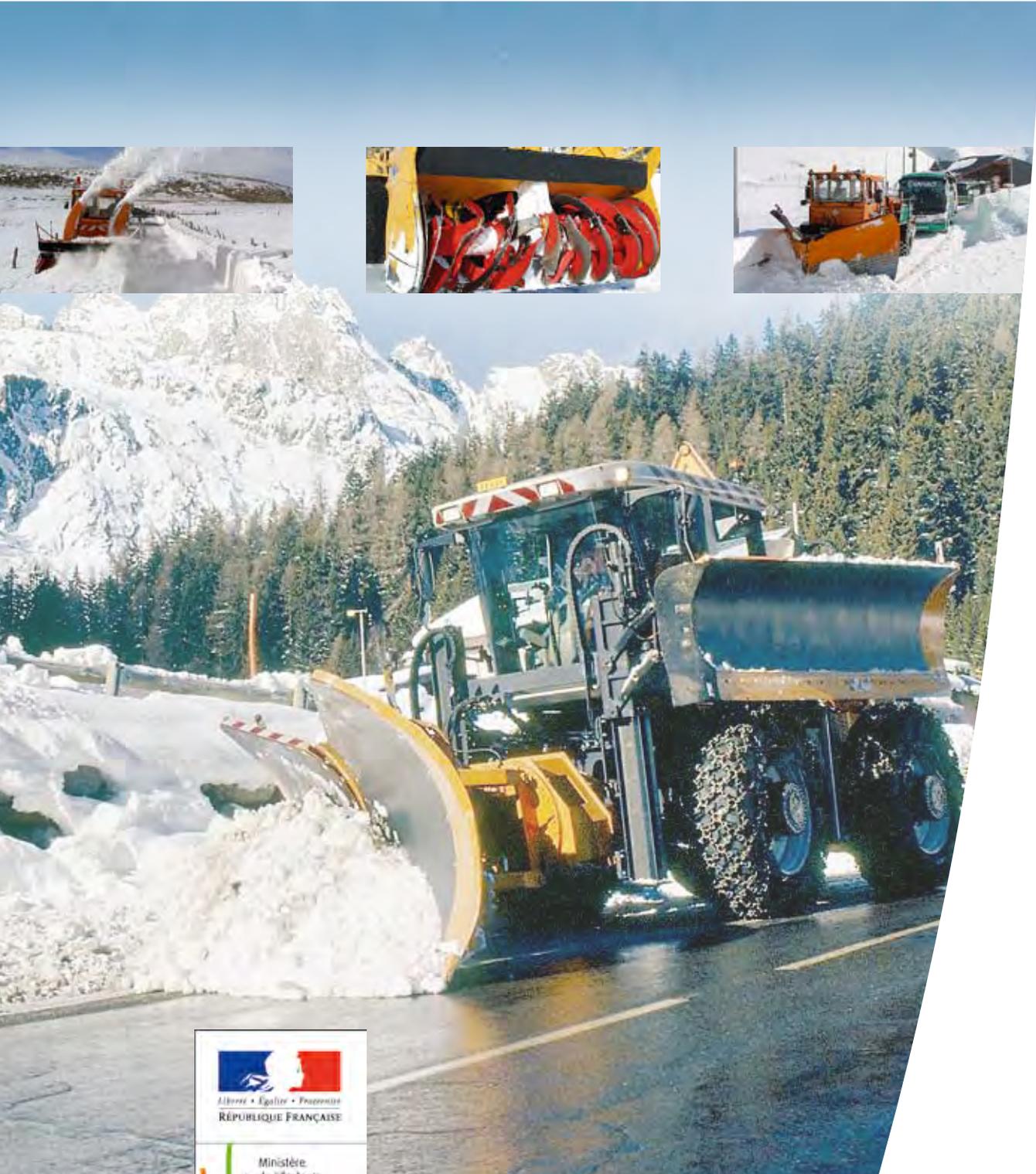


## Viabilité hivernale

*Stratégies de choix des outils de raclage et d'épandage*





*Guide technique*

# **Viabilité hivernale**

*Stratégies de choix des outils de raclage et d'épandage*



Ce document a été rédigé dans le cadre des travaux de la Commission de normalisation MPEP (matériels et produits de l'entretien routier) et de la CNIM (Commission nationale pour l'innovation des matériels). Un groupe de travail a été constitué par des représentants de constructeurs, d'utilisateurs et de l'Administration. Après quelques temps d'arrêt, la rédaction a ensuite été reprise par une nouvelle équipe.

Le guide a été relu par Jean Louis Perrot, représentant de l'ADSTP pour le domaine viabilité hivernale. Il a attiré l'attention sur les matériels agricoles ou de travaux publics qui ne sont pas traités dans ce document. Celui-ci s'en tient en effet aux véhicules dont la circulation est autorisée par le code de la route. Des études complémentaires sont engagées pour traiter des aspects réglementaires liés à l'utilisation et à la circulation des matériels agricoles et de chantiers adaptés au service hivernal.

**Membres du groupe de travail :**

- Didier Giloppé (CETE Normandie-Centre)
- Philippe Pecquenard (CETE Normandie-Centre, station d'essais des matériels routiers (SEMR))
- François Maurice (SEMR)
- Michaël Langlet (SEMR)



# Sommaire

<b>Avant-propos</b>	<b>6</b>
<b>1 - Éléments déterminant le choix des matériels</b>	<b>7</b>
1.1 - Généralités	7
1.2 - Aspect développement durable	7
1.2.1 - Environnement	7
1.2.2 - Sécurité des agents et des usagers	8
1.2.3 - Évolution des interventions	9
1.3 - Climatologie	10
1.3.1 - La neige	10
1.3.2 - Le verglas	11
1.4 - États de surface d'un revêtement	11
1.5 - Éléments concernant l'organisation et la morphologie du site	12
1.5.1 - Organisation	12
1.5.2 - Morphologie du site, caractéristiques du réseau	12
1.6 - Niveaux de service	13
1.7 - Stratégie d'équipement en matériel	13
1.7.1 - Approche générale	13
1.7.2 - Approche opérationnelle	14
1.8 - Contraintes particulières liées à une utilisation en service hivernal	15
<b>2 - Définition et description des fonctions de raclage et d'épandage</b>	<b>17</b>
2.1 - Enlèvement de la neige	17
2.1.1 - Raclage	17
2.1.2 - Évacuation	19
2.1.3 - Élargissement	19
2.1.4 - Écrêtage	19
2.1.5 - Raclage des congères	19
2.1.6 - Ouverture de col	19
2.1.7 - Déneigement après avalanches	20
2.2 - Épandage	20
<b>3 - Définition et description des matériels et outils</b>	<b>21</b>
3.1 - Porteurs et engins de service hivernal	21
3.2 - Liaison porteur outil	21
3.3 - Outil de service hivernal	22
3.4 - Outils de raclage	22
3.4.1 - Lame biaise	22
3.4.2 - Rabot déneigeur (lame rabot)	23

3.4.3 - Étrave	24
3.4.4 - Aileron	25
3.4.5 - Déglaceuse	26
3.4.6 - Niveleuse	26
<b>3.5 - Outils d'épandage</b>	<b>27</b>
3.5.1 - Épandeuse	27
3.5.2 - Épandeuse mixte	28
3.5.3 - Saumureuse	28
<b>3.6 - Autres types d'outils et de matériels</b>	<b>29</b>
3.6.1 - Scarificateur	29
3.6.2 - Balayeuse	29
3.6.3 - Évacuateur	29
<b>4 - Caractéristiques des outils de raclage</b>	<b>31</b>
<b>4.1 - Constitution générale de tous les outils de raclage</b>	<b>31</b>
<b>4.2 - Géométrie</b>	<b>31</b>
4.2.1 - Dimension et géométrie	31
4.2.2 - Géométrie, fiche de carrossage (lame et rabot)	32
4.2.3 - Géométrie, fiche de carrossage (étraves)	33
4.2.4 - Détermination des poids	34
<b>4.3 - Caractéristiques techniques des outils de raclage</b>	<b>34</b>
4.3.1 - Structure	34
4.3.2 - Tablier	34
4.3.3 - Lames d'usure	34
4.3.4 - Sécurité chocs frontaux ou latéraux	35
4.3.5 - Dispositif de préservation des chaussées	35
4.3.6 - Dispositif de préservation des porteurs	35
4.3.7 - Circuit de commande	36
4.3.8 - Dispositif de commande	36
4.3.9 - Circuit hydraulique	36
4.3.10 - Dispositions destinées à faciliter la maintenance	36
4.3.11 - Protection anti-corrosion	36
<b>5 - Caractéristiques des outils d'épandage</b>	<b>37</b>
<b>5.1 - Constitution générale des outils d'épandage</b>	<b>37</b>
<b>5.2 - Géométrie</b>	<b>37</b>
5.2.1 - Dimension et géométrie	37
5.2.2 - Géométrie, fiche de carrossage (lame et rabot)	37
5.2.3 - Détermination des poids	38
<b>5.3 - Caractéristiques techniques des outils d'épandage</b>	<b>38</b>
5.3.1 - Structure	38
5.3.2 - Trémie	38
5.3.3 - Réservoir à saumure	38
5.3.4 - Éléments de transfert des matériaux solides	38
5.3.5 - Éléments d'épandage des matériaux solides	39
5.3.6 - Éléments de transfert et d'épandage des liquides	40

5.3.7 - Boîtier de commandes	40
5.3.8 - Dispositif d'entraînement	40
5.3.9 - Flexibles hydrauliques	41
5.3.10 - Coupleurs	41
5.3.11 - Dispositions de dépose et remisage	41
5.3.12 - Dispositions destinées à protéger les personnes	41
5.3.13 - Protection anti-corrosion des éléments en acier au carbone	42
<b>6 - Grilles d'analyse pour le choix des matériels</b>	<b>43</b>
6.1 - Synoptique	43
6.2 - Définition des classes d'utilisation	44
6.3 - Adéquation porteur – classe d'utilisation	44
6.4 - Outil de raclage – adéquation fonction outil	45
6.5 - Outil d'épandage – adéquation fonction outil	47
6.6 - Grille d'aide à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel	47
6.6.1 - Outils de raclage	48
6.6.2 - Outils d'épandage	54
<b>7 - Annexes</b>	<b>57</b>
7.1 - Glossaire	57
7.2 - Éléments climatologiques	58
7.3 - Exemple de choix d'un équipement	59
<b>8 - Références bibliographiques</b>	<b>69</b>



# Avant-propos

L'objectif du présent document est d'offrir aux décideurs des stratégies de choix lors de l'acquisition d'un matériel utilisé pour faire le déneigement et l'épandage de fondants routiers dans le cadre du service hivernal.

L'idée est bien sûr de sortir de la logique du moins cher, du plus solide ou tout simplement de l'attitude qui consiste à reconduire le même type de fournisseurs ou de produits, lors des nouveaux achats ou des renouvellements.

Ce guide s'inscrit dans une logique d'approche globale d'amélioration de la viabilité hivernale mise en oeuvre depuis plusieurs années. Aussi les stratégies d'équipement proposées se veulent être cohérentes avec la montée en puissance des organisations (Démarche d'Organisation de la Viabilité Hivernale), la politique de niveaux de service, les travaux de normalisation et les progrès réalisés par les constructeurs ces dernières années.

On ne doit pas perdre de vue qu'un matériel, aussi performant soit-il, ne trouvera sa pleine efficacité que s'il est employé dans son domaine d'application et utilisé par des personnels ayant une formation adéquate.

Le choix et l'achat du matériel ne doivent donc pas être dissociés du contexte organisationnel et s'inscrivent dans une politique générale d'équipement.

Ils seront la résultante d'une réflexion au sein du service menée entre :

- le personnel d'encadrement, qui justifiera les orientations politiques,
- les différents utilisateurs,
- les équipes chargées de la maintenance et de l'entretien, qui feront part de leur expérience et de leurs besoins.

Les matériels de service hivernal font l'objet d'un faible taux de renouvellement. Il n'est pas rare que la durée de vie de certains dépasse 20 ans, ce qui constitue une contrainte supplémentaire et renforce la nécessité de bien définir les stratégies d'équipement.

Les conditions d'épandage (chronologie, qualité et dosage) de fondants routiers dépendent très étroitement de la qualité du raclage. La quantité épandue ne cesse de croître au fil des ans et il apparaît nécessaire de mieux la maîtriser afin de répondre aux textes français et européens en vigueur ou en préparation concernant l'environnement (directive 2000/60/DCE et 2006/11/CE) et de limiter les coûts de la viabilité hivernale.

Les stratégies d'épandage de fondants ont évolué et les épanduses mixtes permettent de mieux cibler en fonction des phénomènes les quantités et les proportions liquide/solide à envisager.

La normalisation des matériels de viabilité hivernale est conduite en France par la commission de normalisation MPEP (Matériels et produits de l'entretien routier) et trouve son pendant au niveau européen dans le cadre du comité technique TC 337.

Dans une dynamique de réflexion aussi difficile qu'intéressante, elle fait se confronter les problématiques des constructeurs, des utilisateurs et des prescripteurs. C'est aussi bien sûr de ces travaux et des informations échangées lors de ces rencontres que se nourrit le présent guide.



# 1 - Éléments déterminant le choix des matériels

## 1.1 - Généralités

Choisir un matériel est un exercice parfois difficile qui doit concilier le contexte général de la Viabilité Hivernale (VH) dans une approche de développement durable et les exigences des divers intervenants :

- celles du maître d'ouvrage, prescripteur des niveaux de service et bailleur de fond, dont l'objectif est de proposer une offre de service à l'utilisateur en tentant de répondre le mieux possible à ses attentes, et d'optimiser la dépense publique dans une démarche de développement durable,
- celles du maître d'œuvre qui a à mettre en musique l'organisation opérationnelle et en particulier la définition des moyens. Il doit penser efficacité, polyvalence, homogénéité du parc, productivité, sécurité des intervenants et coûts de production,
- celles de l'acheteur du matériel, parfois curieusement déconnecté des préoccupations des autres partenaires qui doit appliquer des règles d'achat pas toujours adaptées,
- celles de l'intervenant qui applique les consignes, rend compte des résultats et qui est directement confronté à l'utilisation (ergonomie, visibilité, sécurité...),
- celles des personnels de maintenance des matériels qui souhaitent concilier fiabilité, homogénéité du parc ainsi que des interventions et séquences d'entretien les plus espacées possibles.

Il est nécessaire que les procédures de choix puissent prendre en compte l'ensemble de ces besoins, et qu'à minima chacun des partenaires puisse faire état de son expérience.

Afin de disposer d'un historique et d'affiner les choix au fur et à mesure, ce qui est envisageable principalement lorsque l'on dispose d'une flotte de matériel importante (DIR via les DIR, sociétés concessionnaires d'autoroutes, et pourquoi pas groupement de conseils généraux), un cahier de suivi des matériels peut utilement être mis en place (satisfaction des utilisateurs, pannes, coûts d'achat d'entretien, qualité du service après vente, efficacité en terme opérationnel...).

Cette première partie se propose d'établir un panorama des connaissances de base nécessaires et préalables au

choix d'un matériel. Les éléments de choix techniques seront développés dans les parties suivantes.

## 1.2 - Aspect développement durable

Vis à vis du développement durable, trois aspects sont abordés : l'environnement, la sécurité des intervenants et des usagers, et des considérations sur l'évolution du déneigement. Le contexte économique est pris en compte dans chacun de ces aspects. L'aspect économique lié à l'opportunité de faire ou non de la viabilité hivernale ou le choix des niveaux de service n'est pas abordé dans ce document.

### 1.2.1 - Environnement

Les analyses sont à mener en terme d'impacts environnementaux. On prendra soin d'étudier les consommations énergétiques (carburant, poids, énergie pour les pièces en mouvement...), la qualité de certains consommables, les rejets dans l'atmosphère (quantité d'émission de gaz à effet de serre) et la possibilité ou non du recyclage.

La notion émergente d'écobilan peut être étudiée. L'écobilan de la construction est lié au type de matériaux utilisés (écobilan de production et transports des constituants, de fabrication, longévité et possibilité de recyclage). Des informations concernant ces données pourront utilement être demandées comme éléments d'information dans les pièces du marché.

Il est plus délicat d'appréhender l'impact des interventions car il est plus diffus ; on peut cependant citer certaines pistes qui seront spécifiées dans les Dvvh (Dossier d'organisation de la viabilité hivernale) et dans les Pevh (Plan d'exploitation de la viabilité hivernale) :

- de la qualité du raclage dépendra souvent la quantité de fondant nécessaire pour éliminer la couche de neige résiduelle. Un bon raclage signifie donc moins de fondants ;

- le fait même d'évacuer la neige d'une chaussée améliore les états de surface de chaussée et les conditions de roulage des véhicules ce qui entraîne une diminution non négligeable de la consommation de ceux-ci (estimée suivant les publications de 10 à 15 % de diminution) ;
- la capacité même de l'itinéraire peut être affectée par les aléas météorologiques, et donc les débits, ce qui augmente les temps de parcours et a une incidence sur les consommations ;
- minimiser le déplacement de la neige (il peut, par exemple dans certaines conditions, être intéressant d'évacuer la neige vers un Tpc plutôt que vers la voie de droite) ;
- optimiser les circuits et éviter les circulations à « vide » ;
- bien gérer le stockage de la neige, en particulier en milieu urbain où l'on est parfois amené à transporter la neige et à la stocker ; des quantités importantes de neige souvent salée peuvent générer des effets de stress (cours d'eau, bactéries des stations d'épuration...) lors de la fonte ;
- bien gérer les bourrelets de neige. Un bourrelet de neige le long d'une route connaîtra des phases d'évolution, regel, fonte qui peuvent entraîner des coulures sur la route et la nécessité de nouvelles interventions ;
- les saumures générées par les neiges salées (liquide à des températures inférieures à 0 °C) des bourrelets peuvent avoir un effet néfaste sur le comportement mécanique des chaussées et sur la fréquence des séquences d'entretien ;
- a contrario laisser une couche de neige sur une chaussée permet de maintenir à l'interface une température minimisant les chocs thermiques ;
- le maintien d'une couche de neige sur les chaussées peut être une solution qui ne doit pas être écartée pour certains niveaux de service. Cela permet de limiter les interventions et les consommations de fondants. On peut imaginer, pour certains sites, de développer un concept de route blanche « verte », sur laquelle on limiterait les interventions à du raclage. Cette décision est du ressort du gestionnaire du réseau.

Par ailleurs il ne faut pas dissocier conception et entretien d'une route des préoccupations liées au service hivernal ; un bon profil en long, par exemple, permettra d'obtenir de meilleurs résultats au raclage et entraînera une réduction de la consommation des fondants. De même, des pentes transversales adaptées, l'élimination des points d'accumulation d'eau... seront autant de facteurs favorables.

Diverses dispositions peuvent être mises en œuvre pour minimiser l'impact de la neige sur un tronçon routier. Il peut s'agir du choix du revêtement, de dispositions constructives géométriques particulières, de la mise en place de dispositifs limitant l'impact des congères...

## 1.2.2 - Sécurité des agents et des usagers

Au vu des conditions d'intervention difficiles auxquelles sont confrontés les agents, il est impératif de s'équiper du matériel le plus adéquat aux situations rencontrées, afin de fournir aux intervenants de la viabilité hivernale les moyens d'exécuter leurs tâches dans des conditions de sécurité optimales.

Au-delà de l'acquisition d'équipements de qualité (performances, ergonomie...) et de dispositifs spéciaux de sécurité (dispositif d'effacement devant obstacle...), il convient de maîtriser le fonctionnement des outils (formations qualifiantes, compagnonnage, stages de recyclage...) et de l'entretenir correctement.

Cette problématique de sécurité au travail doit être appréhendée, pendant l'intervention bien entendu, mais aussi pendant les phases de montage et de démontage du matériel, ainsi que pour sa maintenance et son remisage.

Ainsi, avant l'acquisition d'un matériel, on s'attachera à bâtir un cahier des charges des matériels restituant ces enjeux, pour chaque élément constitutif du matériel intervenant dans l'une des phases citées ci-avant.

Avant la mise en service de tout matériel, sa conformité, par rapport à la réglementation, à la normalisation, aux recommandations techniques et aux bonnes pratiques en vigueur, devra être vérifiée. Par exemple, la signalisation des engins de service hivernal devra faire l'objet d'une attention toute particulière.

Chaque matériel, durant toute sa période d'utilisation, devra faire l'objet de contrôles suivis et, le cas échéant, d'évolutions, afin d'être mis en conformité avec les pratiques nouvelles.

Au-delà des aspects de sécurité des travailleurs, les interventions de déneigement doivent se dérouler dans des conditions de sécurité routière maximales pour les usagers de la route (traitement efficace, mais aussi visibilité des engins de viabilité hivernale, information...).



Source : Rst

### 1.2.3 - Évolution des interventions

Sur le réseau routier national, les niveaux de service (cf. [1]) sont définis à partir de conditions de conduite hivernale, déclinées en une condition de référence, une condition minimale, et une durée de retour à la condition de référence. Ces conditions sont induites par des éléments de morphologie décrits en §1.5.1 et §1.5.2.

#### Déneigement

L'approche du déneigement a notablement évolué ces dernières décennies. La forte demande des usagers, la mise en place d'une politique de niveaux de services déclinant des durées de retours, ont contribué à ce que les services interviennent très tôt, dès le début de la chute de neige, ce qui, hors situation exceptionnelle, conduit à évacuer de faibles quantités de neige de la chaussée.

D'un point de vue pratique, cela peut se traduire par une épaisseur maximum de neige acceptable sur la chaussée et par des durées de rotations d'engins de déneigement permettant a minima de ne pas dépasser cette épaisseur. Si le niveau de service prévoit la possibilité de circulation des poids lourds, les épaisseurs acceptables restent très faibles en regard des capacités motrices de ce type de véhicules (quelques cm), en particulier dans les zones de rampes. Cela se traduit par des rotations fréquentes et des quantités de neige à racler faibles dans le contexte français.

Pour les routes nationales, la circulaire de 1996 (cf. [8]) fixait des durées de retour, ne pouvant être atteintes qu'en mobilisant les matériels de déneigement le plus tôt possible afin d'éviter les risques de blocage. Il est donc nécessaire, pour respecter la condition de conduite minimum, de disposer d'engins rapides (bien que le décret 96/101 (cf. [7]) limite celle-ci à 50 km/h en France) et de lames plutôt légères.

Cela va parfois à l'encontre des choix faits, à l'heure actuelle, en matière de puissance des porteurs qui ne cessent d'augmenter, ainsi que du poids et de la hauteur des lames.

