



XIII^e
CONGRÈS
INTERNATIONAL
DE LA VIABILITÉ
HIVERNALE

QUÉBEC, DU 8 AU 11 FÉVRIER 2010



Québec 

LA VIABILITÉ HIVERNALE DURABLE AU SERVICE DES USAGERS

*Discrimination des états de surface de
chaussée par radiométrie*

Mario Marchetti

Laboratoire des Ponts et Chaussées de NANCY –
CÉTÉ de l'Est

mario.marchetti@developpement-durable.gouv.fr



Plan de la présentation

- Introduction / Contexte
- Exploitation de l'image d'une chaussée
- Mesures issues d'un radiomètre IR multispectral
- Conclusion / Perspectives

Introduction / Contexte

Un constat

- En 2006, sur 80300 accidents, 9450 se produisent par temps de pluie
- 20% des accidents ont eu lieu la nuit avec un taux de 30% de tués
- Réduction de l'adhérence et diminution de la visibilité par temps de pluie et la nuit



Une nécessité

- Diminution de la mortalité
- Normes française (NF P 99-320) et européenne (CEN TC 337 / WG1)

Introduction / Contexte

Des techniques existent mais...

- Instruments insérés dans la chaussée : difficulté d'entretien et de maintenance ;
- Mauvaise représentativité (mesure sur qq cm²) ;
- Onéreux.

Objectifs de ce travail

- Peut-on faire une mesure déportée de l'état de surface (*mouillée* ou *sec*) à moindre coût ?

L'idée est d'observer la répartition des pixels de l'image d'une chaussée et de la corrélérer avec les variations des températures radiatives

Exploitation de l'image d'une chaussée Expérimentation

Site

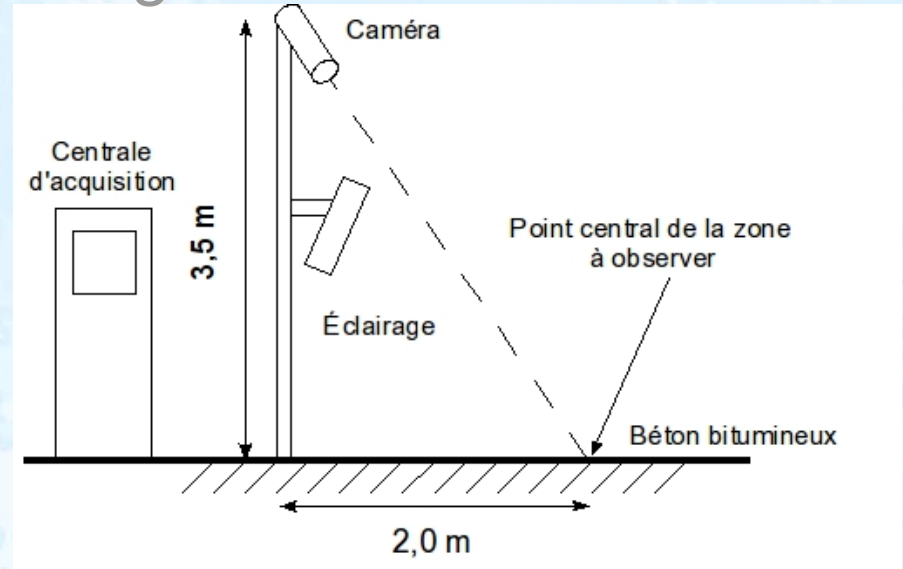
- Site extérieur ;
- Constitué d'un béton bitumineux.

Matériel

- WebCam USB (352 x 288 pixels) ;
- Librairie de traitement d'image OpenCV (Intel) ;
- Radiomètre 4 bandes CIMEL 312T ($S = 120W \cdot m^{-2}$, $Res_{WB} = 8mK$, $Res_{SB} = 20mK$) ;
- Programmation en C sous Windows.

