

Séminaire de restitution CCLEAR

Impact des conditions climatiques sur les infrastructures routières

Définition de la carte de sévérité climatique (conditions hivernales)

03 février 2015



Toujours un temps d'avance

Ludovic Bouilloud

Météo France

ludovic.bouilloud@meteo.fr

Ferhat Hammoum

MAST/MIT

IFSTTAR

ferhat.hammoum@ifsttar.fr

Luc Baudelot, DIR Nord

Olivier Ruiz, DIR EST

Sommaire

- Contexte de l'étude
- Démarche suivie
- Carte de sévérité climatique (2003-2013)
- Correspondance indice climatique / dégradations hivernales
- Conclusions
- Perspectives

Contexte de l'étude

Analyse de la situation actuelle

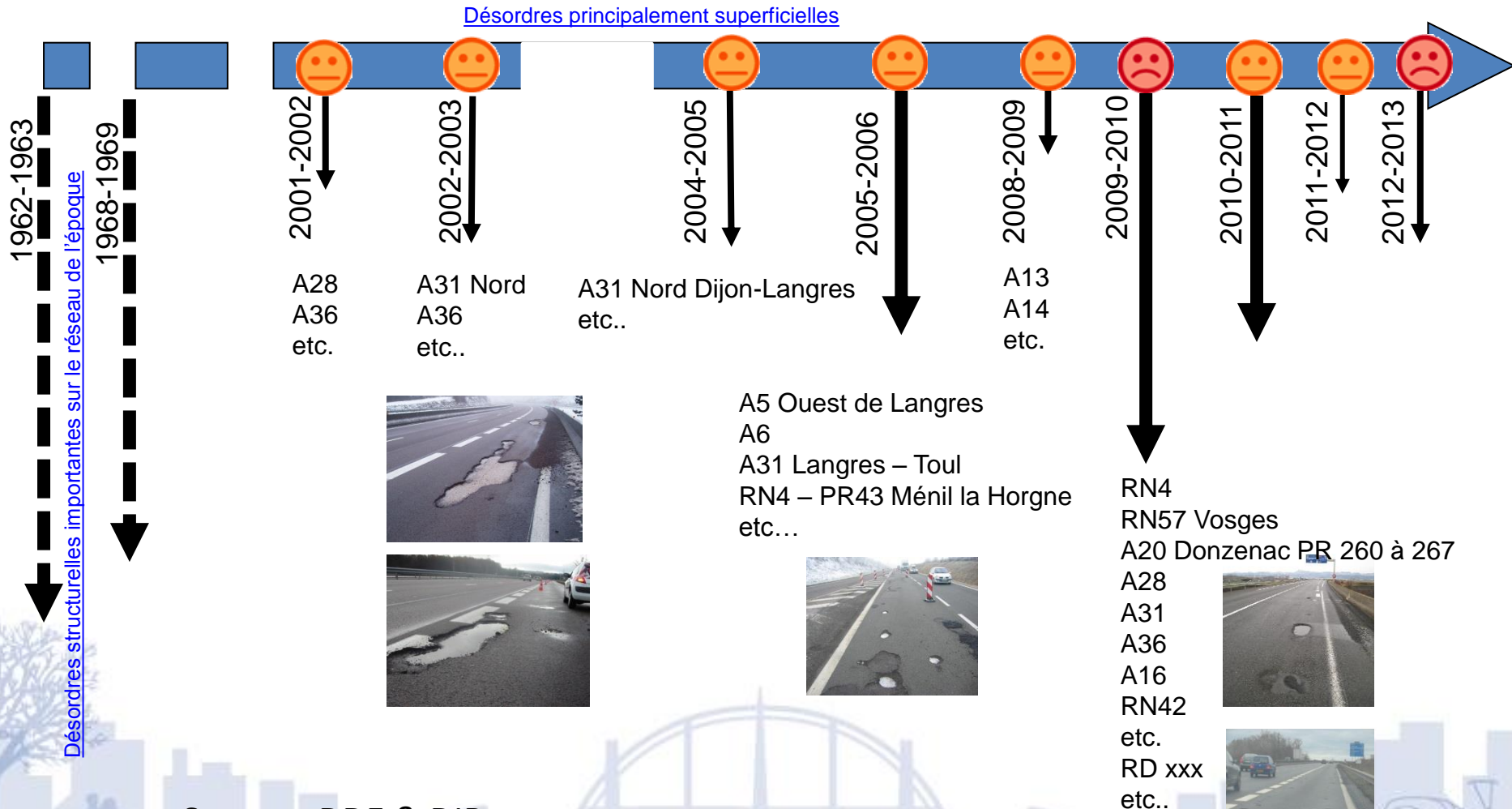
- Politique d'entretien en lien avec les crédits en nette diminution (8% => 4%)
- Trafic PL croissant sur le réseau non concédé (58 % en 01/2011)
- Conditions climatiques très variables durant les dix dernières années
- Couche de roulement ouverte et mince (**BBTM représente 30 % des dégradations**)
- Le classement H1 à H4 n'est pas adapté pour évaluer les dégradations /climat
- La note IQRN ne renseigne pas sur la vulnérabilité de la chaussée vis-à-vis du climat
- Etc.

L'objectif est de proposer un indice climatique plus réaliste au regard des dégradations hivernales récentes.

Idée : Proposer une combinaison de plusieurs paramètres climatiques qui pourraient expliquer les dégradations observées ou traduire un niveau de risque pour les chaussées ayant atteint un niveau d'endommagement.

Contexte de l'étude

Les conditions hivernales sur le réseau routier français?

