

L'AMÉLIORATION DES AIDES AUX DÉCISIONS

LES TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET LEUR CONTRIBUTION RESPECTIVE.

Jean LIVET
CETE de l'EST

L'AMELIORATION DES AIDES AUX DECISIONS LES TECHNOLOGIES DISPONIBLES ET LEUR CONTRIBUTION RESPECTIVE

SOMMAIRE

A. LISTE DES MOYENS / OUTILS / SYSTÈMES D'AIDE A LA DECISION

1. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder et de qualifier l'état de l'atmosphère à un instant donné
2. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder et de qualifier l'état de la chaussée à un instant donné
3. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder à une description prévisionnelle de l'état de l'atmosphère
4. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder à une description prévisionnelle de l'état de la chaussée

B. PRESENTATION DETAILLEE DES MOYENS D'ACCES AUX INFORMATIONS UTILES A L'ANALYSE DU RISQUE ROUTIER

1. L'observateur routier
2. Les divers instruments de mesures fixes, portables ou embarqués
3. Les stations de recueil automatique des données météorologiques
4. Les SAD-SH et la prévision de l'état de la route
5. Les coûts des différents outils

C. CHOISIR, QUELLE STRATEGIE ?

1. Une réflexion stratégique préalable
2. Conduire de façon cohérente l'introduction de la technologie dans le SH
3. Assurer l'appropriation des moyens de suivi du SH
4. Si l'on a décidé de s'équiper d'un SAD-SH, comment effectuer son choix ?
5. Informer l'utilisateur à l'aide des SAD-SH ?
6. Hiérarchiser les investissements
7. Optimiser les investissements
8. Tableau comparatif entre diverses solutions techniques d'équipement en outils d'aide aux décisions

A. LISTE DES MOYENS / OUTILS / SYSTÈMES D'AIDE A LA DECISION

1. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder et de qualifier l'état de l'atmosphère à un instant donné

- les stations automatiques de Météo France (accès contrôlé, à distance, par un poste spécialisé, accès aux mesures antérieures)
- les stations automatiques météorologiques de l'Equipement (accès libre à distance par Minitel ou un poste spécialisé, accès aux mesures antérieures)
- les stations fixes en subdivision ou sur le réseau (accès libre, déplacement et intervention d'un opérateur, accès aux mesures antérieures dans le cas d'enregistreurs)
- les observations ponctuelles faites par les patrouilleurs (accès libre, déplacement et intervention d'un opérateur)
- les mesures ponctuelles faites par les patrouilleurs sur le réseau à l'aide de dispositifs portables (accès, déplacement et intervention d'un opérateur)
- le bulletin Atmoroute à t_0 (accès contrôlé, à distance, par Minitel ou un poste spécialisé)
- l'image radar précipitations (accès contrôlé, en service sur un poste spécialisé, accès aux images antérieures si mémorisées)
- l'image satellitaire (visible ou IR) (accès contrôlé, en service sur un poste spécialisé, accès aux images si mémorisées)

2. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder et de qualifier l'état de la chaussée à un instant donné

- les stations automatiques météorologiques de l'Equipement (accès libre à distance par Minitel ou un poste spécialisé, accès aux mesures antérieures)
- les stations fixes en subdivision ou sur le réseau (accès libre, déplacement et intervention d'un opérateur, accès aux mesures antérieures dans le cas d'enregistreurs)
- les observations ponctuelles faites par les patrouilleurs à l'aide de dispositifs portables - Ts, salinité, etc. - (accès libre, déplacement et intervention d'un opérateur)
- les mesures ponctuelles faites par les patrouilleurs sur le réseau (accès, déplacement et intervention d'un opérateur)
- les usagers du réseau (accès aux péages, aires de service, etc., nécessite une structure de recueil adaptée)

3. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder à une description prévisionnelle de l'état de l'atmosphère

- les prévisions météorologiques Atmoroute, au pas de 3 h glissant, à échéance de 36h (accès contrôlé, à distance, par Minitel, télécopie ou micro-ordinateur)
- l'image radar précipitations (accès contrôlé, en service sur un poste spécialisé, anticipation à très courte échéance par extrapolation des déplacements à partir des images mémorisées)
- l'image satellitaire (visible ou IR) (accès contrôlé, en service sur un poste spécialisé, anticipation à très courte échéance par extrapolation des déplacements à partir des images mémorisées)

- les renseignements des services situés géographiquement en amont de la zone concernée (accès libre, par extrapolation du phénomène en cours en amont)

