

L'UTILISATION OPTIMALE DE VÉHICULES POUR SERVICE HIVERNAL SUR LES AUTOROUTES ALLEMANDES

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Roos

Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen
Universität Karlsruhe (TH)
D-76128 Karlsruhe / Allemagne
Tel.: +49 / 721 / 608 - 2240 / Fax: +49 / 721 / 60 76 10
E-mail: ISE@uni-karlsruhe.de

1. Abstrait

L'ampleur des services d'hiver, en particulier la couverture de besoin en cas de fortes chutes de neige, est souvent considérée comme le critère le plus important pour la mesure de l'équipement en véhicules des centres d'entretien (AM). Au cours des dernières années les conditions annexes essentielles pour dimensionner l'équipement ont changées dû à des modifications organisationnelles au service d'une part et au développement technique de véhicules et d'engins d'autre part. Par conséquent les principes d'évaluation de l'équipement en véhicules des centres d'entretien ont été réexaminés dans un projet de recherche du Ministère fédéral de transport en Allemagne. Pour pouvoir assurer le plus économiquement possible une qualité élevée du service, les conditions annexes suivantes sont déterminantes:

1. Le besoin minimum de l'équipement en véhicules est à dimensionner pour le cas du service de déblayage dans le réseau routier total.
2. Les véhicules d'un centre d'entretien doivent être maintenus à un degré d'utilisation aussi élevé que possible durant l'année entière.

L'analyse de performance de déblayage et d'épandage en de différentes combinaisons véhicules-engins et l'examen des conséquences qu'ont de différentes manières d'organisation de service hivernal sur la performance de déblayage et d'épandage et donc sur le besoin des véhicules et des engins forment le centre des recherches.

Les résultats des analyses de mises en service hivernal et d'heures de service des véhicules, à base d'un choix représentatif de centres d'entretien, étaient le fondement pour une considération de rentabilité, en laquelle sont comparés les frais de différentes variations d'équipement tenant compte d'une charge de véhicule d'une année entière. La conclusion de ce projet est une méthodologie pour optimiser la mise en service des véhicules sur les autoroutes. De cette manière il a été possible de faire des recommandations d'équipement pour les centres d'entretien en Allemagne menant à de considérables économies. En outre des conclusions pour la pratique pouvaient être déduites qui offrent une aide importante à la gérance, spécialement en cas de conditions annexes défavorables.

Ceci concerne surtout l'application de camions lourds et/ou moyens par rapport à Unimog, le déblayage des chaussées directionnelles à groupes échelonnés par rapport au déblayage à engins isolés, la planification du service en cas de grande part de chaussées à plus de trois voies et l'adjugation de services à des entreprises privées visant la couverture des charges de pointe ou la surveillance de tronçons de voie particuliers comme des distances de montée ou de grands ponts de vallée.

2. Sujet

En Allemagne des centres d'entretien (AM) spéciaux sont responsables pour la maintenance du service des autoroutes; leur équipement, véhicules compris, forment un facteur de frais important.

L'ampleur des services d'hiver, en particulier la couverture de besoin en cas de fortes chutes de neige, est souvent considérée comme le critère le plus important pour la mesure de l'équipement en

véhicules des centres d'entretien (AM). Au cours des dernières années les conditions annexes essentielles pour dimensionner l'équipement ont changées, dont font part: le développement technique comme p. e. de moteurs plus puissants pour véhicules et engins, ou d'agrégats hydrauliques pour la commande des engins, et les modifications organisationnelles au service dû à une réduction des emplacements d'AM et à une amplification des réseaux de lignes à entretenir à 70 km et plus.

Par conséquent les principes d'évaluation de l'équipement en véhicules des centres d'entretien ont été réexaminés. Pour pouvoir assurer le plus économiquement possible une qualité élevée du service, les conditions annexes suivantes sont déterminantes:

- Les véhicules d'un centre d'entretien doivent être maintenus à un degré d'utilisation aussi élevé que possible durant l'année entière.
- Le besoin minimum de l'équipement en véhicules est à dimensionner pour le cas du service de déblayage dans le réseau routier total.