Exploitation de l'image d'une chaussée

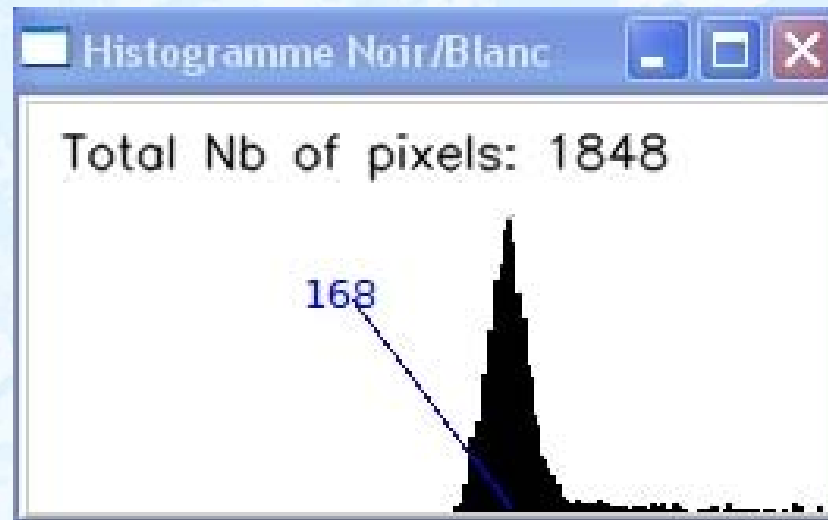
Prises d'images



Exploitation de l'image d'une chaussée

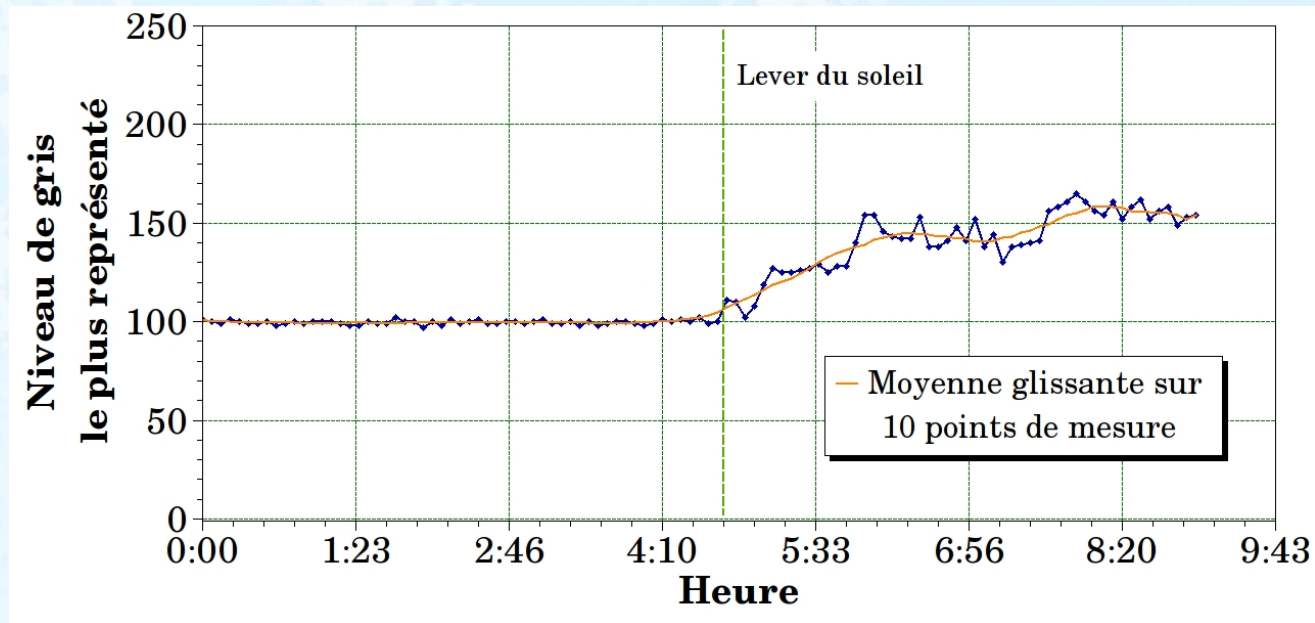
Analyse d'images

- Conditions de luminosité constante ;
- On récupère la distribution des niveaux de gris de toute l'image codés de 0 (noir) à 255 (blanc) et on étudie le niveau de gris le plus représenté ;



- On regarde l'évolution de cette distribution en fonction du temps et de l'état de surface.

