

SYSTÈMES DE GESTION AVANCÉE DU SERVICE HIVERNAL PROJET S.I.S.M.A.

Gabriele Camomilla et Pasquale Goretti

Soc. Autostrade Concessioni e Costruzioni
Via Alberto Bergamini, 50
00159 Roma - Italia
Tel. : 06-43632586-2583 Fax : 06-43634712
E-mail : gcamomilla@autostrade.it

Sur le tronçon Bologne-Florence de l'**Autoroute du soleil** sont nées en Italie dans les années Soixante les opérations d'entretien hivernal modernes, en ce sens que dès son ouverture on a utilisé les systèmes de pointe pour déverglacer et pour empêcher la neige de se fixer.

Sur le même tronçon d'autoroute à partir du 1999, les opérations hivernales ont été affrontées d'une façon nouvelle, l'action de "vieux" spécialistes étant assistée par de toutes nouvelles techniques de gestion, visant à aplanir les difficultés de désenneigement en présence d'une circulation de plus en plus intense et lourde, en un lieu où la morphologie du parcours et le climat sont parmi les plus critiques de toute l'Italie.

Le résultat que l'on en attend est une route **toujours "noire"**, c'est-à-dire sans neige ni verglas dans toutes les conditions de climat et de circulation.

Sur le tronçon Bologne-Florence sont nées en Italie dans les années Soixante les opérations d'entretien hivernal routier modernes, en ce sens que dès son ouverture on a utilisé les systèmes d'avant-garde pour déverglacer et pour empêcher la neige de se fixer au sol.

L'organisation est donc bien entraînée et distribuée sur le tronçon, et dispose d'un appareil d'hommes et de moyens formidable: entre Sasso Marconi et Prato, 75 équipements contre la neige et le verglas opèrent sur trois segments du tracé, en partant de quatre stations fixes qui disposent de matériel de réserve et de dépôts, dirigés par des responsables spéciaux, sous la coordination de la Salle Radio de Florence.

Une partie de cette organisation est constamment présente sur la route, toujours prête à intervenir selon les prévisions météorologiques et les données provenant de 10 centrales automatiques distribuées sur le parcours, qui donnent les températures de la chaussée, de l'air, en même temps que toutes les autres données physiques servant à prévoir la formation de verglas et les chutes de neige. Le reste de l'organisation accourt sur un appel en prévision de précipitations neigeuses.

Des dépôts de sel d'une bonne capacité se trouvent le long du parcours et contiennent deux types de fondant: le chlorure de sodium et le chlorure de calcium, utilisables dans trois états:

- chlorure de sodium simple (sel gemme de mine et non pas sel marin, choisi pour sa finesse et sa pureté, de sorte que l'on peut l'utiliser efficacement en très petites quantités) pour les températures atteignant 6-8 degrés au-dessous de zéro;
- chlorure de calcium en solution liquide, qui peut être aspergé et qui est l'arme la plus formidable pour abattre la neige;
- sel visqueux qui est une combinaison de chlorure de sodium et de saumure de chlorure de calcium, utilisé dans les chaussées drainantes et sur les ponts, car il reste en place et conserve son action déverglaçante jusqu'à 10.15 degrés au-dessous de zéro, pendant beaucoup plus longtemps que les deux autres produits.

Toutes les saleuses sont équipées pour utiliser les sels solides, normaux ou visqueux, tandis que des arroseuses ad hoc distribuent les sels liquides.

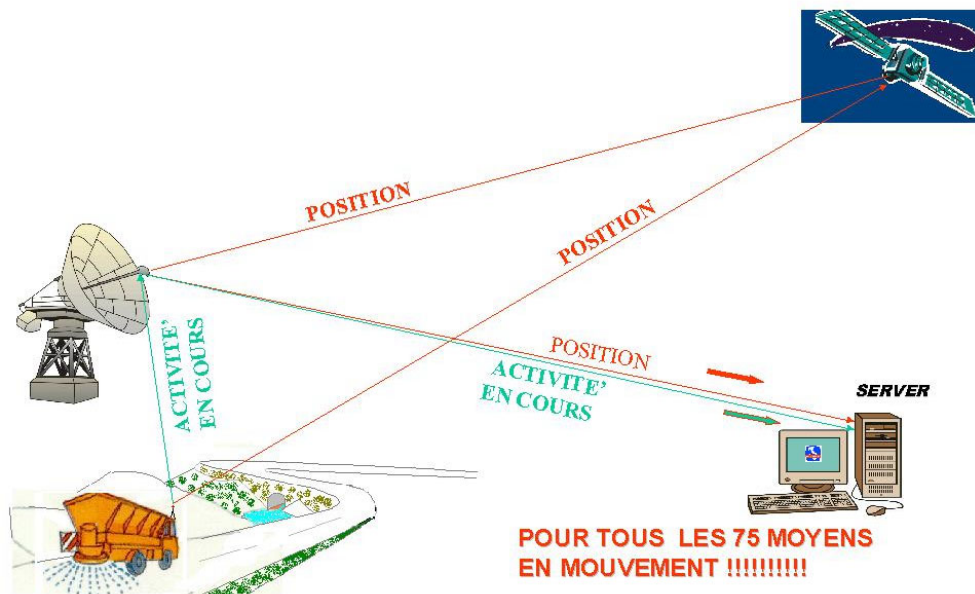
Telle est la situation traditionnelle; qu'y a-t-il de plus à partir de la saison 1999-2000?

