

## DEGRE D'OPERABILITE DES MACHINES DE VIABILITE HIVERNALE

R. CLEVELAND

CISMA, Pôle Technique , Secrétaire Général Adjoint (France)  
Président du Comité Européen de Normalisation CEN/TC 337 "Machines d'Exploitation  
des Routes"

[RICHARD.CLEVELAND@CISMA.FR](mailto:RICHARD.CLEVELAND@CISMA.FR)

### RÉSUMÉ

La diversité des matériels conçus et construits vise à répondre à différents usages et à différentes pratiques en matière de viabilité hivernale. Les différences de pratiques d'un pays à l'autre ou plus localement d'un territoire à un autre, s'expliquent pour beaucoup par les caractéristiques techniques du réseau routier à traiter (longueur et largeur des voies, densité du trafic, vitesse d'avancement,...) et des conditions météorologiques (intensité et fréquence des épisodes neigeux et des phénomènes d'apparition du verglas). S'il y a bien une constante qui est plus ou moins prégnante selon les pays, c'est la pression économique et environnementale qui conduit inévitablement à la recherche d'une optimisation toujours plus grande des flottes de matériels tout en minimisant autant que possible l'impact environnemental.

L'objet de cette communication est d'explorer quelques pistes qui apparaissent être dans l'air du temps, au regard de l'expérience Française ou de faits récents apparus en Europe, en se focalisant à chaque fois sur le degré d'opérabilité des matériels (accessoires, véhicules et systèmes intégrés aux véhicules).

Les utilisateurs sont confrontés à un réseau routier plus ou moins hétérogène et leurs besoins en épandage de fondants routiers peuvent être très différents d'un tronçon à un autre. Accroître le degré d'opérabilité des matériels peut conduire à leur polyvalence et leur conférer un caractère multi-usages qui permet alors d'offrir un plus large éventail de solutions sur une même machine durant un même épisode neigeux ou durant toute la saison hivernale, afin de mieux répondre aux demandes spécifiques et diverses des utilisateurs.

Un degré d'opérabilité accru peut favoriser le caractère multi-usages que peut prendre un véhicule porteur et permettre aussi d'augmenter son taux de disponibilité sur une année. Une meilleure compatibilité entre accessoires et véhicules porteurs est un facteur favorable à un meilleur amortissement des matériels, mais favorable aussi à une certaine « normalisation » et à une réduction des délais d'interventions sur les matériels, ce qui peut être un gain de productivité et un facteur de réduction d'accidents des opérateurs. Enfin, l'intégration des technologies de l'information et de la communication dans les machines de viabilité hivernale (systèmes d'information météorologique routière ou d'acquisition/communication de données liées à l'activité de déneigement), n'échappe pas à la question cruciale de la compatibilité. Dans le foisonnement actuel de solutions techniques existantes et d'initiatives localisées, une base d'harmonisation technique est indispensable pour construire dans un deuxième temps une solution autour des besoins réels des exploitants de la route

# 1. OPERABILITE ACCRUE PAR UNE POLYVALENCE DE CERTAINS MATERIELS A USAGE VIABILITE HIVERNALE

## 1.1. Fondements

En France, la recommandation d'utilisation des différents produits d'épandage en fonction de l'état de la chaussée est définie suivant le tableau 1:

TRAITEMENT CONDI- TIONS CHAUSSEE		SAUMURE (NaCl ou CaCl <sub>2</sub> )	BOUILLIE DE SEL (Sel + Saumure)	SEL SOLIDE	OBSERVATIONS
<b>TENUE DE LA CHAUSSEE</b>					
C H S A E U C S H S E E	HR < 75 %	PARFAITE après séchage : MOYENNE	ASSEZ BONNE (augmenter la proportion de saumure)	TRES MAUVAISE	ETUDIER SI LE SALAGE PEUT ETRE EVITE
	HR > 75 %	<b>TRAITEMENT FAVORABLE</b> (risque de dilution)	ASSEZ BONNE	MAUVAISE	
CHAUSSEE HUMIDE < 1/10 mm		NON NEGLIGEABLE	<b>TRAITEMENT FAVORABLE</b>	ASSEZ BONNE	
CHAUSSEE MOUILLEE 1/10 et 1 mm		TRES IMPORTANTE	FAIBLE	<b>TRAITEMENT FAVORABLE</b>	EVITER DE SALER SI POSSIBLE
CHAUSSEE RUISSELANTE > 1 mm		TOTALE	TRES IMPORTANTE	IMPORTANTE	NE PAS SALER SAUF NECESSITE ABSOLUE: SEL SOLIDE
		<b>DILUTION</b>			
		Saumureuse (2)		Saleuse pure (1)	
		<b>Machine mixte (3)</b>			
					<b>Evolution des machines</b>
					1977
					1990
					2010 : amorce d'une généralisation

Tab. 1 - Choix des produits en fonction de l'état de la chaussée [1]

## 1.2. Un besoin accru en machines polyvalentes

Les machines associées à l'épandage de ces différents produits ont évolué avec le temps. Historiquement, c'est la saleuse pure <sup>(1)</sup> qui était utilisée pour le traitement de la chaussée par épandage de sel solide uniquement. La première saumureuse pure <sup>(2)</sup> est apparue en 1977 pour les sociétés d'autoroutes uniquement et les premières machines mixtes <sup>(3)</sup> permettant d'épandre de manière indépendante du sel, de la saumure, de la bouillie de sel, du sel plus de la saumure sont apparues dans le courant des années 90 avec les sociétés d'autoroutes et quelques départements (gérées alors par les DDE).