Ce rapport est basé sur deux projets de recherche (1995 et 1997) du Ministère fédéral de transport en Allemagne. A partir d'une vaste enquête un examen des heures d'action d'une année a été faite [1] dès laquelle on a déduit des recommandes pour l'équipement en véhicules des centres d'entretien standards. Les services hivernaux ont été analysés [2] afin de vérifier ces résultats en considération des besoins de service de dégagement et pour apprécier l'influence de différentes conditions marginales sur les critères de mesure. L'analyse de performance de déblayage et d'épandage en de différentes combinaisons véhicule engin et l'examen des conséquences qu'ont de différentes manières d'organisation de service hivernal sur la performance de déblayage et d'épandage et donc sur le besoin des véhicules et des engins forment le centre des recherches.

3. Méthode de recherche

Dix centres d'entretien (AM) de profil différent ont été choisis pour une analyse détaillée de leur service hivernal. Chaque AM en Allemagne a de plus été questionné par écrit sur l'application du service hivernal pour pouvoir tenir compte des expériences pratiques lors de l'étude. Les suppositions faites dans ce rapport peuvent être considérées comme bien fondées, car 90 % des questionnaires ont été retournés.

A base d'une planification pour le cas du service de déblayage dans le réseau entier l'on a dimensionné un équipement minimum en véhicules et engins nécessaire pour le service hivernal. Un «AM moyen» a donc été choisi, comprenant un réseau de lignes à deux voies de 70 km et des rampes et des lignes secondaires d'une à deux voies de 35 km.

A ce propos l'on a tenu compte des règlements relatifs au sujet ainsi que du niveau d'exigence en Allemagne pour le service hivernal. L'exploitation des tachygraphes de quelques centres d'entretien sélectionnés a révélé les vitesses de service.

A partir du besoin minimum d'équipement pour le service hivernal, de différentes combinaisons véhicule engin ont été comparées durant une année entière dans l'aspect du taux de charge des véhicules. Les frais de ces différentes variations ont été mis en regard dans une considération de rentabilité. Des exemples de véhicules porteurs d'engin typiquement utilisés dans les centres d'entretien allemands, et dont on a eu égard lors des recherches, figurent en Fig. 1. Fig. 2 montre des dates techniques concernant le service hivernal.



Fig. 1: Exemples de véhicules porteurs d'engin typiquement utilisés dans les centres d'entretien allemands

| | poids total autorisé | charge autorisée par essieu avant (en service hivernal) | la charge autorisée par essieu arrière (en service hivernal) | sableuse épandeuse | largeur effective de déblayage chasse-neige avant/ lateral |
|--|----------------------|---|--|------------------------|--|
| camion moyen (deux essieux arrière) | 26 - 30 t | 8 - 10 t | 19 - 26 t | 6 - 9 m ³ | jusqu'à 4,4 m / 2,6 m |
| grand camion (deux essieux) | 17 - 20 t | 8 - 10 t | 10 - 13 t | 4 - 6 m ³ | jusqu'à 4,4 m / 2,6 m |
| porte-engin pour lourdes charges (U 2400 TG) | 21 t | 7,3 t | 13,5 t | 4 - 6 m ³ | jusqu'à 4,4 m / 2,6 m |
| porte-engin moyen polyvalent (U 1600 - U 2150) | 11 - 13 t | 7 t | 7 t | 2 - 2,5 m ³ | jusqu'à 3,4 m / - |
| grand porte-engin polyvalent (U 1000 - U 1450) | 8,5 - 11 t | 4,9 - 6,6 t | 5,5 - 6,6 t | 1,5 - 2 m ³ | jusqu'à 3,4 m / - |

Fig. 2: Dates techniques de véhicules porteurs d'engin allemands

4. Résultats

4.1 Besoins en véhicules utilisés en service d'hiver

Les besoins en véhicules utilisés en service d'hiver résultent en premier lieu de la caractéristique du réseau routier, et dans une moindre mesure des particularités de la région climatique, dont fait partie un centre d'entretien (AM). La raison est que dans l'ensemble du territoire fédéral allemand il faut s'attendre à de fortes chutes de neige prolongées. Les différences se situent davantage par rapport à la fréquence de la présence de pareilles conditions météorologiques, et de ce fait par rapport à la fréquence d'utilisation du service d'hiver (service de déblayage, épandage).

