besoin d'identifier le niveau actuel des services d'entretien hivernal des pistes cyclables, et l'éventualité de son amélioration à un prix raisonnable.

Compte tenu de ces circonstances, un projet de doctorat, ayant pour objectif d'étudier les effets sur le cyclisme de l'entretien des routes en hiver, a été inauguré en 1997 par le Centre de recherche et de formation sur l'opération et la maintenance de l'infrastructure (CDU). Le projet, actuellement en cours auprès de l'Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), est subventionné par la Direction nationale des routes. La présentation de thèse est prévue pour décembre 2001.

Le présent article se propose de résumer les résultats du projet de doctorat, y compris la revue des textes, une enquête liminaire sous forme de questionnaire, et des études sur le terrain. L'étude sur le terrain, qui comprenait la mise à l'essai d'un "nouvel" équipement de déneigement et de dégivrage sur les pistes cyclables, a été particulièrement mise en lumière. L'étude sur le terrain contenait par ailleurs une étude pilote et une étude à grande échelle, étalée sur deux ans, et a été évaluée à l'aide d'observations sur l'état des routes, de mesures de friction, de statistiques de circulation, et enfin d'une enquête effectuée sous forme de questionnaire. En particulier, les résultats du questionnaire d'enquête, qui visait à connaître l'opinion des usagers sur la méthode testée, seront présentés dans le présent article.

3. Compte rendu des textes publiés

Tout au long du projet de doctorat, une documentation consacrée à ce sujet a été examinée. L'analyse des textes était axée sur les divers aspects de l'entretien hivernal des pistes cyclables, tels que : méthodes de déneigement et de contrôle de dérapage, normes prescrites pour l'opération et l'entretien des routes en hiver, et méthodes de surveillance de l'état de routes et d'évaluation du niveau de service. D'autres facteurs associés au cyclisme d'hiver ont été également étudiés, en particulier ceux relatifs au choix du mode de transport, mais aussi d'autres sujets d'intérêt général, tels que les accidents survenus à des cyclistes, ont été inclus. Les rapports faisant état de résultats non applicables aux conditions suédoises, ont été exclus, ce qui signifie que la majeure partie de la documentation étudiée était d'origine suédoise. On ne trouve malheureusement pas grand chose concernant l'entretien hivernal des pistes cyclables. La plupart des études sur le cyclisme et les pistes cyclables contenaient des études d'accident ou des statistiques de déplacements, vus sous l'angle des conditions estival.

Pendant il ressort de la documentation consultée que les méthodes et les équipements utilisés pour l'entretien des pistes cyclables sont généralement les mêmes que pour les routes et les rues (NVF, 1984). C'est pourquoi, dans bien des cas, les équipements disponibles sont trop grands et trop lourds pour cet usage, et risquent d'endommager les pistes cyclables. En outre, ils ont du mal à franchir les tunnels et les passages étroits. D'autre part, leur utilité de ces équipements est limitée, dans une certaine mesure, par leur petite vitesse. Ces dernières années, cependant, une nouvelle génération de véhicules, tels que par exemple Multicar et Mercedes Benz UX 100 (figure 1) est apparue sur le marché. Ces engins sont légers, maniables et rapides (tout en assurant un haut niveau de sécurité) et peuvent être aisément équipés en vue d'un grand nombre d'applications (NVF, 1999). La possibilité de changer l'application de l'engin en alternant les accessoires, rend son utilisation plus économique, puisqu'elle permet d'utiliser le même engin pour des opérations de maintenance tant en hiver qu'en été. En conséquence, ces petits engins sont devenus de plus en plus populaires pour les travaux municipaux, bien que toutes les municipalités suédoises ne les aient pas encore adoptés. Ces nouveaux engins sont assez coûteux à l'achat, et les anciennes machines encore en état de marche sont difficilement échangeables, pour la simple raison qu'elles sont démodées. Les engins le plus fréquemment utilisés pour le déneigement des pistes cyclables sont aujourd'hui divers modèles de

tracteurs, tels que le Volvo BM 650, et des chargeurs à benne tels que le Lundberg 341 (Lindmark et Lundborg, 1987, NVF, 1984).

Il semble ne pas exister de méthodes spécifiques pour la surveillance de l'état superficiel des pistes cyclables. Les méthodes actuellement disponibles ont été développées pour les routes et les rues (Gabestad, 1988 ; Möller et Öber, 1990) et bien qu'on puisse appliquer certaines d'entre elles aux pistes cyclables, elles ne sont pas bien adaptées à cette fin. Pendant l'hiver, la condition des routes change constamment en fonction du temps qu'il fait, et sous l'influence de la circulation. Par conséquent, une inspection visuelle est presque la seule méthode utilisable pour contrôler la condition des routes en hiver, bien qu'une telle estimation reste subjective et nécessite des efforts manuels importants. La mesure de friction est l'une des rares méthodes objectives d'évaluation du niveau des services sur les routes en hiver. Toutefois, les dispositifs de mesures de friction existants, de même que pour les méthodes de maintenance, sont généralement trop grands et trop lourds pour convenir aux pistes cyclables.

