

METEOROUTES : METHODOLOGIE D'UN NOUVEAU CONCEPT EN REGION WALLONNE

Thierry LEDENT
Attaché
Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports
District autoroutier de CHARLEROI
Rue de la Tombe, 110 - Marcinelle
phone: +32 71 60 10 71
fax: +32 71 60 10 89
E-Mail : tledent@met.wallonie.be

Résumé

Dans le soucis de garantir le maximum de sécurité aux usagers de la route en période hivernale, des épandages de sel sont organisés de manière préventive. Afin d'optimiser la réaction du sel le programme METEOROUTES a été créé. Ce dernier permet de doser les quantités épandues et de programmer l'épandage juste avant l'apparition du danger. Par rapport à la situation antérieure qui était basée sur des prévisions météorologiques générales et sur l'expérience des agents de coordination METEOROUTES a du faire la preuve de son intérêt.

Cette nouvelle technologie est basée sur :

- 50 stations météorologiques automatiques situées le long du réseau routier et autoroutier
- Un réseau de communication permettant la liaison entre les prévisionnistes, le centre PEREX (permanence d'exploitation) et les gestionnaires du réseau routier.
- Un programme de prévision de température de surface de la chaussée 16 heures à l'avance.
- Un programme de cartographie thermique instantanée et prévisionnelle.

METEOROUTES étant l'outil principal de décision en viabilité hivernale, il a fallu l'intégrer dans l'organisation générale, assurer la validité des résultats et fiabiliser tout le système de communication.

Les pistes principales suivantes ont été suivies :

- Un échange continu de l'information entre gestionnaire et PEREX (Traffic Information Center.).
- Un suivi scientifique constant par le professeur de climatologie de l'Université de Liège.
- Une maîtrise de la prévision 24/24h. par le WING Météo de la Force Aérienne.
- Un contrat de maintenance extrêmement sévère géré par la Direction de l'Electromécanique.
- L'utilisation de hardware et software les plus performants possibles.
- Un écolage à l'utilisation des logiciels.

Toutes ces approches de gestion suivent un schéma bien établi qui permet aux agents décideurs de se référer à l'outil le plus fiable possible. Un comité d'accompagnement unissant les efforts de tous les spécialistes assure une continuité dans les développements de l'ensemble du système.

De cette manière METEOROUTES fait partie intégrante de la politique wallonne de l'amélioration du service rendu à l'utilisateur au même titre que la gestion du trafic reprise dans le programme W.H.I.S.T. (Walloon Highway Information System for Traffic).

Depuis 1998 les gestionnaires du réseau routier wallon se réfèrent au programme METEOROUTES pour optimiser les épandages préventifs durant la période hivernale.