Le principal problème du tronçon Bologne-Florence est la **rapidité** de l'intervention car, comme le trafic lourd compte pour plus de 50% du total, si la route se couvre de neige, il suffit d'un seul véhicule de marchandises qui dérape et se place en travers de la voie pour ralentir immédiatement tout le mouvement, y compris celui des véhicules chasse-neige:

Naturellement, la première opération rapide qui a prévenu la fixation de la neige doit être **suivie par un nombre non précisé d'autres opérations, jusqu'à ce que la chute de neige ne cesse**; entre autres, il faut affronter et résoudre tous les micro-problèmes qui peuvent se manifester et qui, autrement, s'intensifieraient jusqu'à créer les conditions d'un blocage.

Il est donc très important de connaître en temps réel **l'emplacement de tous les véhicules** et ce qu'ils font, **c'est-à-dire les actions de ceux qui sont en service**.

A partir du 1er novembre 1999¹, cela a été rendu possible par le nouveau système de contrôle centralisé (à différents niveaux de section et de tronçon) **de la position et du mode d'opérer de chaque machine en service**, appelé



S.I.S.M.A.: Système de repérage satellitaire des véhicules chasse-neige.

Les véhicules sont équipés de détecteur GPS Global Positioning System; ils sont donc en mesure de définir les coordonnées géographiques de leur position au moyen des satellites qui sont à ce moment-là à la portée de leurs capteurs; l'information est transmise au moyen d'un GSM, téléphone mobile non vocal, qui envoie chaque minute des trains de messages brefs codifiés SMS (Short Message Service) donnant la position du véhicule et une série d'informations sur ses conditions de fonctionnement déduites par des capteurs spéciaux montés à bord, différenciés selon le type d'engin (saleuse, arroseuse, lame chasse-neige²). Si le véhicule est dans un tunnel ou ne peut pas se relier à un

¹ Le système SISMA marche très bien et a été étendu pour autres 200 km du réseau "Autostrade"(autoroute à travers des Alpes Udine Tarvisio A23 et la partie de l'A1 dans la région Toscana). Pour la saison d'hiver 2001-2002 sera étendu aussi à la région des Appennins ligurien, au dessus de Genoa. Voir tableau final

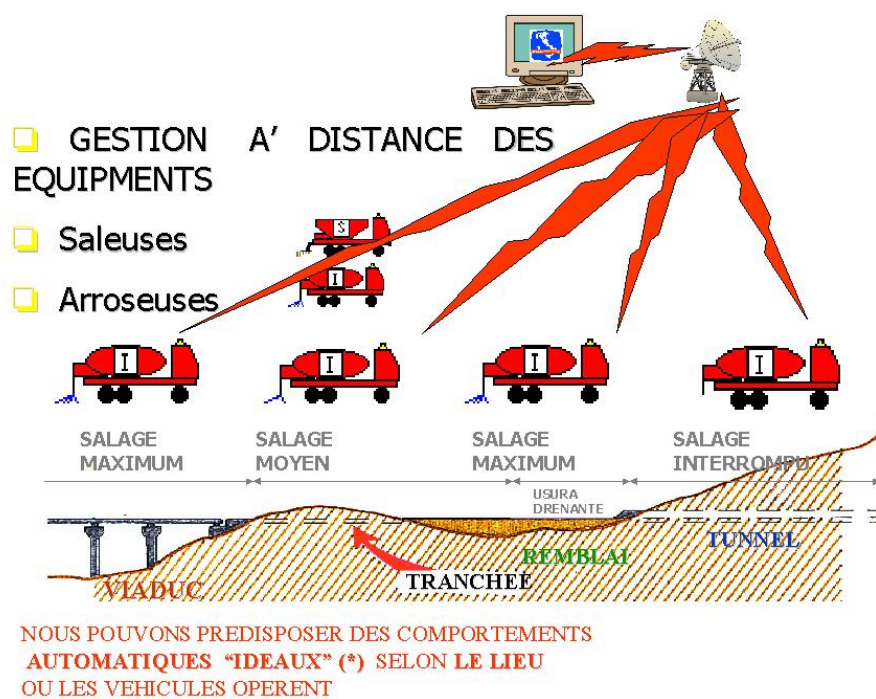
² D'autres véhicules dont il est utile de connaître la position, comme les camions-grue du secours routier, se sont reliés au système.