4. Les moyens/outils/systèmes permettant d'accéder à une description prévisionnelle de l'état de la chaussée

- les stations automatiques météoroutières de l'Equipement (accès libre à distance par Minitel ou un poste spécialisé, accès aux mesures prévisionnelles à 2 h ou à des alarmes anticipatrices et télétransmises d'un risque)
- les modèles de prévision de la température de surface et éventuellement de l'état de surface de la chaussée - Ice Cast, Scan Cast, Préviroute, COGEL, GELCRO, etc. (logiciels couplés à des stations automatiques météoroutières et à des bases de données prévisionnelles météorologiques, accès contrôlé pour certaines parties du dispositif)
- les modèles d'agrégation et de traitement manuel, graphique et cognitif mis en œuvre par les responsables d'intervention expérimentés (accès à l'expertise par la formation, pertinence du résultat dépendant: de l'organisation de la circulation et de la qualité des informations collectées)

B. PRESENTATION DETAILLEE DES MOYENS D'ACCES AUX INFORMATIONS UTILES A L'ANALYSE DU RISQUE ROUTIER

1. L'observateur routier

L'homme reste la meilleure machine d'observation et d'intégration de son environnement. Les services d'exploitation ont en permanence sur le réseau routier de nombreux agents qui effectuent diverses tâches. Certaines observations sont collectées spécifiquement dans le cadre des patrouilles de sécurité ou de viabilité hivernale. La valorisation de leurs observations et de leur analyse repose uniquement sur la capacité de l'organisation à :

- structurer l'information,
- concentrer ces informations et analyses,
- agglomérer ces informations.

1.1 – La nature des informations relevées

Sans équipement, elles sont essentiellement visuelles (état de surface de la route, conditions de circulation, conditions atmosphériques, etc.).

Avec équipements fixes :

- température de l'air ou de chaussée, humidité, etc., en des points représentatifs du réseau,
- température de l'air sur véhicule,
- etc.

Avec équipements mobiles :

- tous paramètres, y compris salinité de la surface routière.

1.2 – Les limites des informations relevées

Les informations relevées durant la patrouille

Trois difficultés principales :

- *Le suivi dans le temps*
Le rafraîchissement des données dépend de la fréquence de l'observation ou de la mesure. Ce point peut être résolu par une organisation judicieuse.
- *La définition spatiale*
Elle dépend du nombre d'observations et de l'analyse préalable en terme de représentativité.
- *Les moyens de concentration*
Les transmissions hertziennes (radio, téléphone, etc.) permettent une concentration rapide en temps quasi réel, la difficulté peut être celle du concentrateur humain " veilleur " (24 h sur 24).

2. Les divers instruments de mesure, portables, embarqués ou à postes fixes

L'homme n'est pas le meilleur instrument de mesure, les sensations de chaud ou de froid, d'humidité ou de sécheresse, de variation dans l'espace ou le temps, sont appréciées diversement par les individus. Ces sensations dépendent beaucoup des conditions d'environnement (chaud, froid, vent, rayonnement, etc.).

La sensation de chaud ou de froid d'une surface, obtenue par toucher, manque de fidélité.

Seul un appareil de mesure permet donc d'acquérir une connaissance précise de la température, de l'humidité, etc., du milieu.

2.1. Les appareils portables pour la détermination de la température et l'hygrométrie de l'air, la température de surface routière et sa salinité résiduelle

2.1.1. Les indicateurs numériques.

Les précautions d'emploi sont les suivantes :

- Certains boîtiers sont sensibles à la température ambiante : suivant le lieu où ils ont séjourné avant la mesure (véhicule, bureau...), ils peuvent donner des mesures erronées
- Les capteurs présentent des temps de réponse (temps mis pour se stabiliser) variables de 30 secondes à plusieurs minutes, cela peut constituer un handicap pour la sécurité des agents
- La solidité des composants (boîtiers, capteurs, etc.) peut laisser à désirer pour les conditions d'utilisation faites par les services.

Ces indicateurs constituent l'outil indispensable de l'observateur et du patrouilleur routier.

2.2.2. Les pyromètres optiques infrarouges

Ce matériel permet de déterminer la température de surface de la chaussée sans contact par simple visée. Sa classe de précision dépend des conditions d'utilisation. (facteur d'émissivité de la surface et présence d'humidité)

Les précautions d'emploi sont les suivantes :

- Certains boîtiers sont sensibles à la température ambiante
- Respecter un angle de visée aussi près que possible de la normale
- La présence d'une importante humidité sur le revêtement introduit un biais dans la mesure.