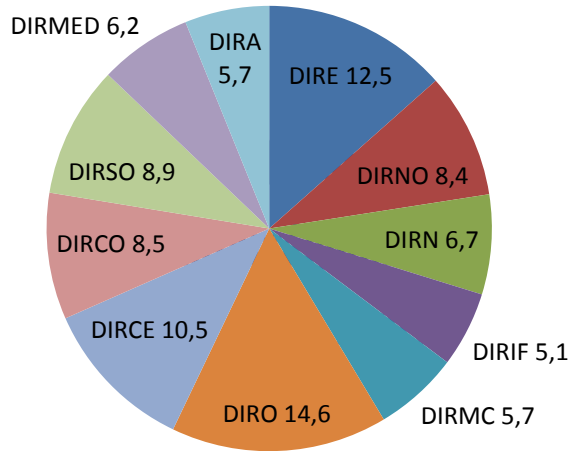


Contexte de l'étude

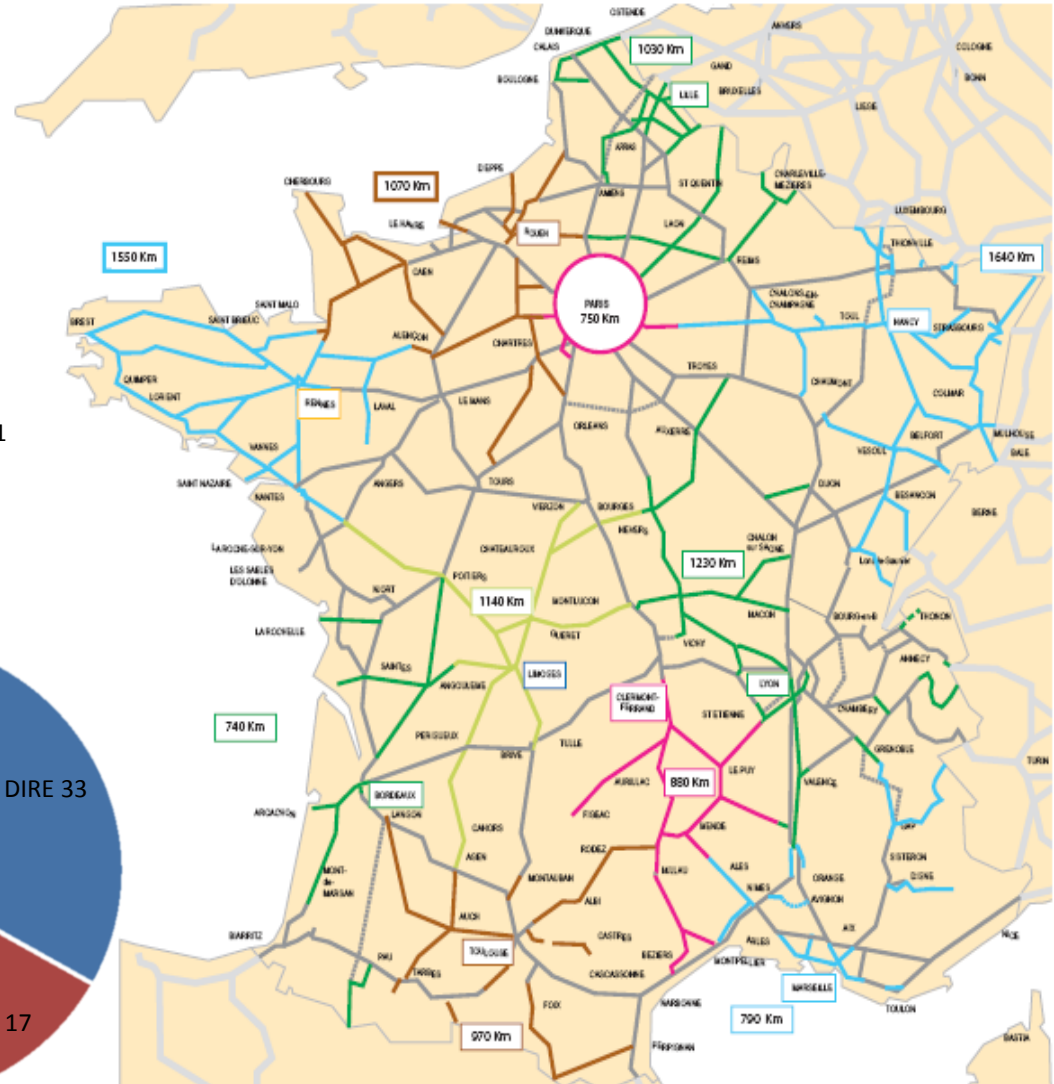
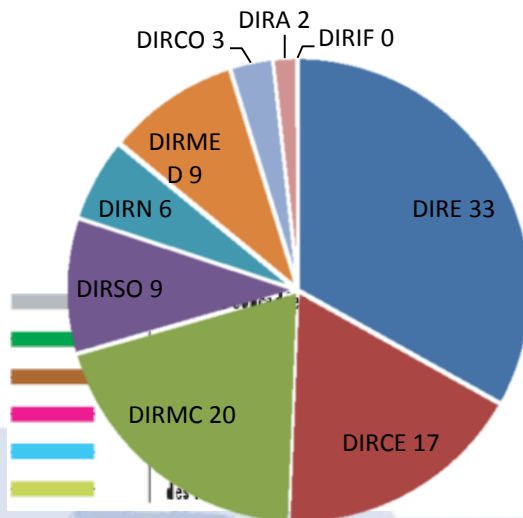
Réseau routier en France

Répartition du réseau national non concédé

Longueur du réseau (%)



Climat (%) (H3 et H4)



Contexte de l'étude

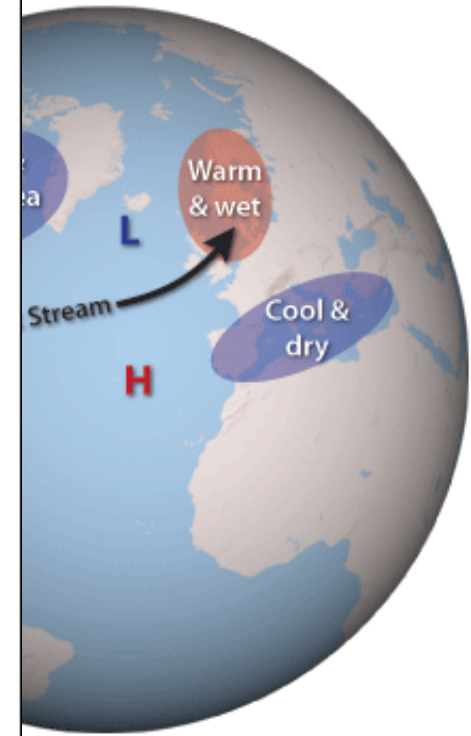
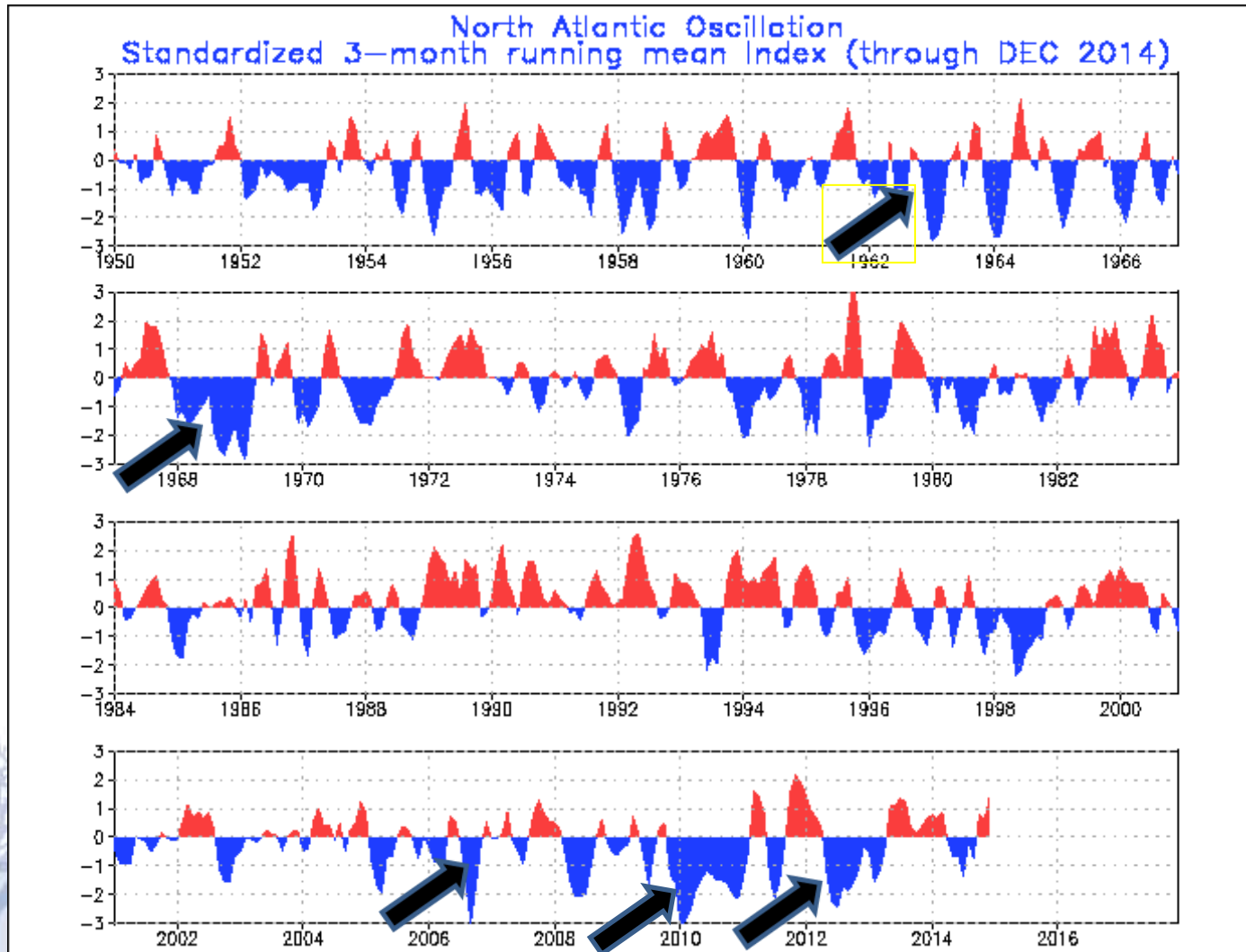
**Les années passent mais les
hivers ne se suivent pas ?**