nombre suffisant de satellites, une mesure de l'espace parcouru au moyen de l'odomètre du véhicule permet de le repositionner quand même, et son processeur déchargera les messages non envoyés dès que possible.

L'ensemble des informations est géré par un logiciel **Routinform 99** établi par la société Giletta de Saluzzo(Italie).

Les principaux outputs du logiciel sont exposés dans la figure ci-dessous, qui décrit le système en question, sous forme d'images sur l'écran, telles qu'elles apparaissent au coordinateur de section, au coordinateur de tronçon et à quiconque est relié au réseau à fibres optiques de la Société Autostrade.

Le système peut également gérer les véhicules en termes de variations de fonctionnement liées au parcours sur lequel ils opèrent, spécialement pour le dosage des sels par rapport à la morphologie de la route; cela s'obtient par l'**auto-apprentissage du parcours**, à effectuer une fois pour toutes avant le



(*) Pour quelques saleuses et arroseuses

service hivernal proprement dit, de façon à distribuer les bonnes quantités sur les viaducs, les zones dans l'ombre à congélation plus rapide que les autres, les zones à chaussées de type drainant, et assimilées: dosage, type de sel (sec ou humidifié), seront répandus selon le programme établi³.

Ces variations sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le penserait; par exemple, sur une section du tronçon Bologne-Florence on en a compté 90 sur environ 18 km, et un entretien manuel serait certainement impossible, même sans conditions d'urgence.

Le **dosage automatique** est donc particulièrement utile en cas d'urgence et dans des conditions normales pour prévenir la formation de verglas en utilisant une quantité minimum de sels fondants, au bénéfice de l'environnement et de la durée des approvisionnements des dépôts, quand les conditions hivernales se prolongent (il suffit de quelques grammes par mètre carré au bon endroit et au bon moment).

³ Naturellement, cela est possible si la saleuse a des commandes prédisposées pour les variations de dosage mémorisées; sinon il est seulement possible de savoir "ce que fait" l'équipement de façon plus simple: si elle répand ou non, si la lame travaille ou non, etc.).

Le coordinateur des opérations peut ainsi se rendre compte à chaque instant de la position et de l'activité de tous les véhicules mis en oeuvre, et peut les commander un par un par radio.

Le système **mémore naturellement tous les temps d'intervention et toutes les opérations effectuées**, avec les conditions climatiques correspondantes relevées par les capteurs de bord (en général au moment température de la surface de la chaussée) ce qui assure la haute validité de la gestion pour les vérifications d'efficacité, les informations à la presse, la **comptabilité** et éventuellement les contentieux.

Un développement futur du système est celui des **relevés de l'état effectif de la route** (que l'on peut lui aussi gérer au moyen d'engins circulants équipés de GPS/GSM), et des capteurs additionnels nécessaires pour la température de la chaussée et pour d'autres paramètres liés aux prévisions météo, comme la température et l'humidité relative de l'air; en pratique, on pourra avoir, continuellement mise à jour lors du passage du dernier véhicule équipé d'instruments, **la carte de l'état de la chaussée** et de son environnement, pour augmenter la précision dans les décisions d'intervention et aussi pour la communiquer aux clients de l'autoroute (Autostrade-Infomobility).

La phase suivante sera l'insertion sur Internet d'un entretien avec les automobilistes en transit équipé d'un téléphone habilité, auxquels seront fournis des renseignements en temps réel sur l'état des chaussées: température, ou mieux possibilité de verglas, salage, efficacité, etc.

