



XIII<sup>e</sup>  
CONGRÈS  
INTERNATIONAL  
DE LA VIABILITÉ  
HIVERNALE

QUÉBEC, DU 8 AU 11 FÉVRIER 2010



Québec 

# LA VIABILITÉ HIVERNALE DURABLE AU SERVICE DES USAGERS

*Modélisation des enrobés drainants dans des conditions hivernales*

Prof. André-Gilles Dumont

Dr Mehdi Ould Henia

Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Laboratoire des voies de circulation

[andre-gilles.dumont@epfl.ch](mailto:andre-gilles.dumont@epfl.ch)

[mehdi.ould-henia@epfl.ch](mailto:mehdi.ould-henia@epfl.ch)



# Contexte et problématique

- L'utilisation d'enrobé bitumineux à haute teneur en vides (>20%) s'est beaucoup développé sur le réseau autoroutier suisse. Pour le canton de Vaud 17 ponts en enrobé drainant!
- Ce type de revêtement de chaussée apporte certains avantages comme:
  - Réduction du bruit de roulement
  - Suppression du risque d'hydroplanage
- L'Office fédéral des routes a souhaité que soit approfondi la problématique du comportement hivernal du drainant
- Le revêtement à teneur en vides élevé (drainant) a-t-il un comportement thermique différent de celui des enrobés à structure fermée (traditionnels) ?

# Constatations internationales 1/2

- France: la température de surface des drainants est en moyenne inférieure à 1.6 °C à celle des enrobés traditionnels avec des écarts instantanés de l'ordre de 5.5 °C lors de découvertes nuageuses rapides. Jean Livet a mis en évidence la nécessité de reconsidérer les interventions des services d'exploitation lorsque l'on est en présence d'enrobé ouvert.
- Japon: les observations faites pendant les chutes de neige ont montré que la température de la surface du drainant est en moyenne inférieure de 0.2 °C à celle de la surface de l'enrobé dense pour des températures supérieures à 1 °C



## Constatations internationales 2/2

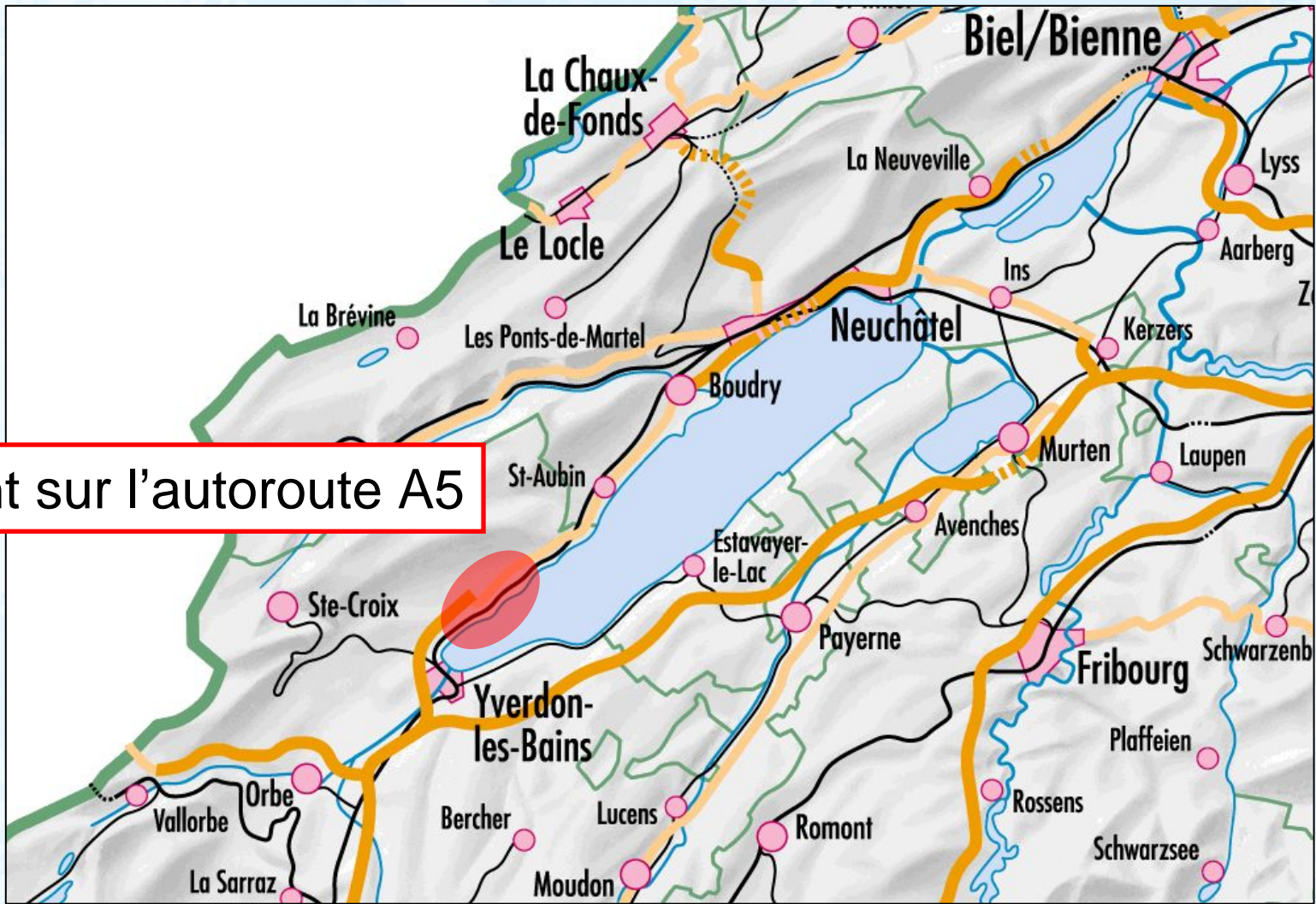
- Belgique: la différence de température entre l'enrobé traditionnel et drainant est de 0.7 °C. En moyenne la température des sondes à la surface du drainant passaient en négatif environ 34 à 40 minutes avant celles du revêtement traditionnel. Lors du réchauffement, la température du drainant passait en positif 15 à 20 minutes avant l'enrobé traditionnel.