Les résultats de l'examen de la documentation publiée ont également révélé l'existence apparente d'un mécontentement généralisé dans la population, concernant l'entretien hivernal des pistes cyclables. Dans une enquête effectuée auprès des citoyens dans 12 municipalités suédoises (SALA, 1998), 29% seulement des personnes interrogées pensaient que le déneigement et le contrôle de dérapage des voies pour cyclistes et piétons étaient "très bonnes" ou "assez bonnes", tandis que 68% étaient satisfaites de l'entretien hivernal des voies carrossables dans les zones centrales. Ceci indique qu'il existe un besoin d'améliorer l'entretien hivernal des pistes cyclables. Toutefois, on ne sait pas si ce mécontentement est dû à une insuffisance des normes d'entretien, ou bien au fait que ces normes ne sont pas réellement respectées. D'après Möller Walleman et Gregersen (1991), le risque d'accident pour les cyclistes augmente de 5 à 10 fois lorsque les routes sont verglacées ou enneigées, par comparaison avec des surfaces dégagées. Les accidents individuels, en particulier, sont plus fréquents en hiver. Outre la glace et la neige, le gravier utilisé dans l'entretien hivernal constitue également un risque d'accident pour les cyclistes. D'après Binderup Larsen et al. (1991), 10% de tous les accidents individuels sont causés par une couche instable de gravier épandu sur la route. Bien que les surfaces glissantes jouent un rôle essentiel en ce qui concerne la sécurité des cyclistes, les pistes cyclables non déneigées semblent un argument décisif dans le fait de choisir ou non la bicyclette comme moyen de transport en hiver (Giæver, Øvstedal et Lindland, 1998).

4. Sondage d'opinion

Pour accroître nos connaissances en ce qui concerne le comportement des usagers de la route en hiver, une enquête sous forme de questionnaire a été effectuée dans le cadre du projet de doctorat, en 1998 (Bergström 1999 et 2000). Ce sondage portait avant tout sur les déplacements entre le domicile et le lieu de travail, et un total de 499 employés de trois grandes sociétés dans deux villes suédoises, Luleå et Linköping, ont répondu à ce questionnaire. Celui-ci visait à expliciter l'importance du niveau d'entretien hivernal des pistes cyclables dans le choix du mode de transport, et obtenir l'opinion des personnes interrogées sur le niveau qualitatif actuel des services sur les pistes cyclables.

L'enquête a révélé que le nombre total des déplacements en bicyclette vers le lieu de travail avait décliné de 47% entre la saison d'été, d'avril à octobre, et la saison d'hiver, de novembre à mars. Pendant l'été, 36%, et pendant l'hiver, 19% de tous les déplacements vers le lieu de travail ont été effectués en bicyclette. Parallèlement, le nombre de trajets en voiture avait augmenté de 27%, passant de 53% durant la période estivale, à 68% pendant la période hivernale. Au total, 38% des personnes interrogées ont déclaré qu'elles circuleraient davantage en bicyclette en hiver, si le niveau d'entretien des pistes cyclables était meilleur. Une majorité des personnes interrogées, 57%, pensaient que l'entretien hivernal des pistes cyclables avait besoin d'être amélioré, 9% pensaient qu'il était satisfaisant, tandis que 30% hésitaient à se prononcer ou n'avaient pas d'opinion précise. L'enquête a également révélé, conformément à l'examen de la documentation publiée, que le déneigement est plus déterminant que le contrôle de dérapage dans le choix du mode de transport. Une autre conclusion du questionnaire d'enquête, qui mérite d'être mentionnée, c'est que la longueur du trajet paraît être plus importante dans le choix du mode de transport en hiver qu'en été. En été, les usagers pensent pouvoir

faire en bicyclette une partie des déplacements en voiture si la distance n'excède pas à 5 km, tandis qu'en hiver, la distance limite est réduite à 3 km environ.