Exploitation de l'image d'une chaussée Influence du soleil

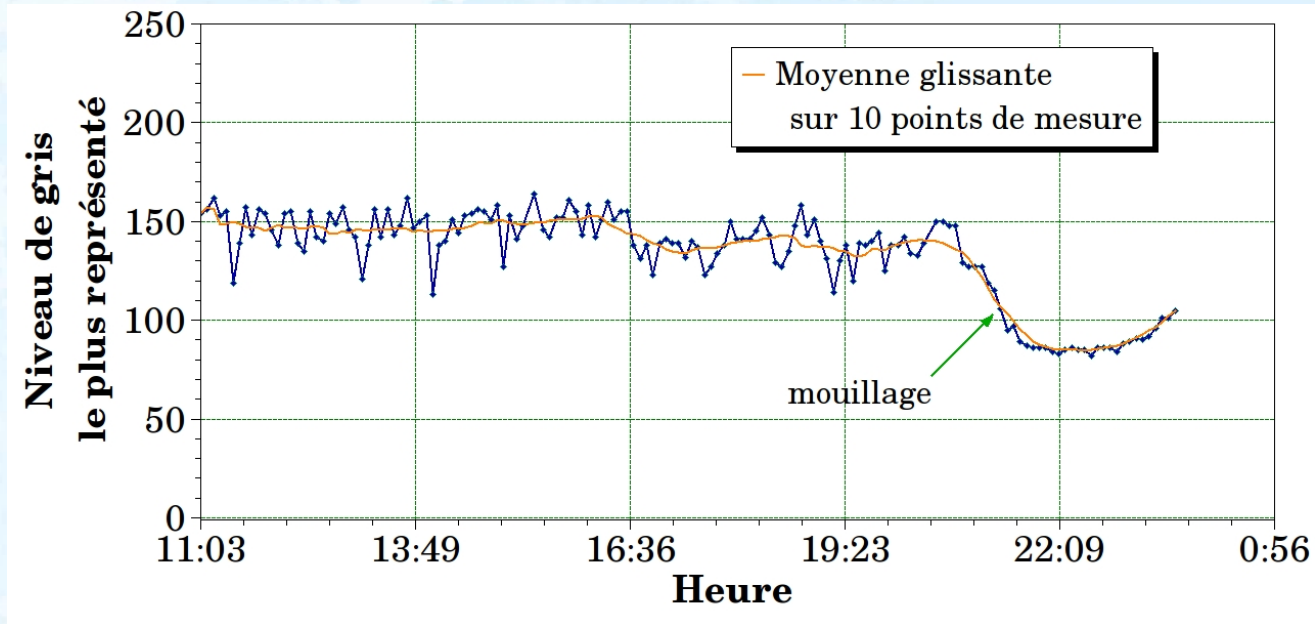


Évolution du niveau de gris le plus représenté en fonction du temps (phase nocturne)

- Niveau de gris le plus représenté constant la nuit ;
- Dégradation du rapport signal à bruit au lever du soleil ;
- Écart-type de 1 pixel durant la nuit.