2.2.3. La mesure de la salinité résiduelle

2.2.3.1. Le SOBO 20

Il s'agit du seul appareil sur le marché permettant une mesure de la salinité résiduelle exprimée en g/m². Ne connaissant pas l'épaisseur d'eau résiduelle sur le revêtement, il n'est pas possible d'en déduire le niveau de protection en °C. Des précautions doivent être prises pour assurer la sécurité des agents durant la mesure sur chaussée.

2.2.3.2. Les réactifs des fournisseurs de fondants routiers

Ces réactifs permettent de déterminer la concentration en sel de la pellicule de saumure présente sur le revêtement en provoquant l'apparition d'un précipité coloré. Cette technique "chimique" est délicate de mise en œuvre, quasi inapplicable dans des conditions d'éclairement réduit. Elle peut conduire à des erreurs d'interprétation sur certains revêtements ouverts et drainants. Nécessite une grande expérience et un respect rigoureux du protocole d'essai.

Des précautions doivent être prises pour assurer la sécurité des agents durant la mesure sur chaussée.

2.2. Les appareils de mesure embarqués sur les véhicules pour déterminer la température et l'hygrométrie de l'air, et de la surface routière

La mesure de la température de l'air, à bord des véhicules, est aujourd'hui un équipement qui se généralise. Les mesures de l'humidité relative de l'air et de la température de surface de la chaussée (sans contact) restent délicates à

réaliser. Quelques rares dispositifs "expérimentaux" commencent à être proposés sur le marché. Ces dispositifs, qui peuvent être très utiles au patrouilleur pour rapprocher la climatologie routière de ses circuits d'interventions et l'aider à évaluer le risque routier au moment d'une décision, restent à évaluer.

2.3. Les diverses mesures à poste fixe

2.3.1. Le thermographe ou le thermohygrographe

Ces appareils sont fixes. Ils enregistrent sur graphique l'évolution dans le temps du ou des paramètres.

Ces appareils sont généralement disposés sous abris météorologiques.

2.3.2. Les abris météorologiques

L'abri météorologique est destiné à protéger les instruments qui y sont disposés, des rayonnements solaires directs, précipitations, vents, etc. Il rend les mesures comparables d'un lieu à un autre et permet ainsi de se raccorder aux données observées ou fournies par le réseau de Météo France.

L'implantation d'un abri météorologique doit respecter certaines règles (orientation, zone dégagée...).

Disposé au bord de la route, dans une zone sensible sur le plan de la VH, les paramètres suivis constituent un indicateur de risque. En subdivision, cela permet un suivi plus régulier des phénomènes et une analyse des tendances.

2.4. La qualité de la mesure, l'étalonnage et la maintenance

Tout instrument de mesure doit être contrôlé périodiquement et étalonné, la précision et la crédibilité de l'information en dépendent.

3. Les stations de recueil automatique des données météorologiques

3.1. La typologie et les spécifications des stations météorologiques

Dans le cadre des travaux d'homologation, quatre types de matériels, notés de A à D, ont été définis en fonction des paramètres saisis. La station météorologique de base doit pouvoir effectuer au minimum les relevés de la température et de l'humidité (humidité relative ou point de rosée) de l'air et la température de surface du revêtement.

Type de SAD-SH	A	B	C	D
Groupes de capteurs				
Température de l'air sous abri	Ta	Ta	Ta	Ta
Humidité relative ou température du point de rosée sous abri	U et/ou Td	U et/ou Td	U et/ou Td	U et/ou Td
Température de surface de la chaussée	Ts	Ts	Ts	Ts
Surface chaussée sec / non sec	-	sec / non sec	sec / non sec	
Surface chaussée : verglacée et givrée	verglacée et givrée	verglacée et givrée	verglacée et givrée	
Température de congélation de la solution aqueuse sur le revêtement	Tc	Tc		
Précipitation : présence / absence	P	P		
Surface chaussée : humide	humide			
Surface chaussée : mouillée	mouillée			
Surface chaussée : humide et salée	humide et salée			

D'autres capteurs peuvent équiper éventuellement certaines stations météorologiques. Ceux-ci n'ont pas été retenus dans cette typologie, car considérés comme moins pertinents à l'époque, pour l'exploitation hivernale.