5. Essai de méthodes inhabituelles pour l'entretien hivernal des pistes cyclables

Aussi bien la documentation examinée (SALA, 1998) que le questionnaire d'enquête (Bergström, 1999 ; Bergström, 2000) ont révélé que les usagers sont généralement mécontents des niveaux de service assurés sur les pistes cyclables en hiver, et qu'une amélioration de l'entretien hivernal des pistes cyclables pourrait se traduire par une augmentation du cyclisme. Néanmoins, on ne sait pas exactement s'il est possible d'améliorer le niveau de service sur les pistes cyclables à un prix raisonnable, quelles méthodes d'entretien il convient alors d'utiliser, et dans quelle mesure ces méthodes influeraient sur le choix du moyen de transport en hiver. Des études plus approfondies s'avèrent par conséquent nécessaires, et, dans le cadre du projet de doctorat, il fut décidé d'essayer sur le terrain des méthodes inhabituelles de déneigement et de contrôle de dérapage sur les pistes cyclables. Celles-ci ont été comparées aux méthodes classiques en ce qui concerne les niveaux de service atteints, tels que le degré de déneigement et la friction superficielle. Puis des enquêtes et des questionnaires ont permis de savoir si les usagers de la route avaient remarqué une différence quelconque dans le niveau de service atteint avec les équipements mis à l'essai. Pour savoir si une amélioration des normes se traduirait par une augmentation du cyclisme, des dénombrements de bicyclettes ont été effectués compte tenu des différents états de la route.

5.1. Méthodologie

Afin de trouver une méthode d'entretien hivernal susceptible d'améliorer le niveau de service des pistes cyclables, et pour tirer un enseignement, en vue d'une étude à grande échelle, des problèmes résultant de certaines méthodes d'entretien, une étude pilote a été réalisée à Linköping (Suède) en 1999. À Linköping, les pistes cyclables sont traditionnellement dégagées à l'aide de chasse-neige et le contrôle de dérapage réalisé avec des abrasifs de 4 à 8 mm d'épaisseur. À l'occasion de cette étude pilote, deux méthodes inhabituelles de déneigement et de contrôle de dérapage ont été essayées. La première de ces méthodes utilisait un chasse-neige en acier et des graves calibrées pour le contrôle de dérapage. Les graves consistaient en un granulat pierreux naturel, lavé et traité pour obtenir une taille de 2 à 5 mm. Cette méthode d'essai était analogue à celle utilisée normalement sur les pistes cyclables à Linköping, mais était néanmoins censée donner de meilleurs résultats, les conditions de départ étant plus exigeantes, et le granulat utilisé ayant pour but d'éviter aux cyclistes le problème des crevaisons. La seconde méthode d'essai utilisait une brosse montée à l'avant pour dégager la neige et une épandeuse d'eau salée pour le dégivrage. La brosse à neige avait pour fonction de réduire la couche restante de neige et de verglas, de manière à ce que le dosage de sel nécessaire à l'obtention d'une surface dégagée soit réduit à un minimum. L'idée de la "méthode de l'eau salée" vient d'Odense, au Danemark (Mikkelsen et Prahl, 1998) où une méthode analogue a été utilisée pendant des années pour l'entretien hivernal des pistes cyclables. Cependant, il n'était pas certain que cette méthode soit applicable au climat hivernal suédois.

Les résultats obtenus au cours de l'étude pilote restaient partiels et approximatifs, étant donné que le test n'avait été effectué que pendant un peu plus d'un mois. Néanmoins, on en a conclu que la méthode consistant à utiliser une brosse pour le déneigement et une épandeuse d'eau salée pour le dégivrage donnait un meilleur service par comparaison avec la méthode traditionnelle, et fut donc considérée comme suffisamment intéressante pour continuer les recherches dans une étude à grande échelle. La méthode consistant à utiliser du gravier calibré n'a pas abouti à une sensible amélioration du niveau de service, et bien que le granulat eût pour but d'éviter aux cyclistes le problème des crevaisons, il risquait aussi d'aggraver le problème d'une médiocre friction sur les surfaces dénudées. C'est pourquoi il fut décidé de ne pas persévérer avec cette méthode.

L'étude à grande échelle a été effectuée durant deux hivers, entre octobre 1999 et mars 2001. Dans cette étude, une zone résidentielle, *Ekholmen*, qui se trouve à portée de bicyclette d'un lieu de travail important, *Saab AB*, à Linköping (Suède), a servi de zone d'essai. En plus de toutes les pistes cyclables comprises dans la périphérie d'*Ekholmen*, trois principaux itinéraires entre *Ekholmen* et *Saab AB* ont été adjoints à la zone d'essai, ce qui donnait un total d'environ 23 km de piste cyclable.

Dans la zone de test, les pistes cyclables ont bénéficié d'un niveau de service supérieur à la norme de Linköping en utilisant une brosse pour le déneigement et, pour le dégivrage, de l'eau salée, ou, dans les cas difficiles, un sel pré-humidifié. L'équipement utilisé était à peu près le même que pour l'étude pilote, mais au lieu du Multicar utilisé à l'occasion de l'étude pilote, un nouvel engin, Mercedes Benz UX 100, a été acheté pour l'étude à grande échelle (figure 1). Autre modification en prévision de l'étude à grande échelle : une épandeuse centrifuge a remplacé la rampe de pulvérisation pour répandre l'eau salée. Comme dans l'étude pilote, le déneigement et le contrôle de dérapage ont été effectués plus fréquemment que sur les autres pistes cyclables, en commençant le déneigement à une profondeur de 1 cm de neige molle, et le dégivrage chaque fois que du verglas, de la neige ou du givre ont fait leur apparition. À Linköping, le déneigement est commencé normalement à une profondeur de 3 cm.