En cas de verglas le facteur durée de temps joue le rôle principal pour le service d'exploitation routière qui s'occupe de la sécurité du déroulement du trafic ainsi que du maintien de la fluidité du trafic et de la capacité du réseau routier. Les possibilités d'optimisation temporelle ont été examinées pour toutes les phases du service d'hiver, c'est-à-dire la préparation de mise en service, la marche elle-même, et la préparation de services suivants (p. e. rechargement). La compression de la durée est favorable pour les buts mentionnés en haut ainsi que pour les buts d'économie.

Spécialement pour l'amélioration de la rentabilité il faut examiner une mesure par égard de l'effet perceptible au résultat total. L'installation rapide de l'équipement d'épandage n'est par exemple pas nécessaire si le véhicule en question doit de toute façon garder l'équipement pendant tout l'hiver (pour services de sécurité de trafic p. e.).

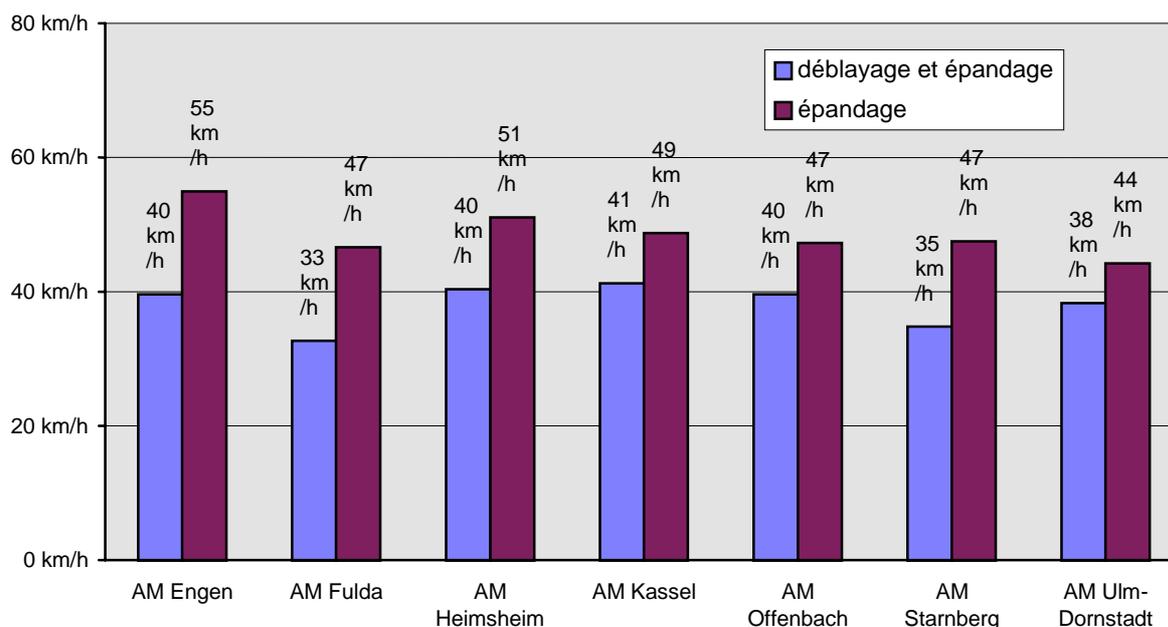


Fig. 3: Vitesses moyennes de services de déblayage et d'épandage de centres d'entretien sélectionnés

Pour un «AM moyen» avec application illustrée à l'aide d'une chaussée directionnelle à deux voies de 2 x 70 km, les besoins minimums exigent l'utilisation de 4 grands camions pour le dégagement des chaussées directionnelles dans une période de rotation visée de 2 heures au maximum, et de 2 autres véhicules (porte-engins) pour le traitement des échangeurs, des rampes et des voies annexes. Le temps nécessaire pour cela dépend de la question de savoir si les applications sont effectuées avec des groupes échelonnés de véhicules, ou des engins isolés.

