

Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie

Patrice ROUX-CAILLEBOT
Chef de Mission
DREAL Basse-Normandie

Resources, territoires et habitats
Développement durable
Énergie et climat
Infrastructures, transports et mer
Prévention des risques

**Présent
pour
l'avenir**

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
du Développement durable et de la Mer



Contexte de l'étude (2009)

- Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique approuvée par le gouvernement en 2006
- Volet atténuation (et adaptation) des lois « Grenelle de l'environnement » et orientations stratégiques du MEEDDM
- Volet adaptation et anticipation : un plan national pour début 2011 annoncé le 13 février 2009 et lancé le 8 décembre 2009.

Objectifs de l'étude

Fournir une première vision d'ensemble sur le territoire Bas Normand :

- des impacts,
- des vulnérabilités,
- des mesures d'adaptation envisageables en fonction des menaces et des opportunités,
 - Mettre en évidence les investigations complémentaires
 - Sensibiliser les différents acteurs

Poser les bases d'une réflexion régionale

Démarche exploratoire et prospective

Méthode retenue

Trois phases

1. Décliner à l'échelon régional la connaissance des prévisions des évolutions climatiques et préciser leurs impacts
2. Formuler des propositions d'actions prenant en compte les sensibilités et priorités locales
3. Mettre à disposition des acteurs locaux les informations collectées et produites

Méthode retenue

Approches

- **Transversales** : ressource en eau, risques et vulnérabilités, santé , biodiversité, etc.
- **Sectorielles** : agriculture, pêche, bâtiments et habitat, tourisme, etc.
- **Par milieux** : zones urbaines et péri-urbaines, zones rurales, littoral et la mer, forêt, etc.

Réalisation et pilotage

GROUPEMENT PRESTATAIRE : pluridisciplinaire

- Factea Durable : ensemblier et développement durable
- Eric Colias : écologue
- Valérie Vissuzaine : urbaniste

METEO – FRANCE en prestataire du groupement pour la rétrospective, les scénarios localisés et l'observatoire.

Lancement de l'étude en janvier 2009 par la DRE

COMITE DE PILOTAGE

- DRE, DIREN (fusionnées avec la DRIRE le 1er janvier 2010 : DREAL)
- DRAAF
- DDEA du Calvados, DDE de la Manche et de l'Orne

Phase 1

Déroulement (premier semestre 2009)

- Recueil bibliographique : études internationales, nationales et locales, données régionales...
- Réalisation d'entretiens (environ 50) :
 - experts de l'adaptation (ONERC, INRA...),
 - responsables de projets locaux sur l'adaptation
 - principaux acteurs du territoire
- Scénarios climatiques par Météo-France
- Définition des enjeux prioritaires
- Retour vers les acteurs : séminaire de restitution et d'échanges du 8 juillet 2009
- Ouverture d'un site extranet

Phase 1

Entretiens : les tendances qui ont émergé

Quelle est la perception du changement climatique ?

- Les acteurs rencontrés perçoivent des changements
- Imputer ces changements à des évolutions climatiques n'est pas une évidence : impacts de plusieurs facteurs (pression urbaine, déplacements, etc.)
- De nombreux acteurs ressentent le besoin d'informations plus précises et plus locales sur le changement climatique

Quelles sont les préoccupations majeures des acteurs ?

- Certaines thématiques reviennent plus souvent dans le discours des acteurs bas-normands (semblant poser le plus de difficultés): eau, littoral et biodiversité

Quelle est la maturité des politiques d'adaptation ?

- Les politiques d'atténuation sont en plein essor, notamment via les plans climat territoriaux
- Les politiques d'adaptation sont quasiment inexistantes