L'évolution du déneigement concerne aussi les zones de montagne, là où, il y a quelques décennies, les routes étaient laissées au « blanc ». On assiste maintenant à des stratégies de mise « au noir » pour les accès ou les routes dans les stations de ski. Cela implique de développer l'utilisation de fondants routiers mais requiert aussi de bonnes qualités de raclage. Il faut viser maintenant le quantitatif lors des épisodes neigeux intenses, mais aussi le qualitatif afin de restituer une surface avec un minimum de neige avant l'épandage de fondants.

À ce jour et contrairement à ce qui existe pour la pluie, il y a peu de statistiques relatives à l'intensité des chutes de neige. La prévision de ces intensités et de la durée des épisodes neigeux reste compliquée.

Des actions de recherche sont menées actuellement pour mieux appréhender le comportement de la neige déposée sur une chaussée, qualification de l'interface et conditions de collage. Certains des résultats obtenus pourront être utilisés pour améliorer les techniques de déneigement.

#### Lutte contre le verglas

La lutte contre le verglas a elle aussi évolué, et le mode de définition des niveaux de service les plus élevés est très incitatif à la pratique des interventions précuratives. (cf. [1])

Le principal type d'intervention pour le verglas est l'épandage de fondant routier ou d'abrasif voire d'un mélange des deux dans certains cas (en général pour les niveaux de service les plus bas).

Le développement des outils de suivi (système d'aide à la décision), des matériels d'épandage (épandeuse mixte), du traitement à la bouillie et les préoccupations liées à l'environnement, permettent et nécessitent de maîtriser de mieux en mieux les dosages de fondants. Ceux-ci sont parfois très faibles et il est important de s'assurer de la fiabilité des matériels d'épandage.

Cela implique de mettre en place une véritable politique de contrôle d'entretien et d'étalonnage des matériels.



Source : Rsr

## 1.3 - Climatologie

Sur le territoire français, cinq climats ont été différenciés (voir annexe 1) :

- le climat océanique,
- le climat océanique plus ou moins altéré,
- le climat à influence continentale sensible,
- le climat méditerranéen,
- le climat de montagne.

Dans chacune de ces zones, auxquelles s'ajoutent les micro-climats, l'altitude, la latitude et l'exposition influenceront sur les contraintes climatiques.

Hormis sur les massifs montagneux où la neige est présente chaque année, les chutes de neige peuvent être très variables en nombre, épaisseur ou intensité. Il est donc important de bien déterminer lors de la définition des niveaux de service les limites « climatologiques » que l'on se fixe afin d'engager des investissements cohérents avec les enjeux (cf. [1]).

### 1.3.1 - La neige

Quatre scénarii principaux peuvent être envisagés en terme de précipitations neigeuses :

- **situation de redoux** : elle est liée à une dépression atlantique qui circule vers l'est et rencontre des sols froids sur la France. Cette situation donne des neiges humides et lourdes tombant sur des sols froids. On assiste à un réchauffement général de la masse d'air. Les températures de l'air et de la surface de chaussée sont orientées à la hausse ;
- **situation de descente froide** : l'air continental ou issu des régions polaires repousse une masse d'air plus chaude. On assiste à des précipitations de neige sèche sur des sols « chauds » (en valeur relative). Les températures de l'air et de la chaussée sont orientées à la baisse ;
- **situation de blocage** : elle est liée à la conjonction d'un redoux et d'une descente froide. Cette situation peut générer des neiges sèches ou des neiges humides ;
- **situation de retour d'est** : elle génère des neiges lourdes (humide ou mouillées) avec des températures de l'air et de la chaussée orientée à la baisse.

En ce qui concerne la climatologie de la neige, plusieurs aspects sont à connaître :

- l'occurrence des chutes de neige, (c'est à dire combien y a-t-il de chutes de neige durant un laps de temps donné, (moyenne sur un an par exemple)). Ces informations existent, ou peuvent être recomposées (algorithme précipitation et température). Cette donnée permet de se faire une idée du nombre d'interventions qui seront nécessaires durant une saison hivernale ;
- l'intensité des chutes de neige, (c'est à dire combien

de centimètres de neige tombent pendant une heure (ou un temps donné différent)). Ces données sont plus difficilement accessibles, nécessitent le traitement particulier d'un fichier, voire parfois n'existent pas. Cette donnée permet d'avoir une idée des débits d'évacuation nécessaires pour répondre aux niveaux de service fixés (condition minimum). Des valeurs de 4 à 5 cm par heure sont à considérer comme des chutes très importantes dans le contexte climatique français ;

- la durée des séquences neigeuses et leur répartition temporelle, cette information, nécessitant elle aussi des analyses particulières, permet d'avoir une approche des moyens en personnel nécessaires ;
- l'épaisseur maximum de neige atteinte lors d'une chute ;
- la qualité de la neige : les neiges sont classées en fonction de leur teneur en eau à partir de tests basiques (tests de la boule de neige) ; la densité de la neige est directement liée à cette teneur en eau, et il faut rappeler que l'utilisation des fondants routiers après raclage (ou avant dans certains cas pour éviter le collage) vise principalement à faire évoluer la neige vers une neige à forte teneur en eau, qui ne dispose plus de cohésion et soit évacuable par le trafic ou une action de raclage ;
- les zones de formation de congères pour lesquelles des mesures de protection (barrières à neige, végétation...) pourront minimiser les épaisseurs de neige transportée sur les chaussées.

Il semble intéressant de composer les aspects occurrence, intensité et épaisseur maxi lors d'une chute pour appréhender une forme d'index de sensibilité à la neige, comme phénomène météo routier, sur une zone ou un itinéraire.

La climatologie des massifs montagneux peut dans certains cas être très précise, souvent en lien avec l'exploitation des domaines skiables et des problèmes d'avalanches.

L'aspect climatologie est développé dans l'annexe 1. On pourra se référer aux diverses cartographies proposées.



Source : Rst

### 1.3.2 - Le verglas

L'approche climatologique liée au verglas routier est plus délicate à appréhender. La formation de celui-ci répond à une équation (de l'eau plus du froid), qui peut être déclinée de diverses manières et pour laquelle l'influence locale peut parfois être très importante.

La carte de la répartition du nombre de jours de gel en annexe 1 permet toutefois de matérialiser les zones où les risques de formation de verglas sont les plus nombreux.

## 1.4 - États de surface d'un revêtement

Les états de surface d'un revêtement par rapport à l'eau sont exprimés dans la norme de terminologie NF P 99-320 (cf. [9]). Ils permettent de décrire l'état d'un revêtement affecté par divers phénomènes météo-routiers et leurs conséquences. La terminologie concernant la neige est répertoriée ci-dessous.

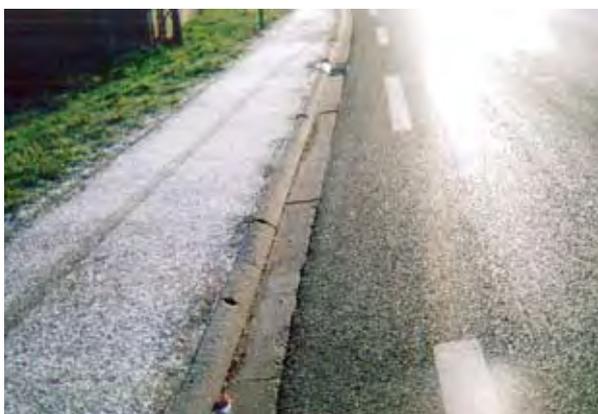
La neige est un matériau évolutif. Elle se présente sous différents états lors de sa chute, différences liées aux caractéristiques des couches atmosphériques traversées. Elle subit aussi des transformations au sol du fait de l'état initial de la chaussée, des traitements antérieurs et du trafic.

La glace sur la chaussée se présente sous des formes et avec des origines très diverses. Les quantités d'eau mobilisées peuvent être très variables et, dans certains cas, l'utilisation de fondants routiers illusoire.

### États de surface enneigée

#### Neige fraîche

État de la surface du revêtement couverte d'une neige non transformée en cours de chute ou dont la chute s'est récemment terminée. Cet état ne peut évoluer que



Source : RSI

sous l'effet du trafic, des conditions météorologiques ultérieures ou d'un traitement. Il entraîne une diminution du niveau d'adhérence et une gêne à l'avancement des véhicules.

#### Neige fondante

État transitoire de la surface du revêtement couverte d'une neige en cours de transformation à l'état liquide. Cette transformation est la conséquence de l'effet du trafic, des conditions météorologiques, des conditions initiales du revêtement ou des traitements effectués. Cet état entraîne un risque d'aquaplanage et des projections par les pneumatiques.

#### Neige tassée

État de la surface du revêtement couverte d'une neige compactée par le trafic. Cet état entraîne une diminution du niveau d'adhérence.

#### Neige gelée en surface

État de la surface du revêtement couverte d'une neige transformée par fusion et regel de la surface de la couche de neige. Il entraîne une diminution importante du niveau d'adhérence.

#### Neige glacée

État de la surface du revêtement couverte d'une neige transformée par fusion partielle et regel sur la totalité de l'épaisseur de la couche de neige. Il entraîne une diminution très importante du niveau d'adhérence.

#### Neige pulvérulente

État de la surface du revêtement couverte d'une neige sèche transformée en poudre par le trafic et/ou sous l'effet de certains fondants. Il conduit à une diminution du niveau d'adhérence et à une gêne à l'avancement des véhicules.

La neige pulvérulente est appelée également neige farineuse ou neige en farine.

#### Congères

Amas de neige accumulée par les obstacles ou les irrégularités du terrain sous l'effet du vent.

### Glace sur la chaussée

#### État blanc gelé

État de la surface d'un revêtement sur lequel s'est produit une condensation solide, et improprement appelé givre.

#### État givré

État de la surface d'un revêtement sur lequel s'est déposée une pellicule de glace formée par la congélation de gouttelettes surfondues (givre transparent) ou des granules ornés parfois de ramifications cristallines (givre blanc).

### État verglacé

État de la surface d'un revêtement sur lequel s'est produite une congélation d'eau préexistante, une précipitation sur un revêtement à température de surface négative ou une précipitation surfondue.

### État glacé

(Résultat de la présence d'une plaque de glace) : état de la surface d'un revêtement couvert d'une couche de glace en dehors des phénomènes atmosphériques conduisant à l'apparition du verglas.

### État grêlé

État de la surface d'un revêtement couverte d'une couche de grêle ou grésil pouvant entraîner une diminution importante d'adhérence.

Les états de chaussée représentatifs (cf. [1]) sont définis en partie à l'aide de cette terminologie ; il est possible de faire le lien entre les états de surface des revêtements ou les états représentatifs de chaussée et la nature des lames d'usure les mieux adaptées (cf. tableau 4 - page 45).

## 1.5 - Éléments concernant l'organisation et la morphologie du site

### 1.5.1 - Organisation

Sans rentrer dans les détails des organisations (cf. guide d'aide à l'élaboration des DUVH), il faut toutefois rappeler que le choix d'un matériel s'intègre dans un contexte existant voire, lorsque l'on a défini une véritable politique d'acquisition, être un élément moteur d'amélioration.

La liste non exhaustive ci-dessous donne une première approche des éléments à prendre en compte :

- les niveaux de service affectés aux réseaux qui sont déterminés en fonction du trafic et du rôle socio-économique (classement du réseau),
- la cohérence en terme d'exploitation entre réseaux (réseau structurant ou d'intérêt local ou urbain, les plans neige rendent nécessaires cette cohérence),
- la continuité des itinéraires,
- le trafic et la possibilité d'intégration des engins de service hivernal dans le trafic,
- les personnels disponibles (nombre, gestion des astreintes et du temps de travail),
- l'implantation des centres d'exploitation et des lieux de stockage des matériels,
- l'implantation des stocks de matériaux,
- l'implantation des accès sur les « réseaux fermés »

(important en zone périurbaine et dans les zones à forte déclivité, les accès de service bien implantés près d'une rampe par exemple peuvent être très utiles),

- la longueur des circuits,
- l'adéquation avec les matériels et installations fixes (stockage, quai de chargement, fabrication de saumure, station de giclage...),
- le recours aux patrouilles et l'existence d'outils de prévision météo-routiers
- l'existence d'outils d'aide à la décision,
- l'existence de mesures particulières d'exploitation,
- l'appel aux entreprises privées.

### 1.5.2 - Morphologie du site, caractéristiques du réseau

Au-delà des éléments concernant la climatologie, il y a lieu de prendre en compte les caractéristiques du réseau, les aménagements particuliers ainsi que les équipements de la route. Des aménagements sont réalisés afin d'améliorer la sécurité, la fluidité ou le confort des usagers (marquage sonore proéminent, carrefours giratoires...). Une réflexion doit être menée pour rendre compatible la géométrie de ceux-ci avec les contraintes du service hivernal (rayon de giration, gabarit, sécurité des lames...).

La liste ci-dessous donne une approche des éléments à analyser :

- le site (urbain, périurbain, rase campagne), la localisation du réseau, permettent d'appréhender les difficultés susceptibles d'être rencontrées :
  - densité des traverses d'agglomération pour les réseaux rase campagne,
  - gabarit de certains ouvrages (carrefours giratoires, ouvrages à gabarit limité, autoponts...),
  - ouvrages demandant des traitements particuliers,
  - densité d'échangeurs ou de carrefours,
  - obstacles (panneaux, balises...),
  - nature du marquage au sol,
  - aménagements particuliers (ilots, bordures, trottoirs,



Source : RST

- plots rétro-réfléchissants...),
- dispositifs de retenue,
- dispositifs de ralentissement,
- contraintes de protections environnementales de certaines zones.
- tracé de la route,
- sinuosité,
- type de profil en travers (2 x 2, bidirectionnel, largeur) dont découleront certaines stratégies de déneigement (tandem, priorité de certaines voies, surfaces à déneiger...),
- caractéristiques du profil en long,
- déclivité (longitudinale et transversale) ; il est important d'insister sur les pentes et les rampes qui sont, la plupart du temps, le talon d'Achille du service hivernal, notamment dans les zones à fort trafic poids lourd. Il est intéressant dans la plupart des cas de définir des prescriptions de surveillance et d'interventions particulières pour ces points singuliers. (fréquence de rotation, priorité dans le démarrage des interventions),
- relief général,
- hauteurs de déblais remblais (zones d'ombre, congères, refroidissement différentiel...),
- capacité de stockage de la neige évacuée des parties circulées ;
- la qualité des surfaces routières :
  - qualité du profil en long (uni), qualité du profil en travers (orniérage, déformations),
  - type de revêtement (macro rugosité, problématique des enrobés drainants).

## 1.6 - Niveaux de service

Un niveau de service exprime des objectifs de résultats déterminés (cf. [1]). Il doit être connu de tous les acteurs (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, intervenants, usagers). Il permet de définir, dans un contexte de démarche qualité :

- les actions et tâches opérationnelles à assurer (organisation, procédures, consignes),
- les moyens à mettre en place (personnels, matériels, matériaux, crédits),
- les modalités d'évaluation des résultats et de réalisation des bilans.

Les niveaux de service, arrêtés par le maître d'ouvrage :

- constituent la base de la formulation de la commande qu'il passe à son maître d'œuvre,
- servent à la communication et à l'information destinées aux usagers de la route,
- servent également de support pour la concertation avec les partenaires de l'exploitant routier.

Dans le présent document, on considérera quatre niveaux de service N1, N2, N3, N4 sans faire explicitement référence à une définition ni à une maîtrise d'ouvrage précise, le niveau N1 étant considéré comme un niveau de service très élevé, le N2 comme un niveau élevé, le N3 comme un niveau moyen et N4 comme un niveau bas.

## 1.7 - Stratégie d'équipement en matériel

La stratégie d'équipement en matériel s'appuie sur la connaissance du réseau à entretenir (climatologie et morphologie), les exigences du gestionnaire (niveaux de service) et la sécurité des usagers. Deux approches sont possibles : une approche générale et une approche opérationnelle.

### 1.7.1 - Approche générale

#### Achats s'inscrivant dans une logique d'itinéraire

La notion d'itinéraire (cf. [2]) correspond à un « ensemble de tronçons de route suivis par l'utilisateur pour se rendre d'une origine à une destination ». Cette définition est définie par rapport à un besoin de déplacement de l'utilisateur. Par extension, on associe à cette notion d'itinéraire une distance assez importante (exemple : itinéraire entre Rouen et Blois).

Concernant la gestion du réseau routier national confiée aux DIR, les linéaires concernés s'apparentent maintenant à ceux gérés par les sociétés concessionnaires d'autoroutes et celles-ci doivent envisager des modes d'organisation, d'intervention et de choix des matériels adaptés à une logique d'itinéraire. D'un point de vue géographique, les zones d'intervention relèvent souvent d'une échelle plus importante que celle des phénomènes météorologiques (stratégie de transfert de matériels...).

Le réseau routier d'intérêt local est concerné de la même façon pour les routes à niveau de service élevé. Un raisonnement en terme d'itinéraire peut être mené et devrait être pensé dans le cadre d'une continuité interdépartementale entre les réseaux des conseils généraux (cf. [3]).

La logique d'itinéraire sous-entend généralement une homogénéité du niveau de service et donc des matériels de performance comparable.

#### Achats s'inscrivant dans une logique générale d'équipement ou de renouvellement

C'est une idée de base dans la définition d'une politique d'acquisition ; le renouvellement des matériels doit être

pensé de façon planifiée, de véritables plans de gestion et de renouvellement du matériel doivent être mis en place chez les acquéreurs. Ces plans doivent intégrer les orientations données par la maîtrise d'ouvrage concernée. La tendance est-elle à augmenter les niveaux de service ? Quel type de bilan est demandé ? Comment intégrer les approches développement durable ? Envisage-t-on des évolutions dans les organisations ? ...

L'analyse de l'efficacité (adéquation objectifs – moyens) des interventions peut conduire à une décision de renouvellement de certains matériels.

L'achat d'un matériel doit aussi être pensé en fonction des matériels et des installations existantes et s'inscrire dans un processus d'évolution, intégrant notamment les projets à court terme.

L'introduction d'un matériel ou de technologie parfois nouvelle nécessite bien sûr de penser processus d'appropriation et formation.

Déconnecter un achat d'un contexte global est donc fortement déconseillé.

### Rapport qualité prix

Il est indispensable de rentrer dans une logique d'optimisation du rapport qualité prix et de choisir, lors de la passation des marchés, le mieux disant, c'est à dire celui qui pour les critères demandés (qui seront bien sûr à vérifier) proposera la meilleure offre.

### Location des matériels et Sous-traitance

La location peut être la solution à l'impossibilité de rentabiliser les matériels en dehors de la période hivernale. Le problème à résoudre, et c'est souvent le cas, peut aussi être celui de la gestion du personnel en terme de durée du temps de travail.

L'externalisation de certaines activités peut être envisagée. Dans ce cas, le contrat, s'il n'est pas décliné uniquement en terme d'objectif, peut, outre les méthodes, spécifier les types de matériels à utiliser.

La démarche pour l'élaboration du contrat et le choix des matériels pourra reprendre les éléments de ce guide.

## 1.7.2 - Approche opérationnelle

### Notion de circuit et zone d'intervention

#### Les circuits

Un circuit d'intervention correspond à un parcours prédéfini d'un engin de viabilité hivernale. Il peut être une boucle, un trajet aller-retour ou une combinaison de ces possibilités.

Le circuit est élaboré de manière à ce que les portions d'itinéraires qu'il emprunte soient homogènes en prenant en compte les niveaux de service définis localement et sur les réseaux voisins.

Les circuits neige et circuit verglas peuvent différer en fonction des types d'intervention à réaliser (précuratif, curatif). On se référera au guide méthodologique « Viabilité hivernale - Approche globale [1] » pour la définition des types d'intervention.

#### Les zones d'intervention

Les zones d'intervention sont précisées dans le guide méthodologique « Viabilité hivernale - Approche globale [1] ».

Outre la chronologie d'intervention, la géométrie même de ces zones peut permettre d'envisager des unités d'intervention différentes. Pour la section courante, on privilégiera des porteurs rapides et des lames larges afin de limiter les zones de recouvrement trop importantes. Pour les zones de mouvement (tourne à gauche, voie de sortie, d'insertion), on privilégiera des unités d'intervention « manoeuvrantes » qui puissent facilement tourner, éviter les obstacles...

En ce qui concerne les zones normalement non circulées (bande d'arrêt d'urgence), plusieurs cas sont à envisager, fonction de la présence ou non de glissières, de leur proximité et de l'existence ou non de zones d'accueil pour la neige.

Si aucun obstacle ne se présente et que la neige peut être évacuée suffisamment loin (éviter les coulures de fonte), des unités classiques telles que celles utilisées en sections courantes pourront être envisagées.

Si la neige de la section courante a été stockée sur la BAU et qu'un dispositif de retenue existe, il sera nécessaire d'évacuer les bourrelets de l'autre côté, ou de charger la neige dans un camion pour aller la stocker (fraise ou turbine et recueil dans une benne).

En fonction de l'importance du bourrelet (et de la fréquence des précipitations neigeuses), l'évacuation peut être envisagée à la fraise, à la turbine ou avec une lame équipée d'une turbine.

### Polyvalence recherchée ou non dans l'exploitation du porteur

Certains véhicules affectés spécifiquement à la viabilité hivernale ne parcourent que très peu de kilomètres annuellement (parfois moins de 1 000 km) ; l'évolution vers la polyvalence est indispensable, elle est dictée bien sûr par l'optimisation de la dépense. Les porteurs doivent permettre différents usages, viabilité hivernale, entretien courant, exploitation. Un porteur équipé d'une prise de force à l'avant peut permettre le montage de divers outils (fraise, lame plus turbine, turbine, balai...).

## Formation et spécialisation des agents

Les modalités de formation initiale, pour les équipes renouvelées, et de recyclage, pour le personnel en place, doivent être clairement déterminées et cela à tous les niveaux.

Le champ de la formation touchant le service hivernal passe par :

- l'organisation générale du service hivernal,
- le recueil et la diffusion des informations sur l'état des routes et du trafic,
- la prise de décision d'interventions,
- la manipulation des matériels,
- la conduite des engins en conditions défavorables,
- l'information à donner à l'utilisateur.

Dans beaucoup de régions, les chutes de neige constituent un événement assez rare, ce qui signifie que les agents affectés au déneigement n'ont pas souvent l'occasion d'utiliser les matériels. En fonction de la fréquence des précipitations, des astreintes..., il se peut même que des agents soient plusieurs années sans conduire un camion équipé d'une lame. La formation prend ici toute son importance et un rappel annuel du maniement des outils est indispensable.

Certaines de ces formations peuvent être pensées sous la forme d'un concours comportant des épreuves de montage des lames, de conduite... associées à des rappels concernant la sécurité les objectifs du service et les consignes.