# Méthodologie de la recherche

- Evaluation du risque potentiel auquel est soumis les ouvrages d'art revêtus d'une couche de roulement en enrobé drainant par rapport à un revêtement bitumineux traditionnel
- Recherche pour comparer les situations thermiques sur un pont et hors de ce pont (en remblai)
- Les données climatiques ont été recueillies in situ durant les hivers 2005/2006 et 2006/2007
- Une simulation du comportement hivernal de l'ouvrage étudié a été réalisée à l'aide d'un logiciel spécifique

# Station expérimentale

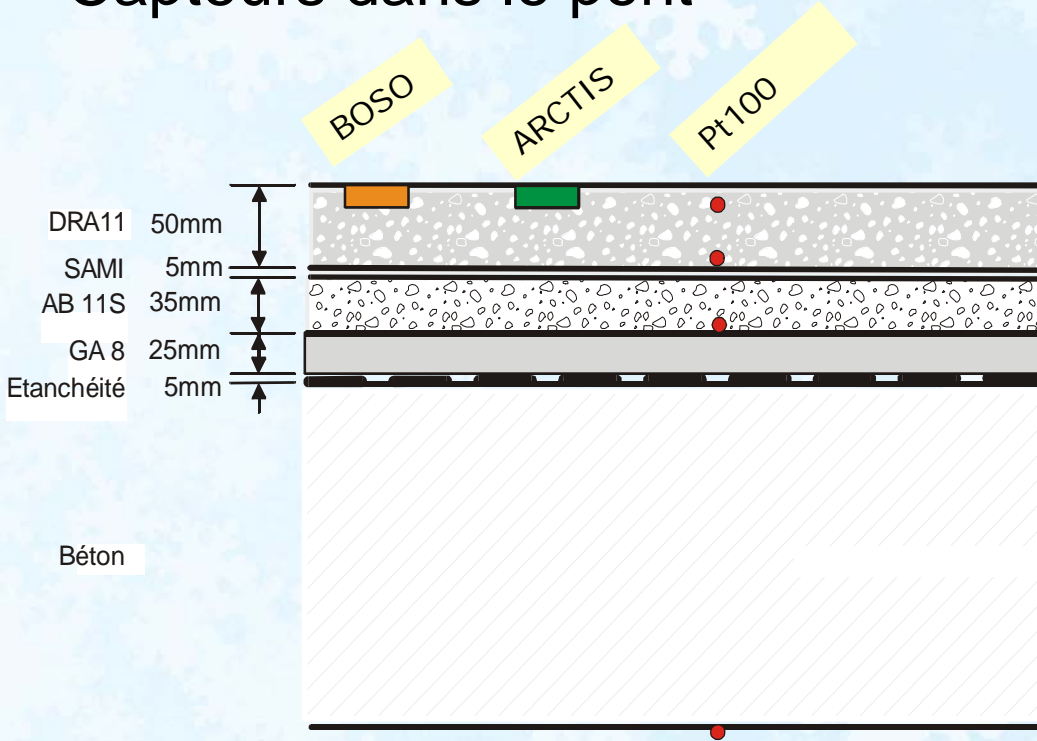
Pont sur l'autoroute A5



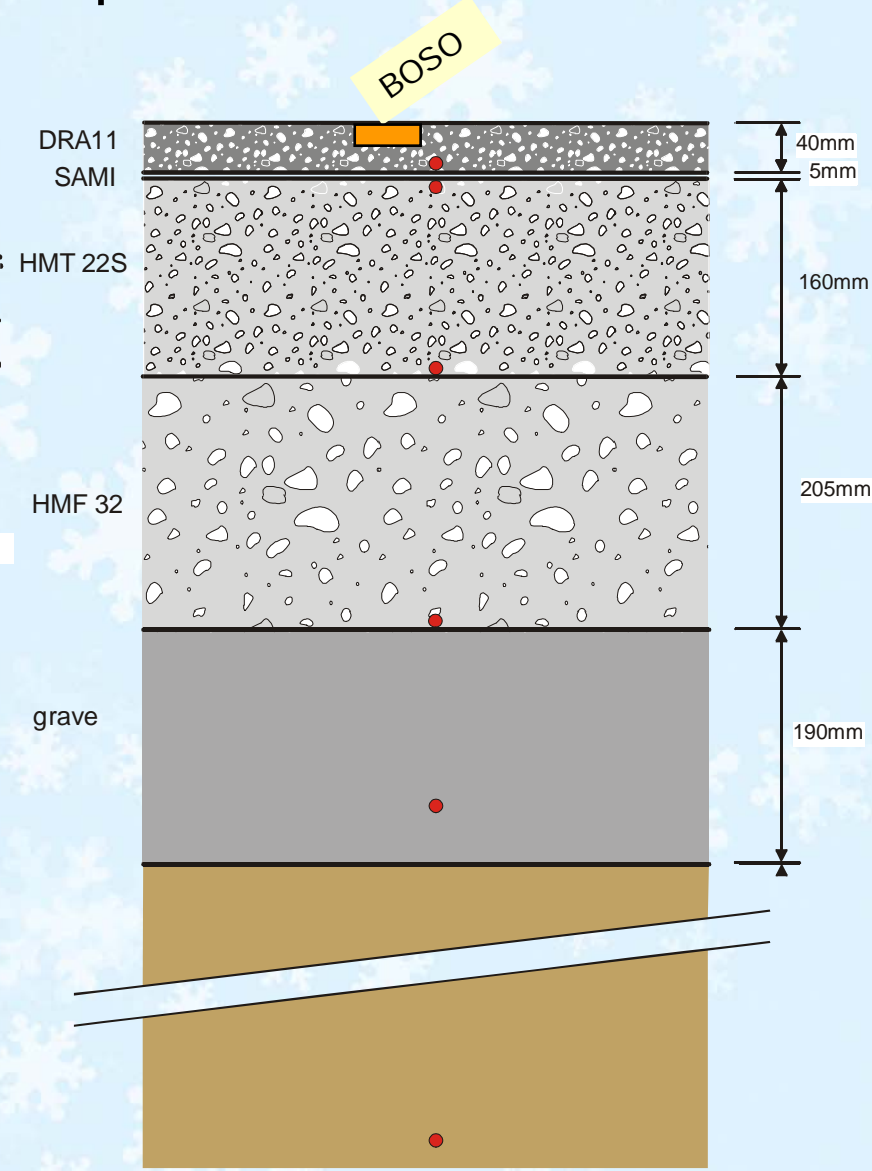


# Instrumentation dans les matériaux

## Capteurs dans le pont



## Capteurs dans le