Nous constatons depuis 2 à 3 ans, une demande accrue en machines mixtes, émanant des Conseils Généraux (CG) et de certaines grandes Communautés Urbaines (CU). Ces machines offrent aujourd'hui un continuum de solutions d'épandage en temps réel allant du sel pur à la saumure pure en passant par des teneurs variables de saumure dans la bouillie de sel pour répondre à des demandes de plus en plus précises de certains utilisateurs (ex. passage de points délicats tels que ponts, forêts, etc.). Cette tendance vers une plus grande démocratisation des machines mixtes est :

- le fruit du retour d'expérience réussie des sociétés d'autoroutes,

- de la nécessité de limiter l'emploi de sel pur (notamment après la pénurie de sel qui s'est faite ressentir lors de l'hiver 2010) et
- de l'adaptation du matériel au réseau routier que ces utilisateurs (CG et CU) doivent traiter (épandage par disque pour traiter 2 voies maximum et non par rampe comme les sociétés d'autoroutes).

Le caractère polyvalent des machines mixtes <sup>(3)</sup> est obtenu par :

- un redimensionnement du gabarit voire une conception particulière de la trémie de stockage de sel en grains, suivant que les cuves de stockage de saumure sont disposées à l'avant (fig. 1) ou latéralement (fig. 2),
- l'adjonction d'un système d'extraction de saumure (en plus du système existant d'extraction du sel en grain) et parfois par
- un système d'épandage par rampe et buses pour les sociétés d'autoroutes afin de traiter 3 à 5 voies (fig. 3) en plus d'un disque qui ne traite que deux voies au maximum (fig. 4)



Fig. 1 - Cuve de saumure avant d'une machine mixte



Fig. 2 - Cuves de saumure latérales d'une machine mixte



Fig. 3 - Epandage jusqu'à 5 voies par rampe et buses



Fig. 4 - Epandage jusqu'à 2 voies par disque

La cohabitation sur le châssis du porteur de ces systèmes supplémentaires permet donc une polyvalence plus importante des machines par des traitements plus fins et une meilleure adaptabilité à l'état de la chaussée, au service d'une économie dans l'emploi de sel en grains.

L'enjeu principal à venir réside dans la formation du personnel des conseils généraux et communautés urbaines qui voit arriver des machines plus modernes (régulation électronique) offrant de nouvelles possibilités techniques qui vont changer leurs pratiques. Des formations sont assurées en France par des services décentralisés de l'Etat (CETE du Nord par exemple).

## 2. INTERETS DE L'INTEROPERABILITE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE PAR LA FRANCE

### 2.1. Définition d'interopérabilité

"Interopérer" provient du latin "inter operis", qui signifie travailler ensemble. L'interopérabilité caractérise le fait que plusieurs systèmes, qu'ils soient identiques ou radicalement différents, puissent communiquer et opérer ensemble sans ambiguïté ni conflit.

## 2.2. Caractéristiques principales des matériels portés

Nous excluons donc ici les matériels tractés et remorqués qui représentent une faible part du marché.

Les matériels portés de service hivernal sont constitués d'un véhicule porteur et d'équipements qui vont permettre d'assurer les fonctions de service hivernal.

Le véhicule porteur peut être de nature et de taille très différente selon les usages attendus par l'utilisateur final : camion poids lourds (> 3,5 tonnes) ou camionnettes (moins de 3,5 tonnes), tracteur ou une machine agricole automotrice, engin de terrassement (typiquement, une chargeuse ou une niveleuse), porte-outils dédié (cf. chapitre 3.5).

Les équipements sont eux aussi de nature et de taille très différente selon les usages de l'utilisateur final : fraise à neige, lame frontale, étrave, aileron, épandeur, saumureuse, machine mixte (ou épandeur/saumureuse), avec une variété très importante de conceptions différentes et d'options pour chacun de ces équipements.

Parmi les éléments importants constituant une machine, il y a aussi les interfaces (mécaniques, électriques, hydrauliques) et tout autre système assurant une liaison entre le porteur et les équipements (commandes rapportées en cabine du porteur) ou entre la machine et son environnement extérieur comme les systèmes d'information et de communication intégrés au véhicule porteur (cf. chapitre 3.6).