Les calculs sont basés sur les vitesses de service suivantes:

- service de déblayage avec ou sans épandage à 35 km/h
- service d'épandage à 40 km/h
- marche vide ou avec charge à 60 km/h

Ces valeurs ont été confirmées par une vaste interprétation de tachygraphes de dix centres d'entretien (voir fig. 3).

Sur une ligne d'épandage de 35 km en chaussée directionnelle continue à deux voies, chacun des 4 grands camions exige une sableuse épandeuse de 5 m³ d'un taux d'épandage de 35 g/m². Pour atteindre un taux de 40 g/m² il faut des sableuses de 6 m³.

Désormais le besoin en véhicules pour service d'hiver augmente si les conditions annexes ne sont pas favorables (chaussées directionnelles à deux voies continues, volume de circulation moyen, emplacement central de l'AM, densité de tronçons de raccordement moyenne).

Le besoin d'abrasif fondant routier par kilomètre de service augmente en fonction d'une partie montante de chaussées directionnelles à trois voies. Considérant le service de déblayage en premier lieu le besoin reste tel quel, car 2 véhicules échelonnés sont capables de déblayer 2 ou 3 voies en une seule marche, dépendant de la taille du chasse-neige installé. Le besoin accru d'abrasif fondant routier peut encore être couvert avec des sableuses épanduses de 6 m³ au taux maximal d'épandage, si la part de chaussée directionnelle à trois voies n'excède pas les 8,5%. Si l'on ne peut s'épargner l'épandage à un taux élevé en cas de grande part ou voire de continuité d'une chaussée directionnelle à trois voies, il faut considérer les solutions suivantes:

- Rechargement, c'est-à-dire prolongation du service. Ceci constitue la solution la moins coûteuse, car aucun véhicule plus grand ou supplémentaire n'est nécessaire.
- Mise en service de sableuses épanduses plus grandes (plus de 6 m³) sur des véhicules à trois essieux sans personnel supplémentaire.
- Mise en service de véhicules supplémentaires (loués à l'occasion) pour raccourcir les boucles de service.

Le danger d'embouteillage, et avec ça le danger de prolongation de la période de rotation, augmente sur des tronçons avec un volume de circulation élevé ou avec une forte inclinaison longitudinale (plus de 4%) en conditions de route hivernales. En ce cas le besoin en véhicules augmente. Des véhicules supplémentaires permettent de raccourcir la période de rotation lors d'un service, et préviennent ainsi le danger d'embouteillage. Comme la formation d'embouteillages dépend de multiples facteurs d'influence, l'évaluation du besoin en véhicules peut uniquement se faire sur la base d'expériences locales. La mise en service d'un nombre élevé de petits véhicules avec une largeur de déblayage diminuée (et ainsi avec une largeur de passage diminuée) est en général moins économique (et n'est donc pas conseillée) que la mise en service de véhicules plus grands, même en considérant l'entrave des véhicules en cas d'embouteillage. Néanmoins il est possible d'installer en cas de besoin des chasse-neiges plus étroits sur une part des grands camions utilisés ou de mettre en service des porte-engins moyens polyvalents.

L'installation de points de base supplémentaires pour le service hivernal peut compenser l'inconvénient d'un emplacement décentralisé du centre d'entretien, car l'on peut ainsi éviter des courses à vide pour le rechargement pour un service suivant.

La prolongation des boucles de service de déblayage pour les grands camions ou porte-engins utilisés peut surmonter des difficultés qui proviennent à l'occasion d'une densité de tronçons de raccordement élevée.

4.2 Degré d'utilisation de véhicule pour une année entière

Dans le cadre des études l'on a différencié deux catégories de centres d'entretien : les AM en concentration urbaine (en plaine) et les AM en région agricole. Cette différenciation provient en premier lieu de différences en ampleur annuelle de fauchage et de volume de circulation, qui influence les mesures de sécurité à prendre.