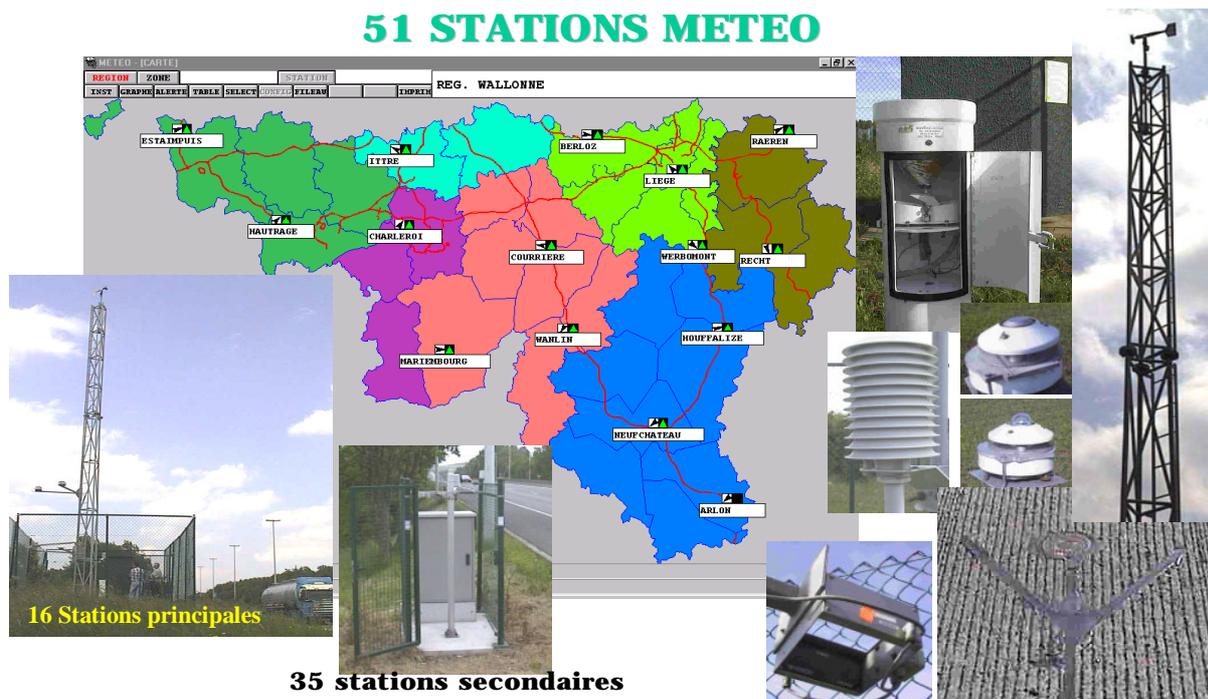
Un investissement a été réalisé dans l'installation de 16 stations météorologiques principales et de 33 stations secondaires.

L'objectif poursuivi est de créer un système de prévision de température de la surface du sol au droit de chaque station principale soit 16 prévisions différentes. Un réseau de communication permet de présenter les valeurs mesurées automatiquement par les capteurs des stations au service de prévision de la force aérienne de l'armée belge au centre PEREX (Permanence d'Exploitation) ainsi qu'aux gestionnaires de réseau des districts locaux du Ministère de l'Équipement et des Transports.

Toutes les 6 minutes le réseau traite les moyennes des valeurs mesurées de la température et l'humidité de l'air, la direction et la vitesse du vent, les rayonnements global et atmosphérique, les précipitations dans leur nature et intensité ainsi que les résultats des capteurs routiers.

Les sondes de sol qui sont primordiales pour nos services captent les températures de surface de chaussées et aussi 5, 10 et 20cm de profondeur afin de tenir compte de l'inertie thermique du corps de la chaussée.

De plus, elles indiquent l'état des voies de roulement soit sec, humide ou mouillé.