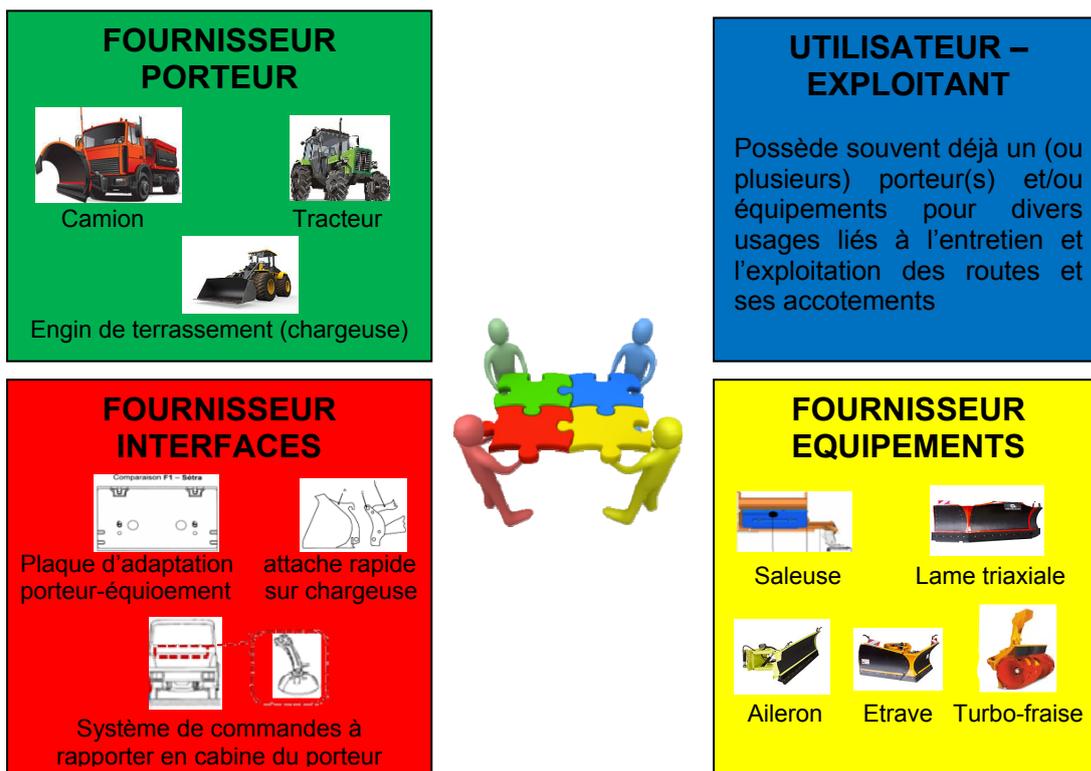


Fig. 5 - Principaux intervenants liés à la conception, fabrication, assemblage et utilisation d'une machine

Encourager un degré plus élevé d'opérabilité en rendant plus évolutifs et compatibles entre eux les équipements et porteurs, tout en n'étant pas enfermé dans des technologies propriétaires, est aussi un facteur très important de gestion optimisée d'un parc de matériels pour un exploitant.

### 2.3. Enjeux

Définir l'interopérabilité appliquée aux matériels de déneigement n'a pas de sens du point de vue de l'exploitant en France car ce dernier a une compétence plus générale qui est l'exploitation et la maintenance des routes, ce qui implique l'utilisation de matériels ayant un usage autre que le seul service hivernal. Cette notion pourrait alors être définie comme le fait que plusieurs équipements d'exploitation et de maintenance des routes provenant d'un ou plusieurs fournisseurs différents puissent s'accoupler avec tout type de porteur et ce, sans modification, adaptation ou restriction d'accès.

La même définition pourrait s'appliquer aux nouvelles technologies d'information et de communication au travers des systèmes d'acquisition et de transfert de données intégrés aux engins et qui doivent fonctionner avec un (ou des) serveur(s) (serveur fournisseur d'information et serveur d'application du client).

Avoir la possibilité de changer rapidement un équipement par un autre (sans modification de la machine) et ce, sans être enfermé dans une solution propriétaire et éviter des immobilisations d'engins (en cas de panne ou détérioration d'un équipement) font partie des critères de choix des utilisateurs de matériels.

Aussi, la notion d'interface (au sens du § 2.2 et de la figure 5 plus haut), devient donc cruciale. C'est pourquoi cette communication est essentiellement orientée sur ce sujet (les interfaces liées aux technologies de l'information et de la communication faisant l'objet d'un chapitre à part entière, voir § 3.6).

### 2.4. La norme : un outil au service de l'interopérabilité

Compte tenu du fait que les divers éléments constituant une machine (cf. fig. 5) sont produits par des constructeurs différents, avec des méthodes variées, et que certains d'entre eux n'ont pas été forcément conçus à l'origine pour un usage viabilité hivernale (cas de certains porteurs par exemple), l'idée la plus simple consiste à définir une base explicite, une norme ou un ensemble de normes, que chaque élément va « implanter » dans son propre fonctionnement.

Cette norme joue un rôle d'indicateur de la façon dont le dialogue doit s'opérer entre les différents éléments et cristallise donc les besoins de ce dialogue et elle est ensuite une passerelle de communication, qui va pouvoir éventuellement s'adapter aux besoins changeants des éléments.

La norme est alors la base de conception des interfaces et constitue donc un outil efficace pour tendre vers une meilleure opérabilité.

### 2.5. Moyens mis en place en France

C'est une des raisons pour lesquelles la France, sous l'initiative conjointe du Ministère des Transports et de l'Équipement et du syndicat professionnel des constructeurs de matériels de viabilité hivernale (CISMA) a mis en place en 2000, le Comité européen de normalisation CEN/TC 337 « machines d'exploitation des routes » dont l'un des groupes de travail (WG3) a pour but de normaliser non seulement les interfaces mais également l'acquisition et les transferts de données entre une machine et un serveur distant pour les besoins de la traçabilité.

### 3. L'INTEROPERABILITE GRACE A UN CHOIX JUDICIEUX DES INTERFACES

#### 3.1. Choix des interfaces mécaniques au niveau du châssis des camions

Il existe plusieurs types d'interfaces au niveau du châssis des camions pour accueillir différents équipements. Elles sont le résultat de techniques développées par les carrossiers, benniers comme le système dit « poly-bennes » ou empruntées d'autres secteurs d'activités comme les systèmes de connexion (« twist-lock ») entre containers utilisés dans les ports de marchandises.

##### 3.1.1. Système « poly-benne » ou « multi-berces »

Le système poly-bennes (fig. 6.1 et 6.2) est constitué d'une berce équipée d'un anneau et d'un bras hydraulique faisant partie intégrante du châssis du porteur. La berce dispose de galets qui roulent dans un guide faisant partie intégrante du châssis du camion.

Le bras mu hydrauliquement a pour fonction de charger et de décharger la benne dans laquelle est fixé l'équipement. Aussi, un même porteur peut accueillir aisément plusieurs matériels différents.

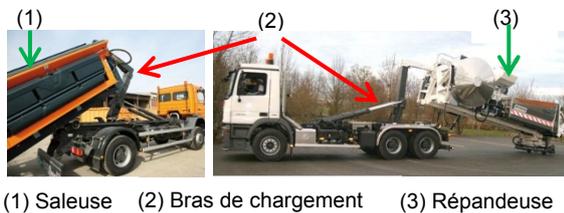


Fig. 6.1 - Système poly-bennes



Fig. 6.2 - Saleuse sur berce après dépose

##### 3.1.2. Système « twist-lock »

Le système twist-lock repose sur l'idée d'un faux châssis qui sera en contact avec le châssis du porteur. Le système « twist-lock » (cf. fig. 7.1) est constitué d'une partie mâle (verrou rotatif) et femelle (pièces de coin) qui vont assurer une fonction de verrouillage/déverrouillage du faux-châssis sur le châssis du porteur.