Exploitation de l'image d'une chaussée

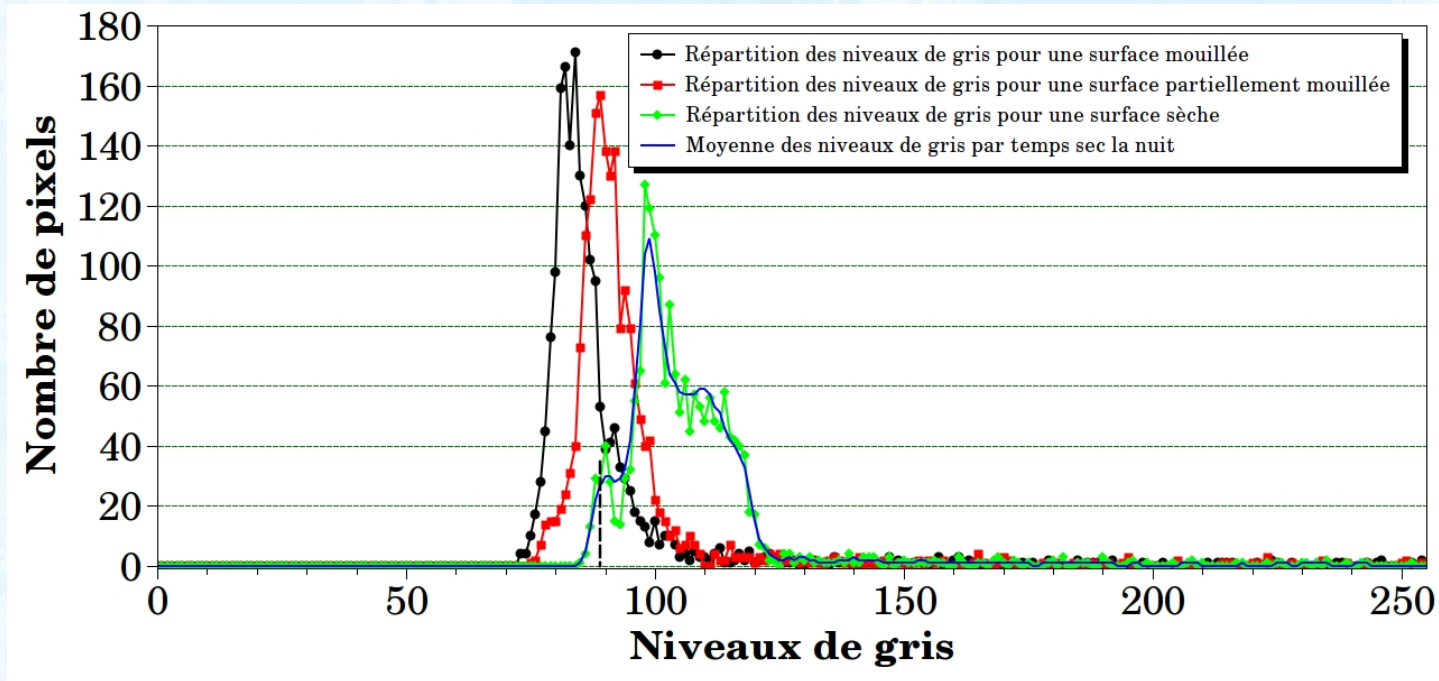
Influence du mouillage



Évolution du niveau de gris le plus représenté en fonction du temps avec mouillage