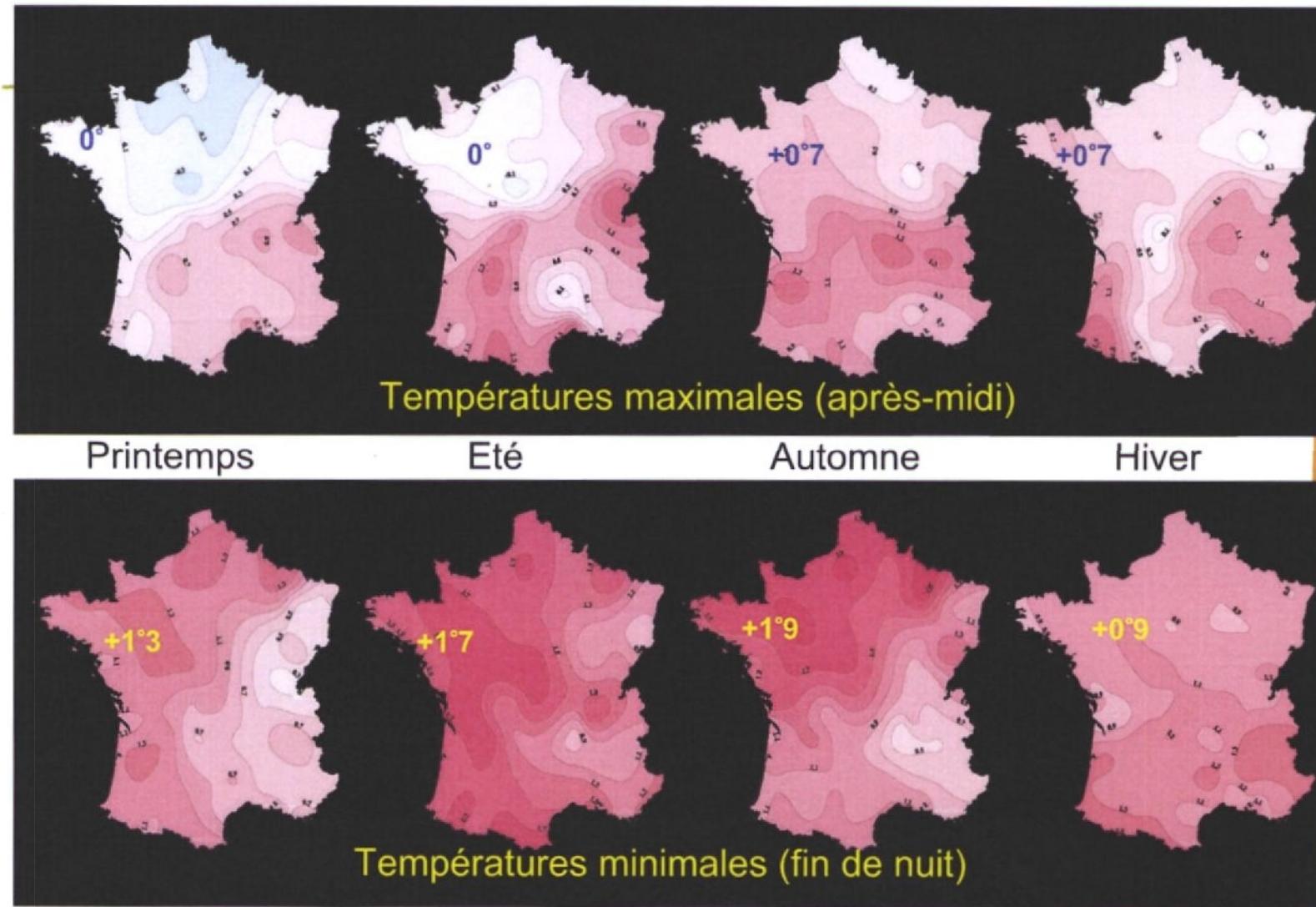
Phase 1

Le séminaire de restitution et d'échanges du 8 juillet 2009



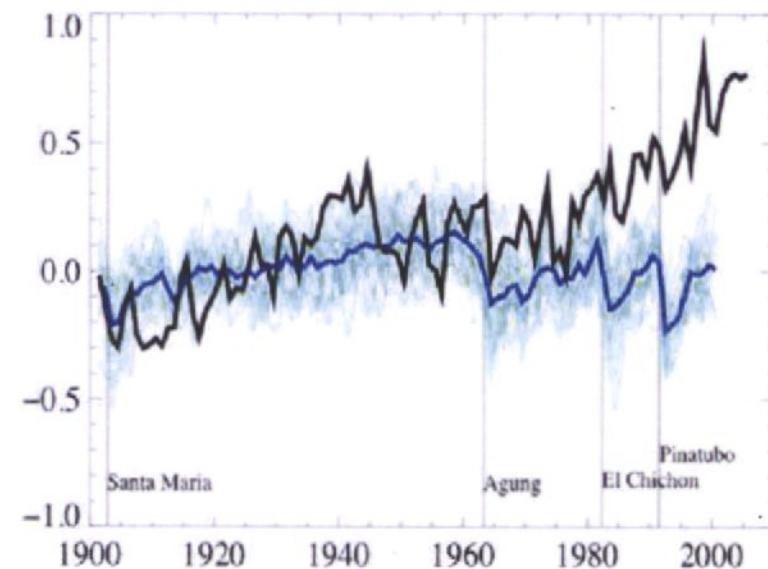
Tendances saisonnières des températures: l'évolution depuis un siècle

(séries homogénéisées 1901-2000)

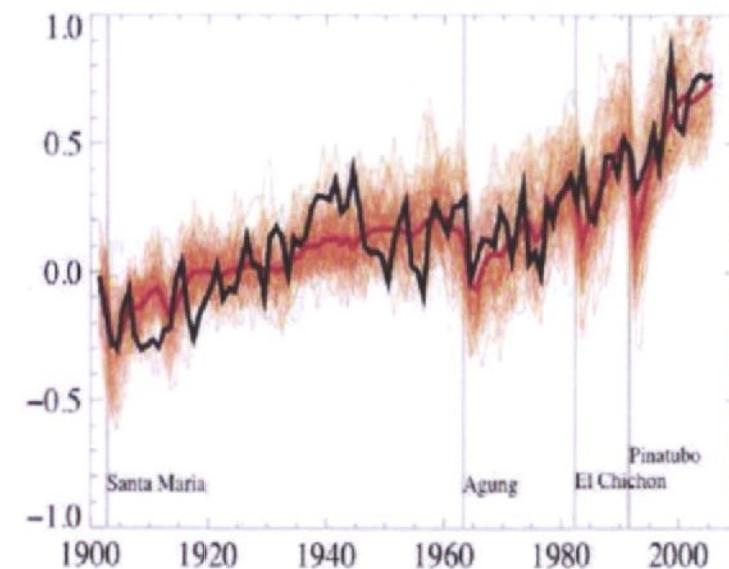


Passé : variations de la température moyenne globale en surface simulées et observées au XXI^{ème} siècle (GIEC, 2007)