Point de vue des climatologues



Contexte de l'étude

NAO : L'oscillation Nord-Atlantique (Sir Gilbert Walker, 1920)



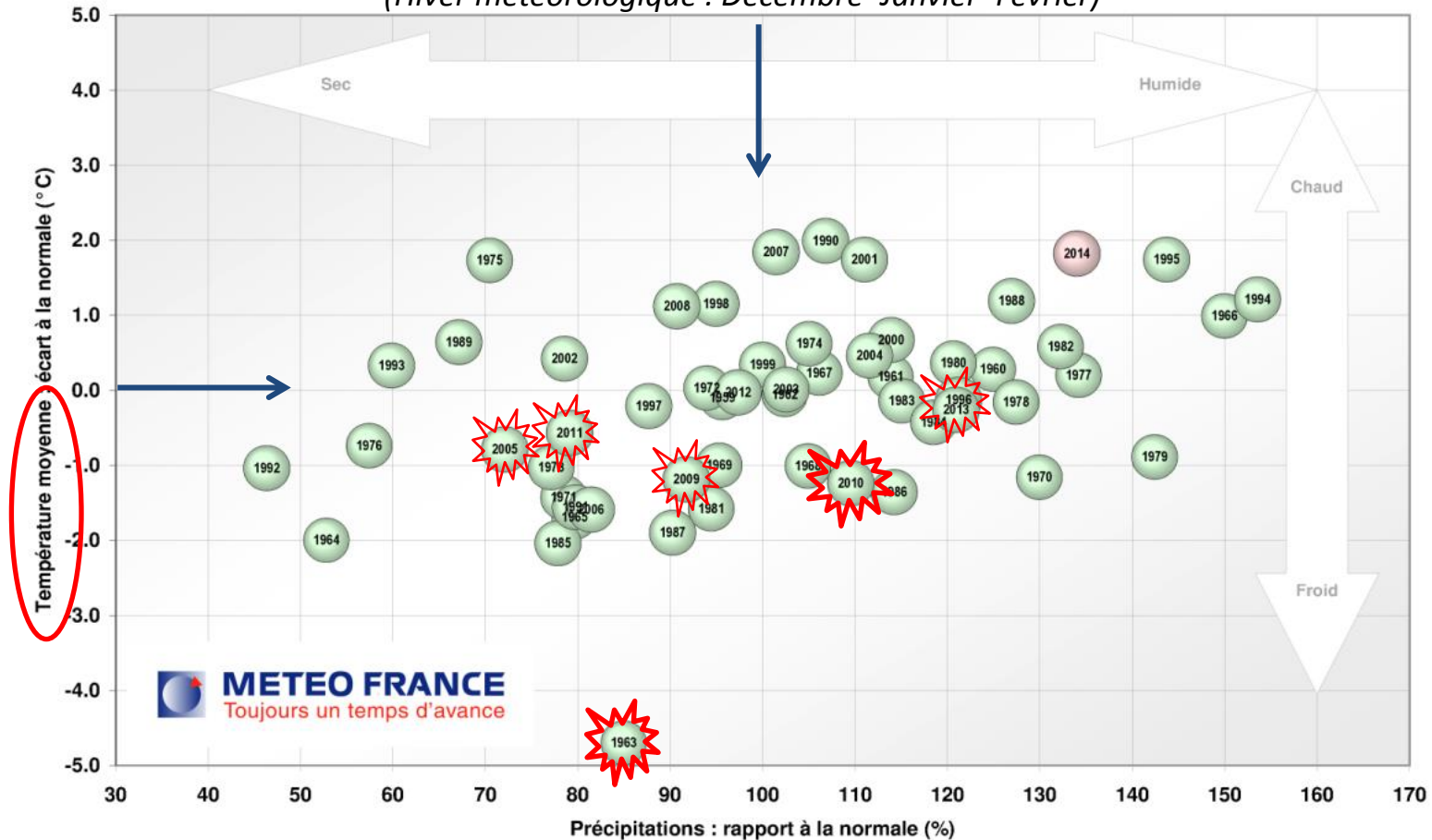
C. Wang, et al., 2010, The record-breaking cold temperatures during the winter of 2009/2010 in the Northern Hemisphere, ATMOSPHERIC SCIENCE LETTERS

Contexte de l'étude

- Point de vue des climatologues

Températures et précipitations en hiver de 1959 à 2014

(Hiver météorologique : Décembre–Janvier–Février)



[J. Cattiaux et al. 2010, Winter 2010 in Europe: A cold extreme in a warming climate, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS]

Contexte de l'étude

Recherche des causes ?

- L'âge du tronçon routier

chaussée ancienne et récente >3 ans (SETRA)

- La nature de la couche de roulement (épaisse ou mince)

Porosité > 10% avec vides communicants

- La qualité des matériaux utilisés

Couple liant/granat, propreté, qualité du bitume, remobilisation du liant vieilli (fraisats), qualité de l'enrobage

- Les conditions de fabrication et de mise en œuvre

Température (mise en œuvre et ambiante), fraisage, collage, drainage

- **Les conditions environnementales locales (climat)**

Variation de la température, cycles gel/dégel, présence d'eau (porosité, par capillarité ou dans les fissures)

- Le trafic poids lourds

Accroissement du trafic PL ou de la charge à l'essieu

Démarche suivie

Détermination de l'indice de sévérité climatique

Sétra

Service d'études
sur les transports,
les routes et leurs
aménagement

Identification des paramètres climatiques
en rapport avec le réseau routier

Ré-analyse des conditions météorologiques

Recensement des dégradations hivernales
ISIDOR – ISIMAGE (SETRA, DIR EST et DIR Nord, etc..)

Base de données des dégradations hivernales
(Localisation, matériaux, structures, âge, trafic, etc..)