## Éléments complémentaires à prendre en compte pour les outils

Outre la technicité des outils, leur fiabilité, l'aspect entretien revêt une grande importance. Il est nécessaire de s'enquérir de la disponibilité des réparateurs et des pièces de rechange. Cet aspect peut faire partie des exigences à indiquer lors de l'appel d'offre. Le réglage



Source : CET Normandie-Centre/SEMR

des outils est indispensable tant pour la sécurité des utilisateurs que pour le respect des consignes données par le responsable des interventions. On citera par exemple la vérification des dispositifs de sécurité des lames de raclage, ou pour les épandeurs, la vérification du débit de sel réel par rapport à celui affiché.

## 1.8 - Contraintes particulières liées à une utilisation en service hivernal

### Température

La température a une incidence importante sur la résistance de certains organes ; les aciers, en particulier, sont sensibles aux variations qui influent sur la résilience et la dureté.

Les fluides hydrauliques varient en fonction de la température en terme de viscosité.

Certains éléments thermoplastiques se trouvent d'autre part fragilisés dans des conditions de basse température.

### Humidité

Les éléments des circuits électriques et les composants électroniques sont particulièrement sensibles à l'humidité. Certaines précautions sont indispensables (graissage des cosses...). L'humidité est un des facteurs favorisant la corrosion.

### Adhérence réduite

Les phénomènes météorologiques tels que la neige et le verglas ont des conséquences vis à vis du comportement des véhicules et, bien sûr, vis à vis des engins de service hivernal.

Celles-ci se déclinent en terme d'adhérence, de motricité, de freinage et de directivité.

Il est indispensable de disposer d'une bonne répartition des masses lors des phases de transfert et de travail afin d'éviter de dégrader ces caractéristiques.

L'état et le choix du type de pneumatiques auront eux aussi une incidence importante vis à vis du comportement.

En effet, le choix de l'outil dépendra de la capacité du porteur, capacité elle-même fonction de la puissance, mais aussi de l'équipement en matière de pneumatiques ou d'accessoires améliorant l'adhérence.

Certains équipements permettent d'assurer une meilleure adhérence et motricité du porteur :

- les chaînes fixes à montage manuel,
- les chaînes automatiques,
- les pneus cloutés,
- les pneus contact.

Diverses combinaisons entre ces équipements sont, d'autre part, possibles. Le choix de l'équipement adapté sera toujours un compromis entre les diverses situations rencontrées sur un réseau tout au long de l'hiver.

L'utilisation de pneus cloutés est autorisée pour les engins de service hivernal ; il est possible, d'autre part, d'utiliser des chaînes automatiques ou amovibles en sachant toutefois que cette utilisation ne doit pas être préjudiciable à la longévité des transmissions et des boîtes de vitesses (les chaînes améliorent fortement la motricité des engins et donc les capacités de poussage, les efforts au niveau des organes mécaniques seront donc multipliés). D'une manière générale, l'utilisation de chaînes sur poids lourds est soumise à une autorisation préfectorale ponctuelle (cf. [4]).

La course à la puissance n'est donc pas un objectif en soi. Il vaut mieux s'équiper d'engins moins puissants mais être vigilant sur les capacités de motricité (en prenant soin de choisir un couple de pont adapté).

### Visibilité réduite

« Voir et être vu » : cet adage doit être une des préoccupations fondamentales des utilisateurs d'engins de service hivernal.

L'ensemble des équipements propres au porteur doit être en parfait état (dégivrage, balais d'essuie-glace, produit lave-glaces...). Avant et pendant l'utilisation, un certain nombre de précautions sont à prendre (dénivellement des rétroviseurs, du pare-brise, des dispositifs d'éclairage, penser aux efforts imposés aux moteurs des essuie-glaces...). Si les porteurs et leurs outils peuvent être garés, dans des lieux abrités, l'utilisation et la capacité de réaction seront grandement facilitées.

En ce qui concerne le « voir », des projecteurs additionnels peuvent être montés sur les engins.

### Risque de chocs sur les outils de raclage

La visibilité réduite, l'encombrement lié au gabarit de l'outil et les divers obstacles susceptibles d'être rencontrés rendent, sur certains réseaux, le risque de choc important. Si celui-ci est avéré, il sera indispensable de choisir des matériels de raclage disposant de sécurités aux chocs. Ces dispositifs sont présentés au paragraphe 3.4 « Outils de raclage ».

### Utilisation de fondants chlorurés

Bon nombre d'éléments constitutifs des outils sont sensibles à la corrosion, une bonne conception des outils (type de peinture et de traitement préalable, choix des matériaux...) et un entretien adéquat (nettoyage en fin de saison sans nettoyeur haute pression, qui ont tendance à pousser les solutions salines dans les recoins, graissage régulier, réfection des peintures...) permettent de maintenir ces matériels en bon état de fonctionnement et d'assurer leur longévité.

### Conditions de parcage et de stockage des outils

Les conditions de parcage et de stockage doivent être prises en compte ; certains composants (lorsqu'ils ne sont pas traités) étant particulièrement sensibles aux UV (éléments en caoutchouc, matières synthétiques...).

### Prise en masse

Il est nécessaire de gérer le chargement et le dépotage des saieuses afin d'éviter la prise en masse des fondants dans la trémie.



Source : RSI

## 2 - Définition et description des fonctions de raclage et d'épandage

On se reportera pour les définitions complètes au Dictionnaire de l'entretien routier volume 4 ([5]) et à la norme NF EN 15144 (cf. [10]) « terminologie des matériels de service hivernal ».

### Préparation de la campagne de service hivernal

En préalable à la définition des fonctions du déneigement, il est nécessaire de rappeler que l'on ne dissocie pas la viabilité hivernale de l'entretien courant et de l'entretien des chaussées.

De bonnes conditions pour réaliser le déneigement sont liées à la qualité de la route (son uni, ses pentes transversales...), à l'entretien des dépendances (élagage, nettoyage de regards, qualité des accotements, qualité des fossés...).

D'autre part, la façon dont est fait le déneigement n'est pas sans incidence sur le comportement des chaussées : les épandages de fondants routiers génèrent des chocs thermiques importants (baisse très rapide de la température), le maintien des bourrelets en bord de chaussée sur des accotements non dérasés et sans pente transversale entraîne des stagnations d'eau (la neige salée continue à fondre avec des températures allant parfois jusqu'à - 8 °C), l'écoulement de saumure dans les assises de chaussée entraîne des comportements néfastes lors des cycles gel/dégel, l'incidence sur les sols est parfois importante (substitution ionique dans les sols argileux par exemple).



Les interventions de service hivernal - Source : Thomas Constructeur

Le problème de la « gestion » des bourrelets est particulièrement important pour les zones avec neige persistante.

Tous ces éléments doivent être pris en compte, dans la politique d'entretien et pour le choix des dates d'intervention.

### Préparation d'intervention hivernale

C'est une action du service hivernal destinée à rendre opérationnel l'ensemble des moyens nécessaires à une intervention en temps opportun.

Cette préparation s'inscrit dans l'organisation définie dans les DovH et les PEVH.

### Intervention de service hivernal

C'est une action de mise en œuvre d'engins (et de matériaux) sur le réseau routier afin d'assurer une ou plusieurs opérations concourant aux objectifs du service hivernal.

Trois opérations types peuvent se combiner :

- raclage de la neige,
- évacuation de la neige,
- épandage de matériaux (sel, saumure, abrasifs).

## 2.1 - Enlèvement de la neige

### 2.1.1 - Raclage

Cette opération consiste à enlever la neige ou la glace présente sur la chaussée, par décollement et déplacement latéral, suivis d'un dépôt en bourrelet à côté de la partie de la chaussée raclée. Elle peut être décomposée en divers objectifs et fonctions :

#### Décollement de la couche

Le décollement de la couche est assuré par la partie en contact avec la surface de la voie. Cette partie est appelée « lame d'usure ».

### Déplacement latéral

Le déplacement latéral de la neige (ou de la glace) est fonction de l'angle d'orientation de l'outil, du galbe et de la nature du corps de lame ainsi que de la vitesse de travail. Au déplacement latéral est associé un mouvement de rotation de la neige le long du galbe de la lame, la vitesse d'avancement du porteur a une incidence sur cette vitesse de rotation et sur la capacité de la lame à projeter la neige.

### Dépôt de la neige

Le dépôt de la neige en bourrelet est fonction de la vitesse de travail, du galbe et de la nature de la surface du corps de l'outil.

### Protection contre les projections latérales de neige à l'extérieur de la trace de travail

L'orientation du jet peut être modifiée en fonction de la vitesse de travail, du galbe et de la nature de la surface. Un déflecteur hydraulique, généralement optionnel, permet de régler la portée du jet et ainsi protéger les obstacles rencontrés ponctuellement : signalisation fixe, BAU...

### Dispositif d'escamotage et de protection

- effacement devant un obstacle frontal : l'effacement est réalisé soit verticalement par soulèvement de la lame d'usure et/ou soulèvement du corps de l'outil de raclage (cette fonction est généralement assurée mécaniquement ou hydrauliquement), soit latéralement par le système hydraulique,
- la protection contre les projections de neige sur le porteur est généralement assurée par un « déflecteur »,
- la protection contre les chocs latéraux est assurée par un butoir dénommé sabot latéral.

### Réglage de la hauteur et de la pression de travail

Le dispositif de réglage de hauteur de travail permet de positionner la lame d'usure par rapport à la surface de la chaussée (vérins, patin, roues porteuses).



Source : CEIE Normandie-Centre

Il permet d'assurer un appui plus ou moins prononcé sur la surface. La force d'appui d'un outil de raclage doit être en adéquation avec les caractéristiques du porteur afin de ne pas provoquer un allègement trop important de l'essieu directeur (risque de perte de direction).

Il peut être assuré par l'hydraulique de puissance (NF P 98-791 et NF EN 15431) (cf. [11] et [12]), par une roue ou un patin réglable en hauteur.

Les patins de réglage sur lesquels repose le poids de l'ensemble de raclage permettent d'éviter des arcs-boutements et/ou le retournement des bas de lame en caoutchouc. Des dégradations de la chaussée par les patins sont possibles.

Le principe de fonctionnement des roues porteuses est le même que celui des patins ; on est toutefois assuré de ne pas engendrer de dégradation des chaussées.

Certaines lames ne disposent pas de dispositifs de réglage tels que les roues ou les sabots : la position de la lame est déterminée par le déplacement des vérins.

Il est également possible d'utiliser l'outil de raclage avec une force d'appui (fournie par les vérins) ou en flottant (« floating ») ; celui-ci est libre de se déplacer dans un plan vertical et « flotte » sur la surface routière, d'où l'appellation.

### Parcage de l'outil

Le parcage de l'outil doit permettre une mise en attente de l'outil démonté du porteur sans effet négatif particulier.

Il peut être constitué de béquilles, d'un berceau spécifique...

Comme pour le stockage, les conditions de parcage doivent être prises en compte. Certains composants (lorsqu'ils ne sont pas traités) sont sensibles aux UV en particulier.



Évacuation de la neige avec deux engins de service hivernal - Source : Thomas Constructeurs

## 2.1.2 - Évacuation

### Par déplacement latéral de la neige

Cette opération consiste à évacuer la neige présente sur la route par déplacement latéral rendu possible par la vitesse et le galbe de la lame.

### Par évacuateur

Cette opération consiste à enlever la neige présente sur la route par ramassage, puis transfert pour dépôt en dehors de la route.

L'outil destiné à assurer l'action d'évacuation est l'évacuateur.

Le ramassage et le transfert peuvent s'opérer de manière :

- continue : cas des évacuateurs rotatifs qui transfèrent par éjection la neige à distance en même temps qu'ils la ramassent ; les évacuateurs rotatifs peuvent transférer la neige dans des camions afin que celle-ci soit stockée,
- discontinue : cas des évacuateurs à godets (pelle, chargeur, tractopelle) qui transfèrent la neige après l'avoir ramassée.

Le transfert peut s'effectuer par chargement sur camion, puis transport de la neige.

## 2.1.3 - Élargissement

C'est une opération particulière de raclage des côtés de la trace antérieure déneigée, réalisée à l'aileron ou à la lame, consistant à repousser le long de la chaussée le bourrelet existant (aileron en position horizontale basse).

## 2.1.4 - Écrêtage

Cette opération consiste à racler la partie supérieure des bourrelets de neige latéraux. Elle est réalisée à l'aileron



Raclage avec une lame biaisée - Source : Arvel-Snowtech

écrêteur et permet de former une banquette (aileron en position horizontale haute) ou un talus incliné (aileron en position inclinée).

L'écrêtage des bourrelets peut s'envisager de deux façons :

- la première consiste à utiliser un aileron écrêteur nécessitant un engin spécialement affecté ; en effet, celui-ci ne peut en général pas recevoir de saieuse portée,
- la seconde consiste à utiliser un petit évacuateur monté à l'avant d'un véhicule ; cette solution implique toutefois l'existence d'une prise de force à l'avant du véhicule. Cette seconde méthode est largement utilisée en Suisse et donne satisfaction ; il semble qu'elle soit à généraliser en France pour les réseaux en zone de neige persistante.

## 2.1.5 - Raclage des congères

C'est une opération particulière qui consiste à éliminer la neige accumulée sur la route par le vent.

L'épaisseur de neige accumulée oblige souvent à utiliser un outil de raclage frontal symétrique, type étrave, voire un évacuateur.

En faible épaisseur, le choix du côté de dépôt de la neige par rapport au vent est primordial pour limiter la reconstitution rapide de la congère. Si ce choix implique un dépôt à gauche, des mesures d'exploitation du trafic peuvent s'avérer nécessaires.

## 2.1.6 - Ouverture de col

Il s'agit de l'évacuation complète de la neige accumulée au cours de la période de fermeture hivernale sur une route d'altitude non circulée en hiver, avant sa réouverture au public.



Ouverture de col au chasse neige équipé d'une étrave - Source : Rst

### 2.1.7 - Déneigement après avalanches

Après des avalanches naturelles ou déclenchées, afin de garantir des conditions de mise en sécurité satisfaisantes de la route, il convient de prendre des dispositions particulières avant de procéder à l'évacuation des matériaux chus (présence de blocs rocheux...).

## 2.2 - Épandage

L'épandage en matière de viabilité hivernale est une opération consistant à déposer un matériau sur les chaussées en vue du maintien ou du retour de l'adhérence des roues des véhicules. Ce matériau sera en général un fondant routier tels que chlorure de sodium, chlorure de calcium, soit un minéral granuleux insoluble tels que sable, gravillon, pouzzolanes, soit des fondant liquides sous forme de saumure ou autres produits. Ces différents matériaux peuvent être associés pour une intervention de viabilité hivernale. Ainsi, épandre simultanément du chlorure de sodium sous forme solide et sous forme de saumure saturée est une technique appelée « travail à la bouillie de sel ». La saumure de chlorure de sodium est obtenue dans des installations spécifiques permettant la dissolution du chlorure de sodium (sel de mer ou gemme) dans de l'eau. La saumure obtenue est dite saturée car le taux de sel dissous atteint son maximum en fonction de la température de la saumure, à 0 °C la concentration de sel est de 26,3 % (cf. [6]).

L'opération d'épandage est réalisée sur les voies circulées ou non (BAU). Elle est effectuée par l'épandeuse pour les matériaux solides seuls ou associés à de la saumure et par la saumureuse pour les saumures seules. On a l'habitude de parler d'épandage pour l'utilisation de l'épandeuse et de saumurage pour l'utilisation de la saumureuse.

Il faut privilégier les modes de déneigement par déplacement de la neige (raclage, évacuation...) avant de réaliser des opérations d'épandage. Le porteur de l'épandeuse est souvent équipé d'une lame frontale permettant de réaliser d'abord le raclage devant le véhicule puis l'épandage de fondant derrière celui-ci. Si l'épandage de fondant est essentiel pour le retour et (ou) le maintien de la « route au noir », le raclage est souvent une opération indispensable avant toute action d'épandage. De plus, il permet des économies de fondant.

Les épanduses doivent être réglées afin de permettre leur utilisation avec les dosages préconisés. De même la largeur et la position (asymétrie) de l'épandage devront être vérifiées et réglées afin de maîtriser les quantités de fondants épandues.



Source : CETE Normandie-Centre

# 3 - Définition et description des matériels et outils

## 3.1 - Porteurs et engins de service hivernal

Un porteur est un véhicule automoteur équipé d'un ou de plusieurs outils de service hivernal.

Parmi eux, on peut distinguer :

- les porteurs polyvalents : véhicules automoteurs à usage non réservé au service hivernal, mais disposant de spécifications techniques particulières leur permettant de recevoir des outils de service hivernal et d'assurer les interventions correspondantes ;
- les porteurs spécialisés : véhicules automoteurs à usage réservé au service hivernal, en raison de spécifications techniques exclusives et de la complexité de montage ou démontage des outils.

Les engins de service hivernal sont des véhicules de transport de marchandises d'un Ptac supérieur à 3,5 t ou des tracteurs agricoles équipés d'un ou de plusieurs outils destinés à réaliser une intervention de service hivernal (cf. [7]).

Certains engins de travaux publics (assimilés à des porteurs spécialisés) utilisés pour le raclage et/ou l'évacuation (chargeuses, niveleuses, chasse-neige...) ne sont cependant pas des engins de service hivernal, au sens du Code de la route.

Ces porteurs doivent disposer d'un châssis suffisamment rigide pour supporter les contraintes liées à une utilisation en poussage. Ils sont caractérisés par leur puissance, leur motricité, leur équilibre, leur charge à l'essieu et leur polyvalence.

Les porteurs ne doivent pas être trop longs pour mieux coller au profil de la route en particulier lorsque l'uni n'est pas bon.

### Note

La réglementation française actuelle ne permet pas encore l'utilisation de véhicules de moins de 3,5 t en service hivernal.

Des éléments complémentaires sont donnés dans l'appendice traitant des caractéristiques des porteurs.

## 3.2 - Liaison porteur outil

L'interface porteur outil doit comprendre :

- pour les outils fixés à l'avant : la plaque de base conforme à la norme NF EN 15432 classe F1 (cf. [13]), qui est la plaque de fixation nécessaire au montage des outils de raclage et d'évacuation. Lorsque l'outil pèse moins de 600 kg, on peut utiliser une version allégée qui est la plaque de base légère conforme à la norme NF EN 15432 classe F2 (cf. p.69) ;
- pour les outils fixés à l'arrière de la cabine, essentiellement l'épandeur : celle-ci peut être installée dans une benne sur un plateau, sur les longerons ou sur une berce. Les fixations sont soit des chaînes et des vérins à vis, soit des boulons, soit des crosses ;
- pour la transmission d'énergie : un dispositif hydraulique d'entraînement conforme aux normes NF P 98-791 (cf. p.69) et NF EN 15431 (cf. p.69) ;
- pour la transmission de données et (ou) de commandes : le boîtier de commandes des outils doit pouvoir être installé dans la cabine du porteur.



Liaisons porteur-outils : plaque de base, vérins d'orientation, flexible hydraulique - Source : CFE Normandie-Centre/SEMR

## 3.3 - Outil de service hivernal

L'outil de service hivernal est défini comme un outil mécanique destiné à équiper un porteur pour assurer une opération du service hivernal.

Il existe trois types d'outil :

- outil d'épandage (épandeuse),
- outil de raclage,
- outil d'évacuation (évacuateur).

Selon le décret du 18 novembre 1996, les outils dont les engins de viabilité hivernale peuvent être munis sont :

- à l'avant, d'un outil de raclage,
- d'un ou deux outils de raclage latéraux,
- à l'arrière, d'un outil d'épandage (cf. [7]).

## 3.4 - Outils de raclage

Les types d'outils de raclage sont :

- la lame biaise, pour laquelle on distinguera lame simple et lame biraclage,
- le rabot déneigeur,
- l'étrave, qui peut être fixe ou transformable ,
- l'aileron, qui peut être élargisseur ou écrêteur,
- la déglaceuse,
- la niveleuse.

Le terme « racleur » n'est pas usité.



Lame biaise simple – Source : CET Normandie-Centre/SEMR

### 3.4.1 - Lame biaise

#### Lame biaise simple

<b>Définition générale</b>	Outil de raclage frontal à corps galbé, de poids et de dimension très variable avec des dispositifs de sécurité sur la lame d'usure et/ou sur le corps de lame.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Orientation et relevage hydraulique en général. Corps de lame galbé monobloc ou à panneaux indépendants. L'angle d'orientation est réglable.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Hauteur de neige attaquable généralement autour de 30 à 40 cm ; de 20 cm jusqu'à 80 cm pour certaines lames très hautes.
<b>Matériaux de construction</b>	Lame d'usure : caoutchouc, caoutchouc armé (géant), acier, acier + carbure de tungstène, combi ou sandwich.
<b>Mouvements et réglages</b>	La plupart des mouvements sont assurés hydrauliquement. Orientation droite et gauche, relevage, inclinaison transversale pour certaines. La finesse du réglage de la pression d'appui permet de remplacer la roue porteuse.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- largeur de 2 000 à 4 000 mm - hauteur de 650 à 1 600 mm - poids de 200 à 1 250 kg
<b>Sécurité</b>	Rabattement de la lame d'usure. Escamotage vertical de panneau. Sécurités hydrauliques ; les lames possèdent toutes une ou plusieurs sécurités dont seuls des tests répétés pourraient en prouver la valeur. Lame d'usure segmentée.
<b>Equipements possibles</b>	Pare projection neige Déflecteur (Brise jet). Système de dépose (béquilles, chariot...) Panneau d'extension (Largeur variable) Centrale électro-hydraulique

## Lame biaise bi raclage

<b>Définition générale</b>	Outil de raclage frontal à corps galbé, de poids et de dimension très variable avec des dispositifs de sécurité sur la lame d'usure ou/et sur le corps de lame. La particularité de la lame biraclage est de disposer de deux lames d'usure interchangeable grâce à un dispositif hydraulique.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Orientation et relevage hydraulique en général. Corps de lame galbé monobloc ou à panneaux indépendants. L'angle d'orientation est réglable.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Hauteur de neige attaquable généralement autour de 30 à 40 cm ; de 20 cm jusqu'à 80 cm pour certaines lames très hautes.
<b>Matériaux de construction</b>	Lame d'usure : caoutchouc, caoutchouc armé (géant), acier, acier + carbure de tungstène, combi ou sandwich. Le principe est de disposer d'une lame dure (acier) à utiliser pour les neiges froides ou gelées et d'une lame plus souple (caoutchouc) pour les neiges en cours de transformation (neige traitée et neige mouillée).
<b>Mouvements et réglages</b>	La plupart des mouvements sont assurés hydrauliquement. Orientation droite et gauche, relevage, inclinaison transversale pour certaines. La finesse du réglage de la pression d'appui permet de remplacer la roue porteuse.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	Généralement elles sont similaires à la lame biaise simple, mais le poids peut être plus important.
<b>Sécurité</b>	Rabattement de la lame d'usure. Escamotage vertical de panneau. Escamotage transversal pour les lames équipées d'une orientation hydraulique. Sécurités hydrauliques ; les lames possèdent toutes, une ou plusieurs sécurités dont seuls des tests répétés pourraient en prouver la valeur. Lame d'usure segmentée.
<b>Equipements possibles</b>	Pare projection neige. Déflecteur (Brise jet). Centrale électro-hydraulique. Système de dépose (béquilles, chariot...).