L'entretien de l'exploitation routière succombe en Allemagne de plus en plus sous une pression sur la critique des devoirs ainsi que sur l'adaptation à des conditions annexes changeantes. Pour tenir compte de ces changements on a adapté les devoirs (surtout importants du point de vue du nombre des heures de service) de la mise en sécurité du trafic et des marches de transport.

Afin de soulager le département des ponts et chaussées l'on envisage de désormais renoncer à une mise en sécurité du trafic pour des tiers. Cela permet de réduire les estimations des dépenses actuelles pour la mise en sécurité de 30%, ce qui est la valeur moyenne des centres d'entretien qui ont répondu au questionnaire.

De plus une optimisation de l'utilisation de transports permet de réduire les dépenses pour la prestation. Ainsi une partie des prestations de transport peut être réalisée avec d'autres véhicules (p. e. transport de personnes ou de petites charges avec un véhicule de surveillance ou une voiture d'équipe). De bonnes expériences ont été faites avec la mise en service de camion à benne basculante. Cet aspect a été pris en compte durant le calcul des heures de transport qui ont été réduites de 25% comparé au nombre provenant de l'enquête.

| centres d'entretien | concentration urbaine (en plaine) | région agricole |
|--|--------------------------------------|-----------------|
| longueur des réseaux de lignes | 70 km | |
| service hivernal: | | |
| heures d'épandage par hiver en moyenne | 570 h (240 h) | 570 h (240 h) |
| heures de déblayage et d'épandage par hiver en moyenne | 940 h (240 h) | 940 h (240 h) |
| heures de surveillance par hiver en moyenne | 270 h (40 h) | 270 h (40 h) |
| autres travaux: | | |
| service de fauchage | 450 h | 330 h |
| laver les glissières de sécurité | 130 h | 130 h |
| autres travaux de porte-engins | 1.280 h | 1.280 h |
| transport | 3.400 h | 3.400 h |
| sécurité routière | 2.700 h | 1.800 h |
| sécurité routière pour des tiers | - | - |
| autre | 640 h | 640 h |

Valeurs entre parantèses: la part d'heures pendant le temps de travail fixé

Fig. 4 : Ampleur des différentes tâches (heures par an) d'un «AM moyen»

L'évaluation des questionnaires pour les centres d'entretien n'a pas donné de différences perceptibles en considération de l'ampleur des services d'hiver qui permettraient une classification plus différenciée. Une catégorisation des AM n'est pas réellement raisonnable en vue de l'action combinée très complexe des différents facteurs qui définissent le «comment» et «combien» du service d'hiver.

Au tableau Fig. 4 figurent les différentes tâches des deux catégories de centre d'entretien et leur ampleur.

Le maximum des heures de service que l'on peut atteindre d'un véhicule (90% du temps de travail fixé) se définit en fonction de son équipement. Les heures de service nécessaires (considérant aussi le déploiement pour réparations et entretien) se définissent en fonction de l'ampleur des devoirs. Le taux de charge des véhicules est alors le maximum des heures de service possibles divisé par les heures

nécessaires. Uniquement les heures de service qui viennent à échéance durant le temps de travail fixé (réglementé) est ici tenu en compte. Fig. 5 montre l'évaluation du taux de charge d'un véhicule à l'exemple d'une possibilité d'équipement.