Le système ne fournira donc pas seulement des informations pour la gestion, mais aussi des données aux usagers, en temps réel, sur leur parcours du moment ou sur tous les autres du réseau qui les intéressent.

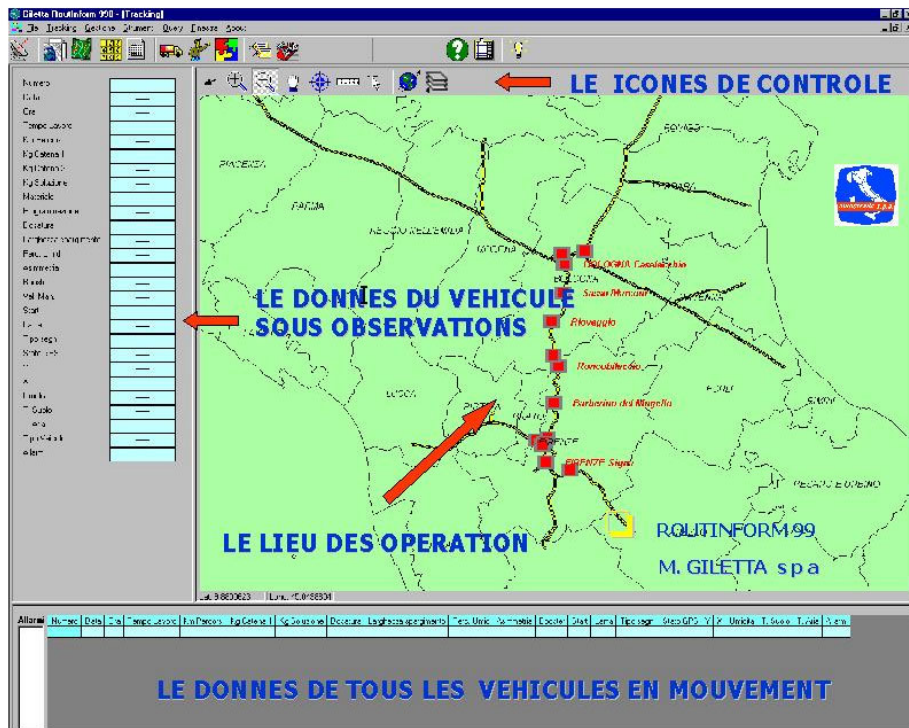
Sans entrer dans le détail du fonctionnement, la place ne le permettant pas, nous nous devons de rappeler que:

- le système **ne nécessite pas de gestions complexes de recalcul de position** qui accroissent les coûts de GSM sans améliorer les résultats; la précision de quelques dizaines de mètres est plus que suffisante (et l'usage l'a démontré) pour les fonctions requises;
- les informations, plus ou moins complètes selon le type de véhicule disponible, **suffisent dans tous les cas pour savoir non seulement où est le véhicule, mais aussi ce qu'il fait et, dans certains cas, de quels approvisionnements il a besoin;**
- **toutes les données sont disponibles immédiatement** et sont mémorisées dans le détail pour la gestion de contrôles et de contentieux,
- le système est **susceptible d'adaptations futures selon les expériences d'usage ou les demandes particulières** sur des sites différents; il peut être enrichi pour des usages de prévision de l'état de la route, avant, pendant et après les chutes de neige, si l'on équipe les véhicules d'autres capteurs ad hoc;
- **le fonctionnement** des systèmes de base (GPS et GSM) **a été vérifié** sur l'Apennin du tronçon Bologne-Florence, **jusqu'à environ 75 véhicules** et l'on peut employer d'autres moyens de transmission, comme la radio, pour lesquels le système est prédisposé.

Le système est étroitement rattaché à la gestion de saieuses, arroseuses et lames (dans le cas où ils aient les dispositifs de régulation du type électronique avec microprocesseur dédié; en effet, un savoir-faire très important est, outre celui qui gère et informe sur les mouvements, celui du logiciel des machines, qui commande les actions des équipements (comment répandre le sel, en quelle quantité et quel type de sel et dans quel type de lieu); il est donc nécessaire de relier les systèmes de détection et de transmission des données aux systèmes de commande de ces véhicules; les autres informations, par contre, sont liées à des états plus simples OUI/NON d'autres parties ou d'autres véhicules (par exemple: lame abaissée ou lame relevée; mouvement ou arrêt; niveau du carburant disponible; niveau du sel disponible, etc.).

