

Localisation des engins de viabilité hivernale Coopération PWRI/LCPC

David BÉTAILLE

Ingénieur, Chargé de recherche
Section Robotique de chantier

Division Méthodes et matériels de construction et d'entretien des routes
Laboratoire central des Ponts et Chaussées
Centre de Nantes

Ken FUJINO

Ingénieur de recherche
Construction Equipment Division
Public Works Research Institute
Tsukuba, Japon

Le service hivernal, au Japon comme en France, mobilise les énergies des personnels et d'importants moyens matériels. Ceux-ci y sont affectés pendant plusieurs mois de l'année. Le salage préventif, le déneigement et le salage curatif constituent les étapes successives qui permettent le maintien ou la remise en service de la route. Dans le cadre de la coopération franco-japonaise entre l'Institut japonais de Recherche des travaux publics (PWRI) et le Laboratoire central des Ponts et Chaussées (LCPC), une recherche commune sur les matériels et méthodes d'entretien routier et les apports possibles de technologies nouvelles d'information, de localisation, de communication etc., a été engagée. En 1998, un premier échange de chercheurs a permis des investigations :

- sur l'organisation du service hivernal au Japon et en France,
- sur l'attente des services d'exploitation de part et d'autre,
- sur l'apport possible de la localisation dans l'amélioration de la gestion du service hivernal.

L'organisation du service hivernal

En France (respectivement au Japon), les maîtres d'ouvrage sont assez semblables :

- pour les routes nationales « national roads » : la Direction des routes, respectivement les « construction offices »,
- pour les routes départementales « prefectural roads » : les conseils généraux, respectivement les « préfetures »,
- pour la voirie urbaine « city roads » : les villes.

Des différences sensibles existent dans la maîtrise d'œuvre. En France, elle repose essentiellement sur les directions départementales de l'Équipement pour le compte de la Direction des routes (mais aussi pour les conseils généraux et les petites villes), sur les services techniques des grandes villes, et sur quelques entreprises privées. Au Japon, chaque maître d'ouvrage possède le matériel de service hivernal, mais sous-traite le personnel et les travaux à des entreprises sous contrat (il y a en effet une telle quantité de neige que le recours à l'embauche de saisonniers est systématique).

Pour les autoroutes, les maîtres d'ouvrage sont les sociétés autoroutières, qui, dans les deux pays, sont des sociétés d'économie mixte ou privées. Les services techniques autoroutiers japonais et français assurent l'essentiel de la viabilité hivernale de leur réseau, avec, le cas échéant, un renfort de

la sous-traitance. Il n'y a pas de différence sensible entre les deux pays.

Au Japon comme en France, les unités opérationnelles sont à l'échelle des subdivisions ou des districts autoroutiers « branch work offices ».

Les attentes des services d'exploitation

Il apparaît clairement, à l'issue des premières comparaisons entre les deux pays, que deux écoles se dessinent.

Au Japon : automatisation

Au Japon, on sous-traite largement les travaux et du personnel saisonnier, peu motivé, connaissant mal sa zone d'affectation se trouve en charge d'un matériel coûteux, impliqué dans une organisation de service public sous le feu des projecteurs pendant l'hiver.

On vise donc à remplacer le binôme « opérateur-supporter » affecté à un engin, peu formé comme on l'a dit déjà, par un simple conducteur, pas mieux formé, mais aidé d'un programmeur automatique gérant au mieux (c'est-à-dire au plus juste) les paramètres de salage et de déneigement (largeur, arrêt/marche, quantité, etc.) au fur et à mesure du « circuit » (un engin effectue un circuit sur la zone), en fonction de consignes propres à la zone.

En général, au Japon, le service hivernal n'est pas valorisant pour le personnel et l'introduction de l'automatique est perçue plutôt positivement. Au contraire, une telle automatisation n'est pas attendue en France, où la responsabilisation des personnels est forte et les travaux bien connus.