| travaux | camion (grand) | | | | | porte-engin polyvalent (moyen) | | | | |
|---------------------------------------|----------------|-------------|---------|---------|----------------|--------------------------------|------------|-------|-------|----------------|
| | été | | hiver | | année | été | | hiver | | année |
| | RAZ | RAZ | SZ | Σ | RAZ | RAZ | RAZ | SZ | Σ | RAZ |
| déblayage | 0 h | 160 h | 220 h | 380 h | 160 h | 0 h | 40 h | 55 h | 95 h | 40 h |
| epandage | 0 h | 160 h | 560 h | 720 h | 160 h | 0 h | 40 h | 70 h | 110 h | 40 h |
| marche de contrôle | 0 h | 40 h | 230 h | 270 h | 40 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h |
| laver les glissières de sécurité | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 25 h | 105 h | 0 h | 105 h | 130 h |
| service de fauchage | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h |
| autres travaux de porte-engins | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 200 h | 475 h | 0 h | 475 h | 675 h |
| transport | 1.700 h | 1.600 h | 0 h | 1.600 h | 3.300 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h |
| autres travaux | 210 h | 210 h | 0 h | 210 h | 420 h | 55 h | 55 h | 0 h | 55 h | 110 h |
| sécurité routière | 900 h | 900 h | 0 h | 900 h | 1.800 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h |
| temps de travail (au total) | 2.810 h | 3.070 h | 1.010 h | 4.080 h | 5.880 h | 280 h | 715 h | 125 h | 840 h | 995 h |
| quote-part de réparation / entretien | 10% | | | 10% | | 15% | | | 15% | |
| réparation / entretien | 281 h | 408 h | ← | 408 h | 689 h | 42 h | 126 h | ← | 126 h | 168 h |
| heures de service nécessaires | 3.091 h | 3.478 h | | | 6.569 h | 322 h | 841 h | | | 1.163 h |
| heures de service maximales possibles | 3.912 h | 3.881 h | | | 7.792 h | 978 h | 970 h | | | 1.948 h |
| taux de charge (relatif à 100 %) | 79% | 90% | | | 84% | 33% | 87% | | | 60% |
| heures de service maximales possibles | 3.520 h | 3.493 h | | | 7.013 h | 880 h | 873 h | | | 1.753 h |
| taux de charge (relatif à 90%) | 88% | 100% | | | 94% | 37% | 96% | | | 66% |

| travaux | porte-engin pour lourdes charges | | | | | véhicules (au total) | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|------------|-------|-------|----------------|----------------------|------------|---------|---------|----------------|
| | été | | hiver | | année | été | | hiver | | année |
| | RAZ | RAZ | SZ | Σ | RAZ | RAZ | RAZ | SZ | Σ | RAZ |
| déblayage | 0 h | 40 h | 55 h | 95 h | 40 h | 0 h | 240 h | 330 h | 570 h | 240 h |
| epandage | 0 h | 40 h | 70 h | 110 h | 40 h | 0 h | 240 h | 700 h | 940 h | 240 h |
| marche de contrôle | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 40 h | 230 h | 270 h | 40 h |
| laver les glissières de sécurité | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 25 h | 105 h | 0 h | 105 h | 130 h |
| service de fauchage | 330 h | 0 h | 0 h | 0 h | 330 h | 330 h | 0 h | 0 h | 0 h | 330 h |
| autres travaux de porte-engins | 125 h | 480 h | 0 h | 480 h | 605 h | 325 h | 955 h | 0 h | 955 h | 1.280 h |
| transport | 0 h | 100 h | 0 h | 100 h | 100 h | 1.700 h | 1.700 h | 0 h | 1.700 h | 3.400 h |
| autres travaux | 55 h | 55 h | 0 h | 55 h | 110 h | 320 h | 320 h | 0 h | 320 h | 640 h |
| sécurité routière | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 0 h | 900 h | 900 h | 0 h | 900 h | 1.800 h |
| temps de travail (au total) | 510 h | 715 h | 125 h | 840 h | 1.225 h | 3.600 h | 4.500 h | 1.260 h | 5.760 h | 8.100 h |
| part de réparation / entretien | 15% | | | 15% | | | | | | |
| réparation / entretien | 77 h | 126 h | ← | 126 h | 203 h | 400 h | 660 h | ← | 660 h | 1.060 h |
| heures de service nécessaires | 587 h | 841 h | | | 1.428 h | 4.000 h | 5.160 h | | | 9.160 h |
| heures de service maximales possibles | 978 h | 970 h | | | 1.948 h | 5.867 h | 5.821 h | | | 11.689 h |
| taux de charge (relatif à 100 %) | 60% | 87% | | | 73% | 68% | 89% | | | 78% |
| heures de service maximales possibles | 880 h | 873 h | | | 1.753 h | 5.281 h | 5.239 h | | | 10.520 h |
| taux de charge (relatif à 90%) | 67% | 96% | | | 81% | 76% | 98% | | | 87% |