Dans l'étude à grande échelle, aussi bien que pendant l'étude pilote, les observations sur l'état des routes en surface ont été effectuées après chaque chute de neige et formation de givre. Pour ces observations, on s'est servi d'une méthode destinée aux voies carrossables (Möller and Öberg, 1990) modifiée pour mieux décrire les conditions dominantes sur les pistes cyclables (Bergström, 2000). Ces observations ont été effectuées à la fois sur les pistes cyclables comprises dans le test et entretenues par la "méthode de l'eau salée", et sur les pistes cyclables servant de référence et entretenues de façon traditionnelle. En complément de ces observations, des mesures de friction ont été faites dans un petit nombre de cas. Ces mesures ont été faites avec un Testeur de friction portable (PFT), développé par l'Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI) pour mesurer la friction sur le marquage routier par temps humide (Lundkvist et Lindén, 1994). Comme le PFT est assez petit et maniable, son utilisation a paru commode, en la circonstance, pour mesurer la friction sur les surfaces de piste cyclable pour lesquelles il peut s'avérer difficile d'utiliser d'autres dispositifs de mesure (Bergström, 2001).

Pour obtenir l'opinion des usagers sur la méthode de test, des enquêtes ont été effectuées dans certains cas, surtout pendant l'étude pilote. L'étude à grande échelle a, elle aussi, été évaluée à l'aide d'un questionnaire d'enquête, effectué en 2000. Des employés de Saab AB habitant la zone de test Ekholmen, et des groupes de référence, ont répondu à 570 questionnaires au total. L'étude à grande échelle a aussi été évaluée en comptant les cyclistes, surtout pendant le second hiver 2000/2001.



Fig. 1. Le camion Mercedes Benz UX 100 utilisé pour l'étude grandeur nature, équipé de la brosse montée à l'avant pour le déneigement et l'épandeuse centrifuge pour l'eau saumâtre, ou sel pré-humidifié.

5.2. Résultats

Dans l'étude pilote, et durant le premier hiver consacré à l'étude à grande échelle, les conditions météorologiques n'ont pas été idéales pour l'essai de nouvelles méthodes d'entretien hivernal, le

temps étant doux, les températures moyennes relativement élevées et les chutes de neige plus rares que d'habitude. Le second hiver de l'étude à grande échelle, il y a eu des périodes d'enneigement important, mais dans l'ensemble on peut dire que cet hiver aussi a été plus doux qu'à l'ordinaire. Il s'ensuit malheureusement que les résultats obtenus ne coïncident pas avec le climat hivernal typique de cette région.

L'étude à grande échelle n'a pas encore été entièrement évaluée. Le dénombrement de bicyclettes liés aux différents états de la route ne sont pas encore analysés, et une évaluation financière de la méthode de test reste encore à faire. Néanmoins, aussi bien dans l'étude pilote que dans l'étude à grande échelle, les observations sur l'état superficiel de la route ont montré qu'il y avait presque toujours une surface dénudée sèche, humide ou mouillée, sur les pistes cyclables de la zone de test, quel que soit l'état des autres pistes cyclables de la commune. Ceci prouve que la méthode de test consistant à utiliser une brosse montée à l'avant pour le déneigement et une épandeuse d'eau salée pour le dégivrage donne un meilleur résultat d'entretien que les méthodes traditionnellement utilisées à Linköping. À la fin de chaque période d'étude, l'effet de la fonte de la mi-journée associé à la "méthode de l'eau salée" s'est avéré un moyen très efficace pour dégager les pistes cyclables. Si l'eau salée avait été répandue le matin par une journée ensoleillée, l'état de la chaussée sur les pistes cyclables était dans l'après midi presque toujours une surface nue et sèche.

Dans l'étude pilote, et durant le premier hiver consacré à l'étude à grande échelle, dans les cas où la neige molle avait une profondeur de 2 à 3 cm, et si la neige était très humide, la brosse avait du mal à dégager la neige. C'est pourquoi l'efficacité de la brosse a été améliorée par l'adjonction d'un moteur hydraulique supplémentaire avant le second hiver de l'étude à grande échelle. Cette mesure a permis d'améliorer considérablement les résultats du déneigement, et, quelle que soit l'épaisseur de la neige ou à peu près, celle-ci a pu être dégagée rapidement. Néanmoins, l'opérateur a dû maintenir une vitesse plus lente qu'avec un chasse-neige ordinaire. De plus, sur certains parcours de la zone d'essai où la chaussée était en très mauvais état, il a été difficile d'obtenir un bon déneigement, bien que la brosse fût probablement plus efficace sur ces itinéraires que le chasse-neige ordinaire.