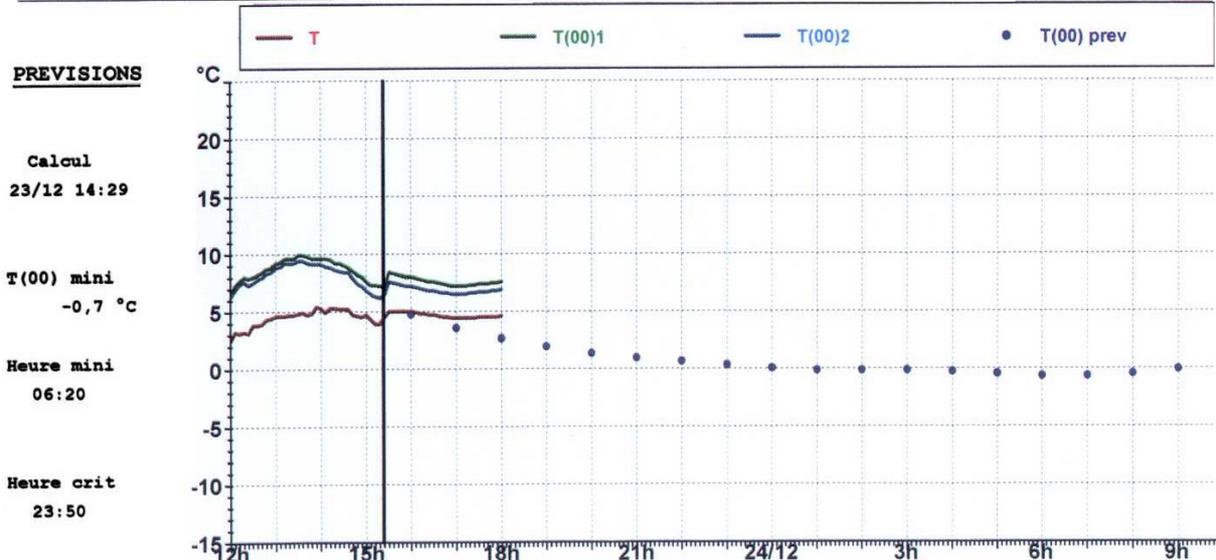


Ce programme est complété par un logiciel de prévision de température de surface de la chaussée 16 heures à l'avance.

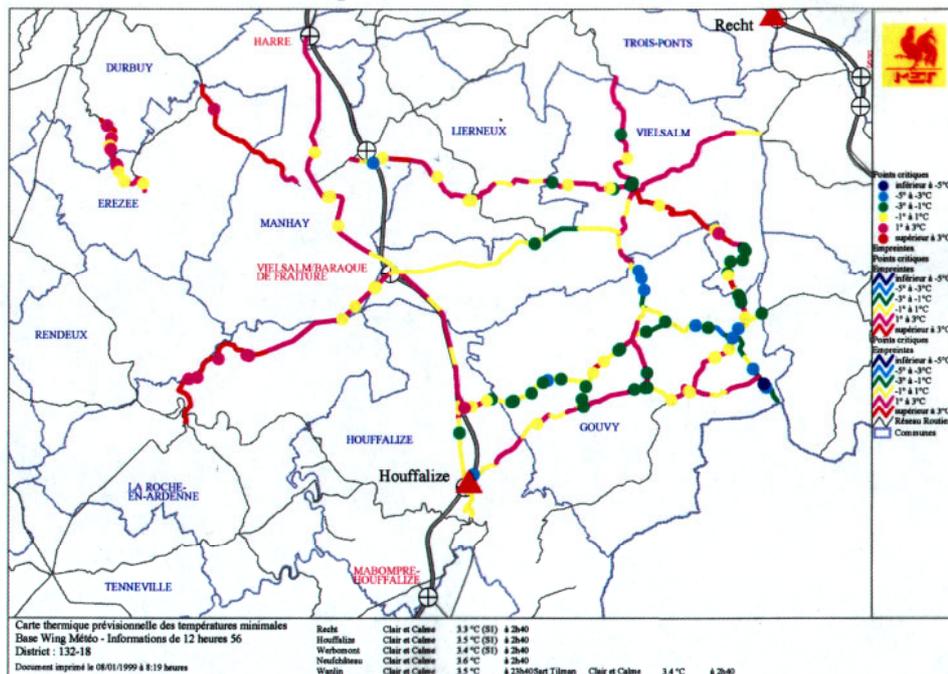
A chaque station est associé un graphique d'évolution de la température de la surface de la route complété par une prévision météorologique par tranche de 3 heures. Ces prévisions concernent les risques de précipitations, la force du vent et la couverture nuageuse.

COURRIERE 23/12/98 15:25:07

PREVISIONS	12-15	15-18	18-21	21-00	00-03	03-06	06-09	09-12
VENT	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
CIEL	NUAGEUX	NUAGEUX	NUAGEUX	NUAGEUX	TRES NUAGEUX	TRES NUAGEUX	TRES NUAGEUX	NUAGEUX
RISQUE DE PPN					NEIGE FAIBLE	NEIGE FAIBLE	NEIGE FAIBLE	



Grâce à un programme qui réalise la relation spatiale entre la température de la surface de la chaussée au droit de la station, qu'elle soit instantanée ou prévisionnelle, chaque gestionnaire local peut recevoir sur son terminal Météo une carte des températures de son réseau. Cela permet de programmer l'épandage le plus proche possible de l'apparition du danger et de s'assurer ainsi la plus grande sécurité pour les usagers et le mode le plus économique.