### 3.4.2 - Rabet déneigeur (lame rabet)

<b>Définition générale</b>	Outil à lame plate ou galbe léger (poids < 400 kg) et rudimentaire sans sécurité si ce n'est celle assurée par la lame d'usure en caoutchouc dont l'angle d'attaque est négatif. La neige est déposée d'un seul côté en fonction de son orientation.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Relevage pneumatique, hydraulique ou électro-hydraulique. Vérin simple effet. Position flottante en général. Pas d'appui autre que son poids.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Raclage efficace sur neige molle ou transformée par le sel et le trafic ainsi que sur la boue. Raclage limité sur d'autres types de neige : possibilité de lissage de la neige si elle est insuffisamment transformée. Raclage en épaisseur limitée (5 à 10 cm), quelquefois plus, annoncé par les constructeurs.
<b>Matériaux de construction</b>	Socs et châssis en acier S235 et S355 K2G3.
<b>Mouvements et réglages</b>	Relevage hydraulique en général, éventuellement sur centrale électro-hydraulique. Orientation manuelle ou hydraulique.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- poids de 120 à 400 kg - angle d'orientation de 30° à 40 ° - angle d'attaque de -5° à -15 °
<b>Sécurité</b>	Pas de sécurité à l'obstacle hormis la flexibilité de la lame d'usure ou d'éventuelles goupilles de cisaillement. Sécurité sur orientation hydraulique. Lame d'usure segmentée.
<b>Equipements possibles</b>	Peu d'équipements optionnels hormis les améliorations pour manœuvres (centrale électro-hydraulique, orientation hydraulique). Peu d'équipements de sécurité.
<b>Remarques diverses</b>	Quelques kits de balisage latéral proposés. Dans la largeur de passe, les deux projections L1 et L2 sont indiquées pour tenir compte du déport central (Cf. 4.2.2.).



Étrave et aileron replié - Source : Thomas Constructeurs

### 3.4.3 - Étrave

#### Etrave fixe

<b>Définition générale</b>	Outil frontal à soc double en forme de $\wedge$ , fixe, assurant le rejet de la neige de part et d'autre du porteur, il ne transmet pas d'efforts latéraux au porteur et permet donc de déplacer latéralement des épaisseurs importantes de neige.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Travail latéral difficile. Traitement de hauteurs de neige importantes (80 cm à 1 mètre). Outil intéressant pour les congères. Outil simple d'emploi.
<b>Matériaux de construction</b>	Socs et châssis en acier S235 et S355 K2G3. De plus en plus de socs revêtus ou entièrement en matériaux synthétiques.
<b>Mouvements et réglages</b>	Le relevage est l'unique mouvement ; il est assuré hydrauliquement. La progressivité de la commande (indication numérique éventuellement) permet de régler finement la pression au sol, donc l'efficacité de l'usure. L'efficacité du raclage est liée à la présence et l'efficacité du dispositif d'oscillation latérale.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- largeur de déneigement : de 1 900 à 3 200 mm - largeur de passage : de 2 000 à 3 300 mm - hauteur au milieu : de 800 à 1 800 mm - angle d'ouverture : de 80 à 90°
<b>Sécurité</b>	
<b>Equipements possibles</b>	Pare projection neige.
<b>Remarques diverses</b>	Deux types principaux d'étraves : Avec un fort angle d'attaque et un faible galbe : - bon raclage - ne se charge pas trop en neige mouillée, mais évacue sans éjection - à utiliser avec aileron. Avec faible angle d'attaque et fort galbe : - raclage moyen, - se charge en neige mouillée, - excellente en neige poudreuse et fortes épaisseurs, - évacuation lointaine, - peut être utilisée sans aileron. Engin supplanté par les étraves transformables.

#### Etrave transformable

<b>Définition générale</b>	Outil frontal à deux socs orientables par rapport à un axe central vertical et permettant différentes positions de raclage (en $\wedge$ , lame bise droite $\setminus$ ou gauche $/$ , "bull" --, étrave inversée $\nabla$ ). En position "bull" ou inversée, il n'y a pas de déplacement latéral.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Outil polyvalent lui assurant un succès certain malgré le poids élevé qui en découle.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Outil très adapté aux travaux variés du fait de ses possibilités de transformation (carrefours, surlargeurs, parking, changement de côté des bourrelets...) dont les performances pures sont altérées par la polyvalence.
<b>Matériaux de construction</b>	Socs et châssis en acier S235 et S355 K2G3. De plus en plus de socs revêtus ou entièrement en matériaux synthétiques.
<b>Mouvements et réglages</b>	Dispositif d'oscillation permettant un débattement latéral plus ou moins important. Correcteur d'assiette à vis sur quelques modèles.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	Du même ordre que celles des étraves fixes sauf les poids pour lesquels il faut compter de 40 à 50 % de plus, à dimension égales. - hauteur au milieu de 600 à 1 100 mm - hauteur aux extrémités de 1 000 à 1 500 mm - poids de 400 à 1 300 kg
<b>Sécurité</b>	Les étraves transformables doivent disposer de sécurité hydraulique (vérin bien dimensionné, protégé par une soupape hydraulique tarable, ou un ballon d'azote). L'escamotage de la lame d'usure sur certains modèles.
<b>Equipements possibles</b>	Pare projection neige, balisage latéral et compléments de sécurité sont des options possibles.
<b>Remarque</b>	Le montage des rotules des vérins hydrauliques doit leur laisser un jeu suffisant.

### 3.4.4 - Aileron

Les ailerons sont des outils de raclage latéraux ; on distingue l'aileron élargisseur et l'aileron écrêteur.



Aileron en position écrêteur – source : Thomas Constructeurs

#### Aileron élargisseur

<b>Définition générale</b>	Outil à lame galbée portée latéralement et horizontalement au niveau de la chaussée utilisé soit pour dégager une surface plus importante de la chaussée soit pour repousser un bourrelet vers l'extérieur de la plate-forme.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Sa hauteur de relevage est limitée (< 400 mm). Son angle d'orientation est réglable. Son angle d'inclinaison est positif. La neige est déposée d'un seul côté. Cet outil peut être utilisé simultanément de part et d'autre du porteur. L'hydraulique remplace les transmissions à câbles.
<b>Travail type, performances et limites</b>	En élargisseur, l'ouverture complémentaire à une lame biseau d'un côté ou à une étrave de deux côtés, est très appréciable, sans diminuer notablement les performances ;
<b>Matériaux de construction</b>	Acier S235 et S355 K2G3 pour le châssis et le corps de lame ; à noter que les renforts de châssis peuvent avoisiner les 400 kg.
<b>Mouvements et réglages</b>	Les mouvements sont de plus en plus «tout hydraulique» facilitant les manœuvres nécessitant encore plus de finesse de conduite.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- hauteur coté porteur de 800 à 1 100 mm - hauteur extérieure de 1 000 à 1 300 mm - largeur de 3 000 à 4 200 mm - poids par aileron de 400 à 1 200 kg
<b>Sécurité</b>	Sécurité limitée à l'hydraulique, mais le grand débattement de ce type d'outil limite les conséquences des chocs
<b>Equipements possibles</b>	Peu d'équipements possibles sur ces outils spécialisés. Système de dépose permettant la simplification des opérations de pose et de dépose.
<b>Remarques diverses</b>	De plus en plus d'utilisateurs préfèrent la turbine latérale poussée, moins rapide mais qui ne travaille pas en force et éloigne beaucoup plus la neige tout en améliorant la qualité du bord déneigé et en limitant les dégâts sur les glissières et sur la signalisation verticale. En fait, ces lames gardent tout leur intérêt sur des routes à profil régulier, de qualité, et conçues pour recevoir des banquettes de neige.

#### Aileron écrêteur

<b>Définition générale</b>	Outil similaire à l'aileron élargisseur hormis le fait qu'il peut être relevé au-dessus d'une hauteur minimale d'un mètre à partir de la chaussée, pour assurer le déplacement latéral de la partie supérieure d'un bourrelet vers l'extérieur de la plate-forme de la route et ainsi libérer un espace qui rend possible le raclage d'une nouvelle couche de neige.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	En écrêteur, un dispositif plus complexe permet d'autres mouvements. L'hydraulique remplace progressivement les transmissions à câbles.
<b>Travail type, performances et limites</b>	En écrêteur, le travail sur banquette ou talus de neige est beaucoup plus particulier (manœuvres très fréquentes, nécessite une connaissance de l'itinéraire et un doigté certain).
<b>Matériaux de construction</b>	Acier S235 et S355 K2G3 pour le châssis et le corps de lame ; à noter que les renforts de châssis peuvent avoisiner les 400 kg.
<b>Mouvements et réglages</b>	Les mouvements complexes pour les écrêteurs assurés traditionnellement par des câbles, sont de plus en plus «tout hydraulique» facilitant les manœuvres nécessitant encore plus de finesse de conduite
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- hauteur coté porteur de 800 à 1 100 mm - hauteur extérieure de 1 000 à 1 300 mm - largeur de 3 000 à 4 200 mm - poids par aileron de 400 à 1 200 kg
<b>Sécurité</b>	Sécurité limitée à l'hydraulique, mais le grand débattement de ce type d'outil limite les conséquences des chocs. Escamotage de la lame d'usure sur quelques modèles.
<b>Equipements possibles</b>	Peu d'équipements possibles sur ces outils spécialisés.
<b>Remarques diverses</b>	De plus en plus d'utilisateurs préfèrent la turbine latérale poussée, moins rapide mais qui ne travaille pas en force et éloigne beaucoup plus la neige tout en améliorant la qualité du bord déneigé et en limitant les dégâts sur les glissières et sur la signalisation verticale. En fait, ces lames gardent tout leur intérêt sur des routes à profil régulier, de qualité, et conçues pour recevoir des banquettes de neige.

### 3.4.5 - Déglaceuse

<b>Définition générale</b>	Outil équipé d'une lame pleine ou munie de dents à inclinaison positive, utilisé pour décaper la glace (neige tassée et glacée) et qui permet de déplacer latéralement la glace.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	Son utilisation est semblable à celle des niveleuses : c'est un travail très spécifique de déglacage. La fixation est directe sous le châssis du porteur (parfois renforcé) entre les essieux.
<b>Travail type, performances et limites</b>	Le déglacage des neiges compactes et dures doit être préalable à un traitement de salage (meilleure efficacité).
<b>Matériaux de construction</b>	Lame et lame d'usure en acier généralement.
<b>Mouvements et réglages</b>	Ils sont en principe exécutés par vérins hydrauliques.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- largeur de 2 200 à 3 000 mm - hauteur de 300 à 400 mm - poids de 180 à 450 kg.
<b>Sécurité</b>	Pas de système de sécurité aux chocs.
<b>Commentaire</b>	Ces outils sont assez peu utilisés (préférence de la niveleuse pour un travail identique). Pourtant cet équipement peut être monté en complément sur un porteur déjà équipé d'une saleuse et d'un outil de raclage (attention au poids et à la surcharge !).

### 3.4.6 - Niveleuse

<b>Définition générale</b>	Outil utilisé pour racler la neige ou décaper la glace. Une lame racleuse est intercalée entre la cabine et deux roues avant.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	L'outil est solidaire du porteur. Le châssis peut être articulé : trois positions possibles : en ligne, en articulation, en crabe (bonne maniabilité).
<b>Travail type, performances et limites</b>	Cet outil n'est pas spécifique au déneigement, il est utilisé essentiellement pour des couches de neiges de faibles épaisseurs ou pour décaper une couche de glace.
<b>Matériaux de construction</b>	Bouclier : généralement en acier dur. Couteau ou lame de coupe : il possède un bord tranchant ; il est en acier ou caoutchouc parfois (interchangeabilité possible) fixé par boulons.
<b>Mouvements et réglages</b>	Les positions du châssis et de la lame sont contrôlées hydrauliquement depuis la cabine de commandes Relevage et orientation de la lame droite et gauche, et inclinaison par hydraulique ; Commande de la pression d'appui de la lame au sol par hydraulique.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- largeur de 3 000 à 8 000 mm ; - hauteur de 400 mm à 800 mm ; - poids
	système de sécurité spécifique à la machine
<b>Equipements possibles</b>	Phares d'éclairage.
<b>Remarques diverses</b>	La spécificité de ce matériel pour les chantiers de terrassement (nivellement, talutage...), explique le manque d'adaptation pour les travaux de déneigement.



## 3.5 - Outils d'épandage

Les outils d'épandage sont destinés à déposer les produits de la viabilité hivernale sur les chaussées à traiter ; les produits sont solides ou liquides. L'association de produits liquides et solides peut être utilisée durant une opération de viabilité hivernale.

### 3.5.1 - Épandeuse

<b>Définition générale</b>	Outil destiné à assurer l'épandage des matériaux de service hivernal sur les chaussées.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	L'épandeuse peut être : <ul style="list-style-type: none"><li>- portée, son centre de gravité est situé entre les essieux du porteur,</li><li>- tractée, elle comporte un essieu et elle est tractée par le porteur comme une remorque,</li><li>- tractée semi-portée lorsque la partie épandage est tractée et le stock de fondant à épandre est portée,</li><li>- accrochée : elle est fixée à l'extrémité de la benne d'un porteur, où à l'arrière d'un tracteur. Eventuellement elle peut comporter un essieu.</li></ul>
<b>Travail type, performances et limites</b>	Le transfert des fondants vers le disque d'épandage se fait via un tapis, une vis sans fin ou des chaînes à racleurs. L'épandeuse est automatique et asservie : les commandes de réglages sont dans le poste de conduite du véhicule, l'épandeuse ajuste en continu le débit du matériau en fonction de la vitesse du porteur et des réglages. L'épandeuse peut être programmable : c'est une épandeuse automatique asservie qui a mémorisé les paramètres et les réglages d'épandage d'un circuit, les réglages peuvent donc être changés automatiquement durant la réalisation du circuit. La programmation peut être réalisée avant le départ ou au cours du travail ; certaines machines utilisent le positionnement par satellites pour situer leur position dans le circuit.
<b>Matériaux de construction</b>	Acier au carbone ou aluminium avec une protection anticorrosion renforcée, acier inoxydable, résine polymère, matières synthétiques diverses. Les disques d'épandage sont très souvent en acier inoxydable.
<b>Commandes et énergies</b>	L'énergie de puissance de l'épandeuse provient soit d'un moteur auxiliaire, soit de l'hydraulique du porteur, soit de sa propre pompe hydraulique entraînée par une prise de force du porteur. L'énergie électrique pour le boîtier de commandes est fournie par le porteur. Les commandes sont électriques, électroniques ou quelques fois numériques.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- volume de matériaux de 1 m <sup>3</sup> à 20 m <sup>3</sup> - largeur d'épandage de 2 m à 14 m - vitesse d'épandage de 0 à 50 km/h - poids à vide de l'épandeuse de 500 kg à 4 tonnes.
<b>Sécurité</b>	Un palpeur de manque de sel au niveau du disque d'épandage indique au conducteur une rupture de l'arrivée du matériau. Une grille de trémie interdit le passage des gros éléments dans la trémie ; elle protège le personnel d'une chute accidentelle dans la trémie. L'accès à la grille peut être autorisé ou interdit suivant les consignes du responsable. Une commande de secours permettant de faire fonctionner l'épandeuse en cas de défaillance du boîtier de commandes. (NF EN 15597-1) (cf. p.69).
<b>Equipements possibles</b>	L'option « travail à la bouillie de sel » (voir ci après). Des systèmes de démottage (ou brise motte) à l'intérieur de la trémie favorise l'acheminement du matériau. Une échelle sécurisée et ergonomique permet l'accès à la partie supérieure de la trémie, elle doit être munie d'une main courante, l'échelle peut être repliable. Un ou plusieurs garde corps autour de la grille de trémie, ils sont repliables ; la commande doit se faire depuis le sol. Système de dépose (béquilles...).
<b>Remarques diverses</b>	Le flot de matériaux éjecté ne doit pas se situer au dessus de 0,60 m du sol. L'épandeuse non automatique est un matériel obsolète. Les commandes sont situées sur l'épandeuse et ne sont pas accessibles durant l'épandage.

### 3.5.2 - Épandeuse mixte

<b>Définition générale</b>	Outil destiné à assurer l'épandage des matériaux de service hivernal sur les chaussées.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	L'épandeuse avec l'option « travail à la bouillie de sel » est une épandeuse portée conventionnelle à laquelle on a adjoint des réservoirs de saumure et un système de pompe et de tuyauteries permettant d'amener la saumure vers l'élément d'épandage et de la doser. Le rapport de la quantité de saumure ajoutée sur la quantité de matériau épandu est appelé taux de mouillage, le choix du taux est effectué sur le boîtier de commande. Dans certains cas, l'épandeuse assure elle-même la fabrication de la saumure dans des bacs latéraux. Il est possible avec une épandeuse mixte de n'épandre que du sel solide.
<b>Travail type, performances et limites</b>	L'épandeuse avec l'option « travail à la bouillie de sel » est une épandeuse automatique asservie. Le taux de saumure est asservi au dosage de sel et à la vitesse du porteur. Ce type de matériel nécessite une bonne maîtrise des paramètres météo routiers. Une épandeuse mixte couvre le domaine d'application d'une épandeuse solide mais pas celui d'une saumureuse qui est de plus grande capacité et d'une meilleure précision.
<b>Matériaux de construction</b>	Les réservoirs, les tuyauteries, les vannes et les raccords du circuit saumure sont le plus souvent en matériaux synthétiques.
<b>Commandes et énergies</b>	Les commandes et réglages du circuit saumure sont du même type que celles de l'épandeuse. Les commandes de l'option bouillie sont situées sur le boîtier de commandes de l'épandeuse. Les électrovannes sont le plus souvent électriques, la pompe doseuse peut être hydraulique ou électrique.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- volume des réservoirs de 1 m <sup>3</sup> à 10 m <sup>3</sup> - largeur d'épandage de 2 m à 14 m - vitesse d'épandage de 0 à 50 km/h - poids à vide de l'épandeuse avec l'option saumure de 1 à 4 tonnes.
<b>Sécurité</b>	Un témoin de réservoir de saumure peut informer le conducteur lorsque celui-ci est vide.
<b>Equipements possibles</b>	Des éléments de sécurité lors du remplissage des réservoirs peuvent être fournis. cf. Equipements possibles 3.5.1
<b>Remarques diverses</b>	En cas d'équipement ultérieur, l'option « travail à la bouillie de sel » modifie le Ptac du porteur, il peut également modifier la position du centre de gravité et la charge sur les essieux.



Source : Thomas Constructeurs

### 3.5.3 - Saumureuse

<b>Définition générale</b>	Outil destiné à assurer l'épandage de fondant routier sur les chaussées durant le service hivernal.
<b>Caractéristiques spécifiques</b>	La saumureuse est soit portée et déposable, soit fixée à demeure sur le porteur. Elle est constituée d'un important réservoir, de tuyauteries, d'une pompe de dosage et d'une rampe d'épandage.
<b>Travail type, performances et limites</b>	La saumureuse est automatique et asservie: les commandes de réglages sont dans le poste de conduite du véhicule, la saumureuse ajuste en continu le débit de saumure en fonction de la vitesse du porteur et des réglages. Ce type de matériel nécessite une bonne maîtrise des paramètres météo routiers. Il est utilisé sur autoroute et infrastructure aéroportuaire.
<b>Matériaux de construction</b>	Acier au carbone avec une protection anticorrosion renforcée, acier inoxydable, résine polymère, matières synthétiques diverses. La rampe et les gicleurs d'épandage sont très souvent en acier inoxydable.
<b>Commandes et énergies</b>	L'énergie de puissance de l'épandeuse provient soit d'un moteur auxiliaire, soit de l'hydraulique du porteur, soit de sa propre pompe hydraulique entraînée par une prise de force du porteur. Les commandes sont électriques, les électrovannes sont le plus souvent électriques, la pompe de dosage est électrique ou quelque fois hydraulique.
<b>Etendue des caractéristiques dimensionnelles</b>	- volume de matériaux de 1 m <sup>3</sup> à 20 m <sup>3</sup> - largeur d'épandage de 2 m à 14 m - vitesse d'épandage de 0 à 50 km/h - poids à vide de la saumureuse de 1 tonnes à 15 tonnes.
<b>Sécurité</b>	Un témoin de réservoir de saumure peut informer le conducteur lorsque celui-ci est vide.
<b>Equipements possibles</b>	Des éléments de sécurité lors du remplissage des réservoirs peuvent être fournis.
<b>Remarques diverses</b>	La saumureuse non automatique est un matériel obsolète. Les commandes sont situées sur l'épandeuse et ne sont pas accessibles durant l'épandage.

## 3.6 - Autres types d'outils et de matériels

### 3.6.1 - Scarificateur

Outil de décollement de la glace équipé d'une lame d'usure à dents située entre les deux essieux d'un engin. Ce n'est pas un outil de raclage car la fonction de déplacement latéral n'est pas assurée.

### 3.6.2 - Balayeuse

Outil de raclage équipé d'un balai à brosse rotative (axe de rotation parallèle à la chaussée) et présentant un angle de 0° à 30° à droite ou à gauche par rapport à l'axe d'avancement du porteur destiné à « balayer » la neige.

Il existe des balais de type « pleins » dont la vitesse de rotation est asservie à l'avancement du porteur en fonction de l'épaisseur de la neige et des balais de type « ajouré » à la vitesse de travail limitée.

La balayeuse est particulièrement adaptée aux neiges sèches.

Certains constructeurs développent des combinés lame/balayeuse.

Les balayuses peuvent être positionnées sur des porteurs spécialement conçus à cet effet, le balai étant monté entre les essieux. Ce type de matériel utilisé initialement sur les plates-formes aéroportuaires se développe sur le réseau autoroutier allemand.

### 3.6.3 - Évacuateur

Outil du service hivernal destiné à assurer la fonction évacuation de la neige accumulée sur la chaussée ou ses abords.