RAZ = heures pendant l'horraire de temps de travail fixé SZ = autres heures hors de temps de travail fixé

Fig. 5 : Exemple pour l'évaluation du taux de charge d'un véhicule; variante avec 4 grands camions, 1 porte-engin pour lourdes charges et 1 porte-engin moyen polyvalent à un «centre d'entretien en région agricole»

L'équipement de 4 grands camions et 2 porte-engins moyens polyvalents, qui a été évalué comme besoin minimum pour le service hivernal, suffit aussi pour l'accomplissement du reste des devoirs qui ont été analysés pour un AM en région agricole. Pour augmenter la flexibilité et assurer pleinement en cas de panne d'un grand camion la réalisation du service d'hiver sur chaussée directionnelle, il est recommandé d'utiliser en lieu et place d'un porte-engin polyvalent un porte-engin pour lourdes charges.

Pour un AM en concentration urbaine (en plaine) il est nécessaire, en raison des dépenses importantes de fauchage et de sécurité routière, d'utiliser 5 grands camions et 2 porte-engins moyens polyvalents.

Dépendant de la catégorie de centre d'entretien les variantes d'équipement recommandées donnent au service annuel un taux de charge moyen d'environ 90% pour les grands camions et de 75% pour les porte-engins moyens polyvalents. Le taux de charge est en général plus élevé en hiver qu'en été.

5. Déductions pour la pratique

Pour le service hivernal d'un AM d'une longueur de 70 km, et ce dans des conditions annexes favorables (chaussée directionnelle à deux voies continues, emplacement central de l'AM), 4 grands camions et 2 porte-engins moyens polyvalents sont suffisants.

Dépendant du taux d'épandage normalement nécessaire l'équipement recommandé pour un AM de chaussée directionnelle à deux voies continues est de sableuses épanduses de 5 m³ pour les grands camions et de sableuses de 2 m³ pour les porte-engins moyens polyvalents. Pour une boucle de déblayage et d'épandage de 70 km (chaussée de 2 voies) un échelon de 2 véhicules peut atteindre avec cet équipement un taux d'épandage de 35 g/m² sans recharger. L'utilisation de cadres auxiliaires permet le montage de sableuses épanduses de 6 m³ sur des camions à deux essieux ou sur un porte-engin pour lourdes charges. Ces sableuses ci suffisent à un taux maximal d'épandage de 40 g/m².

Si une partie du réseau de lignes est à trois voies il en résulte un besoin supplémentaire d'équipement (véhicule supplémentaire, un taux d'épandage plus élevé, largeur de déblayage augmentée) surtout dû au besoin augmenté d'abrasif fondant routier. Dépendant de la quote-part des chaussées à trois voies les mesures suivantes sont recommandées :

- Rechargement, c'est-à-dire prolongation du service
- Mise en service de sableuses épanduses plus grandes sur des véhicules à trois essieux.
- Mise en service de véhicules supplémentaires (loués à l'occasion) pour raccourcir les boucles de service.

De plus un besoin supplémentaire de capacité de service d'hiver (véhicule supplémentaire, un taux d'épandage plus élevé, largeur de déblayage augmentée) peut provenir d'un changement important des conditions annexes (volume de trafic élevé, réseau de lignes avec de fortes inclinaisons longitudinales, emplacement décentralisé de l'AM, densité de tronçons de raccordement élevée).

Le déblayage avec véhicules échelonnés est en principe plus économique qu'avec un véhicule isolé, car d'un côté il n'est pas nécessaire de tenir compte d'une voie non déblayée lors du choix du taux d'épandage et de l'autre côté le déblayage se fait en une seule marche.