Les mesures de friction, effectuées à la fois dans l'étude pilote et l'étude à grande échelle, ont montré que le degré de friction sur les pistes cyclables entretenues avec la "méthode de l'eau salée" était considérablement plus élevé que sur les pistes cyclables entretenues de façon traditionnelle. Lors des prises de mesure, la surface des pistes cyclables comprises dans le test était nue et mouillée et tandis qu'il y avait de la neige sur les pistes cyclables servant de référence. Le fait qu'une surface enneigée soit plus glissante qu'une surface nue n'est pas pour surprendre. Néanmoins, l'essai a montré qu'avec la méthode de test consistant à utiliser une brosse pour le déneigement et une épandeuse d'eau salée pour le dégivrage on obtient une surface moins glissante que ce ne serait le cas avec les méthodes d'entretien traditionnellement usitées.

Lors du sondage effectué durant l'étude à grande échelle (surtout pour évaluer l'hiver 1999/2000), 43% des personnes interrogées ont déclaré qu'elles circuleraient davantage en bicyclette en hiver, si le niveau d'entretien des pistes cyclables était meilleur. Un total de 62% des personnes interrogées pensaient que l'entretien hivernal des pistes cyclables méritait d'être amélioré, 12% pensaient qu'il était satisfaisant, tandis que 25% hésitaient à se prononcer ou n'avaient pas d'opinion précise. Bien entendu, la plupart des personnes qui hésitaient à se prononcer ou qui n'avaient pas d'opinion étaient celles qui ne se rendaient pas à leur travail à bicyclette. Même chose pour celles qui étaient satisfaites de l'entretien hivernal. Toutefois, un certain nombre de cyclistes d'hiver pensaient que l'entretien hivernal des pistes cyclables ne nécessitait pas d'amélioration. Le questionnaire donnait aux personnes interrogées la possibilité de préciser de quelle manière l'entretien hivernal des pistes cyclables méritait d'être amélioré. La plupart des réponses (162) proposaient un meilleur contrôle du dérapage, par exemple : "poser plus fréquemment du gravier", "empêcher la neige fondante de former des pistes verglacées" et "répandre du sel sur les pistes cyclables". De nombreuses personnes (141) ont aussi proposé un meilleur déneigement, comme "dégager plus fréquemment les pistes cyclables" et "dégager les pistes cyclables plus tôt le matin".

D'après leur choix du moyen de transport pour se rendre à leur travail en été et en hiver, les personnes interrogées se sont trouvées réparties en différentes catégories de "cycliste" : "cycliste d'hiver", "cycliste d'été seulement", "cycliste occasionnel" et "cycliste abstentionniste". Un *cycliste d'hiver* est une personne qui utilise la bicyclette comme moyen de transport pour se rendre à son travail, au moins deux fois sur cinq, pendant la période de novembre à mars. Un *cycliste d'été*

seulement est une personne qui utilise la bicyclette comme moyen de transport pour se rendre à son travail, au moins deux fois sur cinq, pendant la période d'avril à octobre, mais moins souvent pendant la période de novembre à mars. Un *cycliste occasionnel* est une personne qui utilise rarement la bicyclette, moins de deux fois sur cinq, comme moyen de transport pour se rendre à son travail, quelle que soit la saison ; et un *cycliste abstentionniste* est une personne qui n'utilise jamais la bicyclette comme moyen de transport pour se rendre à son travail. D'après le sondage, il y avait 51% de cyclistes d'hiver, 24% de cyclistes d'été seulement, 9% de cyclistes occasionnels et 16% de cyclistes abstentionnistes. Il convient de noter que, dans cette enquête, le grand nombre de cyclistes d'hiver est probablement très supérieur à celui d'un lieu de travail suédois moyen.

Sur les 570 personnes interrogées, 214 habitaient dans la zone de test d'Ekholmen, et, parmi elles, 128 ont été classées comme cyclistes d'hiver. Les cyclistes d'hiver compris dans la zone de test se sont avérés plus satisfaits de la qualité des services d'entretien des pistes cyclables pendant l'hiver 1999/2000, par comparaison avec les cyclistes d'hiver de la zone de contrôle (tableau 1), ce qui montre que, conformément aux mesures de friction et aux observations sur l'état des routes, la méthode de test a donné de meilleurs résultats d'entretien que les méthodes classiques.

Tableau 1: Personnes interrogées satisfaites du niveau des services d'entretien des pistes cyclables concernant l'état des routes dans la zone de test par comparaison avec les zones de contrôle.