Il existe deux types d'évacuateur :

- évacuateur rotatif : évacuateur équipé d'un ou plusieurs organes rotatifs,

Trois termes distinguent le type d'organes rotatifs :

- vis sans fin,
  - roue à aubes : organe rotatif dont l'axe a un diamètre largement inférieur à la dimension des aubes et qui est parallèle à l'axe longitudinal du porteur,
  - tambour à aubes : organe rotatif dont l'axe a un diamètre supérieur à la taille des aubes, horizontal et perpendiculaire à l'axe longitudinal du porteur ;
- évacuateur statique : évacuateur ne possédant pas d'organe rotatif.

Exemple : une chargeuse utilisée pour évacuer la neige est considérée comme un évacuateur statique.

La position d'un évacuateur est frontale ou latérale.

### Turbine

Évacuateur rotatif dont l'organe rotatif est une roue à aubes.

Trois termes distinguent le type de turbines :

- turbine latérale : turbine dont l'axe de la roue à aubes est décalé par rapport à l'axe longitudinal du porteur ;
- turbine frontale : turbine dont l'axe de la roue à aubes est dans l'axe du porteur ; une turbine frontale peut-être équipée de deux vis sans fin placées verticalement qui encadrent la roue à aubes ;
- double turbine : turbine équipée de deux roues à aubes symétriques par rapport à l'axe du porteur.



Turbine - Source : Thomas Constructeurs

### Fraise

Évacuateur rotatif dont l'organe rotatif est un tambour à aubes.

Trois termes distinguent le type de fraises :

- fraise latérale : fraise dont le centre de gravité du tambour à aubes est décalé par rapport à l'axe du porteur ;
- fraise frontale : fraise dont le centre de gravité du tambour à aubes est situé dans l'axe du porteur ;
- turbo fraise : fraise frontale à laquelle est ajoutée à l'arrière du tambour à aubes, une roue à aubes chargée d'assurer l'éjection de la neige.



Fraise à neige - Source : CET Normandie-Centre/SEMR



# 4 - Caractéristiques des outils de raclage

## 4.1 - Constitution générale de tous les outils de raclage

Les outils de raclage sont constitués :

- d'une structure en acier mécano-soudé ;
- d'un tablier versoir en acier ou polyéthylène haute densité ;
- de bras d'attelage en acier ;
- d'un système de fixation sur une plaque de base du porteur ;
- d'une lame d'usure ;
- d'un dispositif de préservation et de sécurité ;
- d'un boîtier de commandes ;
- d'un dispositif de commande (relevage, orientation) ;
- d'un circuit hydraulique.

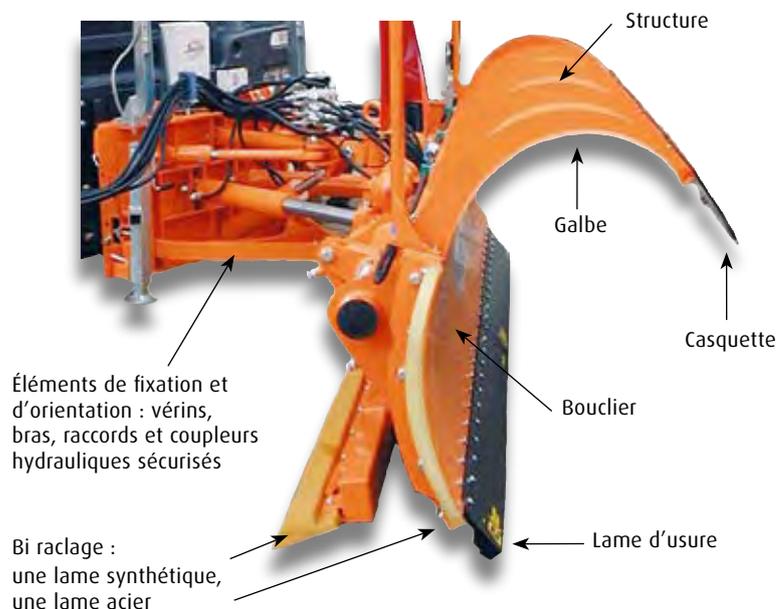
## 4.2 - Géométrie

### 4.2.1 - Dimension et géométrie

Les dimensions des outils diffèrent notablement d'un constructeur à l'autre ; aussi, lors de la définition de la géométrie, il apparaît judicieux de ne pas donner de valeur exacte, mais une fourchette en terme de dimensions, afin de pouvoir rentrer dans les gammes existantes et éviter ainsi d'imposer des fabrications spéciales qui ne feraient qu'augmenter les coûts de production et donc de vente.

**N.B.**

Lors de l'élaboration du cahier des charges, il convient de bien différencier la largeur du corps de lame de la largeur déneigée.



Désignation des éléments d'une lame - Source : CETE Normandie-Centre/SEM

## 4.2.2 - Géométrie, fiche de carrossage (lame et rabot)

Selon la norme européenne NF EN 15583-1 (cf. p.69). Pour plus d'informations sur cette norme : consulter la bibliographie.

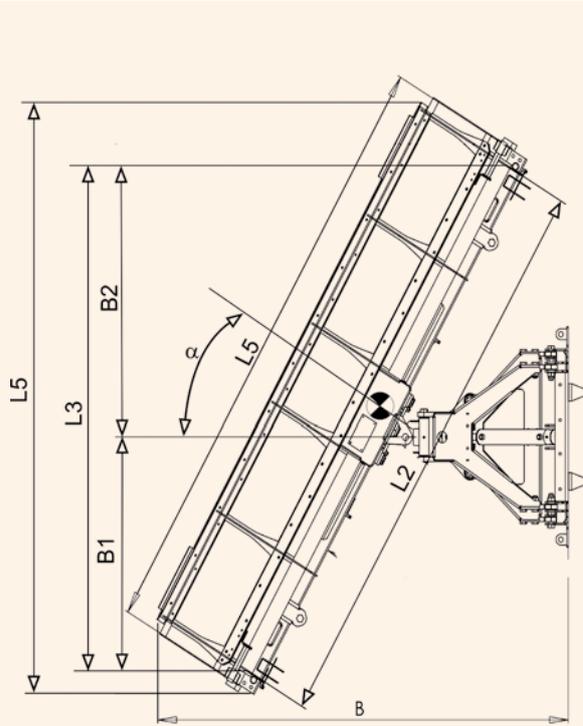


Figure 1 : vue de dessus d'une lame

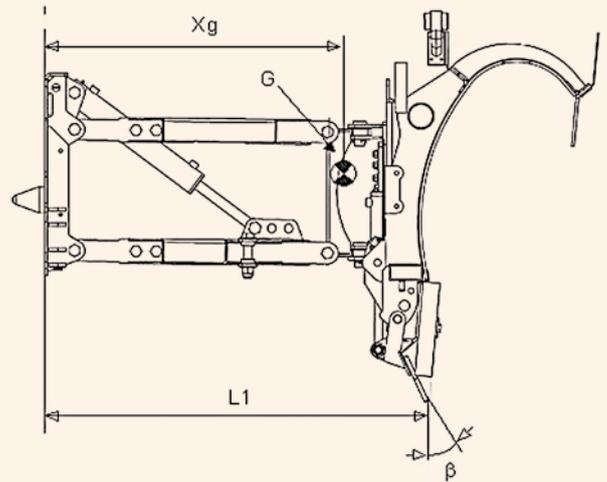


Figure 2 : vue de profil d'une lame

Abréviation	Dénomination
L1	Distance horizontale de la plaque de base à la lame de raclage
L2	Longueur de la lame d'usure
L3	Largeur déneigée en fonction de l'angle $\alpha$
L4	Largeur de passage en fonction de l'angle $\alpha$
L5	Largeur hors tout
B1	Largeur déneigée côté gauche par rapport à l'axe du porteur
B2	Largeur déneigée côté droit par rapport à l'axe du porteur
G	Position du centre de gravité
Xg	Distance du centre de gravité par rapport à la plaque de base
$\chi$	Angle d'inclinaison transversale
$\alpha$	Angle d'orientation
$\beta$	Angle d'attaque
H1	Hauteur de la lame de raclage au centre
H2	Hauteur de la lame à l'extrémité droite
H3	Hauteur de la lame à l'extrémité gauche
F2	Hauteur sous galbe avec racleur acier
F1	Hauteur sous galbe avec racleur caoutchouc
Ag1	Avancée du galbe par rapport au racleur caoutchouc
Ag2	Avancée du galbe par rapport au racleur acier

### 4.2.3 - Géométrie, fiche de carrossage (étraves)

Selon la norme européenne NF EN 15583-1 (cf. p.69). Pour plus d'informations sur cette norme : consulter la bibliographie.

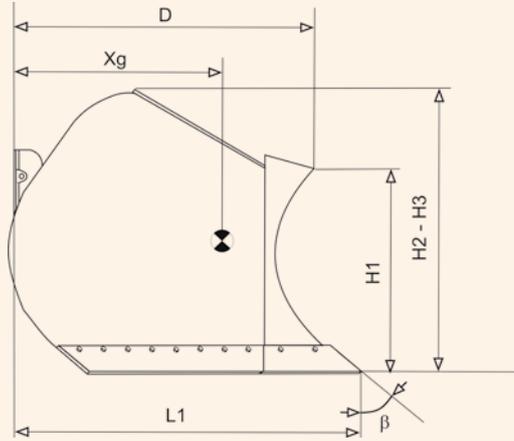


Figure 3 : vue de profil d'une étrave

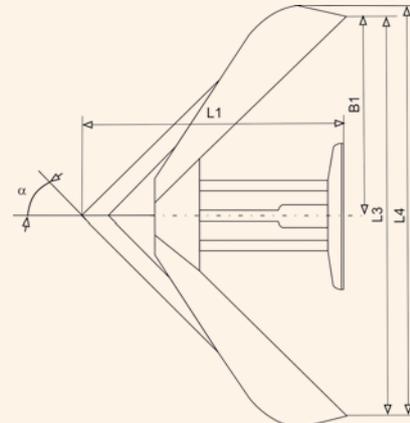


Figure 4 : vue de dessus d'une étrave

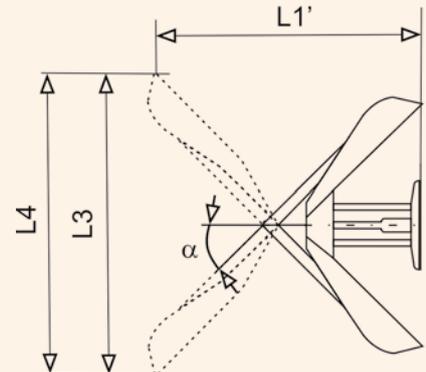
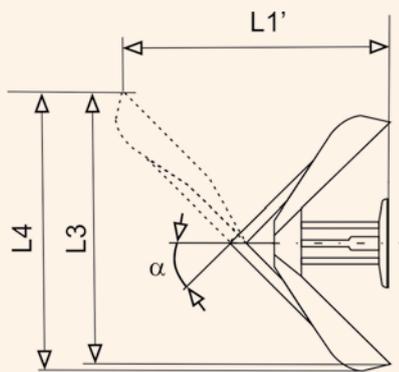


Figure 5 : vue de dessus d'une étrave en position papillon

Abréviation	Dénomination	En position étrave	En position lame	En position papillon
L1	Distance horizontale entre la plaque de base et la lame d'usure, mesurée à la pointe de l'étrave			
L1'	Distance horizontale entre la plaque de base et la lame d'usure, mesuré au bout des ailes, en position lame papillon			
L3	Largeur de déneigement en fonction de l'angle $\alpha$			
L4	Largeur de passage en fonction de l'angle $\alpha$			
B1	Largeur déneigée côté gauche par rapport à l'axe du porteur			
B2	Largeur déneigée côté droit par rapport à l'axe du porteur			
G	Position du centre de gravité			
Xg	Distance du centre de gravité par rapport à la plaque de base			
$\chi$	Angle d'inclinaison transversale			
$\alpha$	Angle d'orientation (angle d'ouverture)			
$\beta$	Angle d'attaque			
H1	Hauteur de l'étrave au milieu			
H2	Hauteur de l'étrave à l'extrémité droite			
H3	Hauteur de l'étrave à l'extrémité gauche			
D	Distance entre la plaque de base et le bout du nez (partie supérieure)			

## 4.2.4 - Détermination des poids

La détermination du poids d'un outil de raclage est faite en considérant l'ensemble de l'outil avec tous ses accessoires en ordre de marche hors plaque de base.

Trois familles sont traditionnellement différenciées en fonction des masses :

- lames série lourdes : poids supérieur à 800 kg,

- lames série medium : poids compris entre 400 et 800 kg,
- lames série légères : poids inférieur à 400 kg.

Le centre de gravité de l'ensemble de l'outil en position transfert ou en position travail doit se trouver le plus près possible de la plaque.

## 4.3 - Caractéristiques techniques des outils de raclage

### 4.3.1 - Structure

Matière	Acier S235	Acier S355 K2G3	Acier STE 690	Acier Inox
<b>Avantage</b>	Soudabilité Prix	Résistance Poids Soudabilité Rapport qualité prix	Résilience Poids Résistance	Résistance Pas de corrosion
<b>Inconvénient</b>	Poids	Risque de transmission de chocs au porteur	Prix Risque de transmission de chocs au porteur	Prix très élevé Risque de transmission de chocs au porteur
<b>Préconisation</b>	N4 (déneigement peu important)	N1, N2 et N3 (déneigement intensif)	N1 et N2 (déneigement intensif avec poids réduit)	N1

### 4.3.2 - Tablier

Matière	Acier	Polyéthylène	Inox
<b>Avantage</b>	Facilement réparable	Glissance Pas de corrosion	Corrosion
<b>Inconvénient</b>	Poids		Prix Poids

### 4.3.3 - Lames d'usure

Matière	Acier		Caoutchouc*	Plastique	Combi**
	Doux	Dur			
<b>Avantage</b>	Prix	Durabilité	Non agressive par rapport à la chaussée	Efficacité du raclage Non agressive par rapport à la chaussée	Compromis Acier caoutchouc. Caoutchouc corindon Bon raclage bon nettoyage après salage
<b>Inconvénient</b>	Durabilité Usure des chaussées	Polissage important Usure des chaussées	Inadapté aux neiges froides	Usure assez rapide	Poids Prix
<b>Préconisation</b>	Acier dur route salée neige N1 Acier doux neige non salée N3 et N4 Lame, étrave Pour biraclage		Pour mise au noir adapté aux neiges fondantes, neige pulvérulente Adapté aux sites urbains Rabot N1 et N2	Zone à climat modéré Neige fondante, neige pulvérulente N1	Acier/caoutchouc : polyvalent Caoutchouc/corindon Neige fondante, sites urbains N1

\* La dureté des caoutchoucs peut être variable. Celle-ci est déterminée par différents essais dont des tests de dureté par rebondissement et par pénétration.

\*\* Il existe actuellement sur le marché une grande diversité d'association de matériaux pour les lames d'usures dite « combi ». On peut trouver des associations aciers, caoutchoucs, corindon, vulcolan, céramique...

### 4.3.4 - Sécurité chocs frontaux ou latéraux

Matière	Effacement mécanique des lames d'usure	Effacement hydraulique des lames d'usure sur biraclage	Effacement d'extrémités de lames	Absence de sécurité
<b>Avantage</b>	Pas de casse pour obstacles dépassants de la chaussée Retour à la position d'origine Fiabilité - Prix	Fiabilité	Fiabilité Pas de casse	Simplicité
<b>Inconvénient</b>	Poids		Prix	Risque de casse
<b>Préconisation</b>	Recommandé	Recommandé	Recommandé	L'absence de sécurité est à proscrire sauf pour des usages rustiques Il n'y a pas de sécurité sur les étraves fixes

Les dispositifs de sécurité font l'objet d'une norme française [NF P 98-783] (cf. p.69) - [NF EN 15583-2] (cf. p.69). Pour plus d'informations sur ces normes : consulter la bibliographie.

### 4.3.5 - Dispositif de préservation des chaussées

Matière	Bi-raclage	Oscillation latérale possible	Lame en plusieurs éléments	Étraves transformables
<b>Avantage</b>	Polyvalence dans le raclage Usage réduit des lames acier	Qualité de raclage Non agressivité vis à vis des chaussées	S'adapte au profil de la chaussée	Polyvalence
<b>Inconvénient</b>	Poids - Prix	Poids - Prix (modéré)	Prix - Maintenance	Poids
<b>Préconisation</b>	Recommandé N1 N2 Neiges salées	Tous niveaux de service	Chaussées déformées	N1, N2, N3 zones d'altitude ou ventées

### 4.3.6 - Dispositif de préservation des porteurs

Définition	Dispositifs d'effacement des lames d'usure et des lames	Point fusible sur bras d'attelage	Suppression du retour de vibration vers le porteur	Effacement d'extrémités de lames
<b>Avantage</b>	Évite la transmission des chocs aux porteurs pour les petits obstacles	Évite la déformation du châssis	Confort de conduite du véhicule	Évite la déformation du châssis Évite la « mise en travers » du porteur
<b>Inconvénient</b>	Prix	Prix	Prix	Prix
<b>Préconisation</b>	Zone urbaine	Zone urbaine, routes de montagne	N1	N1, routes de montagne



Lame d'usure - Source : CET Normandie-Centre

### 4.3.7 - Circuit de commande

Définition	Oléo-pneumatique	Hydraulique basse pression	Hydraulique haute pression	Electrique
<b>Avantage</b>	Rapidité Prix	Progressivité et fiabilité	Progressivité liée à la rapidité Maniabilité Prix	Installation, interchangeabilité
<b>Inconvénient</b>	Manque de progressivité	Prix Réservoir supplémentaire Lenteur de manoeuvre	Fiabilité	Fiabilité Batteries
<b>Préconisation</b>	Zone urbaine	Usage sur réseau ne nécessitant que peu de mouvement de la lame	Usage sur tout réseau	

### 4.3.8 - Dispositif de commande

Définition	Multi-manette	Joystick	Numérique
<b>Avantage</b>	Sécurité en fonction de la position des manettes Rustique Système très visuel	Ergonomie	Intégration
<b>Inconvénient</b>	Absence de standardisation	Prédisposition dans la cabine du véhicule	Ergonomie

La position des commandes en cabine fait l'objet d'une norme française [NF P 98-792] (cf. [14]). Pour plus d'informations sur cette norme : consulter la bibliographie.

### 4.3.9 - Circuit hydraulique

Définition	Basse pression 150 bars	Haute pression 210 bars	Vérin Gamme TP ou renforcée	Vérin Gamme agricole
<b>Avantage</b>	Longévité	Rapidité	Fiabilité	Prix
<b>Inconvénient</b>	Lenteur	Fiabilité	Coût élevé	Fiabilité
<b>Préconisation</b>	Usage sur réseau ne nécessitant que peu de mouvement de la lame	Usage sur tout réseau	N1 N2 Tous services	N3 communes

### 4.3.10 - Dispositions destinées à faciliter la maintenance

Définition	Amovibilité des lames d'usure	Graissage des articulations	Accès aux flexibles et aux filtres	Boulonnerie inox
<b>Avantage</b>	Rapidité	Facilité d'accès	Facilité d'accès	Durabilité
<b>Inconvénient</b>	Prix Fiabilité	Prix	Prix	Prix
<b>Préconisation</b>	Sur lames et étraves acier	Tous outils	Tous outils	N1 N2

### 4.3.11 - Protection anti-corrosion

Définition	Tablier acier		Articulation et axes	
	Sablage Sa25 + primaire + peinture glycérophthalique épaisseur totale $\geq 70 \mu$	Sablage Sa25 + primaire + époxy + polyuréthane Épaisseur totale $\geq 120 \mu$	Acier traité	Inox
<b>Avantage</b>	Prix	Durabilité Rapport qualité/prix	Rapport qualité/prix	Durabilité
<b>Inconvénient</b>	Durabilité			Prix
<b>Préconisation</b>	N3 N4	N1 N2		

# 5 - Caractéristiques des outils d'épandage

## 5.1 - Constitution générale des outils d'épandage

Les outils d'épandage sont constitués :

- d'une structure en acier mécano-soudé ;
- d'un élément de stockage : c'est une trémie pour les matériaux solides et un ou plusieurs réservoirs pour les liquides ;
- de divers éléments assurant le transfert des matériaux (et liquides) entre la trémie (ou les réservoirs) vers les organes d'épandage :
  - pour les matériaux solides : tapis, chaînes et racleurs, vis, moteur d'entraînement, glissière à matériaux et brise mottes ;
  - pour les liquides : pompe et canalisations ;
- d'un boîtier de commandes électrique ou électronique permettant les différents réglages d'un épandage, il comporte des afficheurs, des témoins, des commandes ;
- d'un dispositif d'épandage :
  - pour les matériaux solides, c'est un ou plusieurs disques munis de pales. La taille (diamètre), la forme (plan, conique), le nombre et la position des ailettes sont propres à chaque constructeur. La hauteur par rapport au sol de ce dispositif peut être réglable.
  - pour les liquides, ce sont des gicleurs qui peuvent être uniques dans le cas du travail à la bouillie de sel pour lequel on a souvent un seul point d'injection de la saumure, ou plusieurs dans le cas de la saumureuse ;
- d'un dispositif d'orientation de l'épandage :
  - pour les matériaux solides avec ou sans saumure, on déplace le point d'injection du matériau sur le disque,
  - pour les saumureuses, on ouvre ou on ferme les gicleurs nécessaires ;
- d'un circuit hydraulique.

## 5.2 - Géométrie

### 5.2.1 - Dimension et géométrie

Les dimensions des épanduses et des saumureuses diffèrent d'un constructeur à l'autre ; aussi, lors du choix,

il est important de mettre en corrélation les dimensions du porteur et les dimensions du matériel envisagé, de vérifier les dépassements, les charges et les hauteurs.

### 5.2.2 - Géométrie, fiche de carrossage (lame et rabot)

Selon la norme européenne NF EN 15597-1. Pour plus d'informations sur cette norme : consulter la bibliographie.

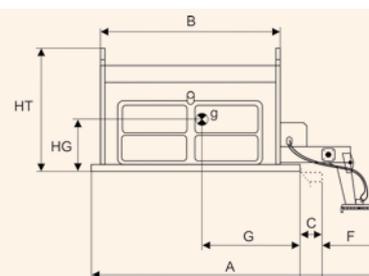


Figure 6 : vue de profil d'une saleuse

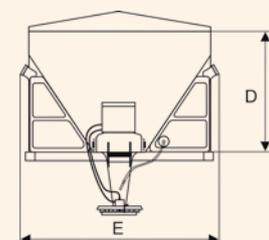


Figure 7 : arrière d'une saleuse

Abréviation	Dénomination
A	Longueur de la saleuse avec le dispositif d'épandage en ordre de marche
B	Longueur maximale de la trémie
E	Largeur maximale de la saleuse
D	Hauteur de la trémie
HT	Hauteur totale de l'épanduse, depuis le point le plus haut de la trémie jusqu'au plan d'appui avec le porteur
HG	Hauteur du centre de gravité par rapport au plan d'appui avec le porteur
G	Distance horizontale du centre de gravité à l'arrière de la benne (ou du châssis du porteur)
C	Distance entre la paroi arrière de la trémie et l'arrière de la benne
F	Distance entre l'arrière de la benne et l'extrémité du dispositif d'épandage (longueur de déport arrière)

### 5.2.3 - Détermination des poids

Considérant les importants volumes de matériaux et de liquides, il faudra déterminer, à partir du poids à vide, le poids en ordre de marche. Le volume de la trémie à considérer est celui hors dôme (volume d'eau). Le volume d'un réservoir est celui jusqu'au niveau du trop-plein.