remblai



# Instrumentation météorologique

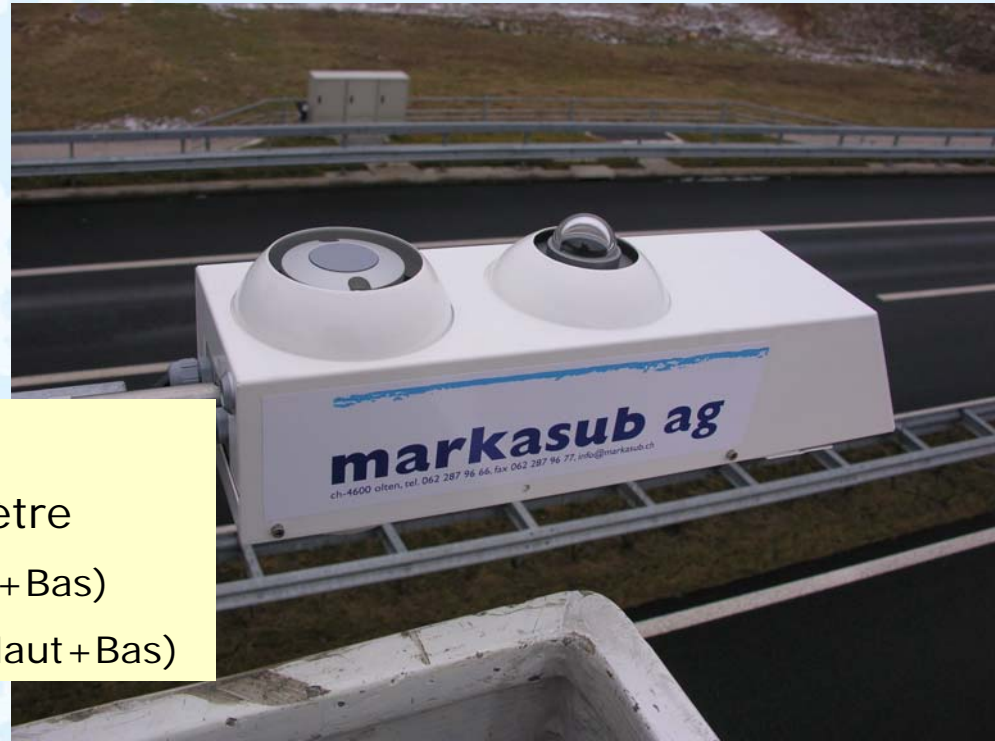


## Instruments météo:

- Détection du brouillard et du givre
- Précipitations

Electronique Boschung

Datalogger + GSM LAVOC



## Rayonnement:

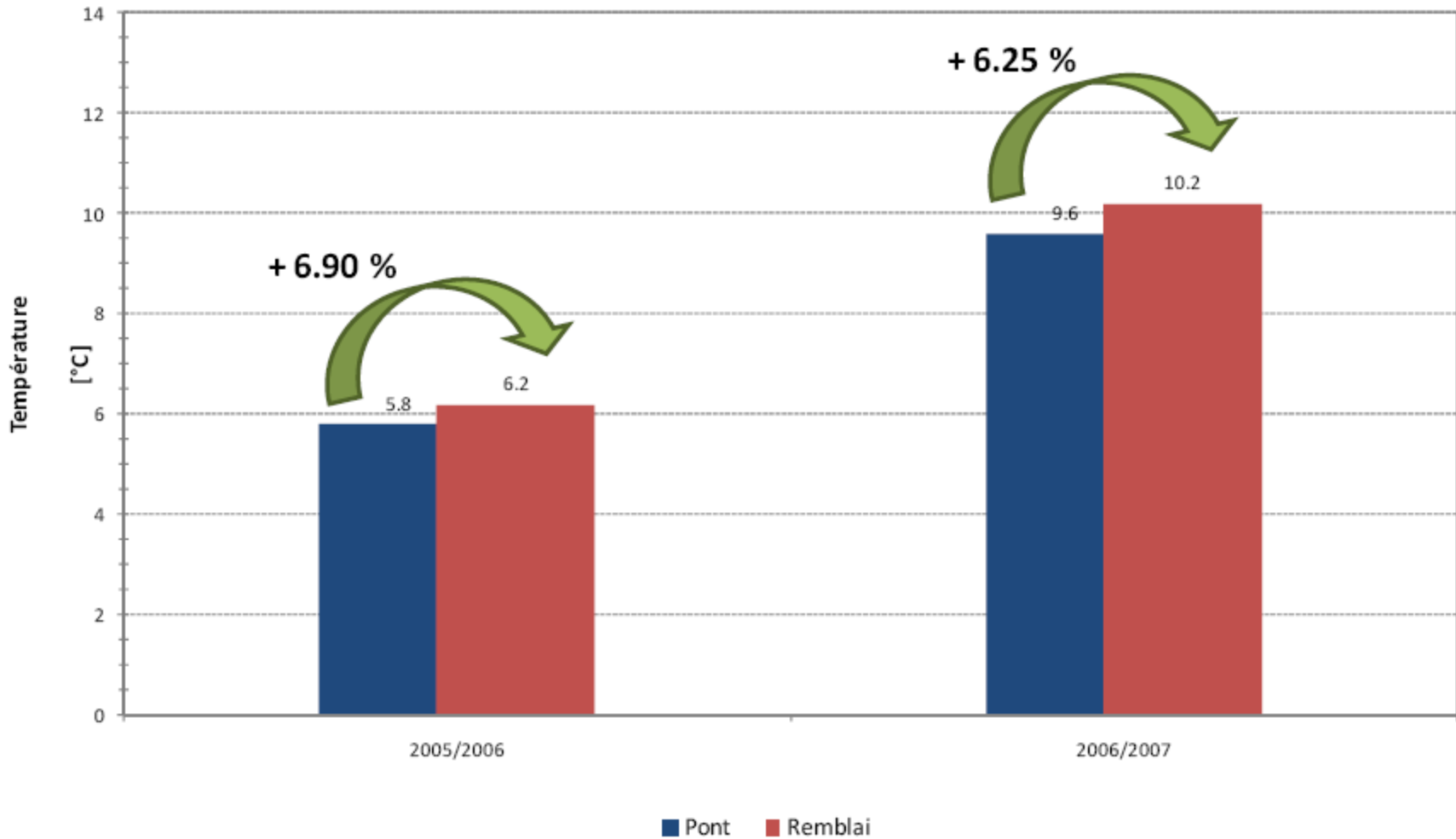
Pyranomètre et Pyrgeomètre

- Rayonnement solaire (Haut+Bas)
- Rayonnement infrarouge (Haut+Bas)