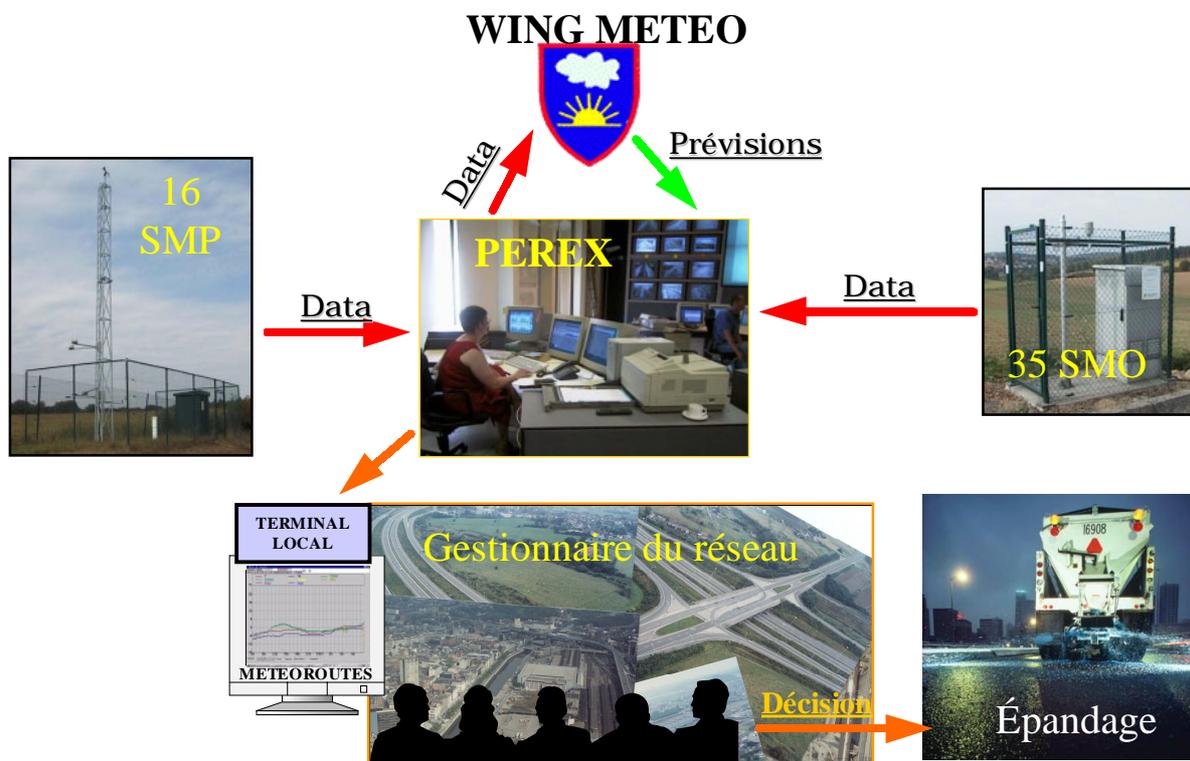


L'intégration de ce nouvel outil dans l'organisation générale de la viabilité hivernale est très complexe.

En effet, il faut tenir compte des habitudes de travail des gestionnaires du réseau, des possibilités des moyens de communication, des performances des capteurs, du centre de gestion du trafic ...

Le premier pas a été de structurer l'outil autour du Centre TIC de la Région Wallonne (Traffic Information Center) appelé PEREX (Permanence d'Exploitation du réseau).

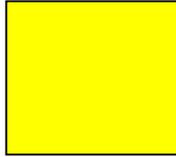
Toutes les données mesurées aux stations transitent par un serveur à PEREX et sont « dispatchées » vers le WING METEO d'une part et les gestionnaires locaux d'autre part.



La deuxième étape a été d'analyser les différentes sources de panne que nous rencontrons. A l'aide du Professeur Erpicum de l'Université de Liège, les problèmes scientifiques relatifs à la météorologie routière ont trouvé des solutions. Voici quelques exemples.

Création d'alarmes météorologiques au droit de chaque station.

Elles permettent aux gestionnaires de viser le danger ou l'arrivée du danger en temps réel et suit les conditions ci-dessous qui peuvent se distinguer visuellement par des teintes différentes sur une carte du terminal local.