Simulations avec forçages naturels

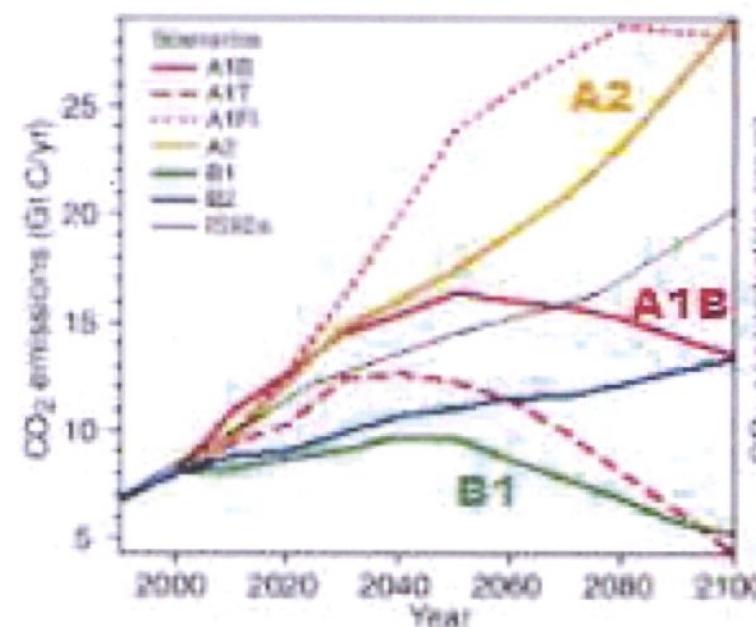


Simulations avec forçages naturels **et** anthropiques

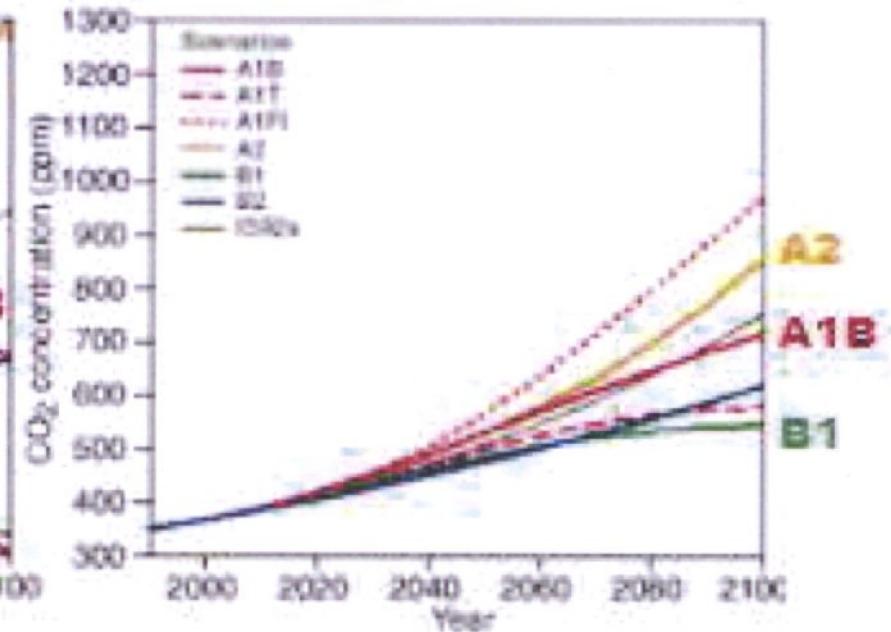


Projections : les scénarios socio-économiques du GIEC

(a) CO₂ emissions



(b) CO₂ concentrations



Scénario A2 : pessimiste : continuité des tendances actuelles, monde très hétérogène : + 3,4 °C

(entre + 2°C et + 5,4 °C)

Scénario A1B : intermédiaire : croissance très rapide mais nouvelles technologies : +2,8 °C

(entre +1,7°C et 4,4°C)

Scénario B1 : optimiste : solutions mondiales, viabilité économique et environnementale : +1,8 °C

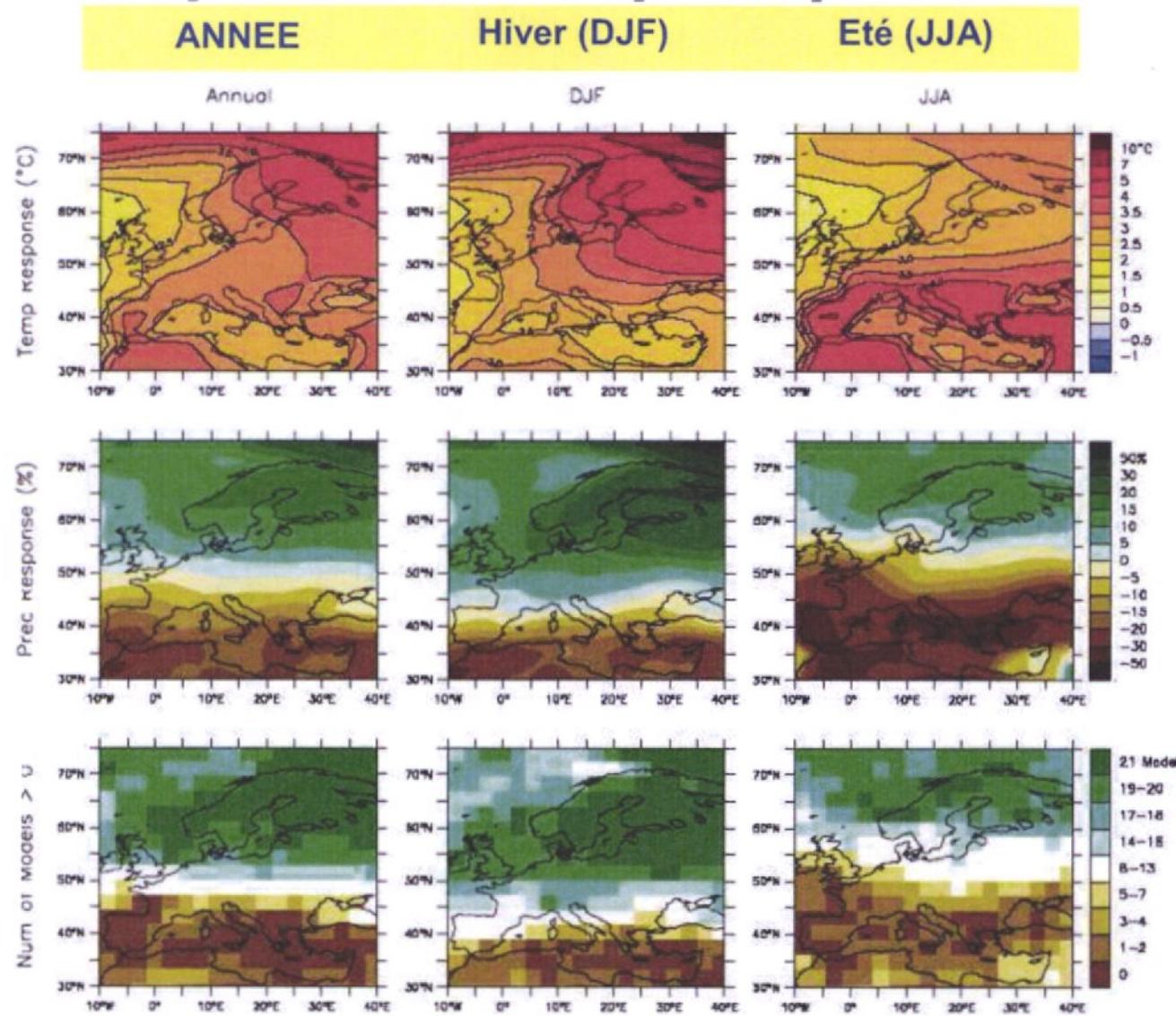
(entre +1,1°C et 2,9°C)