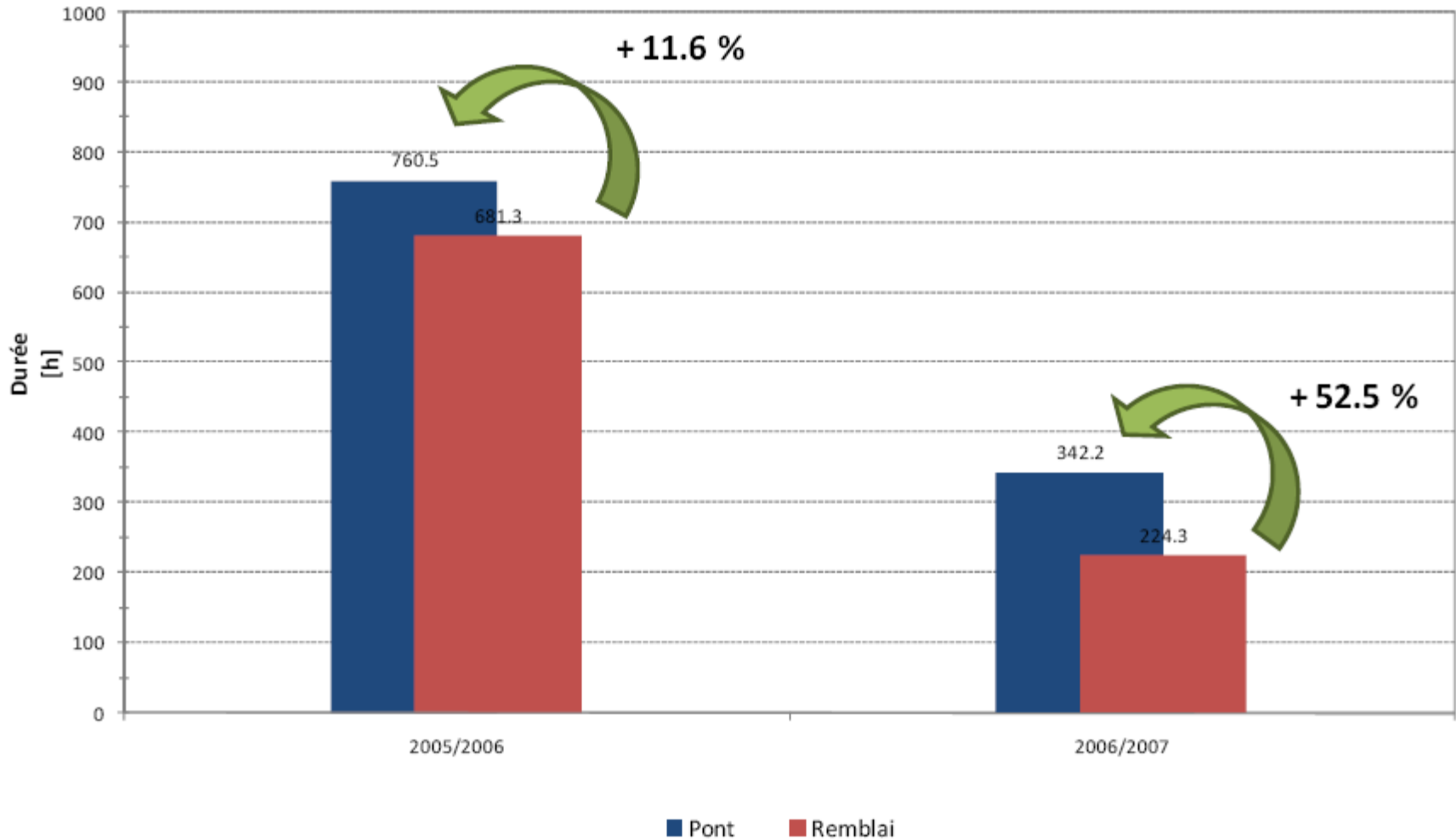
# Résultats des mesures

Comparaison entre les températures de surface pont-remblai :  
Température moyenne de la surface