3.2. Les spécifications des capteurs

La qualité des résultats des mesures ou informations délivrées par les capteurs est définie par trois sous classes d'exactitude

PARAMÈTRES	Sous classe i d'exactitude			domaine de contrôle
	i = 1	i = 2	i = 3	
Température de l'air sous abri	±0,2°C	±0,5°C	±1,0°C	+ 5 à -15°C
Humidité relative ou température de rosée sous abri	±5% ± 0,5°C	±10% ± 1,0°C	±20% ± 1,5°C	60 à 95% + 5°C
Température de surface de la chaussée	±0,2°C	±0,5°C	±1,0°C	+5 à -15°C
Surface chaussée : sec/non sec		A = 2	A = 3	+5 à -15°C
Surface chaussée : verglacée/givrée	n = 1	A = 2	A = 3	-5°C
Température de congélation de la solution aqueuse sur le revêtement	±0,5°C	±1,0°C	±1,5°C	+2 à -10°C
Précipitation : présence/absence	A = 4	A = 11	A = 15	+ 10°C
Surface chaussée : humide	A = 1	A = 2	A = 3	+5 à -5°C
Surface chaussée : mouillée	A = 1	A = 2	A = 3	+5 à -5°C
Surface chaussée : humide et salée	A = 1	A = 2	A = 3	+2 à -20°C

A = critère de réception (test statistique)

3.3. L'interface homme – machine

Les données recueillies et analysées sont présentées à l'écran du micro-ordinateur sous différentes formes, plus ou moins conviviales.

Les présentations communes à tous les matériels sont les suivantes :

- des tableaux synoptiques présentant les données numériques brutes ou analysées de la situation présente sur les différentes stations de mesures
- l'évolution des paramètres principaux sur 2 ou 24 heures, pour chaque station connectée pour une période quelconque de l'hiver.

D'autres présentations des données sont proposées :

- données numériques des différentes stations dans un ensemble de fenêtres sur fond de carte routière scannérisée
- interpolation d'un ou plusieurs paramètres en fonction du temps
- etc.

Certaines prestations supplémentaires complètent le dispositif, telles que :

- le renvoi par téléphone des alarmes aux personnels d'astreinte
- la possibilité de consulter à distance les données acquises par le système à l'aide d'une console portable
- la possibilité d'interroger par téléphone la station pour obtenir par synthèse vocale les données du moment,
- la possibilité de gérer, à l'aide d'un programme spécifique, la totalité de l'activité viabilité hivernale (gestion des mouvements de véhicules, type d'intervention, localisation, type de fondants, quantité, statistiques hivernales, etc.)

Les SAD-SH apportent actuellement :

- une **connaissance précise des paramètres d'état** de l'atmosphère et de la route en des lieux donnés, à distance et en temps réel,
- une **analyse temporelle des divers paramètres** permettant d'en déduire des scénarios probables,
- une **vision globale de la situation météo** routière d'une région, dès lors que celle-ci est couverte par plusieurs stations de mesures,
- un ensemble d'**alarmes** ou seuils d'alertes obtenus par le biais de diverses méthodes d'analyses automatiques qui, néanmoins, restent très sommaires.

3.4. La fiabilité des SAD-SH

Il n'existe pas, actuellement, d'étude de fiabilité au sens métrologique, analyse VH et fonctionnement des SAD-VH.

Tous les matériels actuellement en exploitation ont présenté des anomalies " plus ou moins graves " de fonctionnement : de l'absence complète d'informations à la fourniture de données erronées.

3.5. L'homologation des stations météoroutières

L'arrêté du 29 juin 1995 relatif à l'homologation des stations météoroutières d'aide à la décision pour le service hivernal définit les procédures d'essai et critères de classement pour chaque nature d'information évaluée. A ce jour aucune homologation n'a été délivrée.

4. Les SAD-SH et la prévision de l'état de la route

4.1. Le concept des systèmes intégrés

Les travaux menés dans le cadre du SEMER (Schéma d'Ensemble pour une Météorologie Routière) ont conduit à des recherches pour une plus grande intégration des données issues :

- des SAD-SH,
- des modèles de prévisions météorologiques,
- des modèles de prévisions routières,
- des systèmes à base de connaissances intégrant l'expertise des gestionnaires.

Les recherches en cours ont pour objet d'aboutir, à moyen terme, à une aide à la décision plus globale.