Projections sur l'Europe : Températures et précipitations

Températures moyennes

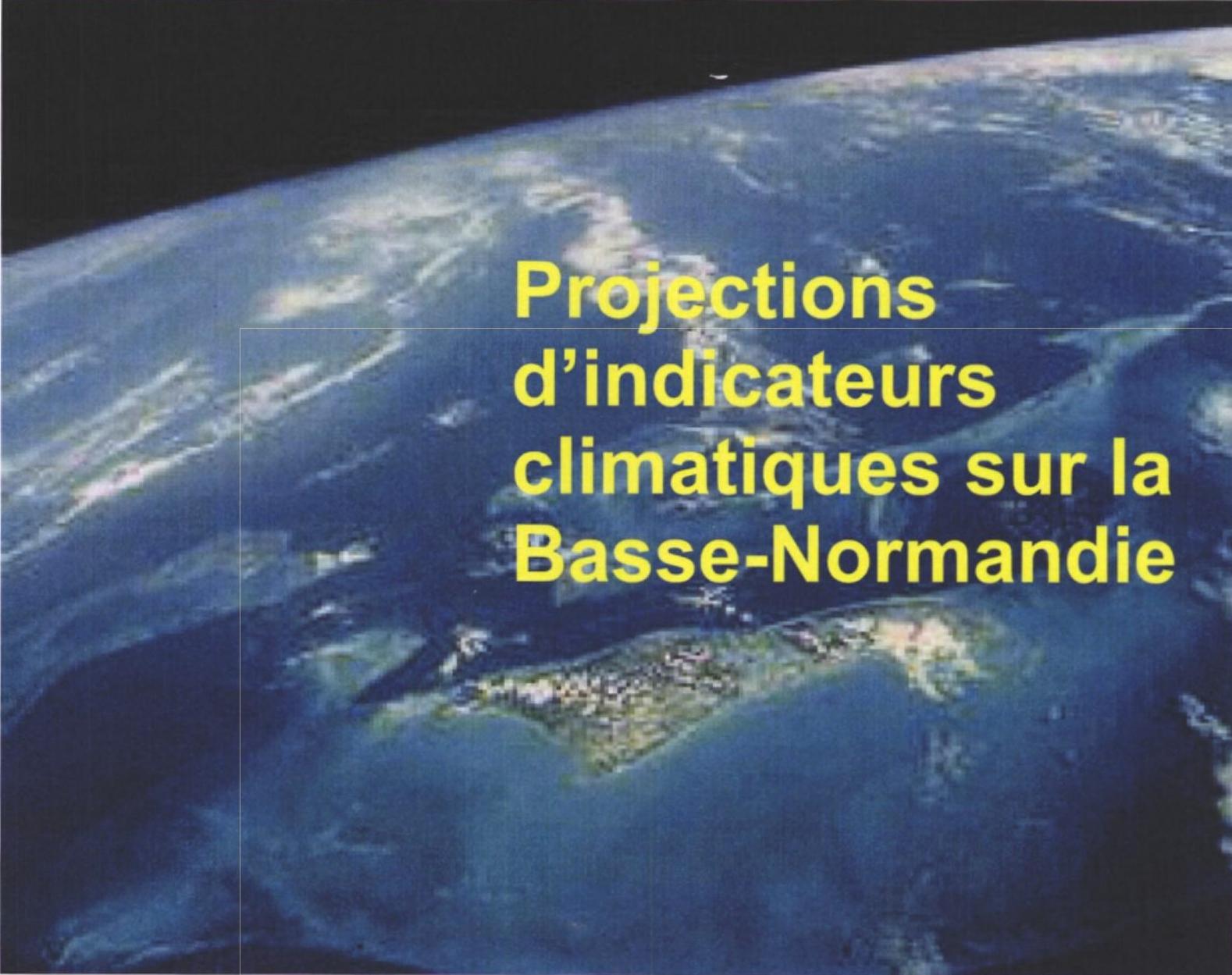
Pluviométrie moyenne

Nombre de modèles avec pluviométrie en augmentation



scénario A1B : 2080-2099 vs 1980-1999



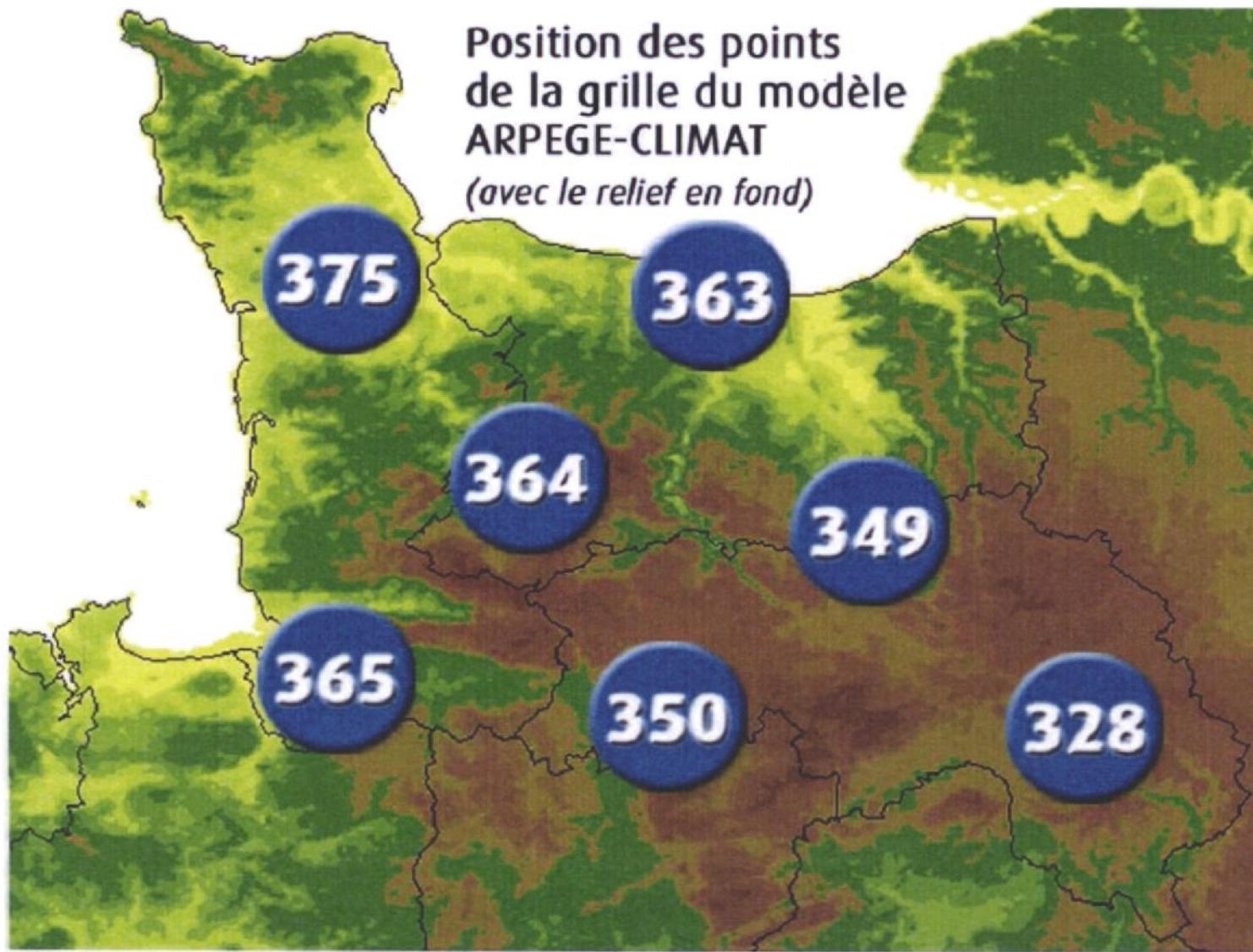