État de la chaussée	Personnes interrogées satisfaites dans les :	
	Zones de test	Zones de contrôle
Boues	49%	28%
Neige molle	62%	44%
Glace noire	50%	25%
Neige tassée / Glace épaisse	50%	24%
Somme moyenne:	53%	30%

De plus, une majorité de cyclistes d'hiver, dans les zones de test, estimaient que le niveau du service d'entretien durant l'étude à grande échelle de 1999/2000 était supérieur à celui des hivers précédents (fig. 1). Dans les zones de contrôle également, de nombreux cyclistes d'hiver ont noté une amélioration du niveau d'entretien des pistes cyclables au cours du test hivernal 1999/2000. Toutefois, ce nombre n'était pas aussi frappant que dans la zone de test d'Ekholmen. Il convient de remarquer que les cyclistes d'hiver du groupe de contrôle de Hjulsbro, premier groupe de référence de la fig 2, ont été dans une certaine mesure influencés par le test, puisque la dernière partie de leur trajet en bicyclette jusque chez Saab AB était située dans la zone de test.

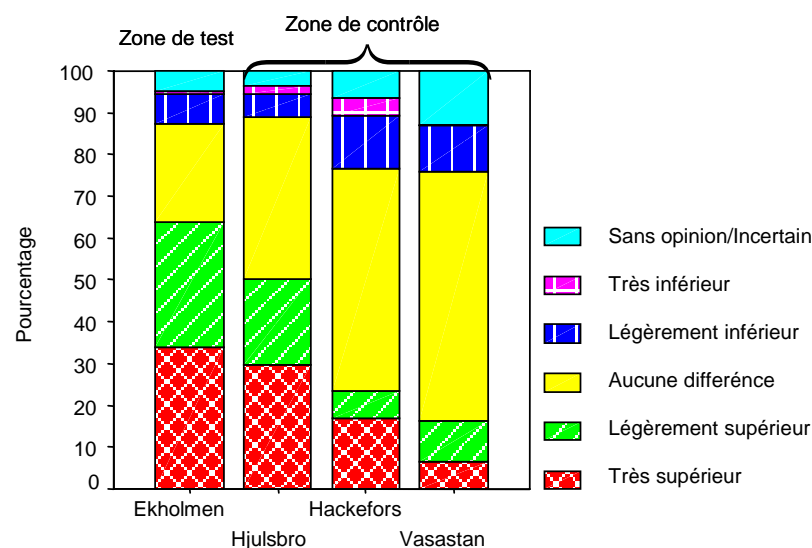


Figure 2. Opinion des personnes interrogées sur le niveau du service d'entretien des pistes cyclables pendant le test hivernal 1999/2000, par rapport aux hivers précédents.

Bien que la plupart des cyclistes d'hiver habitant la zone de test, Ekholmen, se soient montrés satisfaits de l'entretien des pistes cyclables fournies pendant l'hiver de 1999/2000, et l'estimaient meilleur que les hivers précédents, 44% se sont déclarés opposés à l'usage du sel sur les pistes cyclables. Toutefois, l'opinion générale concernant l'usage du sel sur les pistes cyclables pour combattre le verglas y était plus favorable dans la zone de test qu'elle ne l'était dans les zones de contrôle. Parmi les cyclistes d'hiver, 43% de ceux qui habitaient la zone de test, Ekholmen, se soient montrés favorables à l'usage du sel, par comparaison avec les 23% qui résidaient dans les zones de contrôle. Au total, toutes les personnes interrogées comprises, 26% se soient déclarées favorables à l'usage du sel sur les pistes cyclables, 53% opposées à son usage, et 20% sans opinion. Une majorité (20%) de personnes favorables habitaient Ekholmen, et par conséquent connaissaient l'usage du sel sur les pistes cyclables, ce qui n'était pas le cas de celles qui résidaient dans les zones de contrôle.

Les résultats du sondage concernant l'usage du sel sur les pistes cyclables, peuvent être comparés aux enquêtes effectuées durant l'étude pilote. Sur les 122 personnes interrogées à cinq occasions différentes, une majorité (53%) pensait qu'il est opportun d'utiliser de l'eau salée sur les pistes cyclables, tandis que 30% désapprouvaient cet usage et le reste était sans opinion.