La position du centre de gravité de l'épandeuse avec le chargement (solide et/ou liquide) peut être différent de sa position avec l'épandeuse vide.

## 5.3 - Caractéristiques techniques des outils d'épandage

### 5.3.1 - Structure

Matière	Acier noir au carbone	Acier Inox
Avantage	Soudabilité Rapport qualité prix	Résistance Pas de corrosion
Inconvénient	Entretien anticorrosion indispensable	Prix très élevé

### 5.3.2 - Trémie

Matière	Synthétique	Acier noir au carbone	Inox
Avantage	Pas de corrosion	Facilement réparable Prix	Pas de corrosion
Inconvénient	Fragilité, supporte mal les chocs, les vibrations et les frottements Recyclage en fin de vie à étudier	Corrosion, entretien anticorrosion indispensable	Prix

### 5.3.3 - Réservoir à saumure

Matière	Synthétique Doit-on diversifier par ex : polyéthylène, fibres de verre	Inox
Avantage	Pas de corrosion	Pas de corrosion
Inconvénient	Fragilité, supporte mal les chocs et les frottements Recyclage en fin de vie à étudier	Prix Poids

### 5.3.4 - Éléments de transfert des matériaux solides

#### Technologie à vis sans fin ou à chaînes et racleurs

Matière	Acier noir au carbone	Acier Inox
Avantage	Soudabilité Rapport qualité prix	Pas de corrosion
Inconvénient	Corrosion	Prix élevé

### Technologie à tapis

Le tapis est constitué de caoutchouc vulcanisé et d'une ou plusieurs trames textiles.

Le corps du tapis et les rouleaux sont en acier, le rouleau d'entraînement peut être recouvert de caoutchouc.

Matériau du corps et des rouleaux	Acier noir au carbone	Acier Inox
<b>Avantage</b>	Soudabilité Rapport qualité prix	Pas de corrosion
<b>Inconvénient</b>	Corrosion	Prix élevé

### Moteur et éléments d'entraînement

Moteur hydraulique et réducteur	Bas de gamme	Gamme standard
<b>Avantage</b>	Prix	Rapport usage entretien intéressant
<b>Inconvénient</b>	Vie courte, réparation	Prix

## 5.3.5 - Éléments d'épandage des matériaux solides

### Glissière à sel

Matière	Synthétique	Acier S355 K2G3	Acier STE 690	Acier Inox
<b>Avantage</b>	Pas de corrosion	Résistance Poids Soudabilité Rapport qualité prix	Résilience Poids Résistance	Résistance Pas de corrosion
<b>Inconvénient</b>	Fragilité, supporte mal les chocs et les frottements. Recyclage en fin de vie à étudier.	Corrosion	Prix Corrosion	Prix

### Disque d'épandage

Matière	Synthétique	Acier S355 K2G3	Acier STE 690	Acier Inox
<b>Avantage</b>	Anticorrosion	Soudabilité	Résistance	Anticorrosion Durée de vie
<b>Inconvénient</b>	Fragilité, recyclage en fin de vie	Corrosion	Corrosion	Prix

### Forme et nombre des disques

Forme et nombre	Forme plate	Forme tulipée	1 disque	2 disques
<b>Avantage</b>	« Standard »	Épandage plus large qu'un disque plat à vitesse égale	« Standard »	Largeur d'épandage plus importante

## 5.3.6 - Éléments de transfert et d'épandage des liquides

### Pompe à saumure

Matière	Synthétique	Acier Inox
<b>Avantage</b>	Poids pas de corrosion Rapport qualité prix	Résistance pas de corrosion
<b>Inconvénient</b>	Poids	Prix
Type d'entraînement	Electrique	Hydraulique
<b>Avantage</b>	Un câble électrique de raccordement	Utilise la même puissance hydraulique que le disque d'épandage et le même type de régulation
<b>Inconvénient</b>	Une régulation électrique de la vitesse pour ajuster le débit	Un circuit hydraulique supplémentaire sur l'épandeuse

### Canalisations de saumure

Matière	Synthétique souple	Synthétique rigide	Métallique inox
<b>Avantage</b>	Supporte les vibrations	Poids	Durée de vie
<b>Inconvénient</b>	Risque de fuite aux connections	A protéger des vibrations	Prix

## 5.3.7 - Boîtier de commandes

Type	Analogique	Electronique analogique	Electronique numérique	Electronique numérique et radio commande
<b>Avantage</b>	Basique	Basique Prix	Transmission possible de données (double sens) peut évoluer vers des options et perfectionnement numériques, geo localisation, géo programmation,...	Pas de circuit entre le boîtier et l'épandeuse
<b>Inconvénient</b>	Semble obsolète Moins fiable	Ne transmet pas de données numériques	Prix Note : le prix devrait baisser avec la banalisation des options numériques	Prix

## 5.3.8 - Dispositif d'entraînement

Définition	Circuit hydraulique du porteur	Moteur auxiliaire	Roue suiveuse	Flasque sur roue
<b>Avantage</b>	Puissance normalisée, économie d'énergie	Autonome par rapport au porteur	Autonome par rapport au porteur	Semi autonome par rapport au porteur (autonome par rapport au circuit hydraulique du porteur mais liaisons mécaniques avec le porteur).
<b>Inconvénient</b>	Modification du porteur	Bruit Entretien	Poids, prix, manutention	Poids Prix Manutention, peut augmenter le gabarit en largeur

Un entraînement par le circuit hydraulique du porteur (à basse ou à haute pression, 150 ou 210 bars) laisse le choix en ce qui concerne la classe de pollution et la protection en débit et en pression :

Classe de pollution (Protection du circuit hydraulique)	Non-conformité à la norme NF EN 15431	Conformité à la norme NF EN 15431
<b>Avantage</b>	Prix « à l'achat » avantageux Simplicité	Longévité
<b>Inconvénient</b>	Pas de protection optimale du circuit hydraulique du porteur	Prix
Protection en débit et pression (Protection du circuit hydraulique et des personnes)	Non-conformité à la norme	Conformité à la norme
<b>Avantage</b>	Prix « à l'achat » avantageux Simplicité	Sécurité « matériel » Sécurité des personnes
<b>Inconvénient</b>	Pas de protection optimale du circuit hydraulique du porteur Pollution	Prix

### 5.3.9 - Flexibles hydrauliques

	Non-conformité à la norme	Conformité à la norme
<b>Avantage</b>	Prix « à l'achat » avantageux	Rapport prix / qualité / sécurité suffisant
<b>Inconvénient</b>	Danger usure Remplacement Pollution	Prix plus élevé à l'achat

### 5.3.10 - Coupleurs

	Non-conformité aux normes	Conformité aux normes ISO 7241-1 et NP P98-790
<b>Avantage</b>	Prix « à l'achat » avantageux	Rapport prix / qualité / sécurité suffisant Fabrication standard, suivie
<b>Inconvénient</b>	Danger usure (l'approvisionnement en pièces de remplacement peut être hasardeux)	Prix plus élevé à l'achat

### 5.3.11 - Dispositions de dépose et remisage

	Existence d'un dispositif de dépose du porteur et de remisage
<b>Avantage</b>	Si le dispositif est ergonomique, autonome et de sécurité
<b>Inconvénient</b>	Peut induire un surcoût à l'achat Si la dépose et le remisage demandent un système de levage onéreux (grue) et (ou) si le personnel est soumis à des efforts musculo-squelettiques importants

### 5.3.12 - Dispositions destinées à protéger les personnes

#### Échelle d'accès à la grille de la trémie

Ce système permet l'accès des personnels à la grille de la trémie (ce peut être uniquement un accès visuel). Il doit comporter des emmarchements sûrs, et permettre un positionnement correct des pieds. Il doit être utilisable depuis le sol. Si le système est repliable, sa manœuvre ne doit pas engendrer de mauvaise posture ni d'efforts musculo-squelettiques importants. D'autre part, tout le système mobile devra pouvoir être verrouillé.

	Existence d'une échelle d'accès à la grille de la trémie
<b>Avantage</b>	Sécurisation des personnes
<b>Inconvénient</b>	Peut induire un surcoût à l'achat

### Garde corps autour de la trémie

Ce système permet la sécurisation de personnes présentes sur la grille de la trémie ; il est rappelé ici qu'il faut privilégier en amont tout équipement, tout concept qui font qu'il n'est plus nécessaire au personnel de se trouver sur la grille. Le déploiement des garde-corps doit se faire depuis le sol ou depuis une plateforme intermédiaire sur l'épandeur. Sa manœuvre ne doit pas engendrer de mauvaise posture ni d'efforts musculo-squelettiques importants (les manœuvres des garde-corps et de l'échelle peuvent être associées).

	Existence d'un garde corps autour de la trémie
<b>Avantage</b>	Sécurisation des personnes
<b>Inconvénient</b>	Peut induire un surcoût à l'achat Peut encourager les personnels à être sur la grille plus que nécessaire

### 5.3.13 - Protection anti-corrosion des éléments en acier au carbone

(concerne tous les éléments en acier autre que l'acier inoxydable et qui peuvent recevoir une protection anti-corrosion)

Matière	Sablage Sa25 + primaire + peinture glycérophthalique épaisseur totale $\geq 70 \mu$	Sablage Sa25 + primaire + Epoxy + Polyuréthane Épaisseur totale $\geq 120 \mu$	Sablage Sa25 primaire + finition cuite au four Épaisseur totale $\geq 120 \mu$	Acier traité par électrochimie par exemple galvanoplastie
<b>Avantage</b>	Prix	Durabilité Rapport qualité/prix	Durabilité Rapport longévité/prix/qualité	Rapport qualité/prix
<b>Inconvénient</b>	Durabilité, perte de protection en cas de chocs	Prix, perte de protection en cas de chocs importants	Prix, perte de protection en cas de chocs importants	Prix

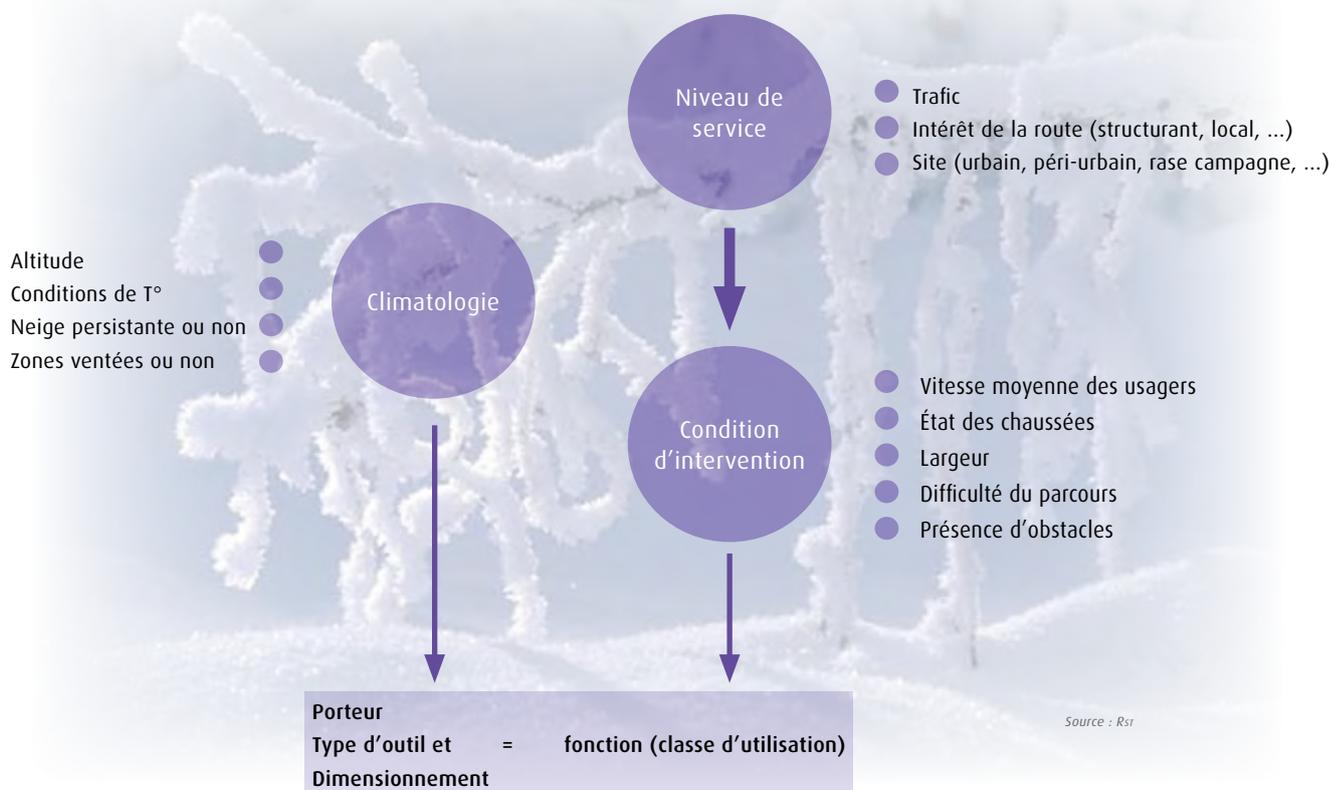
# 6 - Grilles d'analyse pour le choix des matériels

## 6.1 - Synoptique

La classe d'utilisation optimale d'un outil de raclage est déduite à partir de la climatologie et du niveau de service. À chaque classe d'utilisation sera associée une gamme de porteurs de référence, qui pourra être modulée en fonction de la climatologie et des niveaux de service.

Le type de porteur et la climatologie serviront à définir le type d'outil, ses dimensions et son dimensionnement mécanique.

Par exemple des outils de classe d'utilisation identique, mais de dimension (hauteur largeur poids) et de dimensionnement (section des structures) différents, seront affectés pour des niveaux de service N1, selon la rigueur des zones d'intervention.



## 6.2 - Définition des classes d'utilisation

Définition de classes d'utilisation selon le climat et la catégorie de la route (géométrie, trafic, niveau de service)

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Catégorie de routes	Réseau structurant, de transit (autoroutes, routes à forte circulation) Voies péri-urbaines et Vru des grosses agglomérations Fort trafic Niveau de service N1	Routes d'intérêt régional ou local Voies péri-urbaines (ville de plus de 50 000 habitants) Trafic moyen Niveau de service N2	Routes d'intérêt local secondaire Routes urbaines et péri-urbaines (villes de moins de 50 000 habitants) Trafic moyen à faible Niveau de service N3 Usagers locaux équipés	Routes d'intérêt local très secondaire, à ouverture différée. Voies communales, rurales, forestières Trafic faible Usagers locaux équipés
Conditions climatiques	Toutes altitudes pour autoroutes et routes nationales Altitude > 700 m pour les routes départementales d'intérêt interrégional Altitude > 1 000 m pour les autres catégories de route Température de 0 à -30 °C Région ventée ou non	Altitude < 700 m Neige non persistante Températures de 0 à -20 °C	Altitude < 700 m Neige non persistante Températures de 0 à -20 °C	Altitude < 1 000 m Neige persistante en fonction de l'altitude Températures de 0 à -30 °C

\* Le sel qui n'est pas un matériau de déneigement mais une aide à la transformation de la dernière couche de neige après raclage

Tableau 1 : classes d'utilisation en fonction du climat et de la catégorie de la route

## 6.3 - Adéquation porteur – classe d'utilisation

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Conditions d'utilisation	Vitesse = 50 km/h Pas d'obstacles Chaussées en bon état	Vitesse ≤ 50 km/h Obstacles Chaussées en bon état	Vitesse ≤ 50 km/h Obstacles Chaussées en bon état	Vitesse ≤ 30 km/h Parcours étroits Obstacles Chaussées en état moyen
Type de porteur	Puissance > 200 CV 4 x 4 ou 6 x 4 équipé de pneus à clous ou de chaînes	Puissance ≥ 200 CV 4 x 4 équipé de pneus à clous ou de chaînes	Puissance < 200 CV 4 x 2 équipé de pneus à clous ou de chaînes automatiques	Puissance < 120 CV 4 x 4 ou 4 x 2 équipé de pneus à clous ou de chaînes

Tableau 2 : adéquation porteur - classe

Zones climatiques	(N1) Autoroutes et Vru	(N1) Rase campagne à fort trafic	(N2) Rase campagne à trafic moyen	(N3) Rase campagne à faible trafic	Fort trafic en agglomération	Faible trafic en agglomération
Océanique ou méditerranéenne	26 T 6 x 4 19 T 4 x 2	15 T - 19 T	11 T - 17 T	6 T - 11 T Saleuse tractée 11 - 13 T Saleuse portée	11 T - 19 T	Tracteur agricole + rabot 3 T - 6 T Rabot + saleuse tractée
Intermédiaire	26 T 6 x 4 19 T 4 x 2	15 T - 19 T	13 T - 19 T	11 T - 17 T	11 T - 19 T	6 T - 11 T ou tracteur agricole + saleuse tractée
Continentele	26 T 6 x 4 19 T 4 x 4	15 T - 19 T	15 T - 19 T	13 T - 17 T	13 T - 19 T	Idem
Montagne + Hauts plateaux	26 T 6 x 6 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	15 T - 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	15 T - 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	13 T - 17 T 4 x 4 Tracteur agricole Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	15 T - 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	11 T - 13 T - 4 x 4 ou tracteur agricole + saleuse tractée Chargeur Porteur spécialisé (évacuateur)
Haute montagne Station de ski		15 T à 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	15 T à 19 T 4 x 4 Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)	13 T à 17 T 4 x 4 Tracteur agricole Porteur spécialisé (étrave, évacuateur)		Chargeur ou tracteur agricole 4 x 4 Camion+saleuse tractée Porteur spécialisé (évacuateur)

Tableau 3 : modulation de la détermination du porteur (ainsi que de certains outils spécifiques) en fonction des conditions locales

## 6.4 - Outil de raclage – adéquation fonction outil

Le tableau 4 précise, en fonction des caractéristiques de l'état de surface enneigée, quelles sont les lames d'usure les mieux adaptées.

	Acier dur	Acier mou	Caoutchouc	Plastique	Combi
Neige fraîche					Acier caoutchouc
Neige fondante					Caoutchouc/corindon
Neige tassée					
Neige gelée en surface					
Neige glacée					
Neige pulvérulente					Caoutchouc/corindon

Tableau 4 : adaptation lame d'usure - état de surface

Le tableau 5 précise en fonction de la nature de l'intervention de déneigement quels sont les outils les mieux adaptés.

Fonction/ Outil	Raclage	Elargissement	Ecrêtage	Evacuation ou gestion des bourrelets	Evacuation en pleine voie	Élimination des congères	Ouverture de col
Lame bïaise simple	Route relativement large Épaisseur de neige assez faible Altitude moyenne Zone sans congères						
Lame bïaise biaraclage				Fonction de la position des dispositifs de retenue			
Robot déneigeur	Le rabet a tendance du fait de son angle (incidence) à compacter la neige						
Aïeron élargisseur							
Aïeron écrêteur			L'aïeron écrêteur nécessite l'utilisation d'un porteur affecté				
Etrave fixe							
Etrave transformable							
Déglaceuse					Sert à éliminer mécaniquement une couche de glace		
Scarificateur					Outil utilisé pour améliorer les conditions d'adhérence en créant des stries dans la glace		
Balayeuse	Encore peu utilisée, constitue un complément intéressant au raclage						
Chargeuse tracto							
Turbine							
Fraise							
Niveleuse	Ces matériels sont couramment utilisés dans de nombreux pays pour faire du raclage ou avec une lame déglaceuse						

Tableau 5 : adaptation travail - outil

## 6.5 - Outil d'épandage – adéquation fonction outil

Le tableau 6 propose des critères de choix entre le type de stratégie de traitement réalisé sur un réseau considéré et le type d'épandeur le mieux adapté. Il faut rappeler qu'une épandeur mixte couvre le domaine d'utilisation d'une épandeur de fondant solide. Par contre elle ne dispose pas de la précision ni de la capacité d'une saumureuse.

	Stratégie de traitement précuratif	Stratégie de traitement préventif	Stratégie de traitement curatif
Épandeur fondant solide	Un trafic un tant soit peu important éliminera le fondant épandu sous forme solide. Pas de possibilité d'ajustement de l'apport en eau, matériel qui a priori ne convient pas pour une approche précuratif	Un trafic un tant soit peu important éliminera le fondant épandu sous forme solide	Curatif neige épandage d'abrasifs. Pas de possibilité d'apport en eau difficulté en cas de basse température et d'hygrométrie faible
Épandeur mixte	Nécessite une bonne maîtrise des paramètres météo routiers	Permet d'affiner l'approche préventif	Permet une bonne maîtrise de l'apport en eau
Saumureuse*	Nécessite une bonne maîtrise des paramètres météo routiers	Les risques de dilution et d'évacuation par le trafic existent	Peut être couplé avec de l'épandage solide pour affiner les apports en eau

\* Matériel utilisé actuellement par les autoroutiers et les exploitants d'infrastructures aéroportuaires.

Tableau 6 : avantages/inconvénients des matériels d'épandage

## 6.6 - Grille d'aide à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel

Ce paragraphe offre à l'utilisateur une méthode permettant de bâtir un cahier des charges pour le choix de ses matériels de raclage et d'épandage, basée sur les principes de l'analyse fonctionnelle.

Dans les quatre tableaux qui suivent, il sera proposé à l'utilisateur une série de fonctionnalités associées aux catégories suivantes :

- les matériaux constitutifs,
- l'hydraulique et les commandes,
- les mouvements (dans le cas du raclage uniquement),
- les équipements en option.

Pour chaque fonction identifiée, l'utilisateur devra attribuer un coefficient d'importance et une classe de flexibilité, lui permettant de faire prévaloir les fonctions principales et de fixer un seuil de tolérance sur les concessions qu'il est prêt à faire pour chacune des fonctions. Les fonctions dont le coefficient d'importance est de III, IV ou V sont les fonctions jugées prioritaires dans le choix du matériel. Les coefficients K et F sont liés : par exemple, un coefficient K = I ou II entraîne une classe de flexibilité F de 3 ou 2, un K = III peut être couplé avec un F variant de 0 à 3, et K = IV ou V une variation de F de 0 à 1.