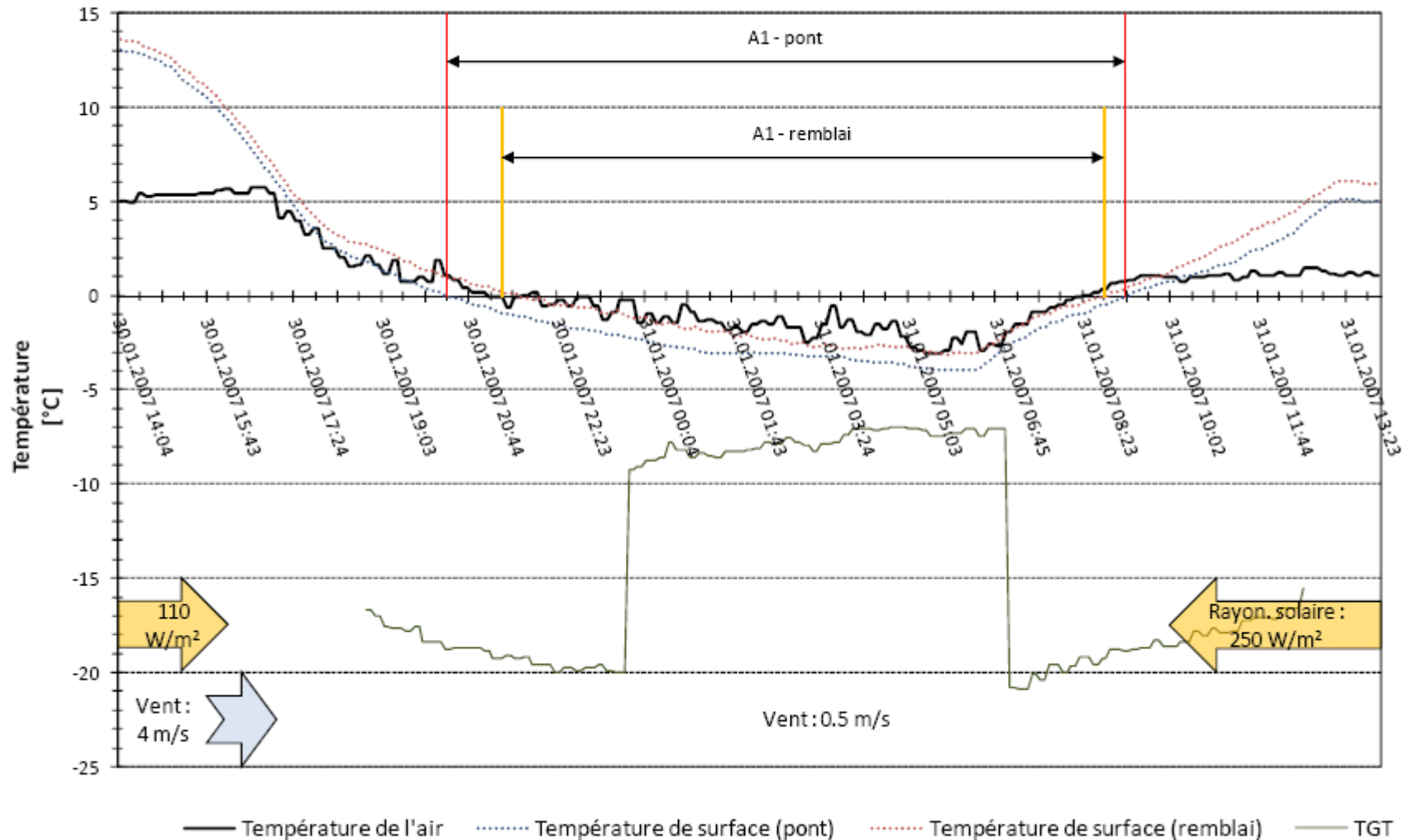
# Résultats des mesures

Comparaison entre les températures de surface pont-remblai :  
Durée pour laquelle la température de surface est inférieure à 0 °C



# Exemple de résultats de comparaison pont/remblai

Journées du 30 et 31 janvier 07



— Température de l'air    ..... Température de surface (pont)    ..... Température de surface (remblai)    — TGT