Combinaison des paramètres
pour traduire l'état dans la chaussée

Indice de sévérité climatique
Carte France

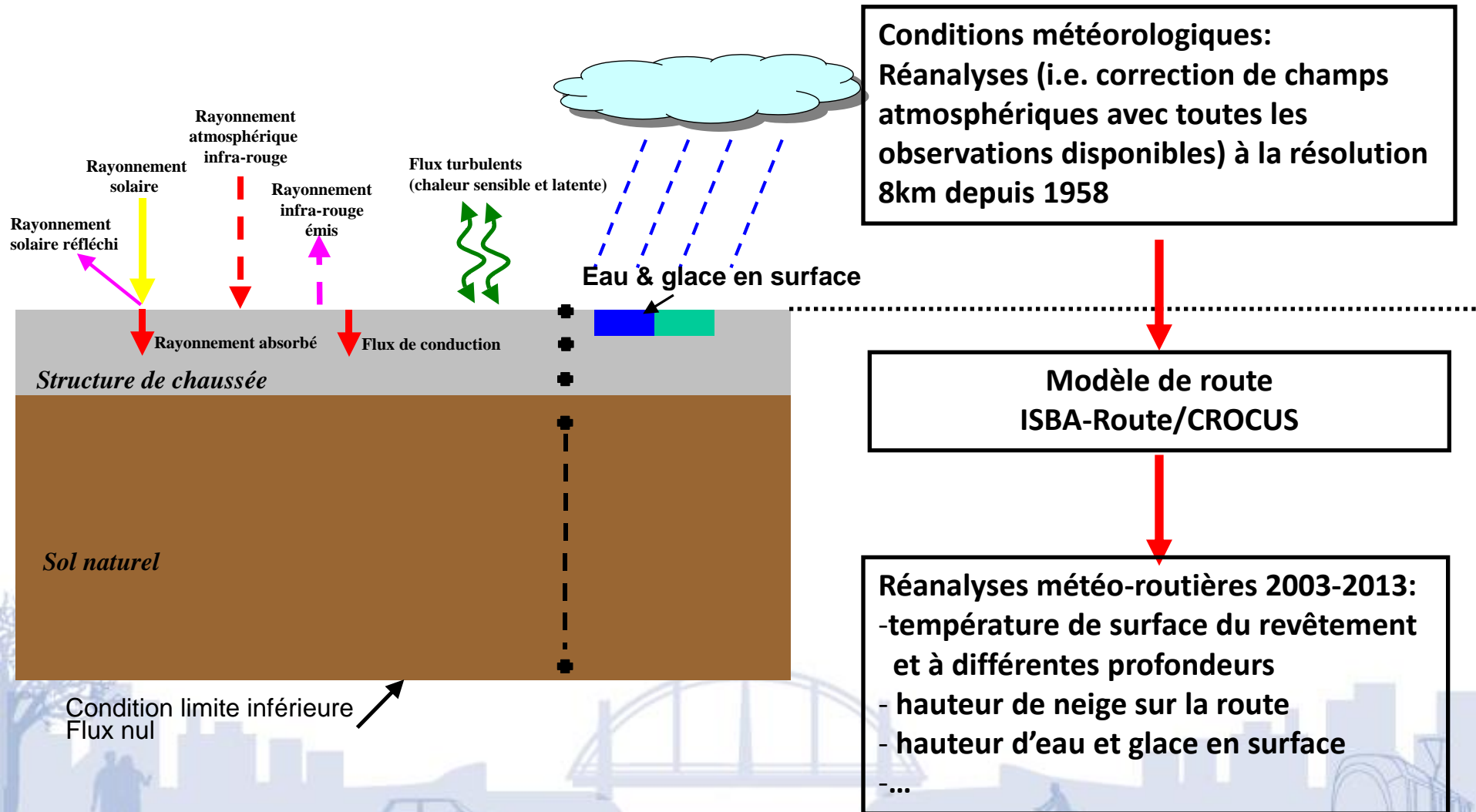
Fusion des données
Climat Vs réseau routier

Recherche de correspondance Indice Vs dégradations hivernales
(tronçon routier, itinéraire, région)

Exploitation de l'indice de sévérité (choix des matériaux, programme entretien, etc..)

Démarche suivie

Le modèle ISBA-Route/CROCUS et les réanalyses atmosphériques



Démarche suivie

Période hivernale (1er novembre à 6h au 1 avril à 6h)

1. Nbre de cycles de passage sous 0 dans l'air

2. Nbre de jours avec des cycles de passage sous 0°C à -6 cm

NB : le salage n'est pas pris en compte

3. Nbre de cycles de passage sous 0 à 27 cm

4. Nbre de cycles de passage T_s sous la température de rosée

5. Nbre de jours avec précipitations > 1mm

=> Reproduire la combinaison des phénomènes attendus
(présence d'eau et des cycles de passage sous 0°C)

=> Conditions hydriques et thermiques dans la couche de roulement et son support

Base de temps : Données climatiques sur la période 2003-2013

Base spatiale : Territoire français avec une résolution spatiale : maille 8 km x 8 km

Démarche suivie

Calcul de l'indice de sévérité climatique

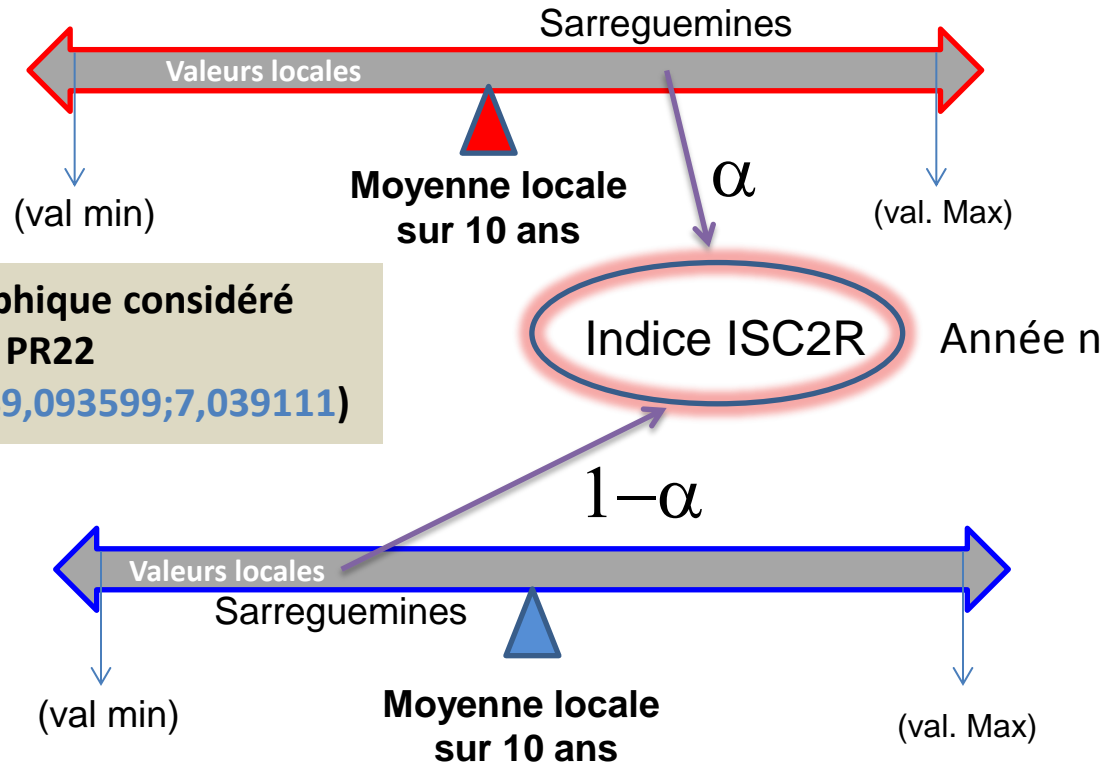
Période 2003-2013 (1er novembre à 6h au 1 avril à 6h)

NBR1: Nombre jours avec des cycles gel-dégel à 6cm



Pour chaque point géographique considéré (exemple : Dépt 57 - RN61 PR22 près de Sarreguemines : 49,093599;7,039111)

NBR2: Nombre de jours avec précipitation >1mm

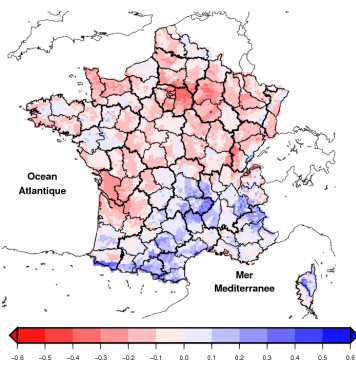


Attention à la norme de l'indice voir papier

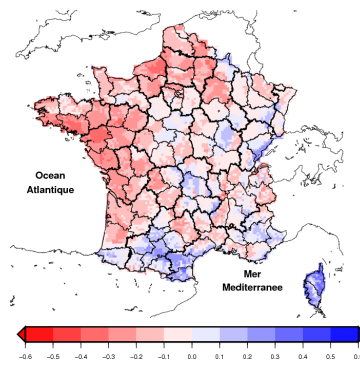
Ecart ISC2R = Indice ISC2R à l'année n – moyenne ISC2R (2003-2013)