Exploitation de l'image d'une chaussée

Différence de température relative



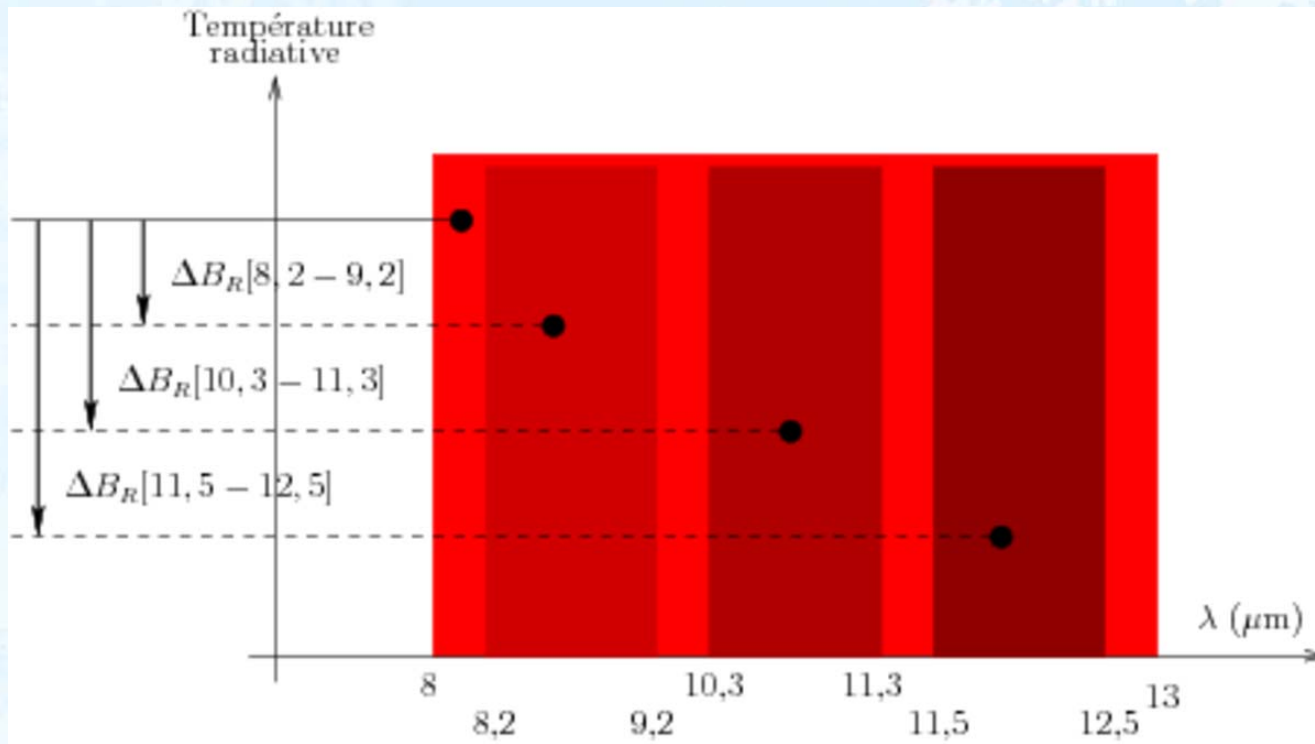
Distribution des niveaux de gris pour différents états de surface

Surface sèche = 90% des pixels de la distribution moyenne > à 89

Mesures issues d'un radiomètre IR multispectral

Différence de température relative

Le radiomètre CIMEL 312T possède 4 filtres :