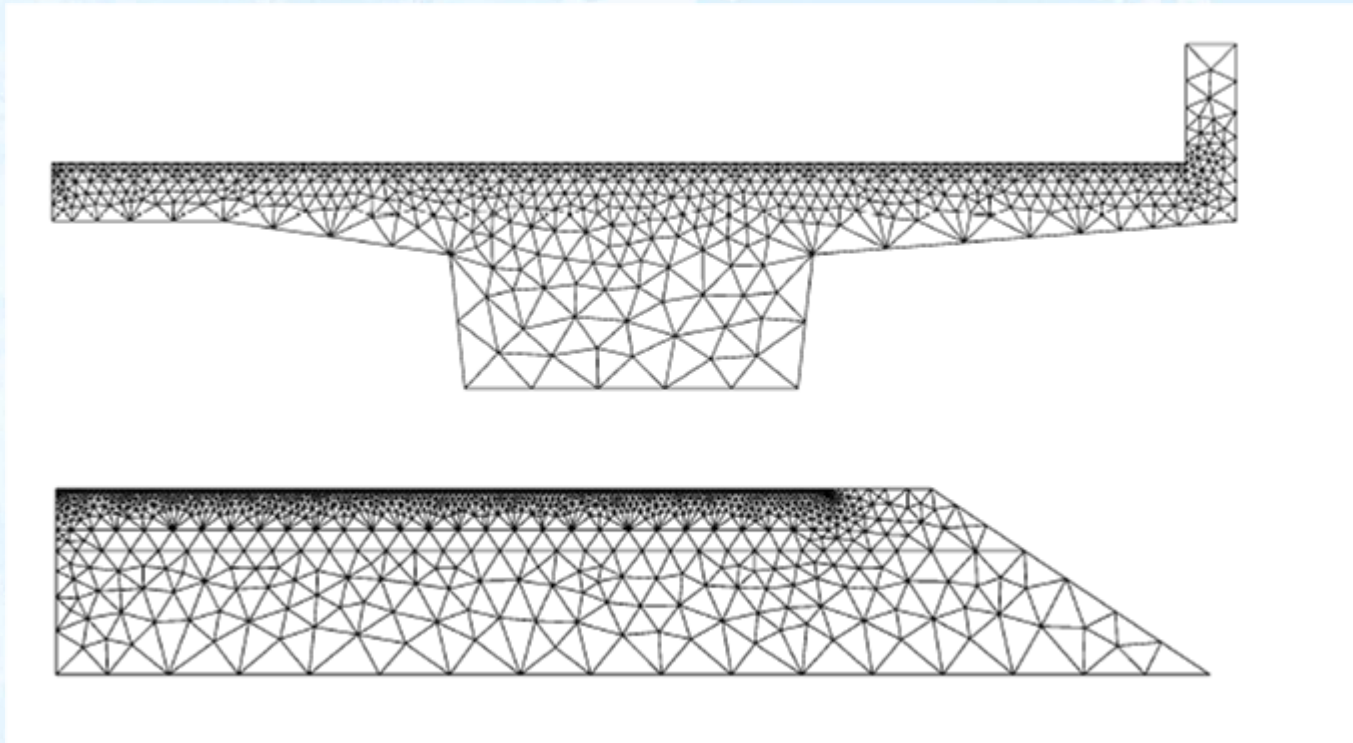
# Bases de la modélisation

1. Nous disposons donc de données pont/drainant et remblai/drainant (autoroute A5) sur deux hivers
2. Nous avons repris des données sur un autre site où l'enrobé traditionnel a été remplacé par un drainant (autoroute A9)
3. Un modèle de comportement thermique pour couvrir toutes les situations a été développé