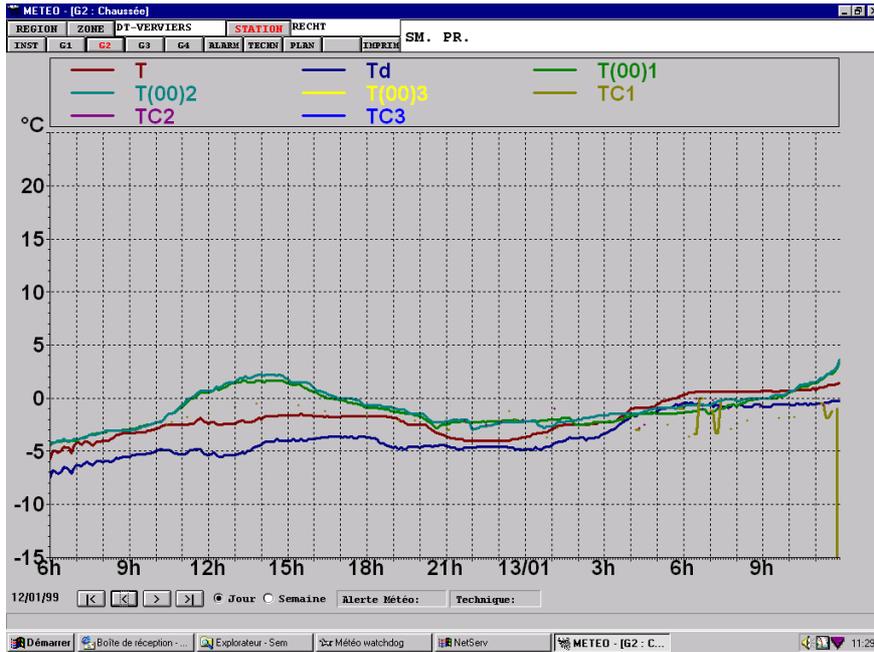
N° Alerte	Code Couleur	Paramètres Météo
0		
1		T° de l'air ou de la chaussée $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ET T° extrapolée de la chaussée $\leq 1^{\circ}\text{C}$
2		T° de l'air $\leq 0^{\circ}\text{C}$
3		<u>1^{ère} condition</u> T° de la chaussée $\leq 1^{\circ}\text{C}$ Ou T° extrapolée de la chaussée $\leq 0^{\circ}\text{C}$ Ou T° de la chaussée à -5cm $\leq 0^{\circ}\text{C}$ Ou T° de la chaussée à -10cm $\leq -1^{\circ}\text{C}$ Ou T° de la chaussée à -20cm $\leq -2^{\circ}\text{C}$ <u>Et 2^{ème} condition</u> Revêtement de la chaussée est non sec Ou une précipitation au moins dans la dernière heure Ou Humidité relative de l'air $\geq 95\%$ Ou T° chaussée – T°point de rosée $\leq 1^{\circ}\text{C}$
4		T° de la chaussée $\leq 0^{\circ}\text{C}$ Et Etat détecté : givre ou verglas
5		<u>1^{ère} condition</u> Précipitation détectée = neige ou grêle <u>Et 2^{ème} condition</u> T° de l'air $\leq 2^{\circ}\text{C}$ Ou T° de la chaussée $\leq 0^{\circ}\text{C}$

L'archivage des prévisions

Les prévisions de température de surface de chaussées peuvent présenter une imprécision.

Dès que l'écart de température prévue et mesurée dépasse 15°C , il y a une alarme qui doit inciter le prévisionniste à reconsidérer son calcul.

Un historique est créé et l'archivage de toutes les modifications de prévision permet d'analyser et de qualifier le travail in fine.



La commutation des capteurs de prévisions

La base du système de prévision repose sur la mesure de la température de la voie lente (la plus à droite) de la route. Lorsque le capteur est défectueux, pour assurer la continuité, un « SWITCH » est programmé et actionnable manuellement depuis PEREX.

Ce programme permet de baser le calcul de prévision sur la sonde située sur la voie rapide (la plus à gauche).