Cartes de sévérité climatique

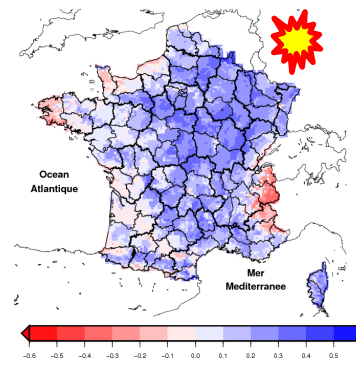
Indice de sévérité 2003/2004



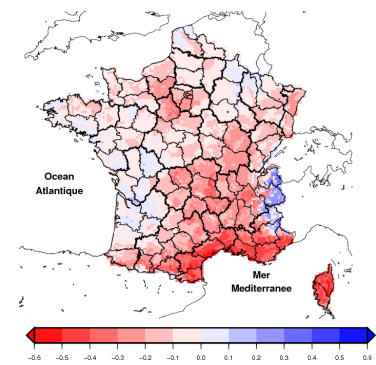
Indice de sévérité 2004/2005



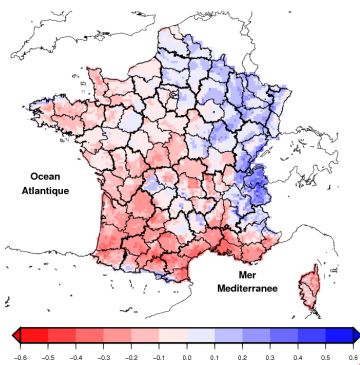
Indice de sévérité 2005/2006



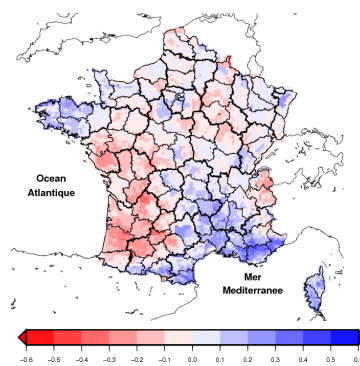
Indice de sévérité 2006/2007



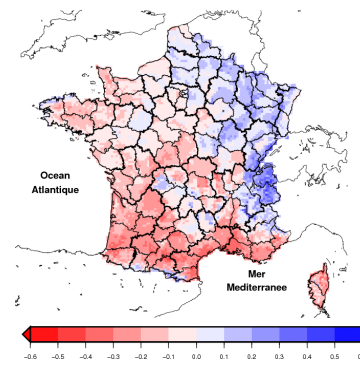
Indice de sévérité 2007/2008



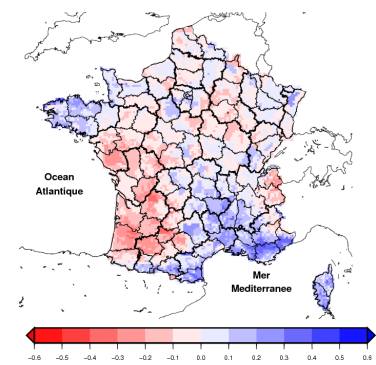
Indice de sévérité 2008/2009



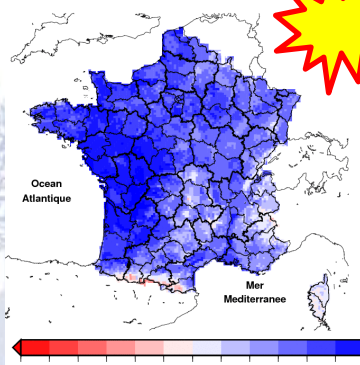
Indice de sévérité 2007/2008



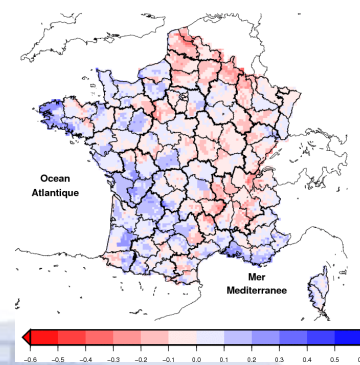
Indice de sévérité 2008/2009



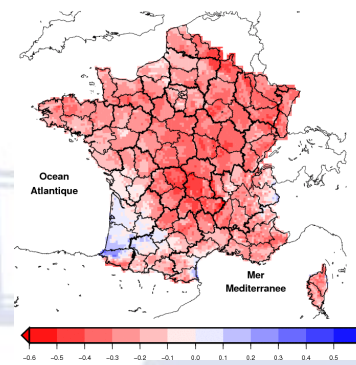
Indice de sévérité 2009/2010



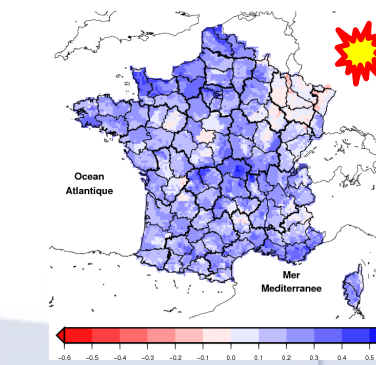
Indice de sévérité 2010/2011



Indice de sévérité 2011/2012



Indice de sévérité 2012/2013

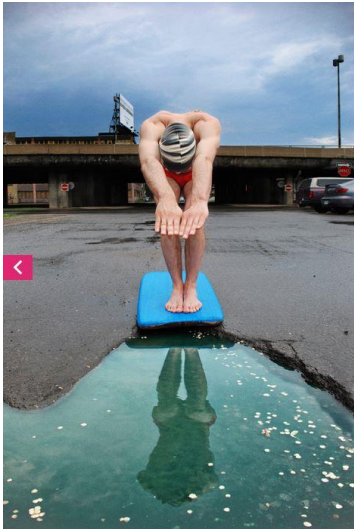


Démarche suivie

- Remontée des cas terrain



Approche artistique



Davide Luciano, New-York



Davide Luciano, New-York



Davide Luciano, New-York

Démarche suivie

- Remontée des cas terrain

DIR EST (O. Ruiz), DIR NORD (L. Baudelot) , DIR NORD OUEST (Yann Chevalier)



DIR NO



DIR NO



DIR MC

www.ifsttar.fr

Démarche suivie

• Remontée des cas terrain (14)



DIR EST (O. Ruiz), DIR NORD (L. Baudelot) , DIR NORD OUEST (Yann Chevalier)

Dépt	Marne 51	Nord 59	Nord 59	Meuse 55	Vosges 88	Vosges 88	Vosges 88	Moselle 57	Moselle 57
Troçon routier	RN31	A2	A23	RN4	RN57	RN57	RN57	RN61	A320
Lieu le plus proche	Fismes-est	Douchy-les-mines	Région Lille Sud	Saint-aubin sur aire	Nomexy	Etalans et Jougne	Plombières les bains	Sarreguemines	
Section	PR 5 à 10	PR 50 à 56	PR 1 à 12	PR35+0 au PR38+485	PR14+200 au PR15+0	PR 37+00 au PR 41+000	PR68 au PR72+300	PR 22+000 au PR 22+400	PR 4 à PR 14
Itinéraire						Besancon - frontière suisse	Fougerolles - Epinal		
Coordonnées GPS	47,9574465 ; 6,480740	50,306567;3,380683	50,59337;3,147454	48,703891;5,444379	49,308713;3,711872		47,9574465;6,480740	49,093599;7,039111	
Année de mise en œuvre CR	1992 (PR5 à PR8+400) -1999 (PR 8+400 à PR10)	2000	2003-2005	2004	2006	1996	2002	2000/09	1982-2011
Couche de roulement	BBMA	BBME	BBSG	BBM	BBTM	BBM	BBTM (bitume pur)	BBSG (bitume pur)	BBTM-BBM-BBSG
Type de dégradations	Nids de poule	Fissuration thermique	Fissuration thermique	nids de poule	nids de poule	nids de poule	nids de poule		nids de poule
CLIMAT	H2	H2	H2	H3	H4	H4	H4	H3	H3
Source	DIR NORD	DIR NORD	DIR NORD	DIR EST	DIR EST	Journal local	DIR EST	DIR EST	DIR EST
Hiver 2002-2003									
Hiver 2003-2004									
Hiver 2004-2005									
Hiver 2005-2006				nids de poule février 2006 (PR43)		8km de nids de poule entre la cluse et les hopitaux neufs (envion 160) 20/100ml			
Hiver 2006-2007									
Hiver 2007-2008									
Hiver 2008-2009									
Hiver 2009-2010	1907	Fissuration thermique	Fissuration thermique	697	nids de poule	nids de poule et fissuration thermique (environ 800 ndp)	nids de poule (400 ndp)	nids de poule (80 ndp)	
Hiver 2010-2011	qcq ndp environ						?	RAS	nids de poule sur 10 km (11 jan 2011) - présence moins localisé sur 230 km de l'autoroute
Hiver 2011-2012	qcq ndp environ						qcq nids de poule (10 environ)	RAS	
Hiver 2012-2013	qcq ndp environ	Accentuation Fissuration thermique	Accentuation Fissuration thermique			Nids de poule (Tapis d'enrobé 6 au 10 mai 2013)	nids de poule + faïençage - Travaux d'enrobés Du PR 37+00 au PR 93+600 (13 janvier 2015)	RAS	
Hiver 2013-2014									
Hiver 2014-2015									
Hiver 2009-2010	1900			700		160	400	80	
Hiver 2010-2011				?		?	?	0	
Hiver 2011-2012				?		?	10	0	
Hiver 2012-2013				?		?	50	0	