6. Conclusions et discussion

Il semble régner un mécontentement généralisé dans la population, concernant l'entretien hivernal des pistes cyclables. Ceci indique qu'il existe un besoin d'améliorer l'entretien hivernal des pistes cyclables. Toutefois, on ne sait pas si ce mécontentement est dû à une insuffisance des normes d'entretien, ou bien au fait que ces normes ne sont pas réellement respectées. Si l'on souhaite que les usagers de la route prennent leur bicyclette aussi souvent que possible, il faut leur fournir des pistes cyclables sûres et praticables. Le gel de la neige humide et la formation de pistes verglacées est un état des routes que les cyclistes craignent le plus, tandis que les surfaces glissantes de toute nature, y compris le gravier répandu sur les surfaces dégagées, constituent un réel danger pour les tenants du cyclisme. Bien que les surfaces glissantes jouent un rôle essentiel du point de vue de la sécurité des cyclistes, les pistes cyclables non déneigées semblent plus décisives encore en ce qui concerne le choix du moyen de transport. Des études plus poussées sont nécessaires pour définir avec précision ce que doit être un bon état de la route du point de vue du cycliste. Pour améliorer les normes d'entretien hivernal, il faut tenir compte des normes structurelles de la chaussée. Les nids de poule et autres irrégularités superficielles risquent de compromettre l'efficacité du déneigement.

Les enquêtes présentées dans cet article montrent qu'une amélioration de l'entretien hivernal des pistes cyclables contribuerait à augmenter la fréquence du cyclisme. Et puisque la longueur du trajet paraît plus importante dans le choix du mode de transport en hiver qu'en été, la distance limite sur laquelle on estime généralement possible de faire en bicyclette une partie des déplacements en voiture est ramenée de 5 km en été à environ 3 km environ en hiver.

Les techniques d'entretien utilisées à l'heure actuelle sur les pistes cyclables sont généralement adaptées à l'état des routes prédominant pour la circulation automobile. En conséquence, elles ne sont pas nécessairement les meilleures pour le cyclisme. Toutefois, il existe des équipements et des méthodes qui conviennent mieux au cyclisme. Étant donné que l'état superficiel des pistes cyclables joue un rôle essentiel en matière de sécurité et d'accessibilité aux cyclistes, il importe d'utiliser ces méthodes à plus grande échelle. Il importe aussi d'améliorer les méthodes actuellement disponibles pour les rendre plus fonctionnelles et plus économiques. Une combinaison de diverses méthodes adaptées aux conditions météorologiques et à l'état des routes régnant à un moment donné sera vraisemblablement la meilleure solution.

Les mesures de friction, les observations sur l'état des routes et les résultats d'un sondage d'opinion, présentés dans le présent document, ont montré que la méthode qui consiste à utiliser une brosse montée à l'avant pour le déneigement et une épandeur d'eau salée pour le dégivrage, a donné de meilleurs résultats d'entretien que les méthodes classiquement utilisées sur les pistes cyclables. Surtout au printemps, associée à la fonte des neiges au milieu de la journée, cette méthode s'est avérée efficace pour le dégagement des pistes cyclables. Ainsi, la méthode consistant à utiliser une brosse montée à l'avant pour le déneigement et de l'eau salée pour le dégivrage, est sans doute une bonne méthode pour les régions peu susceptibles d'enneigement mais exposées à d'importantes formations de glace. Linköping et nombre d'autres communes du sud de la Suède connaissent des conditions hivernales de ce type. Même dans les régions où le climat est plus rigoureux comme dans le nord de la

Suède, cette méthode est sans doute avantageuse au printemps et en automne, quand la température est plus élevée et l'enneigement moins important ; en hiver, toutefois, d'autres méthodes seront sans doute préférables. Un désavantage de la méthode qui consiste à utiliser une brosse montée à l'avant pour le déneigement, c'est que l'opérateur a dû maintenir une vitesse plus lente qu'avec un chasse-neige ordinaire, ce qui augmente la durée du processus et par conséquent les frais.

La majorité des habitants de la zone de test qui utilisent la bicyclette en hiver, se sont déclarés satisfaits de la qualité de l'entretien obtenue par la méthode consistant à utiliser une brosse montée à l'avant pour le déneigement et de l'eau salée pour le dégivrage, estimant que celle-ci avait donné de meilleurs résultats par comparaison avec les hivers précédents. Néanmoins, nombre d'entre eux se prononcent toujours contre l'usage du sel sur les pistes cyclables. Le fait que l'opinion générale ait été plus favorable à l'usage du sel sur les pistes cyclables dans la zone de test que dans les zones de contrôle, montre que les usagers de la route qui en ont fait directement l'expérience en voient mieux les avantages. Toutefois, si l'opinion publique en général estime contre-indiqué d'utiliser le sel sur les pistes cyclables, il peut s'avérer difficile d'adopter une telle méthode. Il faut utiliser le sel sur les pistes cyclables aussi modérément que possible, étant donné ses conséquences écologiques. Néanmoins, on devra comparer ses avantages et ses inconvénients avec ceux d'autres méthodes, telles que l'usage des abrasifs. Il peut arriver que, dans certains cas, l'usage du sel soit plus économique, même compte tenu de ses effets sur l'environnement. Des études plus poussées visant à comparer l'impact écologique des abrasifs et du sel avec la sécurité et l'économie seront donc nécessaires pour prendre les décisions qui s'imposent concernant l'entretien des pistes cyclables et des pistes piétonnes.