PREVISIONS - SELECTION DU CAPTEUR T(00)				
STATIONS	T(00)1 DEG C	SWITCH	T(00)2 DEG C	CATAL
RAEREN	6.3	SELECT_SONDE_1	6.0	
RECHT	2.3	SELECT_SONDE_1	2.5	
HOUFFALIZE	2.3	SELECT_SONDE_1	1.7	
WERBOMONT	4.2	SELECT_SONDE_2	3.4	
BERLOZ	5.8	SELECT_SONDE_1	5.0	
NEUFCHATEAU	1.8	SELECT_SONDE_1	1.5	
ARLON	1.8	SELECT_SONDE_1	2.0	
WANLIN	2.9	SELECT_SONDE_1	2.6	
MARIEMBOURG	2.5	SELECT_SONDE_1	2.5	
COURRIERE	4.0	SELECT_SONDE_1	3.3	
CHARLEROI	4.5	SELECT_SONDE_1	4.7	
HAUTRAGE	3.5	SELECT_SONDE_1	4.4	
ESTAIMPUIS	3.6	SELECT_SONDE_1	3.1	
ITTRE	0.2	SELECT_SONDE_1	-0.3	
LIEGE	4.9	SELECT_SONDE_1	2.2	

12/01-13,33

LANGUE OPERATEUR FIN IMAGE EDITION PHOTO IMPRIMER TRACER

OK SELECTIONNEZ UNE COMMANDE DU MENU CAPT-PREVIS

L'envoi de messages sémascripts assistés

En cas de problème de communication ou de variation soudaine de la météo pouvant perturber le trafic, il existe une possibilité de contacter les agents de coordination de service d'hiver au moyen d'un système de messagerie expédiée par le serveur téléphonique.

Quand un événement météorologique non prévu survient, les agents de garde 24/24h du centre Perex compose un message qu'ils envoient aux points géographiques concernés.

Il est évident qu'en cas de danger météorologique se borner à appeler un seul district dans un si petit territoire serait incohérent.

C'est pourquoi l'agent de garde sélectionne les points qu'il juge concerné par le problème. A chacun de ces points correspond un coordinateur qui acquittera ce message par un appel téléphonique.

APPELS SEMASCRIPT ASSISTES

The map displays Madagascar divided into districts, each color-coded. Green dots on the map represent weather stations. A legend on the left lists the following agents: GERARD CIMINO, LUC POTY, DOMIN. CORBAYE, ALBERT LIEMANS, PIERRE DAVOINE, P. LERMUSIEAUX, PHIL. GIELEN, ALPH. MAQUINAY, MICHEL MARIN, A. VERDEBOUT, CLAUDE ERNOUX, LEON COLLARD, LAURENT TONON, AGENT PEREX 14, and a button labeled ENVOYER. A message box on the right contains the text: MESSAGE: PEREX 12 01 2000 3 H 00, VERGLAS DETECTE SUR, STATION DE MARIEMBOURG.

L'alerte Brouillard

En adaptant la méthode empirique de Craddock et Pritchard de prévision de l'arrivée du brouillard, nous avons pu calculer un risque d'apparition de brouillard au droit des stations météo principales.

Les principe est basé sur le calcul de la température de référence $T^{\circ} fog$

$T^{\circ} fog$ est calculé une fois par jour pour chacune des stations prévisionnelles.

L'heure de calcul est 12 h GMT.

NB : 12 h zoulou = 14 h en été et 13 h en hiver, càd 12 h GMT

La méthode de Craddock et Pritchard simplifiée donne :

$$T^{\circ} fog = 0.044 * T_{12z} + 0.844 * T_{d12z} - 0,55$$

NB : 12 h GMT est l'heure à laquelle l'écart entre la température de l'air et la température du point de rosée est probablement maximale.

L'identification du risque de brouillard se fait automatiquement par un algorithme qui va comparer la température extrapolée de l'air à 3 heures (soit la prédiction de la température que l'air aura 3 heures après l'instant présent) et T°fog.

Ce programme générera une alerte qui devra être acquittée par les agents de PEREX.