Pour le déblayage en échelon sur une chaussée à deux voies continues le service est recommandé pour deux grands camions avec chasse-neige avant à largeur excessive (largeur effective de déblayage 8,00 m). Une chaussée en partie ou entièrement à trois voies nécessite deux grands camions avec chasse-neige avant de largeur excessive et chasse-neige latéral (largeur effective de déblayage 11,80 m). Si le déblayage en échelon n'est pas réalisable il est possible de déblayer une voie isolée avec un chasse-neige avant de largeur excessive sans chasse-neige latéral (largeur effective de déblayage 4,20 m). Ou, en cas d'une largeur de déblayage réduite, il suffit d'installer un chasse-neige avant sans bande d'élargissement (largeur effective de déblayage 3,20 m).

L'utilisation d'une combinaison de chasse-neiges d'une largeur importante est moins coûteuse qu'un nombre plus élevé de véhicules avec une largeur de déblayage inférieure. Pour l'entretien d'une section à grand danger d'embouteillage il est possible de mettre en service une partie des camions avec des chasse-neiges avants moins larges ou, à l'occasion, un porte-engin polyvalent. Il faut examiner en plus l'installation de signaux bleus clignotants.

Au regard de la charge annuelle l'exécution du service d'hiver est en fonction du niveau des exigences requises, à savoir «garantie du caractère praticable de la chaussée continue», à la fois justifiée et rentable sur une période de rotation visée de 2 heures avec l'utilisation de véhicules administratifs. Pour des utilisations complémentaires dépassant ce cadre il convient de faire appel à des véhicules loués, du fait que l'acquisition supplémentaire de véhicules uniquement réservés au service d'hiver n'est pas rentable pour une charge portant sur toute l'année.

La location de véhicules peut être raisonnables dans les cas suivants :

- Complément des véhicules administratifs en utilisation isolée pour des services en échelon.
- Déblayage et épandage de rampes et de lignes annexes.
- Services supplémentaires pour le soulagement du personnel de l'AM.
- Surveillance supplémentaire de sections problématiques (p. e. ponts ou chaussées à forte pente) avec véhicules loués, si la mise à la disposition à court terme peut être garantie par des entreprises établies sur les lieux.

Seuls les porte-engins pour lourdes charges ou de grands camions porte-engins peuvent, en égard du service d'hiver, être considérés comme «véhicules universels» car les sableuses épanduses de plus de 4 m³ dépassent les charges d'essieux admissibles pour un camion moyen.

Les équipements en véhicules suivants sont, en renonçant à la sécurité routière pour des tiers (ce qui est envisagé en Allemagne) et en optimisant l'utilisation de transports, suffisants pour des AM d'une longueur de 70 km :

- Pour un «AM moyen» en région agricole, et ce dans des conditions annexes favorables, de 4 grands camions et de 2 porte-engins moyens polyvalents. Pour augmenter la flexibilité et assurer pleinement en cas de panne d'un grand camion la réalisation du service d'hiver, il est recommandé d'utiliser en lieu et place d'un porte-engin polyvalent un porte-engin pour lourdes charges.
- Pour un AM en concentration urbaine (en plaine) il est nécessaire, en raison des dépenses importantes de fauchage et de sécurité routière, d'utiliser 5 grands camions et 2 porte-engins moyens polyvalents.

D'ici résulte au service portant sur toute l'année, dépendant du type d'AM, un taux de charge moyen d'environ 90% pour les grands camions et de 75% pour les porte-engins moyens polyvalents. Le taux de charge en hiver est en général plus élevé qu'en été.

Littérature

[1] Durth, W. / Roos, R. / Holldorb, C.

L'utilisation optimale de porte-engins polyvalents, de porte-engins pour lourdes charges et de grands camions (utiliser en lieu et place de porte-engins) pour service d'entretien sur les autoroutes. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 708, Bonn, 1995

[2] Roos, R. / Schlund, M. / Böhm, P.M.

L'utilisation optimale de véhicules pour service d'entretien hivernal sur les autoroutes allemandes. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 752, Bonn, 1997