Projections d'indicateurs climatiques sur la Basse-Normandie

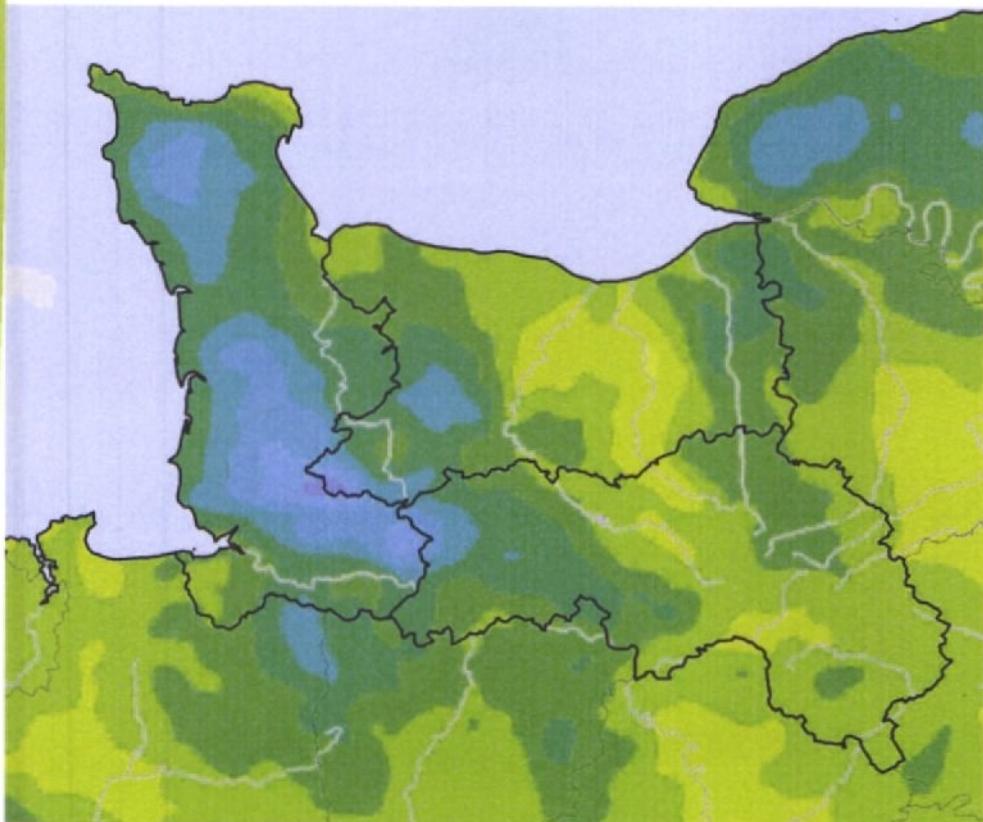
Joël JAN, Météo-France, direction Ouest



La climatologie de référence : le modèle ARPEGE-CLIMAT



La climatologie de référence : cartographie 1 km



Exemple :