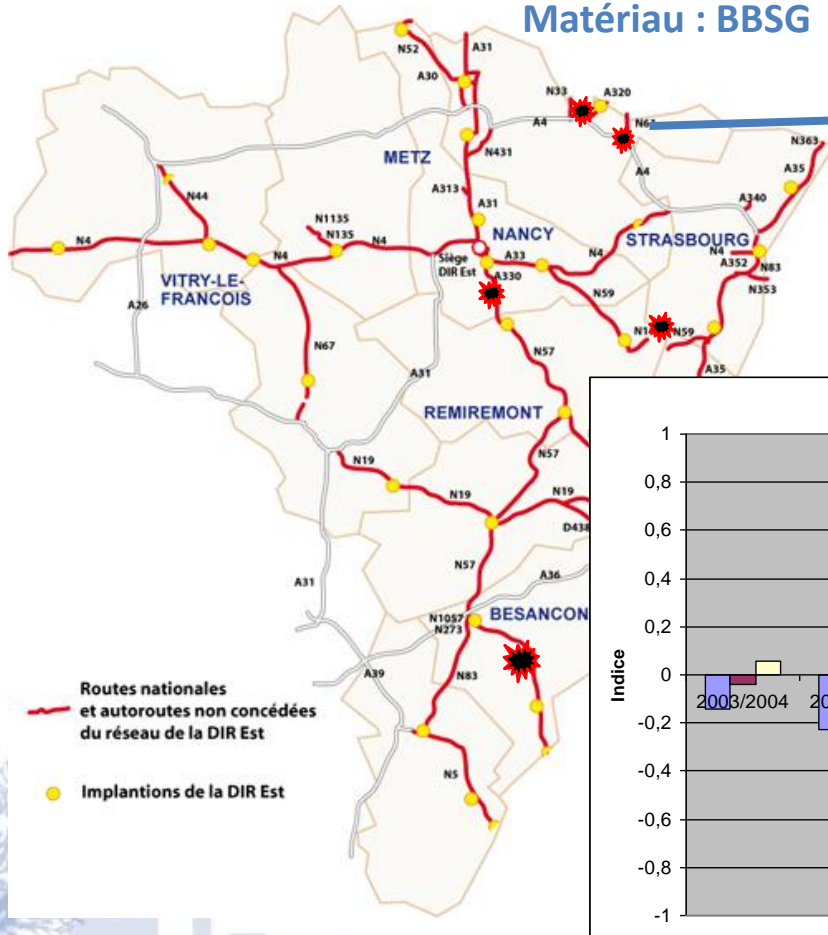
Correspondance Indice Vs Dégradations hivernales

Département 57 – **Zone H3**

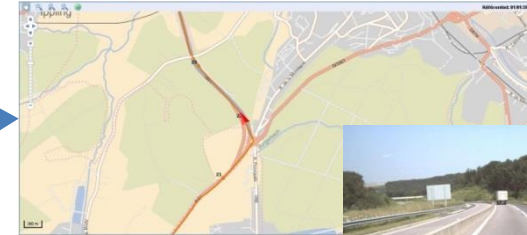
RN61 PR22 PR 22+400 près de Sarreguemines

Année de la couche : 2000

Matériau : BBSG

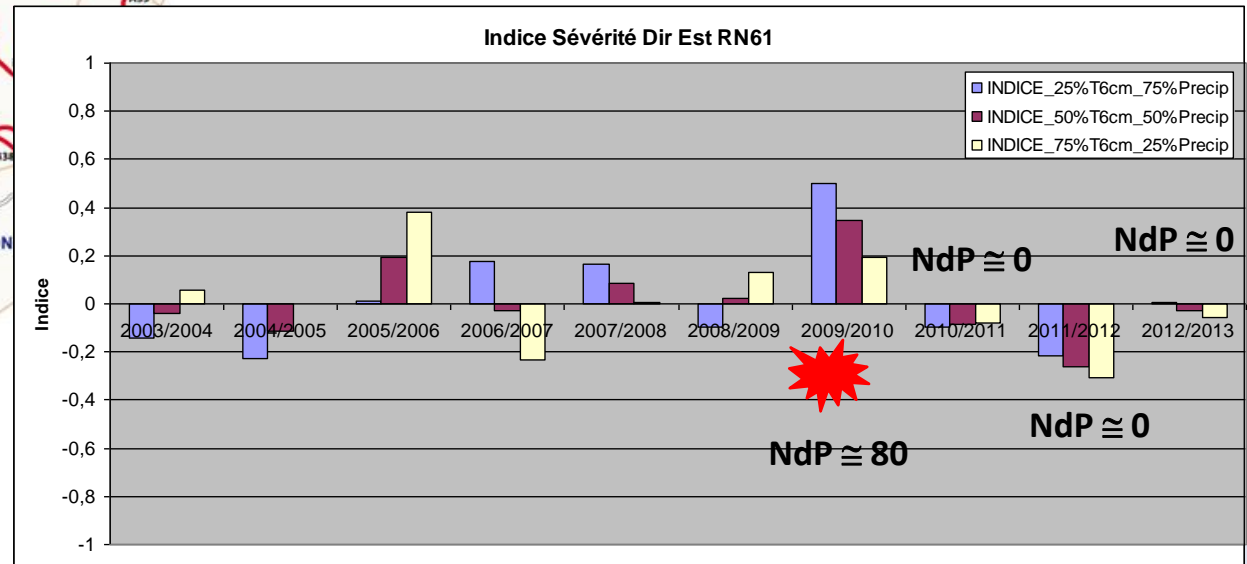


ISIDOR & ISIMAGE (SETRA)



GPS

49,093599;7,039111



L'hiver 2009-2010 a été un évènement déclencheur (ISC2R élevé), les dégradations sont relativement limitées malgré l'âge de la couche de roulement : **Bon comportement de la formule continue type BBSG depuis l'hiver 09/10**