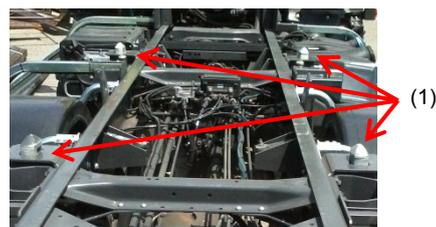
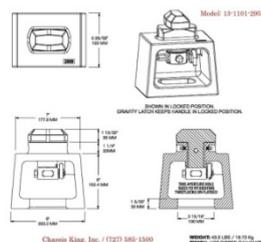
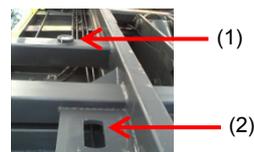


Fig. 7.1 - Système « twist-lock »

Ce système se caractérise par une dépose de l'équipement et du faux-châssis directement sur béquilles (cf. fig. 7.2). Avec la fonction supplémentaire de dépose hydraulique, le faux-châssis est conçu pour accueillir des vérins hydrauliques (cf. fig. 7.3). Lorsque la commande de levage des vérins est activée depuis le côté du camion, les vérins hydrauliques soulèvent l'équipement sans utilisation de la force humaine et facilitent l'installation des béquilles avant la dépose de l'équipement.



Fig. 7.2 - Saleuse sur béquilles après dépose



(1) Orifice de poussée du faux-châssis  
(2) Pièce de coin dans laquelle s'insère le twist-lock

Fig. 7.3 - Vue du faux-châssis fixé sous la saleuse

Les systèmes de fixation « twist-lock » assurent finalement les fonctions d'engagement et de verrouillage de l'équipement sur le porteur et sont normalisés sur le plan dimensionnel.

Lorsque l'exploitant possède plusieurs véhicules ou remorques et différents équipements, il est judicieux que les châssis ou faux châssis de ces véhicules ou remorques aient tous le même gabarit, au moins en ce qui concerne le positionnement et la forme des moyens de fixation rapide (twist-lock). C'est en général la carrosserie la plus demandeuse en résistance qui détermine le positionnement des « twist-lock ». Ce point fait partie des discussions entre l'exploitant et le fournisseur d'équipement de façon à ce que ce dernier s'adapte au mieux au parc existant de matériels de l'exploitant.

### 3.1.3. Préférence au système « twist-lock » en France

Dans les deux cas, les deux systèmes décrits plus haut, offrent une meilleure disponibilité du porteur sur une année complète.

Même si le système poly-bennes présente l'avantage indéniable d'une opération de déchargement/chargement plus rapide qu'avec un système twist-lock, il présente l'inconvénient majeur de limiter la capacité de chargement du porteur à cause du poids de la benne et du bras hydraulique. De plus, à porteur égal, la hauteur de l'équipement par rapport au sol est supérieure si le fond de benne est conservé ce qui peut être handicapant pour des applications de répandage de matériaux.

C'est principalement à cause de la limite de capacité de chargement du système « poly-bennes » que le système « twist-lock » est privilégié en France, notamment lorsque l'équipement hivernal est utilisé en association avec un équipement d'entretien des chaussées du type répandeur de bitume, épandeur de gravillons, répandeur-gravillonneur.

En effet, dans ce cas, sur une année complète, un exploitant pourra aisément utiliser une saleuse, une saumureuse ou une machine mixte en période hivernale et utiliser une répandeur de bitume l'été pour l'entretien des chaussées en ne changeant d'équipement qu'une seule fois dans l'année.

## 3.2. Choix des autres interfaces mécaniques

### 3.2.1. Interfaces mécaniques frontales

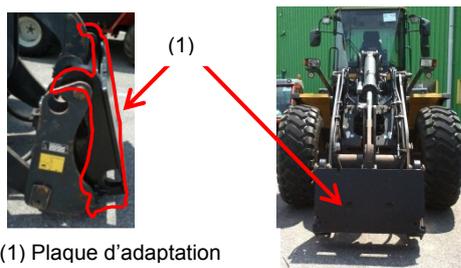
Quel que soit le porteur (camion, véhicule agricole automoteur ou engin de terrassement), les fournisseurs d'équipements conçoivent et fabriquent désormais des plaques d'adaptation frontales répondant à des spécifications techniques qui sont désormais normalisées au niveau européen au travers de la norme EN 15432-1 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels montés à l'avant – Partie 1 : Plaques frontales fixes » [2].

La norme EN 15432-1 fournit toutes les exigences dimensionnelles (localisation et dimension des trous, logements et cônes de fixation, etc.) et de robustesse, en fonction du poids du porteur en distinguant 3 cas de figure (PTAC < 3,5 t., 3,5 t < PTAC < 9 t. et PTAC > 9 t.) et du poids de l'équipement. En réalité trois grands types de plaques existent (F1, F2 et F3) et sont normalisées au niveau européen au travers de cette norme.



Fig. 8 - Plaque européenne F1 sur divers porteurs

La plaque frontale est montée directement à l'avant du porteur (camion par exemple) ou intégrée à un système d'accouplement déjà existant sur le porteur. Par exemple, dans le cas des chargeuses, il existe de nombreux types différents de systèmes d'accouplement qu'il faut adapter (cf. fig. 9.1 et 9.2) en y intégrant la plaque conforme à la norme européenne EN 15432-1, de façon à ce que le porteur puisse recevoir n'importe quel équipement frontal, sans préjudice des aspects de sécurité (c'est-à-dire en tenant compte de la catégorie de poids bien entendu).