4.2. Les systèmes intégrés de prévision de l'état des routes associant modèle et/ou prévisions météorologiques

Des systèmes plus ou moins élaborés voient le jour actuellement. Ils font largement appel aux moyens informatiques... On peut citer les systèmes suivants :

- ICE-CAST : système développé par TMI-VAISALA. Le modèle utilise les données des SAD-SH, la signature thermique de la chaussée, les prévisions des modèles météo
- PRÉVIROUTE : système développé par le réseau technique des Ponts et Chaussées. Le modèle est semblable au précédent en apportant quelques variantes. Ce système a pour objectif d'être exportable sur tous les SAD-SH
- SCAN-CAST : système développé aux Etats-Unis par SCAN. Le modèle n'utilise pas actuellement la signature thermique de la chaussée.
- LUFFT : système développé en Allemagne par Lufft. Le modèle de prévision de type logique flou et réseaux neuronaux (autoapprenant) fonctionne sans prévisions météo.

Ces systèmes permettent d'établir une prévision de la température de surface (éventuellement la température de l'air, de rosée), à 12 ou 24 h, associée pour certains à un état de surface. Pour ceux utilisant la signature thermique, cette prévision est étendue à tout le réseau.

Des modèles plus globaux avec des orientations diverses : usagers, gestionnaires, information, se développent actuellement dans le cadre de DRIVE (CROW), MELISSA, etc.

L'objectif est de viser une plus grande intégration de paramètres (visibilité, revêtement, travaux, accidents...).

C. CHOISIR, QUELLE STRATEGIE ?

1. Une réflexion stratégique préalable

La réflexion stratégique a pour objectif de définir clairement le projet du service, à court, moyen et long terme. Cette réflexion est indispensable pour obtenir l'adhésion du plus grand nombre d'acteurs internes et externes au service (DOVH, niveaux de service, objectifs de qualité, zéro défaut, démarche ISO 9000, etc.).

Le cadre technique permet ensuite de définir les moyens à mettre en œuvre. Il s'agit toujours d'un cadre évolutif qui part de l'existant et tend progressivement vers la solution qui répond aux nouveaux objectifs.

Cette réflexion doit être conduite dans le cadre des travaux de mise à jour permanente du DOVH.

2. Conduire de façon cohérente et progressive l'introduction de la technologie dans le SH

L'évolution des techniques du SH repose essentiellement sur les hommes en place. Il est vital de conduire cette amélioration technique en s'appuyant sur eux.

La formation est et reste le premier investissement à réaliser qui permettra l'amélioration de la technique et l'appropriation des méthodes, des outils et des technologies nouvelles.

Le SH met en œuvre différents moyens qui doivent présenter entre eux une certaine cohérence technique.

Exemple. : exiger un salage à 5 g/m² avec une saleuse qui ne peut en épandre que 20.

Ces moyens s'inscrivent dans une chaîne :

- *qualité du sel routier,*
- *matériel d'épandage,*
- *matériel de raclage / déneigement,*
- *organisation,*
- *matériel de suivi,*
- *matériel de transmission.*

3. Assurer l'appropriation des moyens de suivi du SH

L'insertion d'un SAD-SH dans un service n'est pas sans poser de problèmes !!!

Il vient bousculer l'organisation en place.

Selon l'approche du problème, on peut aboutir, dans certains cas, à un échec lorsque le SAD-SH est imposé (par un groupe réduit d'experts), à une organisation qui n'en ressent pas le besoin ou ne s'est pas structurée pour le recevoir. Dans d'autres cas, la réussite est acquise parce que la mise en œuvre du SAD-SH est le résultat d'une réflexion générale de l'ensemble du personnel qui voit, dans sa mise en place, une réponse positive à ses problèmes.

Il convient donc d'éviter de s'équiper de SAD-SH si le service ne s'est pas approprié antérieurement la connaissance des paramètres de base et leur utilisation (température, humidité, température de rosée ou de surface).

Cette appropriation est faite à l'aide d'outils simples. Cette démarche progressive et pédagogique est nécessaire pour la maturation des évolutions.

4. Si l'on a décidé de s'équiper d'un SAD-SH, comment effectuer son choix ?

Le choix du matériel repose sur une évaluation d'ensemble du projet et qui couvre les domaines suivants :

- la capacité à répondre à la demande (délais, précision dans les réponses à caractère technique et commercial, etc.),
- la capacité à s'adapter à l'organisation (modalité de fonctionnement, réseau de transmission, structure, etc.),
- la volonté de démontrer que le produit fourni répond à la demande (prêt gracieux de matériel, mise au point dans les délais fixés),
- la compétitivité du produit,
- la fiabilité du matériel en démonstration,
- la qualité et la précision des informations transmises,
- la qualité du matériel,
- la contractualisation du service après-vente (réglage, formation, délais d'intervention, sérieux, etc.),
- l'accompagnement du produit ; en particulier la volonté de répondre aux attentes spécifiques du gestionnaire (adaptation des logiciels aux besoins nouveaux, à l'organisation en place, etc.).