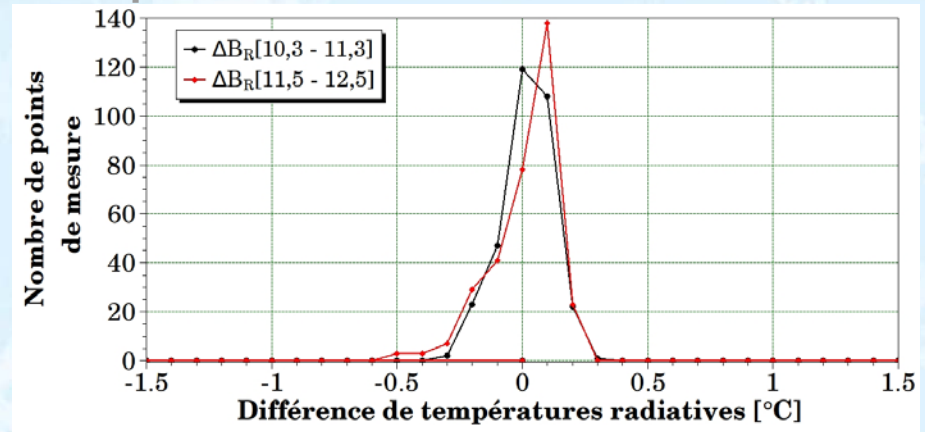


Largeur des quatre bandes du radiomètre multispectral

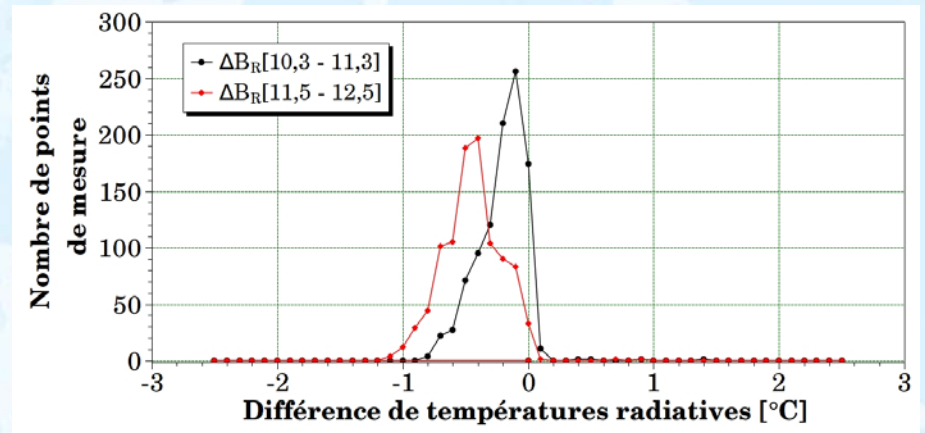
Mesures issues d'un radiomètre IR multispectral