(1) Plaque d'adaptation

Fig. 9.1 - Intégration d'une plaque d'adaptation à un coupleur de chargeuse



Fig. 9.2 - Plaques européennes intégrées à divers systèmes d'accouplement

Comme l'indique l'intitulé de la norme, la plaque d'adaptation est conçue pour accueillir d'autres équipements d'exploitation des routes comme par exemple des roto-faucheuses pour l'entretien des accotements routiers, des balayeuses ou autre équipement frontal.

Un fournisseur d'équipement est d'ailleurs spécialisé dans l'intégration des plaques normalisées à des systèmes particuliers d'accouplement existants afin d'offrir la capacité à certains porteurs d'accueillir une multitude d'équipements d'exploitation des routes.

La norme européenne EN 15432-1 est désormais reprise à l'identique dans les collections des membres nationaux du CEN (tous les pays de l'UE) qui les diffusent ensuite en tant que normes nationales.

A noter qu'il existe aussi des systèmes d'accouplement plus spécifiques sur système de relevage et qui sont normalisés désormais au travers de l'EN 15432-2 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels montés à l'avant - Partie 2: Interchangeabilité sur systèmes de levage ».

Parmi les évolutions actuelles, il est à noter que les configurations avant des camions changent de plus en plus, ce qui exige une adaptation constante des professionnels responsables de l'assemblage des plaques d'adaptation frontales.

### 3.2.2. Interfaces mécaniques latérales

Les plaques d'adaptation sont les mêmes que celles utilisées à l'avant des porteurs et répondent donc aux exigences de la même norme européenne EN 15432-1.

Il est à noter là aussi que les exigences réglementaires anti-pollution applicables aux camions (nouveaux porteurs sous phase Euro VI désormais) créent des contraintes nouvelles aux professionnels responsables de l'assemblage des plaques sur les porteurs. Ces derniers ont à faire face à des problèmes d'encombrement lors de l'installation des plaques et équipements latéraux, dû au volume important occupé par le système d'échappement.

### 3.3. Choix des interfaces électriques et hydrauliques

Il ne faut pas négliger non plus les interfaces électriques et hydrauliques. Ces dernières ont été normalisées également en même temps que les plaques d'adaptation. Elles sont soumises à la norme européenne EN 15431 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Organes de puissance et commandes associées - Interchangeabilité et exigences de performance » [3].

Dans ce domaine, il est à noter l'intérêt souvent porté aux coupleurs rapides conçus pour éviter les erreurs de connexion et pour faciliter l'accouplement/désaccouplement (1 bloc multi-fiches à connecter au lieu de multiples connexions de fiches individuelles).

### 3.4. Résumé

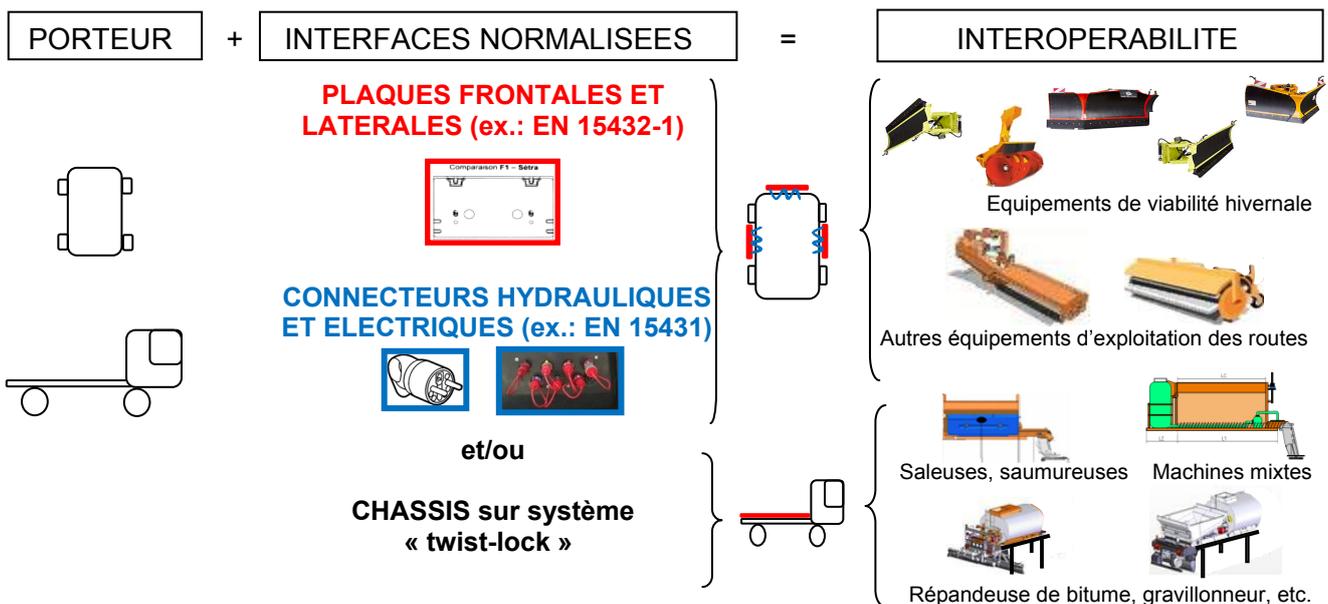


Fig. 10 - Schéma résumant les possibilités offertes par l'interopérabilité

Outre le fait que ces interfaces normalisées offrent la possibilité d'envisager de nouvelles applications du porteur, elles permettent aussi une interchangeabilité entre porteurs et équipements au sein d'un même parc de matériels d'un exploitant, ce qui confère indéniablement une meilleure disponibilité du matériel et augmente aussi la sécurité, car il n'y a plus de modification ou adaptation faite par l'utilisateur final. Le fait que les exigences auxquelles répondent ces interfaces soient normalisées au niveau européen, cela gomme les disparités locales et nationales pour laisser la place à un parc de matériels homogène et harmonisé en France et en Europe au service de tous les acteurs.