C'est l'ensemble de ces appréciations, dont un grand nombre est subjectif, qui constitue l'évaluation globale du produit SAD et des prestations nécessaires à son fonctionnement.

5. Informer l'utilisateur à l'aide des SAD-SH

Ces systèmes permettent de recueillir de nombreuses informations, qui peuvent être utiles pour l'utilisateur, sur l'état du réseau en période hivernale.

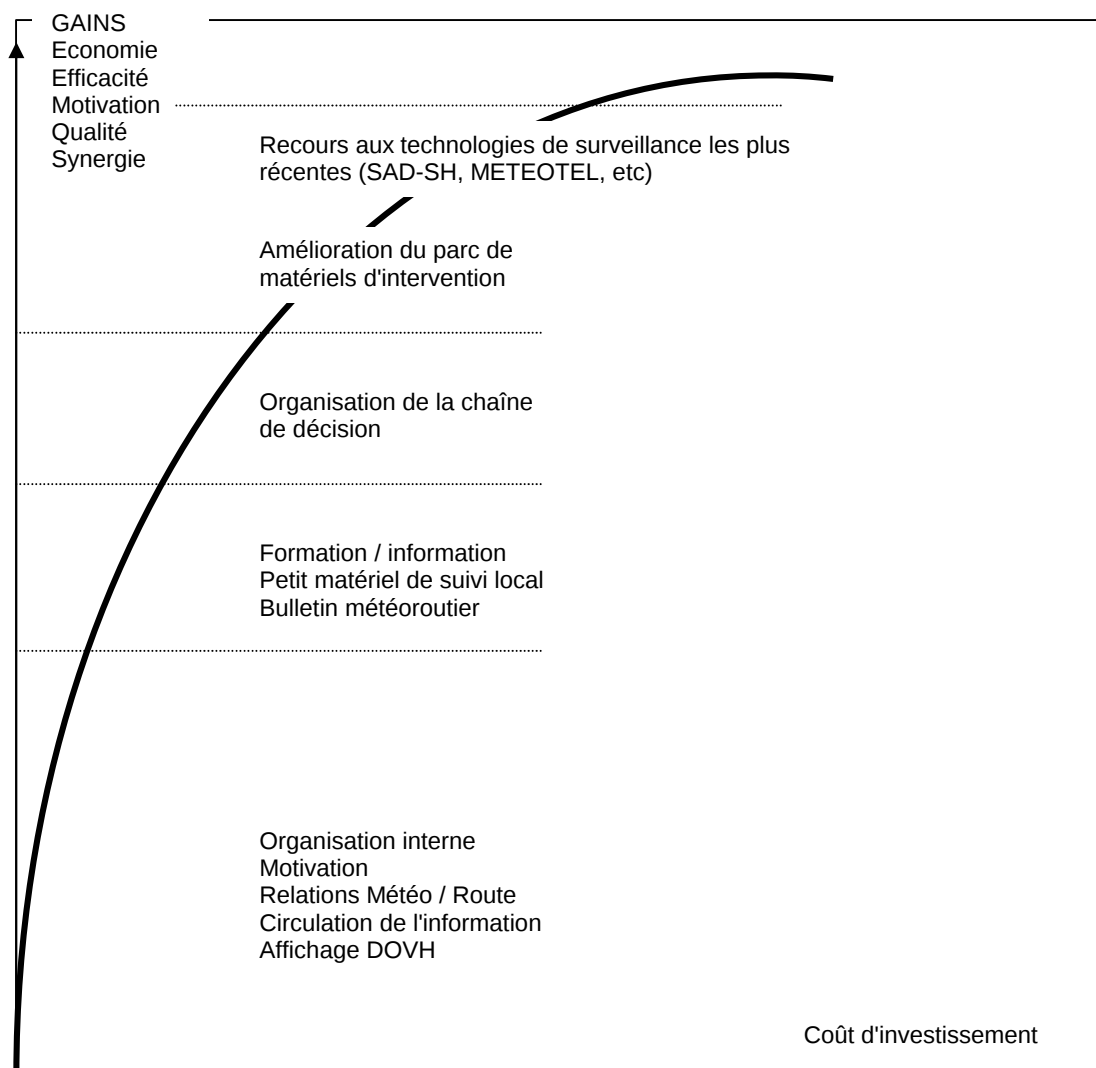
La nature des informations qui seront transmises à l'utilisateur sera étudiée de très près de façon à garder toute crédibilité au service.