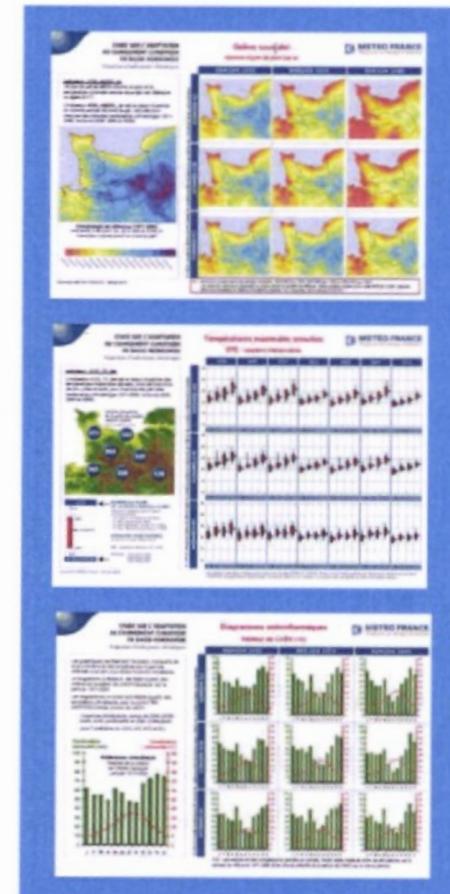
Pluviométrie
annuelle
(moyenne 1971-2000)

Méthode AURELHY
Interpolation prenant en compte
le relief
(résolution 1 km)

→ Cartographie de la climatologie de référence des indicateurs
(période 1971-2000)

Scénarios climatiques par Météo-France : les indicateurs retenus

INDICATEUR	libellé	CARTES	GRAPHES
IC01_TM_an	Température moyenne sous abri- ANNEE	X	X
IC02_TN_an	Température minimale- ANNEE	X	
IC03_TX_an	Température maximale- ANNEE	X	
IC04_nbGEL_an	Nombre annuel de jours de gel (inf. 0°C)	X	X
IC05_nb25_an	Nombre annuel de jours de chaleur (sup 25°C)	X	X
IC06_CumRR_an	Cumul de pluie- ANNEE	X	
IC07_nbRR1_an	Nombre de jours de pluie (sup. 1mm)- ANNEE	X	X
IC08_nbRR10	Nombre de jours de forte pluie (sup.10mm)- ANNEE		X
IC11_TM_hiver	Température moyenne _HIVER (DJF)	X	
IC12_TM_printemps	Température moyenne sous abri_PRINTEMPS (MAM)	X	
IC13_TM_ete	Température moyenne sous abri- ETE (JJA)	X	
IC14_TM_hiver	Température moyenne sous abri- AUTOMNE (SON)	X	
IC21_TN_hiver	Température minimale _ HIVER (DJF)	X	X
IC33_TX_ete	Température maximale- ETE (JJA)	X	X
IC61_RR_hiverhydro	Cumul de pluie Hiver (octobre à mars)	X	
IC61_RR_etehydro	Cumul de pluie Ete (avril à septembre)	X	
IC_70_BHP_an	Bilan hydrique potentiel (RR-ETP)	X	
Diag_ombro	Diagrammes ombrothermiques CAEN, ALENCON CHERBOURG		X

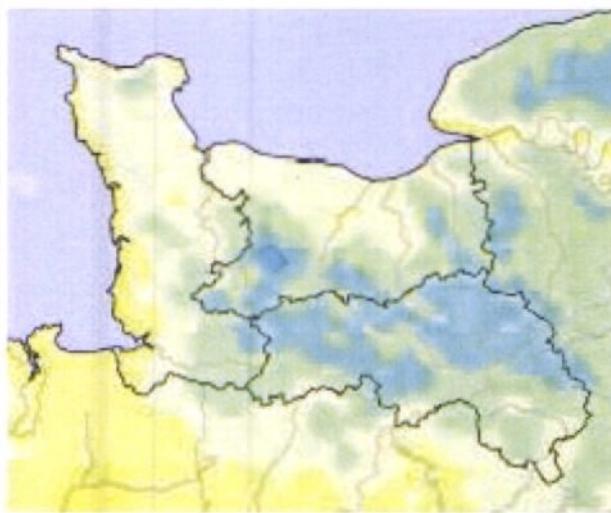


ETUDE SUR L'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
EN BASSE-NORMANDIE
Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC01_TM_AN

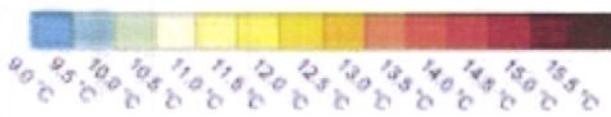
La température moyenne d'une journée est la moyenne arithmétique des températures minimales et maximales relevées sous abri pour cette journée.

L'indicateur IC01_TM_AN est la valeur moyenne annuelle calculée pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)

Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(Interpolation optimale prenant en compte le relief)