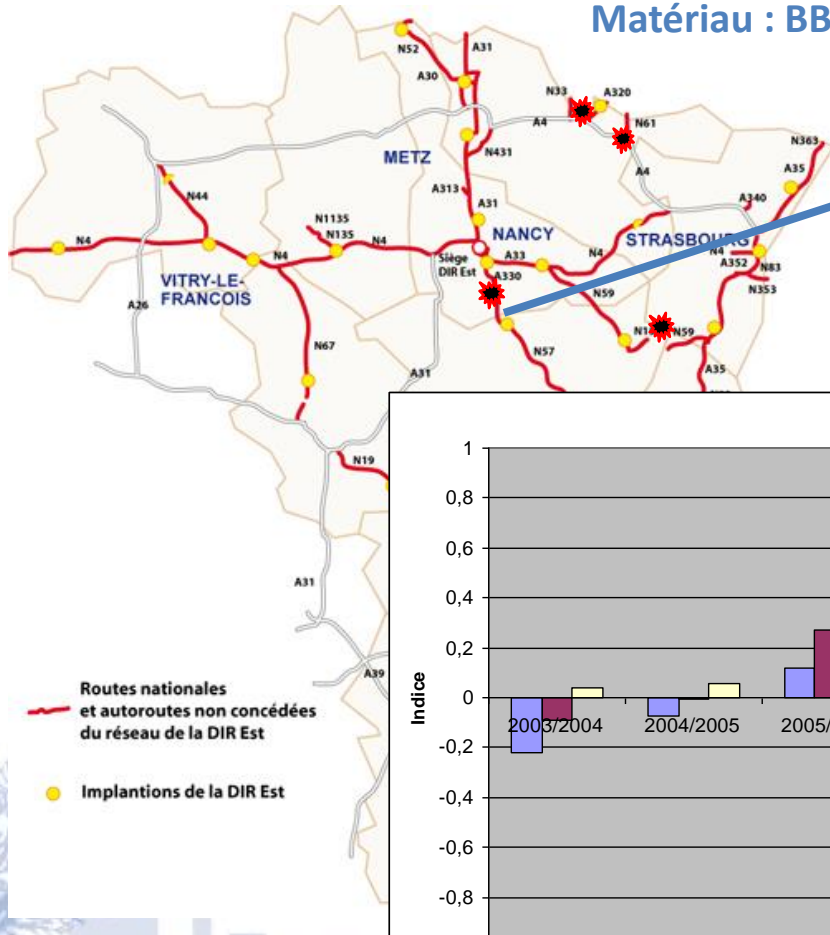
Correspondance Indice Vs Dégradations hivernales

Département 88 - **Zone H4**

RN57 PR68 à PR72 près de Plombières les bains

Année de la couche : 2002

Matériau : BBTM

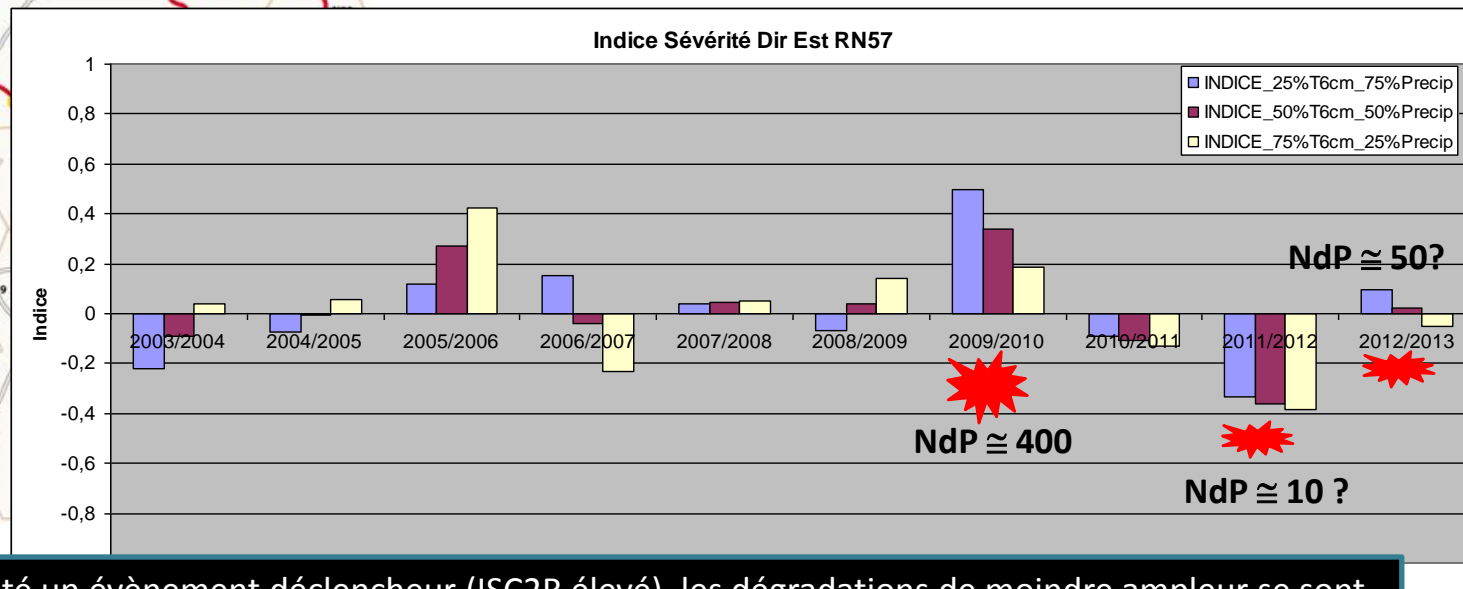


ISIDOR & ISIMAGE (SETRA)



GPS

47,9574465;6,480740



L'hiver 2009-2010 a été un événement déclencheur (ISC2R élevé), les dégradations de moindre ampleur se sont poursuivies avec des hivers « moins sévères » : **Fragilité du BBTM confirmée sur plusieurs cas**

Correspondance Indice Vs Dégradations hivernales

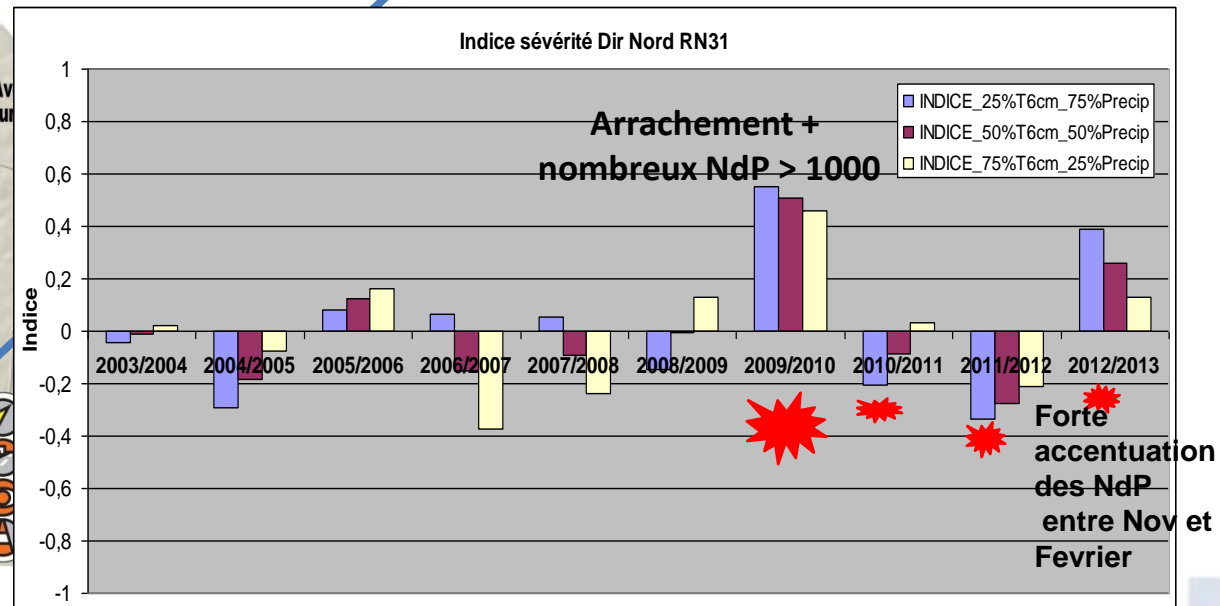
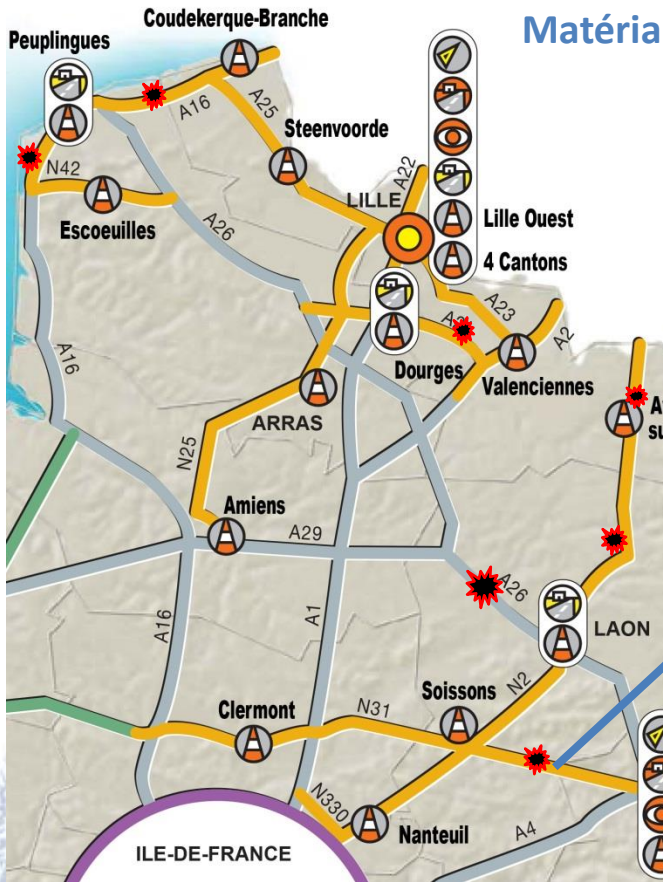
Département 51 - **Zone H4**
 RN31 PR5 à PR10 près de Fismes
 Année de la couche : **1992 & 1999**
 Matériau : **BBMA**