En aucun cas le système ne servira à l'animation automatique de panneaux "verglas", panneaux à messages variables ou autres dispositifs (note n° 1500 REG 1/10 du 2 décembre 1974 – Direction des Routes et de la Circulation Routière du Directeur des Routes).

6. Hiérarchiser les investissements

Toujours commencer par les investissements à plus fort rendement pour l'organisation.

Ce ne sont pas toujours les investissements les plus importants qui offrent le meilleur rendement pour l'organisation.



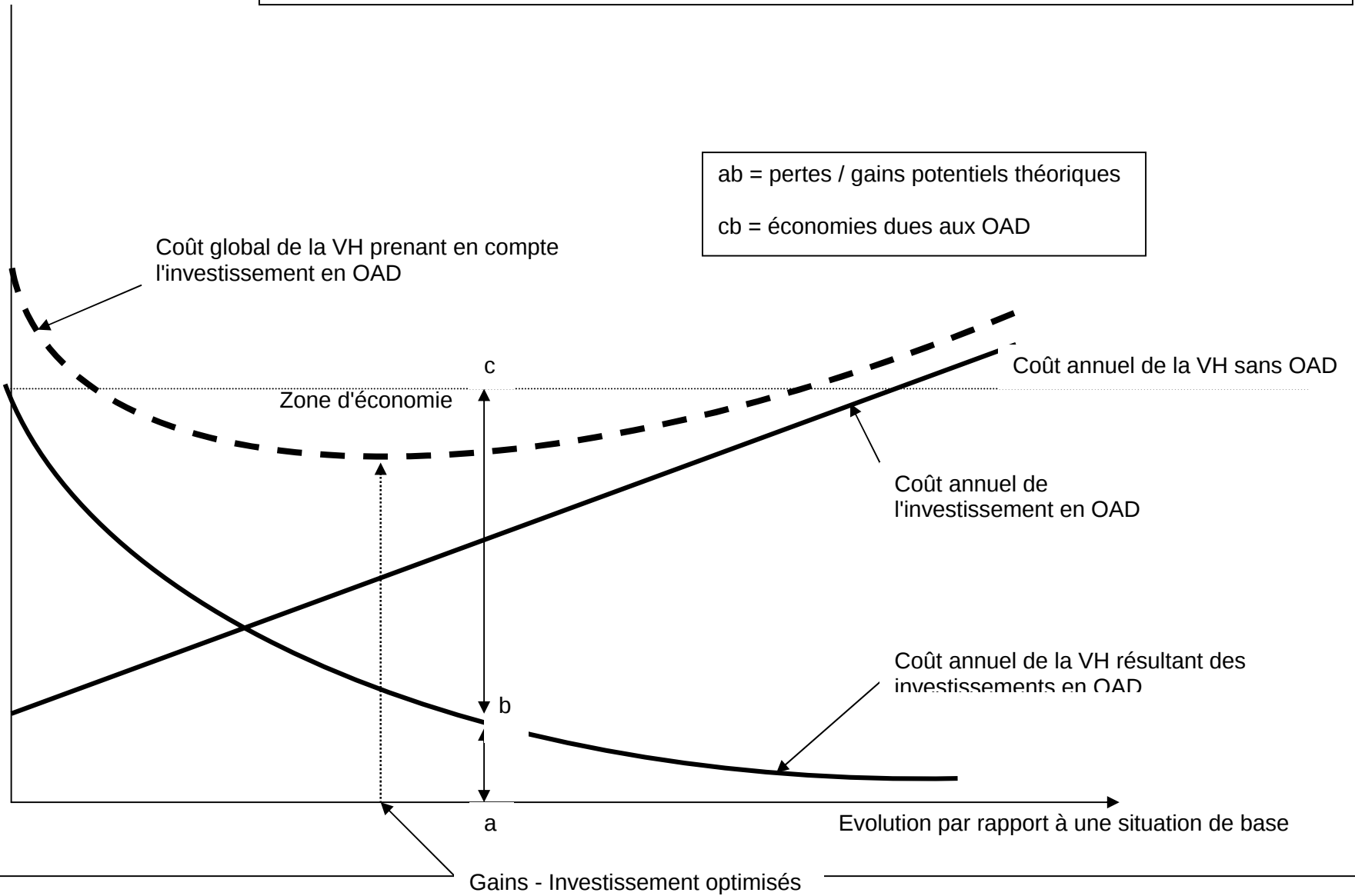
7. Optimiser les investissements

La question posée est de savoir aujourd'hui s'il existe un optimum d'investissement en "outils d'aide à la décision" qui dépende d'un certain nombre de facteurs (exposition aux risques météoroutiers locaux, organisation, etc.)

1. Le tableau comparatif entre les diverses solutions techniques d'équipement en outils d'aide à la décision montre que celles-ci conduisent très rapidement à des investissements très lourds, qui intuitivement, ne sont justifiables que dans des conditions particulières. Les coûts de fonctionnement (bien souvent oubliés par les services) croissent en conséquence. Ce tableau place le logiciel Préviroute comme le dernier outil actuellement disponible, nécessitant d'avoir effectué les investissements précédents.
2. Le tableau " Comparaison entre les diverses solutions techniques d'équipement en OAD pose le problème du " rendement de l'investissement ". La montée en puissance actuelle justifie-t-elle toujours les gains attendus et obtenus ? N'est-on pas en train de chercher une précision illusoire (que je qualifierais de troisième ordre) dans la décision (où, quand, comment) ?
3. Le graphe " Optimisation des investissements en matière d'outils d'aide à la décision " propose une démarche graphique, classiquement utilisée dans d'autres domaines d'application, pour rechercher le montant minimum d'un investissement en assurant un gain maximum sur le produit ou le service.

OPTIMISATION DES INVESTISSEMENTS EN MATIERE D'OUTILS D'AIDE AUX DECISIONS (OAD)