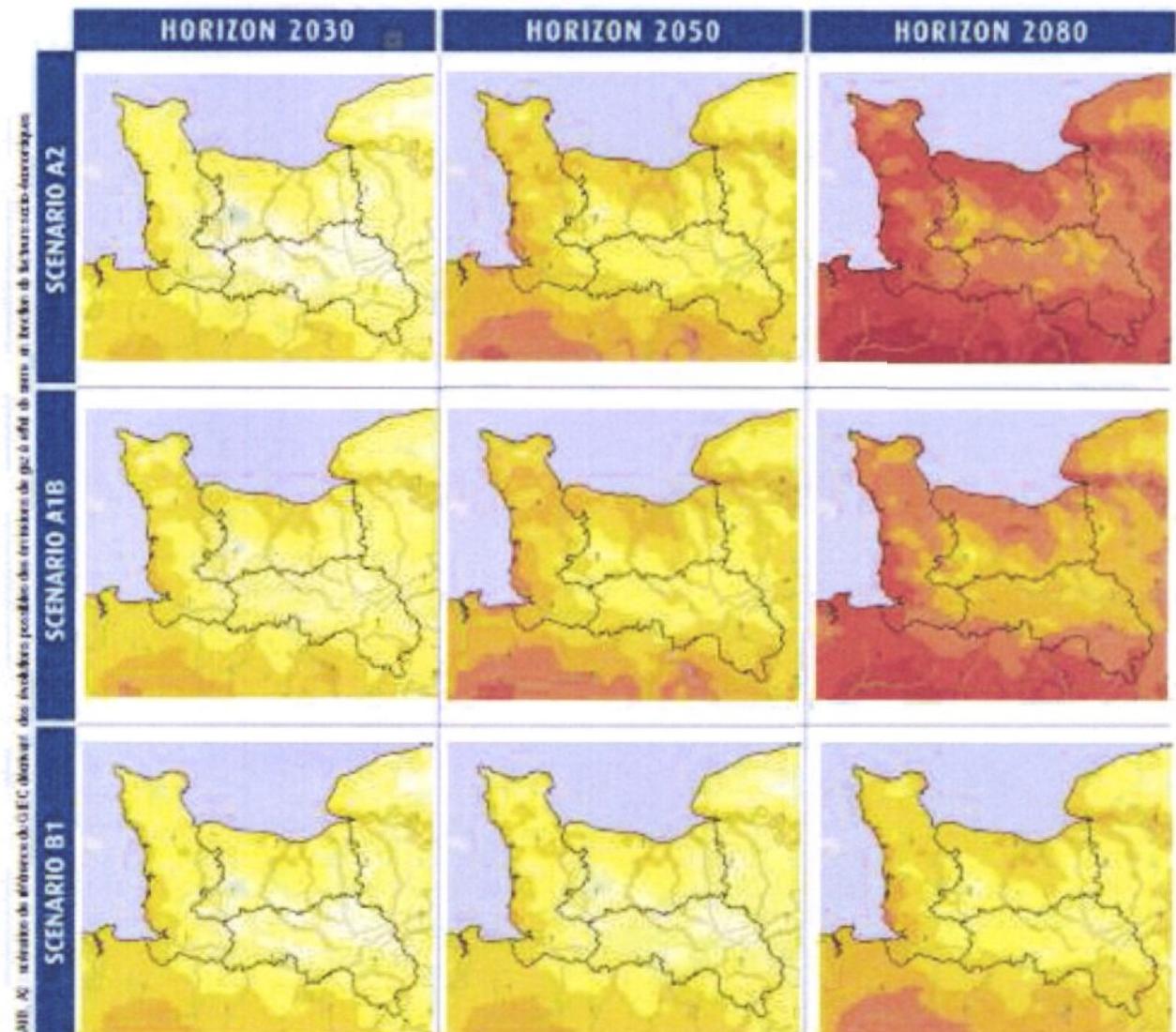


Document METEO-FRANCE - mars 2009

Températures moyennes

Moyennes annuelles

 **METEO FRANCE**
Toujours un temps d'avance



NB : Les horizons correspondent à des périodes trentenaires : 2016-2045 (pour 2030), 2036-2065 (pour 2050) et 2066-2095 (pour 2080).
Les cartes sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence, valeur pointée) projetée par le modèle ARPEGE-CLIMAT (résolution 50km) et la climatologie de référence à échelle fine (résolution 1km, interpolation par la méthode AURELHY).

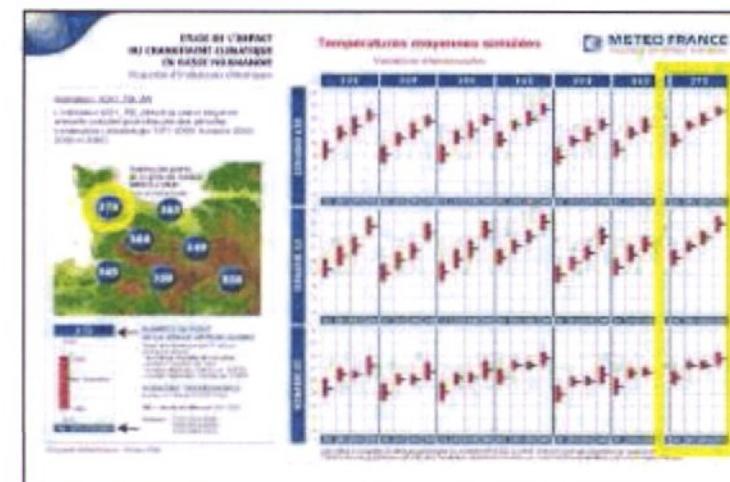
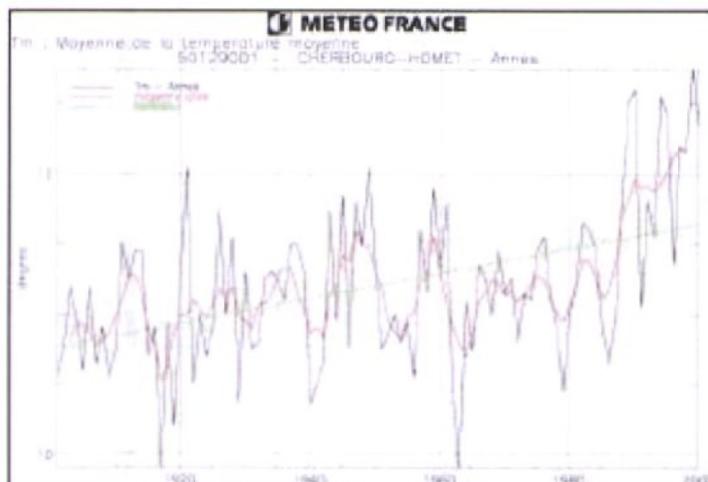
Variation de la température moyenne à Cherbourg

Variation de la moyenne de la température moyenne à Cherbourg au siècle dernier :

→ + 0,9°C

Variations interannuelles de T° moyenne en 2080 pour le point de grille 375 :

- A2 : + 2,8°C
- A1B : + 2,5°C
- B1 : +1,8°C





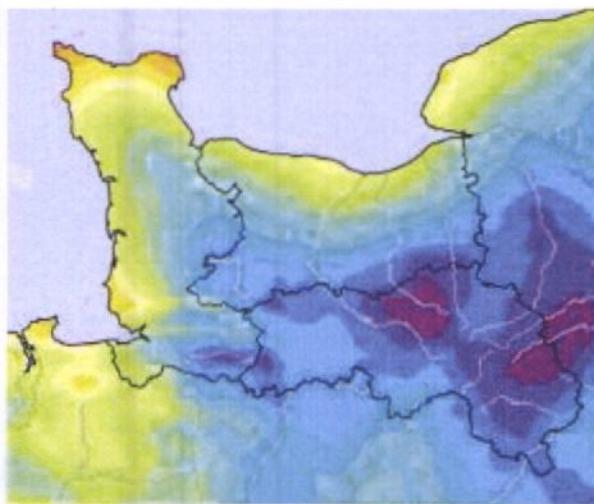
ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC04_nbjGEL_an

Un jour de gel se définit comme un jour où la température minimale relevée sous abri est inférieure ou égale à 0°C.