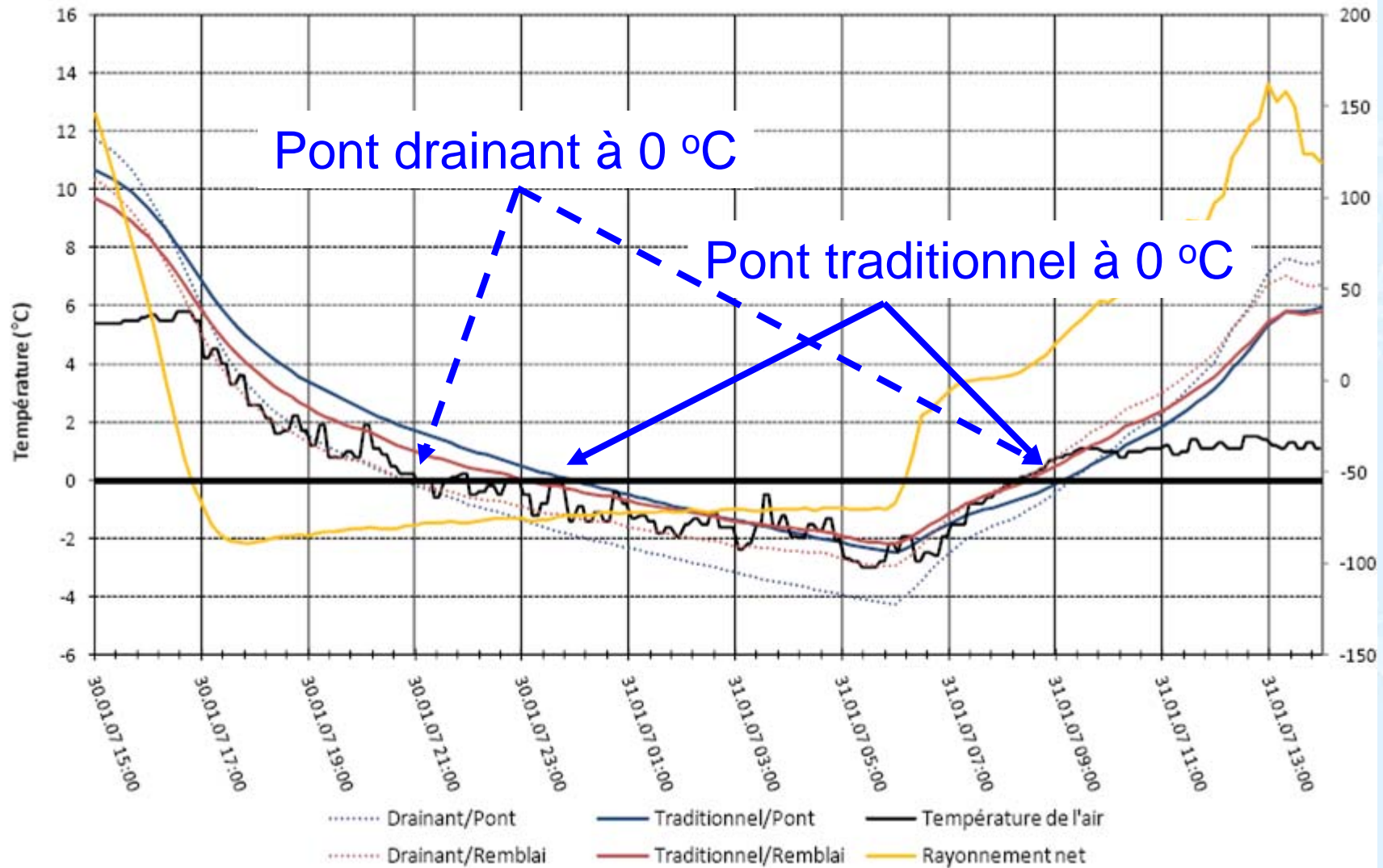
	PONT	REMBLAI
ENROBE DRAINANT	✓ 1	✓ 2
ENROBE TRADITIONNEL	✗ 3	✓

# Modélisation

- Utilisation du logiciel COMSOL en recourant aux éléments finis en 2D
- Calibration en prenant en compte les phénomènes de conduction, rayonnement et convection
- Calcul sur des périodes de 24h avec un intervalle de 10 min



# Exemple de résultats de la modélisation





# Résultats modélisation

- Les enrobés drainants sont plus susceptibles aux variations de la température de l'air (vitesses de refroidissement ou de réchauffement plus élevées)
- Lors de périodes froides (température de l'air  $<0^{\circ}\text{C}$ ), les températures de surface sont plus basses sur pont que sur remblai (drainants et traditionnels)
- Dans certaines situations spécifiques (vent fort, froid prolongé), les températures de surface des drainants et des traditionnels sont très proches (sur pont et sur remblai)
- Certaines conditions météorologiques particulières (vent nul, ciel dégagé et rayonnement solaire direct nul, chute rapide de la température de l'air) impliquent un risque accru pour les drainants (mais ce risque existe aussi pour les traditionnels)

# Conclusions générales

- Les enrobés drainants présentent un comportement hivernal sensiblement différents des enrobés traditionnels
- Ce comportement est plus marqué sur les ponts qui réagissent plus vite aux changements
- La différence entre un pont et un remblai est également constatée avec un enrobé drainant
- Finalement il n'a pas été constaté de comportement hivernal qui distingue nettement la situation d'un enrobé drainant avec un enrobé traditionnel. Sous certaines conditions l'un ou l'autre peut évoluer vers un risque hivernal
- Il est possible de placer un revêtement drainant sur un pont si des précautions sont prises pour l'entretien hivernal

# Propositions pratiques

- L'expérience des gestionnaires de route a montré que:
  - Les drainants présentent un comportement particulier lors des périodes hivernales
  - Le comportement hivernal peut être problématique quelques jours seulement sur une année
- L'entretien hivernal doit être adapté en agissant ponctuellement au plus tôt par des interventions de salage répétées mais sans surdosage en sel
- Eviter de mettre en place un drainant sur des tracés en courbe prononcée (forces tangentielles importantes)
- Ne pas appliquer sur les réseaux où les chaînes à neige sont utilisées (perte rapide des performances acoustiques)
- Etudier la possibilité de mettre en place une installation automatique de déverglaçage (projection de saumure par des gicleurs insérés dans le parapet)



# Propositions de développements futurs

- Les capteurs à la surface du revêtement sont-ils suffisamment représentatifs de l'état réel de la chaussée? Et applicable aux drainants
- Révision des algorithmes des situations d'alarme basés sur des mesures parfois peu représentatives des conditions réelles de surface
- Etablissement de directives pour le traitement spécifique des enrobés drainants (temps d'intervention, salage préventif, traitement, etc.)

Merci de votre attention