Distributions des températures radiatives

Surface mouillée →



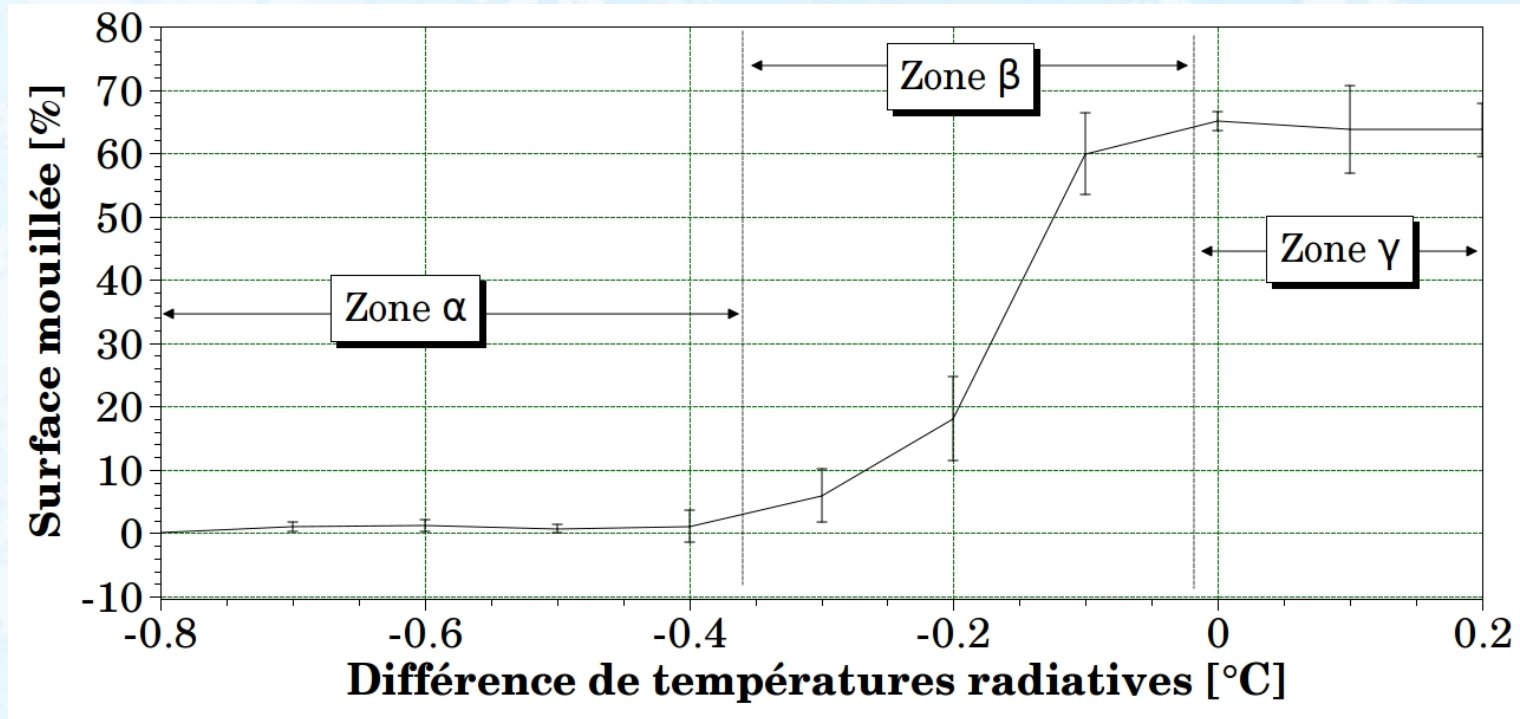
Surface sèche →



Distribution des différences de températures radiatives entre les filtres centrées sur $12\mu\text{m}$ et $11\mu\text{m}$ et celle de la bande $8 - 13\mu\text{m}$

Mesures issues d'un radiomètre IR multispectral

Discrimination sec/mouillé



Pourcentage de surface mouillée en fonction de la différence de températures radiatives

Graphique des températures radiatives

8-14 um 11.5-12.5 um 10.3-11.3 um 8.2-9.2 um

T(degre C) 13:34:50

t(min)

Graphique Vaisala

Temperature air Temperature sol

T(degre C) 13:34:50

t(min)

C:\Documents and Settings\... -

```

Ouverture et configuration du port COM1...
...OK
Reception de donnees...
Reception de donnees...
Reception de donnees...
01
2008-06-09 12:31,01,M16,DSC
01 26.3;02 42.7;03 12.7;14 23.6;60 4
71 0;72 0.00;73 0.00;74 0.00;
=
Fermeture du port COM1
Traitement des donnees Vaisala.....
Image enregistre : .\enregistrement\Acqui
Histogramme enregistre : .\enregistrement
_13-34.txt
WebCam.....
Graphique.....
Enregistrement des donnees.....
-----
Debut d'un nouveau cycle de mesures
Ouverture et configuration du port COM4...
...OK
Reception de donnees...
A1248500080609133513156D5911FFF9FFF96A876
A2148B0108060913353864C169EF6968697AFE14
A2148B0208060913354864BF69EC69656979FE14
A2148B0308060913355864E869EE696F6986FE14
A2148B04080609133611739A6B3A6C7F6C3BFE14
A2148B0508060913362277AD6BAC6D516C0DFE14
A2148B0608060913363479486BDD6D9E6D06FE14
A2148B0708060913365064FD69DA695C6967FE14
Fermeture du port COM4
Traitement des donnees CIMEL.....
Ouverture et configuration du port COM1...
...OK
Reception de donnees...
Reception de donnees...
Reception de donnees...
01
2008-06-09 12:36,01,M16,DSC
01 26.6;02 42.9;03 13.0;14 23.6;60 4
71 0;72 0.00;73 0.00;74 0.00;
=
Fermeture du port COM1
Traitement des donnees Vaisala.....

```

WebCam

Histogramme Noir/Blanc

Total Nb of pixels: 1848
Nb de pixels entre 0 et 0: 0

Ellipse

démarrer

etat-surface-radiome... Outils d'administration 6 Etat-surface-radi... FR 13:39

Conclusion / perspectives

- Lien établi entre un état de surface *mouillé* et son degré de mouillage en conditions nocturnes avec un éclairage stable et homogène ;
 - Technique basée sur le décompte des pixels en dessous d'une valeur seuil ;
 - Excellente reproductibilité ;
 - Validation et fiabilité de la détection avec le radiomètre CIMEL 312T.
-
- Compléter le site avec d'autres capteurs (luminosité) ;
 - Travailler en lumière polarisée avec une meilleure caméra ;
 - Faire des campagnes de mesures ;
 - Se passer à terme du radiomètre.

Merci de votre attention !