Coefficient K d'importance de la fonction identifiée	Classe de flexibilité F de la fonction identifiée
I - Utile	3 - Très négociable
II - Nécessaire	2 - Négociable
III - Important	1 - Peu négociable
IV - Très important	0 - Non négociable
V - Vital	

Tableau 7 : corrélations possibles entre le coefficient K et la classe F

*Illustration du couple (K ; F) : cas spécifique où K = III et F = 2*

Les dimensions des outils différant notablement d'un constructeur à l'autre, il apparaît judicieux, lors de la définition de la géométrie, de ne pas donner de valeur exacte mais une fourchette afin de pouvoir rentrer dans les gammes existantes et éviter ainsi d'imposer des fabrications spéciales qui ne feraient qu'augmenter les coûts de production et donc de vente. On pourra ainsi attribuer un coefficient d'importance élevé (K = 3) avec tout de même une classe de flexibilité (F = 2) permettant à chaque constructeur de répondre à l'offre avec des produits standards.

Une classe de flexibilité non ou peu négociable peut entraîner une absence de réponse des producteurs. Il faut donc toujours avoir à l'esprit les offres réelles du marché.

Un exemple de schéma décisionnel donné en annexe (cf. figure 12) illustre l'utilisation de ces deux paramètres dans l'analyse des offres des constructeurs.

Les tableaux présentés dans les § 6.6.1 et 6.6.2 décrivent de manière générale les flexibilités et les importances des options propres aux matériels de raclage et d'épandage. Ces tableaux donnent les limites dans lesquelles les choix seront faits. Un exemple de choix d'une lame en fonction d'un réseau routier en utilisant ces tableaux est donné en annexe.



Détail d'une fraise à neige - Source : Cete Normandie-Centre/SEMR

## 6.6.1 - Outils de raclage

### Matériaux constitutifs, construction

#### Plaque de base normalisée

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Adaptabilité	Adaptabilité	Oui/Non	0 si le choix est impératif, 100 % s'il ne l'est pas	I, II, III, IV, V	Si la flexibilité est de 0 %, alors F = 0	0, 1, 2 ou 3
Résistance	Visuel : Soudure continue, Épaisseur des cordons...	Fort, Normal, Faible	+ 50 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3

#### Triangle de poussée

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Résistance Longévité	Épaisseur Surcoût	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox : Oui/Non	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3

## Tablier

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Acier	Résistance Longévité Poids	Épaisseur, Poids	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Polyéthylène	Résistance Longévité Poids	Épaisseur, poids	m/m Catégorie Origine	+/- 25 % sur l'épaisseur	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Ossature mécano-soudée en acier	Résistance Longévité Poids	Épaisseur	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Profil galbé pour éjection à distance, à grande vitesse	Fonction spéciale	Choix d'un des trois critères précédents, Surcoût	Poids supplémentaire induit oui/non Surcoût acceptable oui/non	Poids + 20 % par rapport à un profil normal surcoût maximal : + 30 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3

## Lames d'usure

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Nombre de segments	Protéger les chaussées déformées	Efficacité Durée de vie Sécurité	Oui/Non	0% si le choix est impératif	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3
Matériaux	S'adapter au type de surface et de neige	Acier Caoutchouc Plastique Combi	E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox Dureté shore caoutchouc Qualité type origine	Choix d'un seul matériaux ou possibilité de deux matériaux différents. Surcoût maximal induit	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V et deux matériaux, alors surcoût à intégrer	0 à 3

## Dispositif de dépose rapide

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Entretien, Maintenance	Rapidité de la maintenance Réduction de la main d'œuvre.	Oui/Non	0 à 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, Sinon F = 2 ou 3

## Caracteristiques techniques du circuit hydraulique

### Adéquation au porteur

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Porteur ≤ 13 t	Manœuvrer ou entraîner des outils, sécurité	Fonctionnement, sécurité, pose et dépose des outils Norme	Débit mini 15l/min Pression mini 150 bar Pression maxi 210 bar Puissance absorbée mini 4,1 kW Puissance absorbée maxi 5,7 kW	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3
Porteur > 13 t	Manœuvrer ou entraîner des outils, sécurité	Fonctionnement, sécurité, pose et dépose des outils Norme	Débit mini 20l/min Pression mini 150 bar Pression maxi 210 bar Puissance absorbée mini 5,5 kW Puissance absorbée maxi 7,7 kW	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3

### Classe de pollution, protection et sécurité hydraulique

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Classe de pollution	Protection du circuit hydraulique du porteur	Norme	Particules > à 15 microns Particules < à 15 microns	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3
Protection hydraulique	Sécurité du matériel et des personnes	Débit nominal Pression maximale Clapets de décharge Normes	Voir ci-dessus en fonction du porteur inférieur ou supérieur à 13 t	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3

## Flexibles, canalisations et coupleurs hydrauliques

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Qualité des flexibles	Sécurité du matériel et des personnes	Pression d'éclatement	Pression d'éclatement égale à quatre fois la pression de service	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0% Déroger aux normes : flexibilité 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3
Canalisations rigides	id	id	TU 37b Qualité supérieure à TU 37b Pression d'éclatement égale à quatre fois la pression de service	id	Id	id	id
Coupleurs hydrauliques	Adaptabilité, interchangeabilité, sécurité	Norme	Conformité à la norme ISO 7241-1 Conformité à la norme NF EN 15432	id	id	id	id
Raccordement au porteur	Adaptabilité, interchangeabilité, sécurité	Norme	Conformité à la norme NF P 98-791	id	id	id	id
Maintenance des flexibles et des filtres hydrauliques	Entretien, maintenance, sécurité	Accessibilité des éléments à entretenir	Pas d'outillage spécifique ou ultra spécialisé		3		2

## Dispositif de commande

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Qualité des flexibles	Manœuvrer les outils	Ergonomie Sécurité Interchangeabilité Maintenance	Conformité à la norme NF P 98-792 Pneumatique Hydraulique Électrique Joystick	Sur l'apprentissage et l'ergonomie pas de flexibilité ces critères passent avant le choix du type. Sur le choix du type flexibilité 100 %	Ergonomie : IV ou V Choix du type : I à V	Pour un nouveau dispositif on privilégie ceux avec une bonne ergonomie même s'il n'y a pas compatibilité au sein d'un parc (prévoir les pièces de rechange)	Ergonomie : 0 ou 1 Types : 2 ou 3

## Mouvements

### Angles, mouvements, système de contrôle

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	F
Amplitude de l'angle d'orientation $\alpha$	Orienter la lame par rapport à l'axe longitudinal de la chaussée	Efficacité du raclage Sécurité	La valeur proposée doit permettre la qualité de raclage envisagée	Tolérance de $\pm 10\%$ sur les valeurs proposées	IV à V	0 à 1
Amplitude de l'angle d'attaque de la lame d'usure $\beta$	Adapter l'angle de raclage au type de surface	Efficacité du raclage	Valeur et (ou) plage de variation proposées (positif, négatif)	Tolérance de $\pm 10\%$ sur les valeurs proposées	II à V	0 à 2
Amplitude de l'angle d'inclinaison transversal (assiette) $\chi$	Orienter la lame par rapport au profil en travers de la chaussée	Efficacité du raclage Sécurité	La valeur proposée doit permettre la qualité de raclage envisagée		II à V	0 à 2
Relevage	Monter, descendre l'outil	Efficacité Sécurité	Vérin double effet, Vérin double effet avec position flottante, Vérin simple effet		IV à V	0 à 1
Système de mesure et de contrôle de la position	Vérifier l'orientation	Efficacité Sécurité	Manomètre et indicateur en cabine	Aucune	III à V	0 à 2
Oscillation latérale	Permettre les oscillations par rapport au porteur	Souplesse Sécurité Protection	Silent-bloc, autre dispositif		II à IV	0 à 2

### Vérins et compléments

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Gamme des vérins	Réaliser les différentes manœuvres	Durée de vie, maintenance, efficacité	TP ou renforcée Agricole	Sur l'apprentissage et l'ergonomie pas de flexibilité ces critères passent avant le choix du type. Sur le choix du type flexibilité 100 %	II à IV	Pour un nouveau dispositif on privilégie ceux avec une bonne ergonomie même s'il n'y a pas compatibilité au sein d'un parc (prévoir les pièces de rechange)	Ergonomie : 0 ou 1 types : 2 ou 3
Catégorie de rotule en bout de vérin	Longévité	Longévité Résistance	Agricole Industrielle	Aucune	II à IV		2
Protection corrosion des vérins	Maintenance	Longévité	Oui/Non	Aucune	II à IV		2
Enveloppement des parties femelles des vérins	Maintenance	Longévité Sécurité	Oui/Non	Aucune	II à III		2
Assemblage à l'ossature du tablier avec bossage	Résistance	Résistance	Oui/Non	Aucune	II à III		2
Graissage des articulations	Maintenance	Longévité	Oui/non	Aucune	II à IV		2

## Équipements en option

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Défecteur latéral Brise jet	Éjection de la neige	Orientation du jet de neige raclée	Métallique Synthétique		I à III		2
Commande hydraulique du brise jet	Ergonomie	Longévité	Oui/Non		I à III		2
Casquette anti-projection (défecteur)	Éviter les projections sur la cabine	Sécurité de personnes Efficacité	Métallique Synthétique		I à III	Vérifier le poids par rapport au synthétique	2
Tablier en panneaux	Adapter l'outil à la chaussée	Efficacité Manoeuvrabilité	Oui/Non	Aucune	I à IV		2
Sabot latéral	Régler l'appui de l'outil sur la chaussée	Efficacité Sécurité	Métallique Synthétique		I à IV	Estimer la longévité du matériau par rapport au travail envisagé	2
Roues jockey	Régler l'appui de l'outil sur la chaussée	Efficacité Durée de vie Sécurité	Oui/Non	Aucune	I à III		2
Feu de gabarit	Être visible	Signalisation Sécurité Code de la route	Oui/Non	Aucune	I à III		2
Fanion	Être visible	Signalisation Sécurité	Oui/Non	Aucune	I à III		2
Dispositif de parcage	Permettre le parcage	Sécurité des personnes Manutention Code du travail	Oui/Non	Aucune	II à V	Prendre en compte l'ergonomie	0 à 1

## 6.6.2 - Outils d'épandage

### Matériaux constitutifs, construction

#### Ossature, réservoir et trémie



Dispositif d'épandage - Source : CETE Normandie-Centre/SEMR

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Ossature mécano-soudée en acier	Résistance Longévité	Épaisseur Surcoût	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70kg) Inox : oui/non	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Qualité des soudures	Résistance	Visuel : soudure continue Épaisseur des cordons...	Fort, Normal, Faible	+ 50 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Trémie	Résistance Longévité	Épaisseur Surcoût Poids	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70kg) Inox Synthétique	Id	Id	Id	Id
Réservoir à saumure	Résistance Longévité	Épaisseur Surcoût Poids	m/m Synthétique Acier noir Inox	Id	Id	Id	Id
Témoin de remplissage de saumure	Sécurité	Coût	Oui Non	Si la fonction sécurité est importante (k = 4 ou 5), alors le critère coût est négligé	I, II, III, IV ou V	Si niveau sécurité = oui, alors K = IV ou V et F = 0 ou 1	

### Éléments d'extraction des matériaux solides

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Vis	Transfert et dosage	Fiabilité, Précision, Régularité	Oui Non	Si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Tapis	Transfert et dosage	id	Oui Non		I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Chaînes et racleurs	Transfert et dosage	id	Oui Non	Si choix inox + 100 %	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3

### Éléments de transfert et d'épandage des liquides

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Pompe	Transfert et dosage de la saumure	Fiabilité Dosage Précision	Qualité : normale, élevée, très élevée	Si le niveau est « très élevé » alors k = 5	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2 ou 3
Gicleurs et canalisations	Injecter la saumure	Matériaux Fiabilité Précision	Gicleurs : inox, synthétiques		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Point d'injection de la saumure (travail à la bouillie)	Injecter la saumure	Position, Efficacité	Oui Non		I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2, 3

### Épandage des matériaux solides

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Glissière à sel	Transfert du matériau et support du dispositif d'épandage	Résistance mécanique Longévité Matériau	Acier carbone, Acier Inox, Synthétique	0 % si le choix est impératif	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors flexibilité très limitée, sinon flexibilité possible	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1, sinon F = 2 ou 3
Disque	Épandre le matériau	Fiabilité Précision Régularité Forme Nombre de disque	Matériaux : Acier au carbone, Acier Inox, Synthétique.  Forme : Plate, Tulipée, Autres		I, II, III, IV, V	Si IV ou V sur un des trois choix, alors surcoût à intégrer	0 à 3
Accessoire supplémentaire de régularisation du dosage	Améliorer la régularisation du dosage	Dosage Précision Régularité	Oui Non		I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2, 3
Accessoire de brassage du mélange sel saumure	Faire la bouillie	Efficacité	Oui Non		I, II, III, IV, V	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	0, 1, 2, 3

## Boîtier de commande

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Boîtier de commande	Régler l'épandage, piloter l'épandeuse	Ergonomie Sécurité Interchangeabilité Maintenance	Conformité à la norme NF P 98-792 Pneumatique Hydraulique Électrique Joystick : apprentissage aisé et ergonomie privilégiée	Sur l'apprentissage et l'ergonomie, pas de flexibilité Ces critères passent avant le choix du type. Sur le choix du type flexibilité 100 %	Ergonomie IV ou V Choix du type : I à V	Pour un nouveau dispositif, on privilégie une bonne ergonomie, même s'il n'y a pas compatibilité au sein d'un parc (prévoir les pièces de rechange)	Ergonomie 0 ou 1 Types : 2 ou 3
Commande de l'option saumure	Régler, commander l'injection de saumure	Ergonomie, Sécurité Interchangeabilité Maintenance	Oui Non		IV ou V		0, 1, 2, 3
Commande des signaux lumineux	Commander les feux à éclats et les feux de travail	Sécurité	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1
Témoin de salage	Informé du manque de sel d'épandage	Sécurité	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Témoin de saumure	Informé du travail à la bouillie de sel	Sécurité	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Positionnement satellite	Connaître et mémoriser les positions de l'engin	Sécurité Protection Archiver	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Accepter et mémoriser des données depuis l'extérieur	Recevoir et mémoriser des données	Sécurité	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Exécuter les données mémorisées d'un parcours	Exécuter les réglages mémorisés pour un parcours donné	Sécurité Précision d'un travail	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3
Sauvegarde et transmission des données de l'épandage	Sauvegarde des données dynamiques de l'exécution d'un circuit	Sécurité Protection Archiver	Oui Non		I, II, III, IV, V		0, 1, 2, 3

## Caractéristiques techniques du circuit hydraulique

(se reporter aux grilles correspondantes dans le choix de l'outil de raclage)

# 7 - Annexes

## 7.1 - Glossaire

<b>DOVH</b>	Dossier d'Organisation de la Viabilité Hivernale
<b>MPER</b>	Matériel Pour l'Entretien Routier
<b>DIT</b>	Direction des Infrastructures de Transport
<b>DIR</b>	Direction(s) Interdépartementale(s) des Routes
<b>CETE</b>	Centre(s) d'Études Techniques de l'Équipement
<b>SEMR</b>	Station d'Essais des Matériels Routiers
<b>ADSTD</b>	Association des Directeurs de Services Techniques Départementaux
<b>PEVH</b>	Plan d'Exploitation de la Viabilité Hivernale
<b>TPC</b>	Terre-Plein Central
<b>Uv</b>	Ultra Violet
<b>BAU</b>	Bande d'Arrêt d'Urgence
<b>PTAC</b>	Poids Total Autorisé en Charge

## 7.2 - Éléments climatologiques

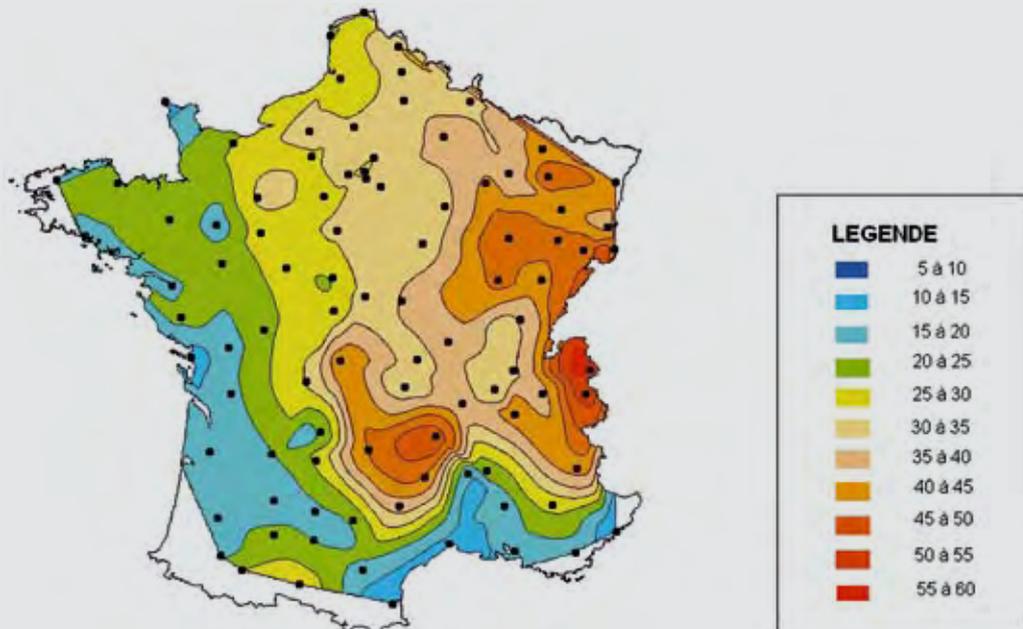


Figure 8 : carte des index maximum de viabilité hivernale sur 22 ans (1994/2006)

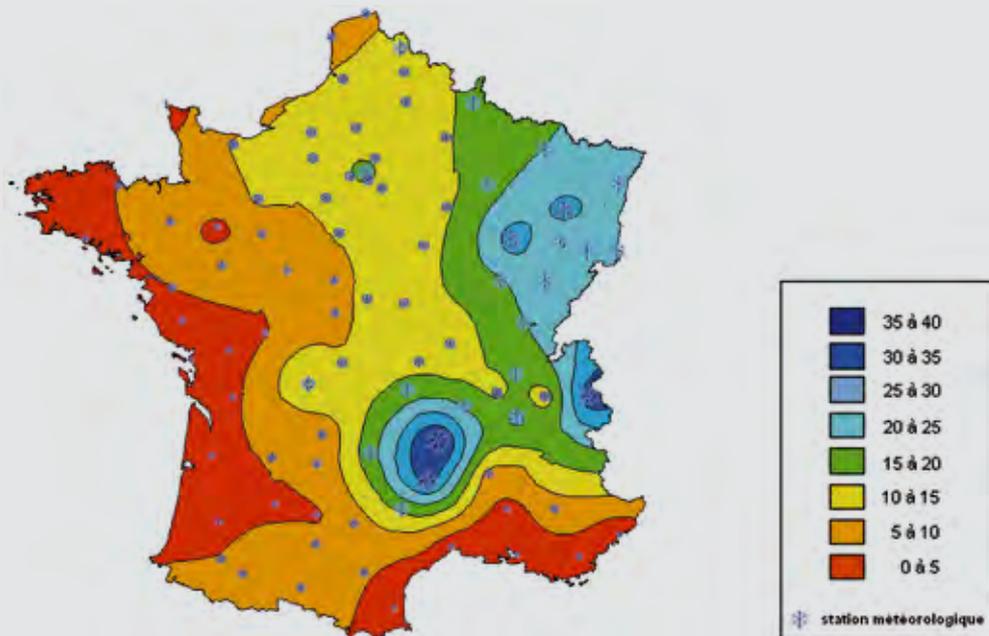


Figure 9 : carte des occurrences de neige

Ces données d'occurrence de neige sont des données journalières (de 0 à 20 h TU). Une occurrence de neige positive correspond à une journée où il a neigé mais sans indication sur la quantité de neige (la donnée sera positive même s'il ne neige que quelques minutes).

## 7.3 - Exemple de choix d'un équipement



Source : Rsr

### Choix porteur

Soit un réseau de catégorie 3 (Route d'intérêt locale secondaire) dans une zone climatique continentale (altitude < 700 m), avec un niveau de service 3. Neige fraîche ou fondante. On déduit la classe à partir du tableau 1 page 65. Le cas qui nous intéresse concerne la classe 3. Ensuite on passe au tableau 2 page 66 afin de connaître le type de porteur préconisé par rapport à la classe d'utilisation (dans notre cas un porteur d'une puissance < 200 CV et d'un 4 x 2 équipé de pneus à clous ou de chaînes automatiques). Enfin, le tableau 3 page 67 nous donne le Prac du porteur (dans notre exemple un 13-17 t).

## Choix de la lame

### Rappel

Pour chaque fonction identifiée, l'utilisateur devra attribuer un coefficient d'importance et une classe de flexibilité, lui permettant de faire prévaloir les fonctions principales et de fixer un seuil de tolérance sur les concessions qu'il est prêt à faire pour chacune des fonctions. Les fonctions dont le coefficient d'importance est de III, IV ou V sont les fonctions jugées prioritaires dans le choix du matériel. Les coefficients K et F sont liés : par exemple, un coefficient K = I ou II entraîne une classe de flexibilité F de 3 ou 2, un K = III peut être couplé avec un F variant de 0 à 3, et K = IV ou V une variation de F de 0 à 1.

Coefficient K d'importance de la fonction identifiée
I - Utile
II - Nécessaire
III - Important
IV - Très important
V - Vital

Classe de flexibilité F de la fonction identifiée
3 - Très négociable
2 - Négociable
1 - Peu négociable
0 - Non négociable

## Matériaux constitutifs, construction

### Plaque de base normalisée

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Adaptabilité	Adaptabilité sur autre porteur avec plaque de base normalisée	OUI/NOÛN	Aucune si le choix est impératif, totale s'il ne l'est pas	V	Si la flexibilité est nulle alors F = 0	0
Résistance	Visuel : soudure continue, épaisseur des cordons...	Fort, normal, faible	+ 50 %	III	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1	2

Choix d'une plaque de base normalisée : aucune alternative autorisée.

Importance moyenne dans le cas d'une plaque normalisée.

### Triangle de poussée

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Ossature	Résistance Longévité	Épaisseur Surcoût	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox : oui/non	Un point de résistance supérieure: surcoût maximal + 50 % Si choix inox + 100 %	III	Si K = IV ou V, alors F = 0 ou 1 Comparer les épaisseurs sur les différentes propositions	1

On choisit un acier résistant mais on donne une possibilité de variante sous réserve de résistance équivalente. Flexibilité = 1.