### 3.5. Une nouvelle tendance vers des porte-outils dédiés

#### 3.5.1. De l'adaptation/transformation de porteurs à la conception de porte-outils dédiés

Quelques fournisseurs sont spécialisés depuis longtemps dans l'adaptation de porteurs sortis directement d'usine pour l'application viabilité hivernale (cf. §. 3.1.2 relatif à l'adaptation des faux-châssis ou § 3.2.1 relatif à l'adaptation des systèmes d'accouplement sur chargeuses ou véhicules agricoles) voire, dans la transformation en engin spécifique.

Parmi ces transformations, il est à noter l'intérêt de l'avancement hydrostatique, permettant au véhicule porteur de conserver tous ses atouts tout en ayant la possibilité d'une vitesse d'avancement très faible et progressive. Combiné avec une régulation automatique, l'avancement du porteur est régulé par rapport à la puissance prise par l'équipement au travail. Cette fonction hydrostatique est donc intéressante aussi du point de vue des économies d'énergie, puisque l'outil ne prend que la juste puissance dont il a besoin.

Comme indiqué précédemment (§. 3.2.1 et 3.2.2), la sophistication des porteurs (camions, tracteurs) créent en permanence de nouvelles contraintes aux fournisseurs d'équipements qui doivent adapter leur procédure de montage en tenant compte par exemple de :

- l'encombrement du poste de commande de l'opérateur rendant difficile l'ajout d'un système de commandes en cabine pour utiliser des équipements d'exploitation des routes
- l'encombrement du système d'échappement des camions (cf. 3.2.2)

De plus, les porteurs fabriqués en grande série (tracteurs agricoles, camions, engins de terrassement) ne sont pas conçus spécifiquement pour l'entretien et l'exploitation des routes et ne sont pas toujours adaptés à des besoins spécifiques, que cela soit en terme de visibilité (trafic routier et outil), d'ergonomie et de confort de travail pour l'opérateur/conducteur, voire en terme de sécurité.

La normalisation des interfaces et le besoin toujours plus grand d'une meilleure opérabilité des matériels (porteurs et équipements) au service de l'exploitation des routes et des opérateurs/conducteurs en général, les contraintes de plus en plus fortes liées aux porteurs produits en grande série et parfois leur inadaptation avec l'usage de certains équipements, sont autant d'éléments qui justifient l'arrivée de porte-outils dédiés en France.

Cette tendance est observable depuis plusieurs années déjà, mais elle s'accroît en France depuis peu.

#### 3.5.2. Avantages de porte-outils dédiés

Une constante avec l'arrivée en France de ces nouveaux porte-outils est qu'ils ne se limitent pas à la viabilité hivernale mais qu'ils sont pensés comme porte-outils pour l'exploitation des routes (viabilité hivernale, fauchage, débroussaillage, lavage de la chaussée et de la signalisation, broyage pour travaux forestiers, collecte de l'herbe des accotements, élagage,...).

Tout d'abord, la problématique des interfaces peut être intégrée dès la conception du porte-outil dédié et ce, en fonction de tous les usages prévus de la future machine, c'est-à-dire en fonction de la panoplie d'équipements dont le véhicule pourra être muni, dans le respect des exigences de sécurité (Directive Européenne 2006/42/CE « sécurité des machines »). Par exemple, il devient possible d'intégrer par conception la possibilité que le

châssis soit équipé de série des prédispositions pour le relevage 3 points et pour des plaques d'adaptation conformes à l'EN 15432-1.

Par ailleurs, une conception nouvelle permet de repenser complètement :

- les moyens d'accès au service de la sécurité (cf. fig. 11.1) ou encore
- le design des cabines (cf. fig. 11.2) de façon à améliorer la sécurité par une meilleure visibilité sur les outils, la route (trafic) et ses accotements et d'aménager un poste de conduite dédié et ce, dans le respect des règles d'ergonomie et de confort pour l'opérateur/conducteur. La formation du personnel peut s'en trouver facilitée grâce à une meilleure appropriation par les opérateurs.



Fig. 11.1 - Accès par l'arrière de la cabine sécurisé par une plate-forme dans le gabarit du véhicule



Fig. 11.2 - Cabine redessinée pour accroître la visibilité et l'ergonomie en cabine

La cabine peut même être mobile dans certains cas et être positionnée sur l'avant pour des travaux de fraisage, en position centrale pour une bonne visibilité sur des équipements latéraux (ex. ailerons) ou encore surélevée pour charger des camions. Dans le domaine de la viabilité hivernale, un poste de commande central offre la possibilité d'une conduite à un seul chauffeur (au lieu de deux).

Une conception dédiée offre plus de degré de libertés au concepteur pour repenser la répartition des charges et l'abaissement du centre de gravité du porte-outil afin d'offrir une meilleure stabilité de la machine muni de ses équipements (qu'ils soient déployés en mode travail ou repliés en mode transport) et permettre plus aisément l'installation de plusieurs équipements en simultanément sur le même véhicule (fig. 12.1 à 12.3).



Fig. 12.1 - Porte-outils dédié pour fraise, étrave, aileron ou grande faucheuse



Fig. 12.2 - Porte-outils dédié pour fraise, étrave, lame, saleuse, broyeur de branches, faucheuse

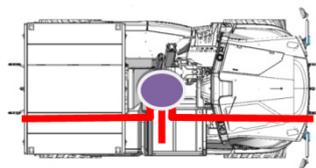


Fig. 12.3.a - Porte-outils avec bras de fauchage/débroussaillage intégré au porteur et pouvant accueillir jusqu'à trois outils en simultanément



Fig. 12.3.b - Porte-outils dédié à l'exploitation des routes

De plus, les niveaux sonore et vibratoire de la cabine peuvent être diminués par un éloignement du moteur de la cabine et un positionnement sur un châssis intermédiaire lui-même relié au châssis principal par silent-blocs. La cabine peut également être reliée au châssis par silent-blocs.