En France : gestion de flotte

C'est sous l'angle de la gestion de flotte que l'attente des exploitants

Note

technique

est le plus sensible en France. Les subdivisions et districts centralisent et coordonnent en effet les mouvements des engins en utilisant une « main courante », remplie par un radio-opérateur à partir de vacations radio avec les conducteurs. Dans cette main courante, sorte de « procès-verbal d'intervention », sont enregistrées toutes les entrées et sorties d'engins, et leur position toutes les cinq minutes sur les circuits.

Or les engins et les circuits peuvent être nombreux (trente pour quinze) et la radio saturée. Par ailleurs, les informations transmises (essentiellement la position) deviennent moins fiables quand il neige, parce que la radio est brouillée, mais aussi parce qu'il est difficile de repérer sa position sans l'assistance d'un système de localisation dans un environnement enneigé.

La gestion de flotte pose des problèmes similaires au Japon, mais contrairement à la France (où l'on s'intéresse à rendre la supervision interactive), la priorité semble être donnée à l'automatisation.

L'apport de la localisation

Aux fonctions « automatiser le salage et le déneigement » ou « gérer la flotte des engins », on peut d'ores et déjà donner des solutions.

Automatisation

Jusqu'à maintenant, les programmeurs sur le marché sont à commande manuelle : c'est le conducteur qui sélectionne tel ou tel programme de salage au fur et à mesure du circuit. Les constructeurs affirment pouvoir doter leurs programmeurs d'une commande automatique, à partir de systèmes de localisation à base de GPS. Arvel Industries (sur un brevet de l'italien Giletta) a anticipé la demande en développant en 1997 un programmeur intégrant

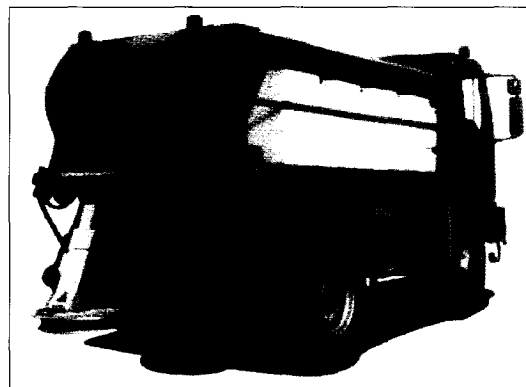


Fig. 1 - Épandeuse et son boîtier de commande - ARVEL France.



un GPS naturel (précision 100 m), capable de répéter une séquence apprise au préalable ; ainsi, le système peut être embarqué pour relever tous les circuits de salage pendant l'été, et ces circuits seront automatiquement répétés lors des travaux pendant l'hiver. La précision de 100 m peut induire des erreurs, mais on fiabilise l'information de position en la complétant d'une information de vitesse et donc de sens de circulation. À partir de 1998, ce programmeur est en test sur différentes autoroutes de la société Cofiroute (fig. 1).

Un système est en développement au sein du ministère de la Construction japonais (dans deux bureaux régionaux), non pas par apprentissage comme celui précédemment décrit, mais en lien avec un système d'information géographique (SIG). Les circuits de salage et consignes de salage automatique constituent une couche d'un

SIG, mise au point par croisement des données météo avec certaines données routières comme les largeurs de chaussées, pentes et rampes, virages serrés, et aussi un certain nombre de points plus sensibles au verglas : ponts, ruissellements, ou nécessitant un soin particulier (enrobé drainant, etc.) (fig. 2).

On attend là une précision de la localisation meilleure que 10 m, ce qui nécessite l'utilisation du GPS différentiel et le concours d'un système de navigation à l'estime (centrale inertielle ou autre) quand le GPS est masqué. Un système de coût faible, susceptible d'équiper tous les engins, fait l'objet d'une recherche au PWRI comme au LCPC.

Gestion de flotte

Toutes les briques technologiques sont prêtes pour faire de la gestion de flotte en temps différé et en temps réel.