7. Remerciements

Des remerciements sont adressés à la Direction nationale des routes pour la subvention versée par l'intermédiaire du Centre de recherche et de formation sur l'opération et la maintenance de l'infrastructure (CDU).

8. Ouvrages de référence

Bergström, A. (1999). "Cyclisme hivernal — importance de l'état des routes dans le choix du mode de transport." [en suédois, résumé en anglais]. *VTI communication 861*, Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), Linköping, Suède.

Bergström, A. (2000). "Niveaux des services d'entretien et de maintenance hivernale sur les pistes cyclables." Thèse de licence, TRITA-IP FR 00-80, Institut royal de technologie, département infrastructure et planification, Ingénierie des autoroutes, Stockholm, Suède.

Bergström, A. (2001). "Mesures de friction sur les pistes cyclables à l'aide d'un testeur de friction portable." En préparation.

Binderup Larsen, L. et al. (1991). "Accidents individuels parmi les cyclistes." [en danois]. Ulykkes-AnalyseGruppen, Odense, Danemark.

Emmerson, P., Ryley, T. J., et Davies, D. G. (1998). "Influence du temps sur les débits de circulation." Laboratoire de recherche sur les transports, Berkshire, Royaume-Uni.

Gabestad, K. (1988). "Manuel de planification et d'exécution des études sur l'état superficiel des routes en hiver." [en norvégien]. *Volume 1, TØI rapport 0013*, Institut national norvégien sur l'économie des transports, Oslo, Norvège.

Giæver, T., Øvstedal, L., et Lindland, T. (1998). "Conception géométrique des équipements routiers pour le cyclisme — enquêtes et études sur le choix des itinéraires." [en norvégien]. *SINTEF apeport STF22 A97615*, SINTEF Bygg og miljøteknikk, Trondheim, Norvège.

Herrstedt, L., Lei Krogsgaard, K. M., Nilsson, P. K., et Jensen, O. K. (1995). "Le potentiel de la bicyclette dans la circulation urbaine." [en danois, résumé en anglais]. Vejdirektoratet, Trafiksikkerhed og miljø R17, Copenhague, Danemark.

Lindmark, M., et Lundborg, G. (1987). “Maintenance et opération des voies piétonnes en hiver.” [en suédois]. Association suédoise des autorités locales (SALA), Rapport 11, Stockholm, Suède.

Lundkvist, S.-O., et Lindén, S.-Å. (1994). “Frcition des marquages routiers — Comparaison entre le pendule SRT et les testeur de friction portable VTI Portable.” *VTI notat 65A-1994*, Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), Linköping, Suède.

Mikkelsen, L., et Prah, K. B. (1998). “Usage de l’eau salée contre le verglas sur les pistes cyclables.” *Xth PIARC International Winter Road Congress, 16–19 March in Luleå*, Linköping, Suède.

Möller, S., Wallman C.-G., et Gregersen, N. P. (1991). “Entretien hivernal des routes dans les zones urbaines — Sécurité et accessibilité routières.” [en suédois]. *TFB & VTI forskning/research No. 2*, Office de recherche suédois sur les transports et Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), Linköping, Suède.

Möller, S., et Öberg, G. (1990). “Instructions sur l’examen de l’état des routes.” [en suédois]. *VTI notat T 83*, Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), Linköping, Suède.

Nilsson, A. (1995). “Le potentiel du remplacement de la voiture par la bicyclette pour trajets courts.” [en suédois, résumé en anglais]. Thèse 84, Institut de technologie de Lund, Département de planification et d’ingénierie de la circulation routière, Lund, Suède.

Association routière nordique (NVF). (1984). “Maintenance et opération des équipements pour cyclistes et piétons.” [en norvégien, danois et suédois]. *NVF Rapport n° 24:1984*, Oslo, Norvège.

Association routière nordique (NVF). (1999). “Matériels pour la maintenance et l’opération des pistes cyclables et des voies piétonnes — Test de véhicules et de matériel.” [en norvégien]. Rapport NVF n° 4:1999, Oslo, Norvège.

Riks-RVU, Déplacements des Suédois 1998. (1998). “Étude générale des déplacements en Suède en 1998.” [en suédois]. Bureau central de statistique, Stockholm, Suède.

Association suédoise des autorités locales (SALA). (1998). “Évaluation des services municipaux — présentation d’un sondage dans l’administration publique en 1997”. [en suédois]. Stockholm, Suède.

Öberg, G., Nilsson, G., Velin, H., Wretling, P., Berntman, M., Brundell-Freij, K., Hydén, C., et Ståhl, A. (1996). “Accidents individuels chez les piétons et les cyclistes.” [en suédois, résumé en anglais]. *VTI communication 799*, Institut suédois de recherche sur la route et la circulation (VTI), Linköping, Suède.