Enfin, le régime du moteur peut être automatiquement configuré en fonction des outils sélectionnés par l'opérateur. Ce système permet de ne consommer que le juste nécessaire, et protège naturellement contre les sous et sur régime des outils (qui peuvent se produire lorsque la régulation du régime est manuelle).

La conception d'un porte-outils dédié permet non seulement de s'affranchir de contraintes liées aux porteurs grande-série, de gommer certaines de leurs inadaptations, mais aussi de conférer à l'engin de nouveaux atouts, au bénéfice du confort et de l'ergonomie du poste de conduite de l'opérateur/conducteur, mais aussi au bénéfice de l'exploitant, en termes de productivité, de formation du personnel, d'économie d'énergie, d'optimisation de son parc « matériels » (interchangeabilité entre porte-outils dédiés et équipements) et en termes de nouveaux usages dans le domaine de l'exploitation des routes en général.

### 3.6. L'interopérabilité pour l'acquisition et le transfert de données

#### 3.6.1. Enjeux de l'interopérabilité dans le domaine des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC)

Développer l'interopérabilité dans le domaine des NTIC consiste à :

- garantir que l'échange d'information puisse se faire sans trop dépendre des logiciels utilisés
- éviter des restrictions d'accès ou de mise en œuvre, comme l'impossibilité de lire certains formats de fichier par exemple...

En règle générale, cela consiste à mettre en place des normes, clairement établies qui fixent des exigences et des recommandations pour que deux systèmes informatiques puissent fonctionner ensemble sans problème.

Un frein majeur à une interopérabilité correcte est l'utilisation dans les matériels et les logiciels de formats dont seuls leurs concepteurs ont les clefs (comme les logiciels propriétaires).

#### 3.6.2. L'interopérabilité dans l'acquisition et le transfert de données lié à l'activité de déneigement

L'acquisition et le transfert de données liées à l'activité de déneigement permet de :

- superviser n'importe quel matériel de n'importe quel endroit (en temps réel ou différé)
- suivre les interventions en temps réel (ou différé) afin de rendre compte rapidement des opérations en cours ou passées
- recentrer l'activité du chauffeur sur la conduite
- faciliter la maintenance et le dépannage
- définir une politique de service hivernal

C'est un outil considéré déjà comme un facteur d'optimisation et de gestion des ressources pour certains exploitants (ex. : connaissance de la quantité de produits épandus, évaluation en temps réel de la disponibilité des matériels à l'échelle d'un territoire, etc.).

Le système de traçabilité doit être pensé pour être adaptable afin de tenir compte du propre retour d'expérience de l'exploitant (par exemple en termes de quantité de produits épandus) et de circonstances changeantes (cartographie du réseau routier à traiter,...)

La problématique est la suivante :

- Les saleuses effectuent un ou plusieurs parcours durant leurs missions.
- Elles traitent les routes d'un ou plusieurs donneurs d'ordre.
- Les saleuses d'une même flotte d'un exploitant peuvent provenir de différents constructeurs.

Par ailleurs, un accompagnement à la conduite est désormais pris en compte notamment lorsque les matériels sont amenés à être utilisés par des opérateurs dits « saisonniers » qui n'ont pas toute l'expérience requise pour assurer une mission de déneigement ou encore lors du passage de deux opérateurs en cabine à un seul opérateur.

La gestion de parcours affecté à une ou plusieurs machines peut permettre à tout moment de réaffecter une saleuse d'un tronçon secondaire vers un tronçon principal avec un nouveau paramétrage (le chauffeur est alors en mode automatique).

En téléassistance, la maintenance et l'assistance SAV se font par internet :

- gestion des profils d'accès
- prise en main de la saleuse pour assistance au dépannage
- réglages assistés des actionneurs
- contrôle des paramètres du boîtier
- récupération automatique ou manuel des paramètres
- centralisation et archivage des informations
- historique des réglages
- rapport de calibrage

Dans ce cas, le calibrage et le contrôle à distance des boîtiers de commande du constructeur sont intégrés à la problématique afin que la saleuse puisse être prise en main à distance.

Enfin, la problématique du suivi de matériels de déneigement doit être capable d'intégrer aussi d'autres types de véhicules qu'ils soient liés ou non à la viabilité hivernale.



Fig. 13 - Une problématique qui ne se limite pas aux seuls véhicules de déneigement

De manière générale, pour la conception du système d'acquisition de transfert et d'exploitation des données, il faut donc :

- S'interfacer avec le module de création de parcours du client.
- S'interfacer avec le logiciel de comptabilité de l'exploitant.
- Éditer automatiquement les décomptes en fonction des parcours des saleuses, des quantités de sel épandu, du temps de travail, etc..
- Intégrer les données des différents boîtiers constructeurs.

Le traitement des données doit prendre en compte au minimum les modules généraux suivants :

- gestion du parcours
- exploitation des données de salage enregistrées par le boîtier de télécommande : asymétrie, largeur, dosage, quantités épandues, identification des défauts rencontrés durant le parcours (surdosage, défauts machines ...)
- téléassistance
- comptabilité/gestion
- cartographie- ...

Chaque module doit pouvoir s'imbriquer avec les autres de sorte que le système complet puisse fonctionner (cf. fig. 14).