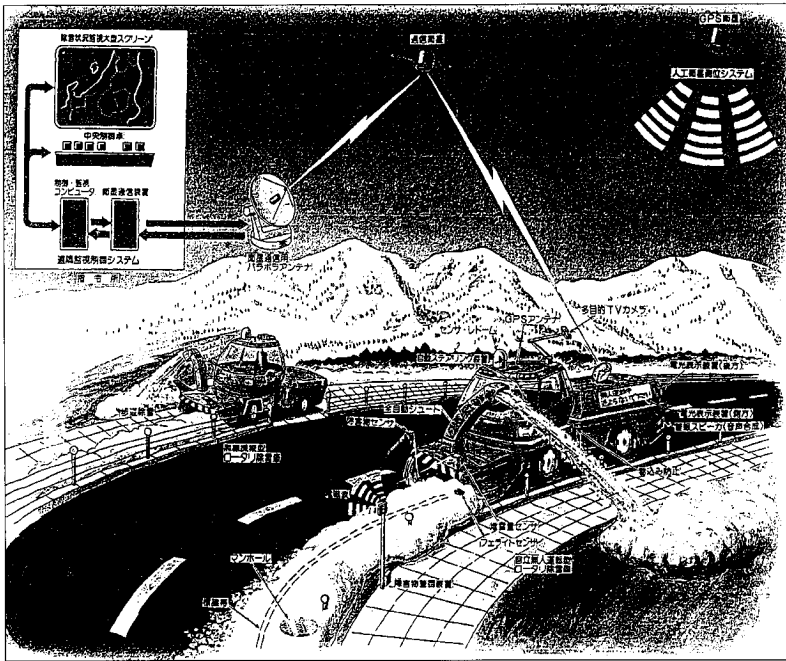


Fig. 2 - Schéma d'un concept de gestion automatique de la viabilité hivernale - PWRI Japon.

L'usage du GPS est une expérience déjà menée par certains gestionnaires (ASF, Escota, etc.) pour l'édition automatique de mains courantes par logiciel en temps différé, à partir des positions (et autres informations de salage : nature des produits, quantité, nature de l'intervention) enregistrées à bord. Le positionnement est nettement plus fiable que lorsqu'il est donné par le conducteur. Par ailleurs, la radio reste disponible pour des vacations où elle est indispensable (en cas d'urgence, pour organiser des convois de poids lourds, etc.).

Une édition automatique et une supervision en temps réel sont possibles, sous réserve d'une transmission de la localisation de tous les engins, soit par radio soit par téléphone mobile. Cette transmission peut être totalement automatique (c'est-à-dire hors phonie). Les deux modes de transmission doivent être testés, et leur fiabilité

dépend fortement de la zone d'action.

Dès lors, les positions des engins peuvent être centralisées en temps réel, et leur coordination optimisée par le responsable des travaux.

Conclusion

L'apport de la localisation conduit à des solutions opérationnelles maintenant pour répondre aux attentes des exploitants. Les technologies au service des deux écoles (automatisation ou gestion de flotte) existent. Elles sont perfectibles (et le PWRI et le LCPC y travaillent avec leurs associés) en termes de rapport précision/coût, notamment la localisation métrique utilisant le GPS différentiel et la navigation à l'estime.

Les deux écoles peuvent converger vers une solution commune globale. On peut imaginer un système centralisant les positions des

engins et téléchargeant des programmes de salage/déneigement ajustés au mieux en fonction des données météo, du trafic, des éventuels accidents et perturbations des circuits habituels, etc.

Enfin, les technologies à mettre en œuvre pour les travaux de viabilité hivernale ne sont pas exclusives de cette activité, et des applications et résultats de cette recherche sont transposables sur tout problème d'exploitation de la route et toute mission d'entretien sur un réseau.

Nota

En 1998, la mise au point du programmeur GPS par Arvel Industries a continué. De nouveaux tests sont prévus dès le début 1999.

Par ailleurs, Escota réitère l'expérience de gestion de flotte par GPS pour la saison hivernale 1998-1999.

Enfin, Pierre-Olivier Vandanjon, chercheur en robotique de chantier, est parti pour trois mois au Japon dans le cadre d'un nouvel échange PWRI-LCPC.