Etant donné que, normalement, **le parc de véhicules chasse-neige est composé de nombreux types d'équipements**, le système comporte en tout cas la possibilité de les équiper tous d'un minimum de capteurs pour permettre une gestion consciente et harmonieuse d'un tronçon d'autoroute.

On peut donc équiper par “îles” des tronçons critiques du réseau en transformant les capteurs, les organes de détection, ainsi que le logiciel de gestion, selon l’ensemble des équipements déjà disponibles sur ces tronçons, dont l’uniformisation serait sinon extrêmement anti-économique.



La maison Giletta de Saluzzo qui a établi sur prescriptions d’Autostrade SRC/AMZ et sur cartographie numérique préexistante⁴ le logiciel de gestion su SISMA, ainsi que l’équipement des véhicules qu’elle produit, a assuré aussi celui des véhicules des autres fabricants (Epoke, danois; Weisser, allemand, etc.), de façon que tous soient gérés de la façon la plus homogène possible.



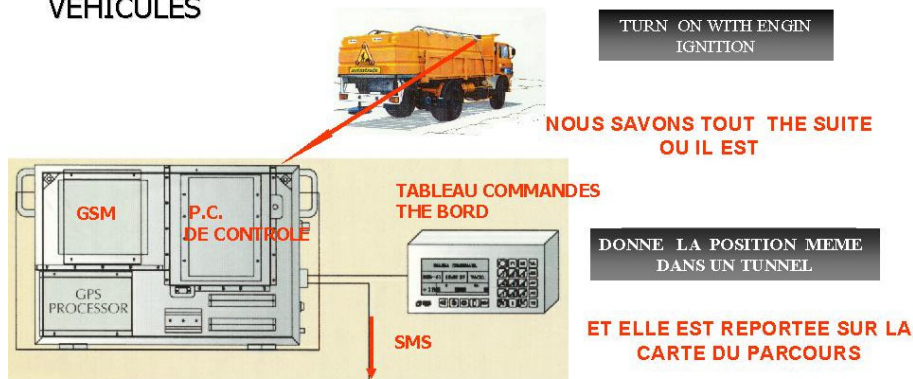
Le plan à appliquer pour adapter la gestion de tronçons critiques consiste à **équiper avant la saison hivernale** tous les véhicules intéressés, en effectuant en même temps une révision critique des critères de gestion des opérations (dont certains peuvent être obsolètes, ou non appropriés aux conditions du trafic).

Il faut procéder à ces transformations sans blesser la susceptibilité des préposés, en les motivant (ce qui est d’ailleurs vrai) par l’application du nouveau système SISMA.

⁴ En l’absence de cartographie numérique il est possible, dans tous les cas, de relever le parcours “une fois pour toutes” au préalable, en obtenant un tracé simplifié, mais utilisable aux fins de la gestion des opérations en cas de neige.

Dans ce but, lors de la formation à l'usage du système, il faut introduire les actions correctives des comportements considérés comme non appropriés pour obtenir les résultats voulus, **en échangeant des opinions avec les responsables des tronçons et/ou de tout le parcours** pour se mettre d'accord sur une procédure opérationnelle qui servira à se former pendant la saison d'application expérimentale.

☐ GPS POSITION DES VEHICULES



LA POSITION EST RELEVÉE PAR AU MOINS DEUX SATELLITES ET LA CORRECTION DE POSITION EST FAITE AVEC UNE PRÉCISION DE QUELQUES MÈTRES, SUFFISANTE POUR LES BUTS DU SYSTÈME

Il doit être clair que la méthodologie SISMA, à elle seule, ne peut suffire pour résoudre tous les problèmes, surtout sur les tronçons très encombrés par le trafic lourd, mais elle dérive de l'interaction entre la meilleure connaissance possible des actions en cours et le travail de personnel qui emploie les véhicules contrôlés.

Actualment, mars, 2001 on utilise le SISMA sur le suivant matériels

| Materiels | A-1 Nord | A-1 Sud | A-23 | TOTAL |
|---------------|----------|---------|-------|--------------|
| Saleuses | n.28 | n.19 | n.13 | n. 60 |
| Chasse neige | n.26 | n.17 | n. 21 | n. 64 |
| Arroseuses | n. 7 | n. 4 | n. 6 | n. 17 |
| Unimog | n.5 | n. 2 | -- | n. 7 |
| Secours ACI | n. 5 | n. 2 | -- | n. 7 |
| Van Viabilité | n. 2 | -- | -- | n. 2 |
| TOTAL | | | | |

Rome 11/7/2001