## Tablier

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Acier	Résistance Longévité Poids	Épaisseur, poids	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % Si choix inox + 100 %	I, II, III, IV ou V	Si K = IV ou V, alors F = 1 ou 0  <b>REFUSÉ</b>	0, 1, 2 ou 3
Polyéthylène	Résistance Longévité Poids	Épaisseur, poids	m/m Catégorie Origine	+/- 25 % sur l'épaisseur	II	Si K = IV ou V, alors F = 1 ou 0	2
Ossature mécano- soudée en acier	Résistance Longévité Poids	Épaisseur et matière	m/m E24 (20 kg) E36 (40 kg) <b>STE 690 (&gt; 70 kg)</b> Inox	Un point de résistance supérieure : surcoût maximal + 50 % Si choix inox + 100 %	III	Si K = IV ou V, alors F = 1 ou 0	1
Profil galbé pour éjection à distance, à grande vitesse	Fonction- spéciale	Choix d'un des trois critères précédents, surcoût	Poids supplémentaire induit oui/non Surcoût acceptable OUI/NON	Poids + 20 % par rapport à un profil normal Surcoût maximal : + 30 %	I, II, III, IV ou V	Si K = IV ou V, alors F = 1 ou 0  <b>REFUSÉ</b>	0, 1, 2 ou 3

Poids jugé excessif par l'exploitant dans notre exemple.

Choix du polyéthylène (acier refusé). Fonction moyenne donc variantes possibles avec matériaux autres qu'acier.

Choix d'un acier haute résistance. Fonction importante (K = 4). On permet néanmoins une certaine flexibilité.

Ce cas ne s'applique pas au réseau à traiter (vitesse < 50 km/h).

## Lames d'usure

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Nombre de segments	Protéger les chaussées déformées	Efficacité Durée de vie Sécurité	<b>OUI/NON</b>  <b>3 segments</b>	0 % si le choix est impératif	II	Si K = IV ou V, alors flexibilité = 0. Sinon F = 1, 2 ou 3	2
Biraclage	Protéger le revêtement	Efficacité	<b>OUI/NON</b>	50 %	III		3
Matériaux	S'adapter au type de surface et de neige	Acier <b>Caoutchouc</b> Plastique Combi	E24 (20 kg) E36 (40 kg) STE 690 (> 70 kg) Inox Dureté shore caoutchouc Qualité type origine	Choix d'un seul matériau ou possibilité de deux matériaux différents. Surcoût maximal induit	V	Si K = I V ou V et combi alors surcoût à intégrer	1

Choix d'une lame à 3 segments mais la fonction est d'importance moyenne entraînant des variantes possibles. Le choix du caoutchouc est dû au revêtement « fragile » (enduits).

## Dispositif de dépose rapide

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Entretien, maintenance	Rapidité de la maintenance, Réduction de la main d'oeuvre	OUI/NON	0 à 100 % 50 %	III	Si K = IV ou V, alors flexibilité = 0 Sinon F = 1,2 ou 3	2

Fonction d'importance moyenne et flexibilité de 50 % car les lames sont montées pour tout l'hiver. Des propositions de système n'augmentant pas le temps de mise en œuvre pourront être étudiées.

## Caracteristiques techniques du circuit hydraulique

### Adéquation au porteur

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Porteur < 13 t	Manoeuvrer ou entraîner des outils, sécurité	Fonctionnement, sécurité, pose et dépose des outils, norme	Débit mini 15 l/min Pression mini 150 bar Pression maxi 210 bar Puissance absorbée mini 4,1 kW Puissance absorbée maxi 5,7 kW	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité possible	I, II, III, IV, V	Si K = IV ou 5, alors flexibilité = 0 Sinon K = I, II ou III <b>REFUSÉ</b>	0, 1, 2, 3 si K = IV ou V, alors f = 0 ou 1
Porteur > 13 t	Manoeuvrer ou entraîner des outils, sécurité	Fonctionnement, sécurité, pose et dépose des outils, norme	Débit mini 20 l/min Pression mini 150 bar Pression maxi 210 bar Puissance absorbée mini 5,5 kW Puissance absorbée maxi 7,7 kW	Conforme aux normes : pas de flexibilité = 0 % Déroger aux normes : flexibilité possible	V	Si K = IV ou 5, alors flexibilité = 0 Sinon F = 1, 2 ou 3	0, 1, 2

Le porteur a été choisi supérieur à 13 tonnes. Le circuit hydraulique devra être conforme à la norme. La fonction est importante : aucune flexibilité sur ce point.

### Classe de pollution, protection et sécurité hydraulique

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Classe de pollution	Protection du circuit hydraulique du porteur	Norme	Particules > à 15 microns Particules < à 15 microns	Conforme aux normes : pas de flexibilité Déroger aux normes : flexibilité possible	V	Si K = IV ou 5, alors flexibilité = 0. Sinon F = 1,2 ou 3	0
Protection hydraulique	Sécurité du matériel et des personnes	Débit nominal Pression maximale Clapets de décharge normes	Voir ci-dessus en fonction du porteur inférieur ou supérieur à 13 t	Conforme aux normes : pas de flexibilité Déroger aux normes : flexibilité possible	IV	Si K = IV ou 5, alors flexibilité = 0. Sinon F = 1,2 ou 3	1 0

La protection du circuit hydraulique doit être conforme à la norme. La fonction est importante : aucune flexibilité sur ce point.

Protection conforme aux normes mais une certaine flexibilité est possible concernant le débit (F=1). Mais aucune flexibilité n'est accordée pour la protection face à la pression : F=0

## Flexibles, canalisations et coupleurs hydrauliques

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Qualité des flexibles	Sécurité du matériel et des personnes	Pression d'éclatement Norme NF P 98-791	Pression d'éclatement égale à quatre fois la pression de service	<b>Conforme aux normes</b> : pas de flexibilité Déroger aux normes : flexibilité possible	V	Si K = IV ou 5, alors flexibilité = 0. Sinon F = 1,2 ou 3	0
Canalisations rigides	id	Id	TU 37b ou Qualité supérieure à TU 37b Pression d'éclatement égale à quatre fois la pression de service	Id	IV	id <b>Supérieure</b>	2
Coupleurs hydrauliques	Adaptabilité, interchangeabilité, sécurité	Norme NF P 98-791	Conformité à la norme ISO 7241-1 <b>Conformité à la norme NF P 98-791</b>	Id	V	<b>Conformité à la norme NF P 98-791</b>	0
Raccordement au porteur	Adaptabilité, interchangeabilité, sécurité	Norme NF P 98-791	<b>Conformité à la norme NF P 98-791</b>	Id	V	Id <b>Conformité à la norme</b>	0
Maintenance des flexibles et des filtres hydrauliques	Entretien, maintenance, sécurité	Accessibilité des éléments à entretenir	Pas d'outillage spécifique ou ultra spécialisé		III		2

Conformité à la norme exigée. La fonction est importante : aucune flexibilité sur ce point.

Choix d'une qualité supérieure mais une certaine tolérance est permise.

Conformité à la norme exigée. La fonction est importante : aucune flexibilité sur ce point.

Fonctions moyennes : les propositions seront examinées.

## Dispositif de commande

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Manoeuvrer les outils	Ergonomie, sécurité interchangeabilité, maintenance	Conformité à la norme NF P 98-792 Pneumatique Hydraulique Électrique <b>Joystick</b> : apprentissage aisé et ergonomie privilégiée	Sur l'apprentissage et l'ergonomie pas de flexibilité. Ces critères passent avant le choix du type. Sur le choix du type : flexibilité possible	V	Pour un nouveau dispositif on privilégie ceux avec une bonne ergonomie même s'il n'y a pas compatibilité au sein d'un parc (prévoir les pièces de rechange)	0

Fonction très importante. Le matériel est imposé (joystick). Aucune variante ne sera autorisée : aucune flexibilité (F = 0).

## Mouvements

### Angles, mouvements, système de contrôle

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Amplitude de l'angle d'orientation $\alpha$	Orienter la lame par rapport à l'axe longitudinal de la chaussée	Efficacité du raclage, sécurité	La valeur proposée doit permettre la qualité de raclage envisagée	Tolérance de $\pm 10\%$ sur les valeurs proposées <b>Angle désiré : 40°</b>	IV	0 à 1	1
Amplitude de l'angle d'attaque de la lame d'usure $\beta$	Adapter l'angle de raclage au type de surface	Efficacité du raclage	Valeur et (ou) plage de variation proposées (positif, négatif)	Tolérance de $\pm 10\%$ sur les valeurs proposées <b>Angle désiré : 15° positif et négatif</b>	III	0 à 2	2
Amplitude de l'angle d'inclinaison transversal (assiette) $\chi$	Orienter la lame par rapport au profil en travers de la chaussée	Efficacité du raclage, sécurité	La valeur proposée doit permettre la qualité de raclage envisagée	Tolérance de $\pm 10\%$ sur les valeurs proposées <b>Angle désiré : 10°</b>	III	0 à 2	2
Relevage	Monter, descendre l'outil	Efficacité, sécurité	<b>Vérin double effet, vérin double effet avec position flottante, vérin simple effet</b>		IV	0 à 1	1
Système de mesure et de contrôle de la position	Vérifier l'orientation	Efficacité, sécurité	Manomètre et indicateur en cabine		IV		1
Oscillation latérale	Permettre les oscillations par rapport au porteur	Souplesse, sécurité, protection	<b>Silent-bloc, autre dispositif</b>		III		2

Fonction importante avec une flexibilité faible notamment sur la valeur de l'angle choisi (40°).

Idem

Choix d'un relevage à vérin double effet. La fonction est importante mais une variante est possible notamment un surchoix sans surcoût excessif.

Le besoin d'indication en cabine est une fonction importante mais devant l'offre variée des constructeurs, légère flexibilité.

Fonction d'importance moyenne et très flexible en complément des protections hydrauliques. Protection des chaussées, on peut faire appel à d'autres solutions « souples ».

## Vérins et compléments

	Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Gamme des vérins	Réaliser les différentes manœuvres	Durée de vie, maintenance, efficacité	TP ou renforcée Agricole		IV		2
Catégorie de rotule en bout de vérin	Longévité	Longévité, résistance	Agricole Industrielle		IV		2
Protection corrosion des vérins	Maintenance	Longévité	ØH/NON		I		2
Enveloppement des parties femelles des vérins	Maintenance	Longévité, sécurité	ØH/NON		I		2
Assemblage à l'ossature du tablier avec bossage	Résistance	Résistance	OUI/NON		III		1
Graissage des articulations	Maintenance	Longévité	OUI/NON		II		2

Le choix des vérins est important pour une utilisation intensive (choix renforcée/TP imposé). Une flexibilité de niveau 2 est possible.

Choix d'une qualité supérieure avec une faible flexibilité : la qualité agricole est rejetée.

Option mineure, surcoût inutile pour notre cas mais négociable.

Fonction importante dépendant des aciers. Faible flexibilité acceptée.

## Equipements en option

	Fonction	Critère	Choix	Flexibilité	K	Valeur Commentaires	F
Déflecteur latéral, brise jet	Éjection de la neige	Orientation du jet de neige raclée	Métallique Synthétique		III		2
Commande hydraulique du brise jet	Ergonomie	Longévité	OUI/NON		I		2
Casquette anti-projection (déflecteur)	Éviter les projections sur la cabine	Sécurité de personnes, efficacité	Métallique Synthétique		III	Vérifier le poids par rapport au synthétique	2
Tablier en panneaux	Adapter l'outil à la chaussée	Efficacité, manoeuvrabilité	OUI/NON	Aucune	I		0
Sabot latéral	Régler l'appui de l'outil sur la chaussée	Efficacité, sécurité	Métallique Synthétique		III	Estimer la longévité du matériau par rapport au travail envisagé	1
Roues jockey	Régler l'appui de l'outil sur la chaussée	Efficacité, durée de vie, sécurité	OUI/NON	Aucune	II		2
Feu de gabarit	Être visible	Signalisation, sécurité, code de la route	OUI/NON	Aucune	III		1
Fanion	Être visible	Signalisation, sécurité	OUI/NON	Aucune	II		2
Dispositif de parcage	Permettre le parcage	Sécurité des personnes, manutention, code du travail	OUI/NON	Aucune	IV	Prendre en compte l'ergonomie	1

Fonction moyenne mais le choix du synthétique permet certaines variantes.

Option rejetée : réglage fixe, fonction mineure, accepte certaines variantes.

Fonction moyenne : choix du synthétique imposé, permet certaines variantes.

Fonction mineure : option refusée, flexibilité = 0.

Choix du sabot métallique : fonction moyenne, très peu de variantes.

Fonction moyenne : choix des roues jockey avec possibilité de variantes.

Option demandée. Fonction moyenne mais peu de variantes. Flexibilité = 1.

Option demandée. Fonction moyenne, variantes possibles.

Fonction importante : cette option est impérative laissant cependant la possibilité de légères variantes. Flexibilité = 1

## Conclusions

L'attribution pour chacune des fonctions d'un couple (K ; F) permet à l'acheteur d'ordonner les fonctions principales, secondaires et annexes que devra remplir le matériel envisagé. L'acheteur devra examiner les offres de matériels à partir du diagramme suivant et en fonction des exigences définies précédemment.

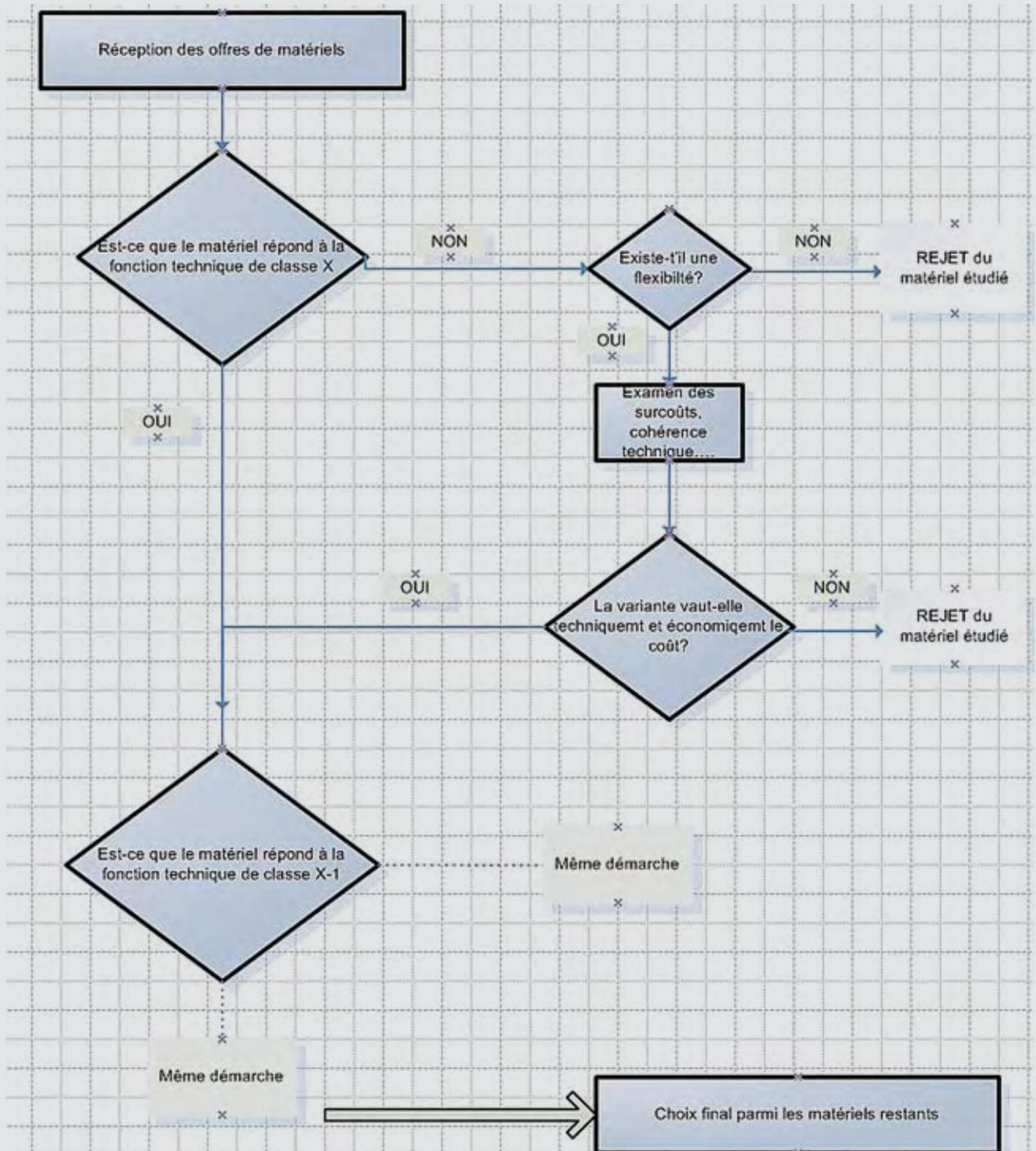


Figure 9 : exemple d'un diagramme décision introduisant K et F1



# 8 - Références bibliographiques

## Liste et informations sur les normes citées

Matériels de viabilité hivernale - Lames de déneigement - Partie 1 : description du produit et exigences, PR NF EN 15583-1. AFNOR. Cette norme doit être soumise au vote formel du CEN. Elle décrit les caractéristiques dimensionnelles des lames et des étraves ainsi que les ailerons élargisseurs et écréteurs.

Matériels et produits pour l'entretien routier - Épandeur de fondant routier - Méthode d'essais à poste fixe de la mesure du débit, NF P 98-797. AFNOR, juin 2001. Cette norme sera remplacée par la norme européenne NF EN 15597-1 pour les essais utilisateurs et par la norme NF EN 15597-2. Essais de certification des machines types des constructeurs. Équipement de viabilité hivernale - Épandeurs de fondant routier - Partie 1, Pr NF EN 15597-1. AFNOR. Cette norme doit être soumise au vote formel du CEN. Cette norme décrit les exigences portant sur les divers équipements des épandeurs, sur la définition des dimensions et poids, sur le manuel de l'utilisateur. Elle décrit pour les utilisateurs, une méthode d'essais de mesure du débit.

Équipement de viabilité hivernale - Épandeurs de fondant routier - Partie 2. Certification des épandeurs, description des moyens et méthodes, exigences, PR NF EN 15597-2. AFNOR. Cette norme est en cours de rédaction. Cette norme devrait permettre la certification européennes des épandeurs de fondant par les constructeurs. Elle décrit une méthode de mesure de la répartition du fondant sur la chaussée et une méthode de mesure du débit de fondant. Cette norme sera appliquée uniquement sur les machines types d'une même série (tête de série). L'homologation et la date de publication ne sont pas connues au moment de la rédaction de ce guide.

Matériel de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Position des commandes en cabines - Caractéristiques et spécifications, NF P 98-792. AFNOR, février 1996. Cette norme décrit l'implantation dans la cabine des véhicules porteur, des commandes de manœuvre et des dispositifs de contrôle des outils de l'entretien routier et /ou du service hivernal.

Matériel de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels et produits de l'entretien routier, PR NF P 98-783.

Matériel de viabilité hivernale - Lames de déneigement - Partie 2 : critères d'essai et exigences, PR NF EN 15583-2.

## Autres références bibliographiques

- [1] Viabilité hivernale - Approche globale, Guide méthodologique. Sétra, 2009, référence : 0911.
- [2] 503 mots de l'exploitation routière - Glossaire. Sétra, 1996, référence : E9675.
- [3] Circulaire du 1<sup>er</sup> décembre 2006 relative à la gestion de la circulation routière et au traitement des situations de crise dans la nouvelle configuration routière. BO du Ministère de l'Équipement n° 24 du 10/01/2007.
- [4] Arrêté du 18 juillet 1985 relatif aux dispositifs antidérapants équipant les pneumatiques. J.O. du 4/09/1985.
- [5] Dictionnaire ONR de l'entretien routier- Volume 4 : viabilité hivernale. Sétra, 1998, référence : D9806.
- [6] La bouillie de sel - Guide technique. Sétra, 1991, référence : E9064.

[7] Décret 96-1001 du 18/11/1996 relatif aux engins de service hivernal et modifiant le Code de la Route. J.O du 23/11/1996.

[8] Lettre circulaire du 31 octobre 1996 relative à la viabilité hivernale.

[9] Météorologie routière - Recueil des données météorologiques et routières - Terminologie, NF P 99-320. AFNOR, avril 1998.

[10] Équipement de viabilité hivernale - Terminologie relative à la viabilité hivernale, NF EN 15144, novembre 2007.

[11] Dispositif hydraulique d'entraînement adapté sur les véhicules porteurs d'épandeurs de fondants routiers et d'outils de déneigement - Matériels et produits d'entretien routier - Caractéristiques et spécifications, NF P 98-791. AFNOR, juillet 2001.

[12] Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Organes de puissance et commandes associées - Interchangeabilité et exigences de performance. NF EN 15431, mai 2008.

[13] Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels montés à l'avant - Interchangeabilité. NF EN 15432, mai 2008.

[14] Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Position des commandes en cabine - Caractéristiques et spécifications. NF P 98-792. AFNOR, février 1996.







Ce document est un outil d'aide à la réflexion pour le choix des stratégies et des équipements de raclage de la neige et d'épandage de fondants routiers. Il s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la viabilité hivernale et de maîtrise de la consommation des fondants routiers.

Il est destiné aux maîtrises d'ouvrage, aux maîtrises d'œuvre et aux exploitants ayant en charge l'achat des matériels.



### Document disponible au bureau de vente du Sétra

46 avenue Aristide Briand - BP 100 - 92225 Bagneux Cedex - France  
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 53 - télécopie : 33 (0)1 46 11 33 55  
Référence : **0949** - Prix de vente : **16 €**

*Couverture - crédit photos : Thomas Constructeur ;  
vignettes : Cete Normandie-Centre (gauche et centre) ; Thomas Constructeur  
Conception graphique - mise en page : Eric Rillardon (Sétra)  
Impression : Caractère - 2, rue Monge - BP 224 - 15002 Aurillac Cedex  
L'autorisation du Sétra est indispensable pour la reproduction, même partielle, de ce document  
© 2009 Sétra - Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 2009 - ISBN : 978-2-11-095827-3*

Ce document participe à la protection de l'environnement.  
Il est imprimé avec des encres à base végétale sur du papier écolabellisé PEFC.  
CTBA/06-00743



### Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagement

46 avenue Aristide Briand  
BP 100 - 92225 Bagneux  
Cedex - France  
tél : 33 (0)1 46 11 31 31  
fax : 33 (0)1 46 11 31 69

Le Sétra appartient  
au Réseau Scientifique  
et Technique du MEEDDM