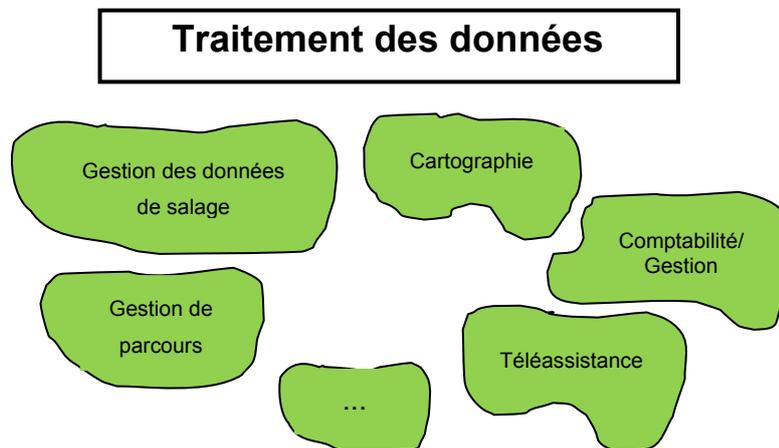


Fig. 14 - Interopérabilité des modules pour le traitement des données

Le groupe de travail européen WG 3 du Comité technique CEN/TC 337 s'est également penché sur ce sujet et les travaux techniques ont permis de déboucher à la publication de deux normes européennes suivantes :

- EN 15430-1+A1 « Machines de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Acquisition et transmission de données - Partie 1 : Acquisition des données du véhicule » [4].

Cette 1ère partie de la norme européenne spécifie un protocole normalisé pour le téléchargement de données à partir du boîtier de commande d'un matériel embarqué (émetteur de données) vers un système embarqué d'acquisition des données (ordinateur de bord embarqué) afin d'assurer l'interchangeabilité entre un véhicule et les différents matériels que ce véhicule peut embarquer. Elle spécifie l'interface de connexion, ainsi que les variables (largeur d'épandage, quantité de produit épandu,...), les enregistrements et les rapports qui permettent au protocole normalisé de couvrir des applications avec des matériels les plus variés, pas seulement pour la viabilité hivernale.

- CEN/TS 15430-2 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Acquisition et transmission de données - Partie 2 : Protocole de transfert de données entre serveur fournisseur d'information et les serveurs d'application client » [5]. Cette 2<sup>nd</sup>e partie décrit la structure des données (type, taille, protocole et paramètres d'initialisation), entre le serveur fournisseur d'information (ISS) et les serveurs d'applications client (CAS) en combinant et en synchronisant les différentes sources de données. En d'autres termes, le respect de cette norme assure que les équipements (ex. saleuse, lame), systèmes embarqués d'acquisition des données (ex. : ordinateur embarqué ou boîtier de commande amélioré) et logiciels d'application client (ex.: bases de données, logiciels de comptabilité) puissent communiquer entre eux.



Fig. 15 - Une architecture ouverte et modulaire respectant les normes européennes

Il est donc essentiel que l'architecture de communication soit ouverte et évolutive de façon à prendre en compte des besoins futurs de l'exploitant. Les normes européennes fournissent un cadre général minimal. Certains fournisseurs d'équipements également prestataires de services dans ce domaine vont d'ailleurs aujourd'hui plus loin que ce cadre minimal.

#### 4. CONCLUSION

Pour les utilisateurs et exploitants d'un parc matériels, la notion d'opérabilité des matériels est au cœur des préoccupations. Les avantages d'une opérabilité accrue sont très nombreux et les demandes exprimées par les gestionnaires de flottes en France témoignent de cet intérêt que cela soit en terme de :

- optimisation globale d'un parc de matériels (immobilisation réduite en cas de panne par la possibilité de changer rapidement un équipement par un autre, taux d'utilisation plus élevé des matériels sur une année)
- productivité (l'adéquation étant assurée par des interfaces dédiées, cela évite de nombreuses interrogations et recherches de compatibilité entre matériels et les opérations de montage/démontage sont simplifiées, similaires voire identiques et rapides),
- sécurité (grâce à l'interopérabilité, il n'y a plus de risques liés à des opérations d'adaptations des matériels)
- gestion administrative (gestion documentaire simplifiée si le parc « matériels » est homogène du point de vue de son opérabilité)
- économies en ressources (économies de carburant avec des porte-outils dédiés, économie de sels avec machines mixtes)

au service d'un meilleur confort pour l'opérateur/conducteur et d'une économie globale pour l'exploitant.

C'est dans la voie de la normalisation européenne que les acteurs français se sont engagés depuis maintenant 13 ans au travers de la création du Comité technique européen CEN/TC 337. La publication de plusieurs normes européennes, applicables désormais dans les 28 pays de l'Union Européenne a permis de poser les premières pierres de l'interopérabilité applicable aux machines de viabilité hivernale et plus généralement d'exploitation des routes.

L'augmentation croissante de demandes pour le recours à des machines mixtes pour le service hivernal, des machines polyvalentes d'exploitation des routes sur des porte-outils dédiés ainsi qu'à des systèmes d'acquisition et de transfert des données pour la gestion de flottes de véhicules sont des tendances observables aujourd'hui qui s'inscrivent complètement dans le sillage des travaux menés jusqu'alors.

## RÉFÉRENCES

1. Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
2. NF EN 15432-1 :2011 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Matériels montés à l'avant – Partie 1 : Interchangeabilité »
3. EN 15431:2008 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Organes de puissance et commandes associées - Interchangeabilité et exigences de performance »
4. NF EN 15430-1+A1:2011 « Machines de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Acquisition et transmission de données - Partie 1 : Acquisition des données du véhicule »
5. CEN/TS 15430-2 « Matériels de viabilité hivernale et d'entretien des dépendances routières - Acquisition et transmission de données - Partie 2 : Protocole de transfert de données entre serveur fournisseur d'information et serveurs client »