ISIDOR & ISIMAGE (SETRA)



GPS

47,9574465 ; 6,480740



L'hiver 2009-2010 a été un évènement déclencheur, les dégradations de moindre ampleur se sont poursuivies avec des hivers suivants moins sévères => **Cumul de l'endommagement (climat + trafic) – travaux de maintenance**

Correspondance Indice Vs Dégradations hivernales

Département 59 - **Zone H2**

A23 PR1 à PR12 Lille sud

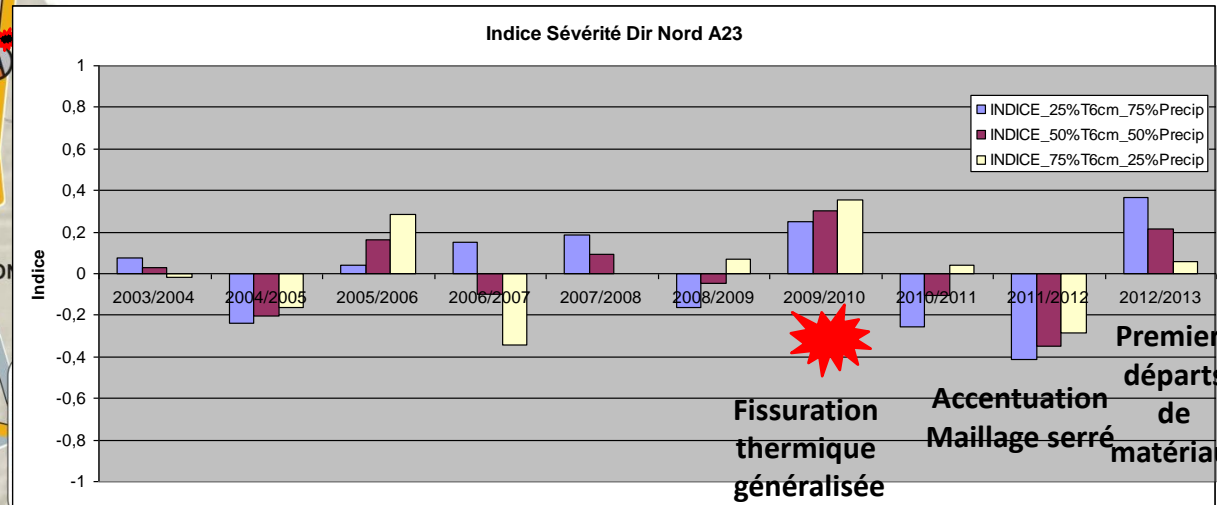
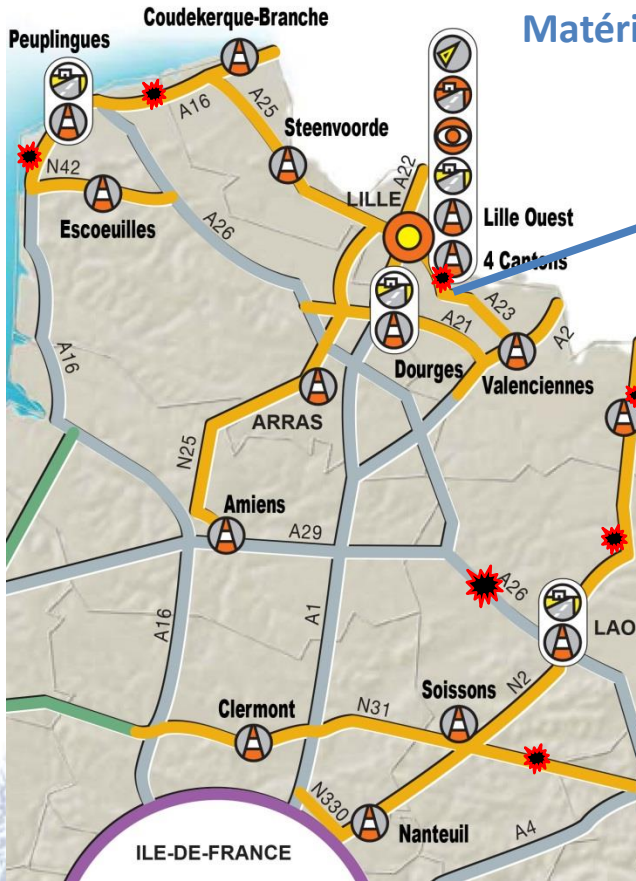
Année de la couche : **2003 & 2005**

Matériau : BBSG

ISIDOR & ISIMAGE (SETRA)



GPS
50,59337;3,147454



L'hiver 2009-2010 a été un évènement déclencheur sur ce tronçon avec une fissuration thermique généralisée
 => **Indice ISCR (0,35) avec 75% de gel-dégel n'a jamais été atteint depuis cet hiver**

Principales conclusions

Sur l'impact des conditions climatiques :

- L'hiver 2009-2010 est exceptionnel (NAO = -3 comparable à l'hiver 1962-1963)
- Il y a bien cumul de l'endommagement avec la succession des hivers => augmentation de la vulnérabilité du réseau routier après l'hiver 2009-2010
- les zones climatiques H1 à H4 restent vraies mais l'échelle géographique est trop large et ces zones ne traduisent pas les variations d'une année à l'autre => L'indice proposé ISC2R qui combine la présence d'eau et les variations de température autour du 0°C permet d'étudier plus localement les effets du climat sur les tronçons routiers.

Sur la correspondance entre l'indice de sévérité climatique et la chaussée:

- Le travail de correspondance entre l'indice ISC2R et les caractéristiques des tronçons examinés au cas par cas est très encourageant. L'âge de la chaussée n'explique pas tous. Certaines techniques d'enrobé sont vulnérables aux conditions hivernales rencontrées dans les zones H3 et H4

Perspectives

Ce qui reste à faire:

- Poursuivre la remontée d'information auprès de la DIR NO et d'autres DIR également (Sud, Sud Ouest)
- Poursuivre le travail de correspondance entre l'indice ISC2R et les dégradations hivernales dans les autres régions => rapport DIT

Valorisation:

- Suivre certaines techniques en lien avec les conditions climatiques afin d'améliorer les performances des matériaux (chaux hydratée, dope, etc.) et des règles de conception