PREVISION DES BANCS DE BROUILLARD							CATAL
NR	SMPR	Tair=12	Td=12	T(+3)	Ra	Validation	Alerte
01	RAEREN	3.7	-0.9	3.1	119		
02	RECHT	-0.7	-2.8	-2.0	2		
03	HOUFFALIZE	-1.5	-3.1	-2.8	3		
04	WEBERMONT	-0.1	-3.3	-0.8	85		
05	BERLOZ	0.8	-2.5	0.8	95		
06	NEUFCHATEAU	-1.9	-2.0	-2.9	6		
07	ARLON	-1.5	-1.6	-1.6	8		
08	WANLIN	0.0	-2.5	-0.8	6		
09	MARIEMBOURG	-1.4	-4.1	-1.6	9		
10	COURRIERE	-0.6	-3.3	-0.9	63		
11	CHARLEROI	0.0	-2.4	-1.2	73		
12	HAUTRAGE	-0.8	-2.7	-1.6	22		
13	ESTAIMPUIS	-1.5	-1.9	-1.7	40		
14	ITTRE	RNN.N	RNN.N	-0.7	0		
15	LIEGE	1.4	-2.1	1.6	116		

La validation des mesures

A l'usage il s'est avéré que certains capteurs indispensables aux gestionnaires du réseau routier ont présenté des anomalies.

Les défauts techniques tels que communication ou absence de mesures sont détectées par le système de génération d'alarmes décrit au pont a).

Quant aux mesures erronées, il est très difficile pour un « routier » de les détecter.

Un cas vécu éclairera bien le problème. Pendant 3 jours, la vitesse du vent était nulle au droit d'une station principale. Cette mesure influence les prévisions. En fait l'hélice de l'anémomètre s'était démontée et il n'y avait plus de mesure physique du vent.

Un logiciel a été créé afin de valider les mesures principales et d'écarter les mesures qui seraient farfelues.

Le fonctionnement du système de validation est basé sur un examen statistique de l'évolution des mesures dans le temps. L'écart-type des n dernières valeurs est comparé à un seuil paramétrable.

Les algorithmes sont :

Test sur RA = rayonnement atmosphérique (couverture nuageuse)

Refus : si : $Ra < 130 \text{ W/m}^2$

si : $H\% > 97\%$ et $Ra > 10$

si : $H\% \geq 90\%$ $Ra < 10$ 4 fois de suite.

Test sur RG = rayonnement global (énergie solaire)

de 23 h gmt + 1 à 04 h gmt :
RG doit < 10 sinon refus

Test sur toutes les températures

l'écart-type des 30 dernières valeurs
doit $\geq 0,2^{\circ}\text{C}$ sinon refus

Test sur la direction du vent

L'écart-type des 20 dernières valeurs
Doit $\geq 1 \text{ km / h}$ sinon refus

Test sur la direction du vent

L'écart-type des 30 dernières valeurs doit $\geq 10^{\circ}$ sinon refus.