Coûts



Bibliographie

- 1) *Les systèmes d'aide à la décision en matière de viabilité hivernale (SAD-SH) – Note d'infos SETRA n° 72 par LIVET, décembre 1989.*
- 2) *La route en présence de verglas, phénomènes, adhérence, prévisions, RGRA n° 639, mars 1987, par LIVET.*
- 3) *Météorologie routière, l'expérience de Meurthe-et-Moselle, RGRA n° 636, décembre 1986, par TSCHITCHMANN, LOVAT et LIVET.*
- 4) *Un système d'aide à la décision en matière de viabilité hivernale, RGRA n° 670, janvier 1990, par Fabre.*
- 5) *Dossier Viabilité Hivernale, RGRA n° 675, juin*
- 6) *La RN 90 en Tarentaise – Une approche moderne de l'exploitation, RGRA n° 688, septembre 1991 par DIENY, BOUR, MELAN, JACQUIER.*
- 7) *Le système de prévision du verglas de RN 90 à 2 x 2 voies, RGRA n° 688, septembre 1991, par DIENY, PRETTI, MOLARD, BERTI.*
- 8) *La détection du verglas, INRETS n° 27, septembre 1990.*
- 9) *Analyse d'images pour la détection du verglas, INRETS n° 27, septembre 1990.*
- 10) *Cahier des charges pour l'homologation des SAD-SH, SETRA / LRPC Nancy, juillet 1992.*
- 11) *Comment apprécier la qualité actuelle des systèmes d'aide à la décision pour le service hivernal, contrôle, homologation, LIVET. Colloque AIPCR Seefeld 199*
- 12) *Système d'aide à la décision en service hivernal - Enquête nationale, SETRA - RTVH, déc.1995*
- 13) *Arrêté du 29 juin 1995 relatif à l'homologation des stations météorologiques d'aide à la décision pour le service hivernal*
- 14) *Les stations automatiques de recueil des données météorologiques routières pour l'aide à l'exploitation hivernale - Qualification et homologation des produits, LIVET, RGRA n° 158 - janvier 1998.*
- 15) *Expérimentation PREVIROUTE sur l'autoroute A 75 dans le Cantal, PAUMIER et ARNAL, RGRA n° 158 - janvier 1998.*
- 16) *Standardized testing methodologies for pavement sensors. Draft final report. Aurora program. October 1999*
- 17) *Risques routiers hivernaux: Prévoir pour anticiper, Guide méthodologique à l'usage des exploitants de réseaux routiers. SETRA/RTVH décembre 99 (document provisoire)*