Test sur le pluviographe

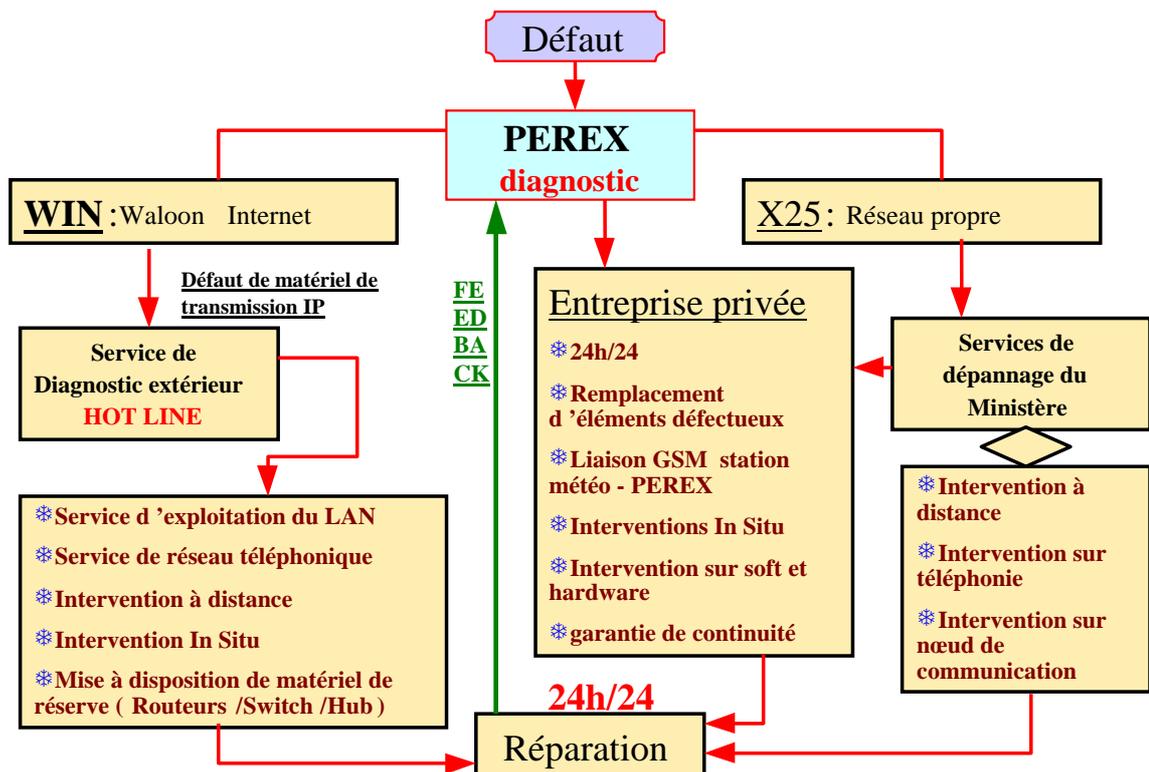
Fait une fois par jour pour déterminer un historique, la moyenne de précipitation et la comparer avec l'humidité relative de l'air.

Test de la neige

Pas de neige si $T_{\text{air}} > 4^{\circ}\text{C}$.

L'assurance de la fiabilité des mesures des capteurs est accompagnée d'un programme d'entretien qui nous autorise à garantir la continuité de fonctionnement de l'ensemble du système. Un marché a été notifié à une entreprise privée. Celle-ci intervient dans l'organigramme de maîtrise du réseau propre à METEOROUTES.

Les délais d'intervention sont très court et suivent le tableau ci-dessous et l'entrepreneur doit pouvoir intervenir sur 3 pannes simultanées sur 3 sites différents.



Finalement l'évolution du programme METEOROUTES prévoit un marché d'étude d'amélioration qui permettra d'envisager de devenir indépendant du type de système existant.

ETAT DES LIEUX DES EQUIPEMENTS EXISTANTS

- Capteurs de mesures
- Stations météorologiques
- Systèmes d'acquisition
- Logiciels d'application

PROPOSITIONS D'AMELIORATION DU SYSTEME

- Capteurs de mesures
- Stations météorologiques
- Systèmes d'acquisition
- Logiciels d'application

ETUDE DE MARCHE DU MATERIEL DE REMPLACEMENT

BILAN ECONOMIQUE

DOSSIER DE SYNTHESE

En conclusion la Région Wallonne s'est armée d'un outil performant qui permet non seulement d'appuyer les décisions des coordinateurs du service d'hiver mais qui envisage tout les types de développements du système dans l'avenir. L'accroissement de la fiabilité du réseau et des mesures météorologiques est tel qu'aujourd'hui le Service Hydrologique du Ministère de l'Equipement et des Transports intègre les données dans leur système de surveillance des cours d'eau. De plus l'Institut Royal Météorologique étudie l'intégration de la totalité des mesures réalisées par notre système

Dans un avenir proche, les données météorologiques du programme METEOROUTES seront utilisées pour réaliser des études climatiques et environnementales, pour conforter les prévisions météorologiques tant dans le cadre de la viabilité hivernale que dans le cadre des informations générales pour le public.

Faisant partie intégrante du programme W.H.I.S.T.(Walloon Highway Information for Traffic) METEOROUTES dégage des informations indispensables pour assurer la sécurité sur le réseau routier et autoroutier de la Région Wallonne.