L'indicateur IC04_nbjGEL_an est la valeur moyenne du nombre annuel de jours de gel, calculée pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(interpolation optimale prenant en compte le relief)

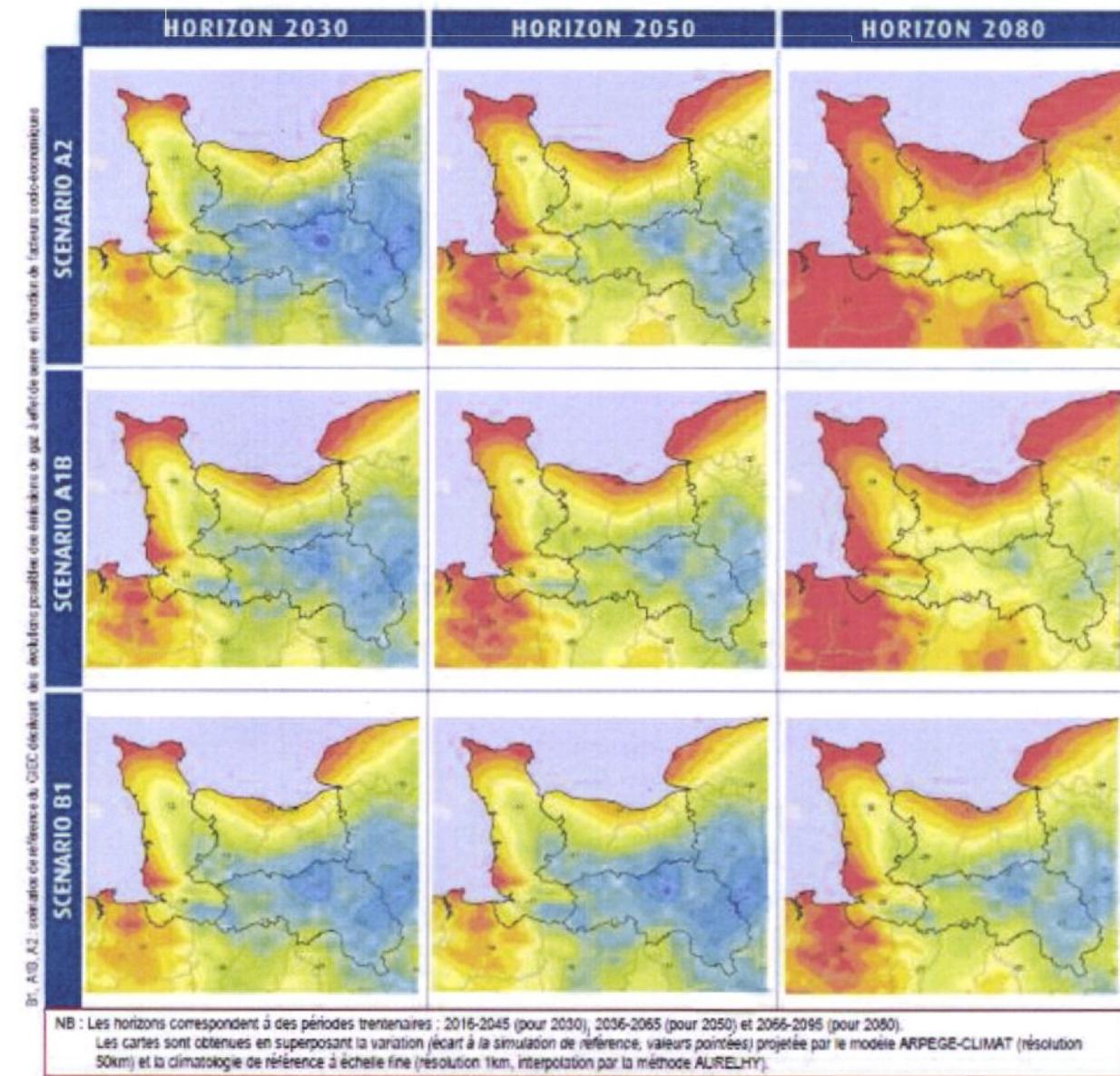


Document METEO-FRANCE - février 2009

Gelées sous abri

Nombre moyen de jours par an

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



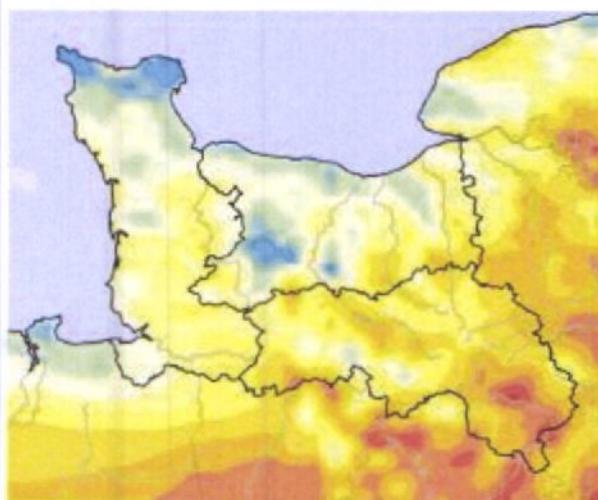
ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC05_nbj25_an.

Un jour de chaleur se définit comme un jour où la température relevée sous abri atteint ou dépasse 25°C.

L'indicateur IC05_nbj25_an est la valeur moyenne du nombre annuel de jours de chaleur, calculée pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(interpolation optimale prenant en compte le relief)

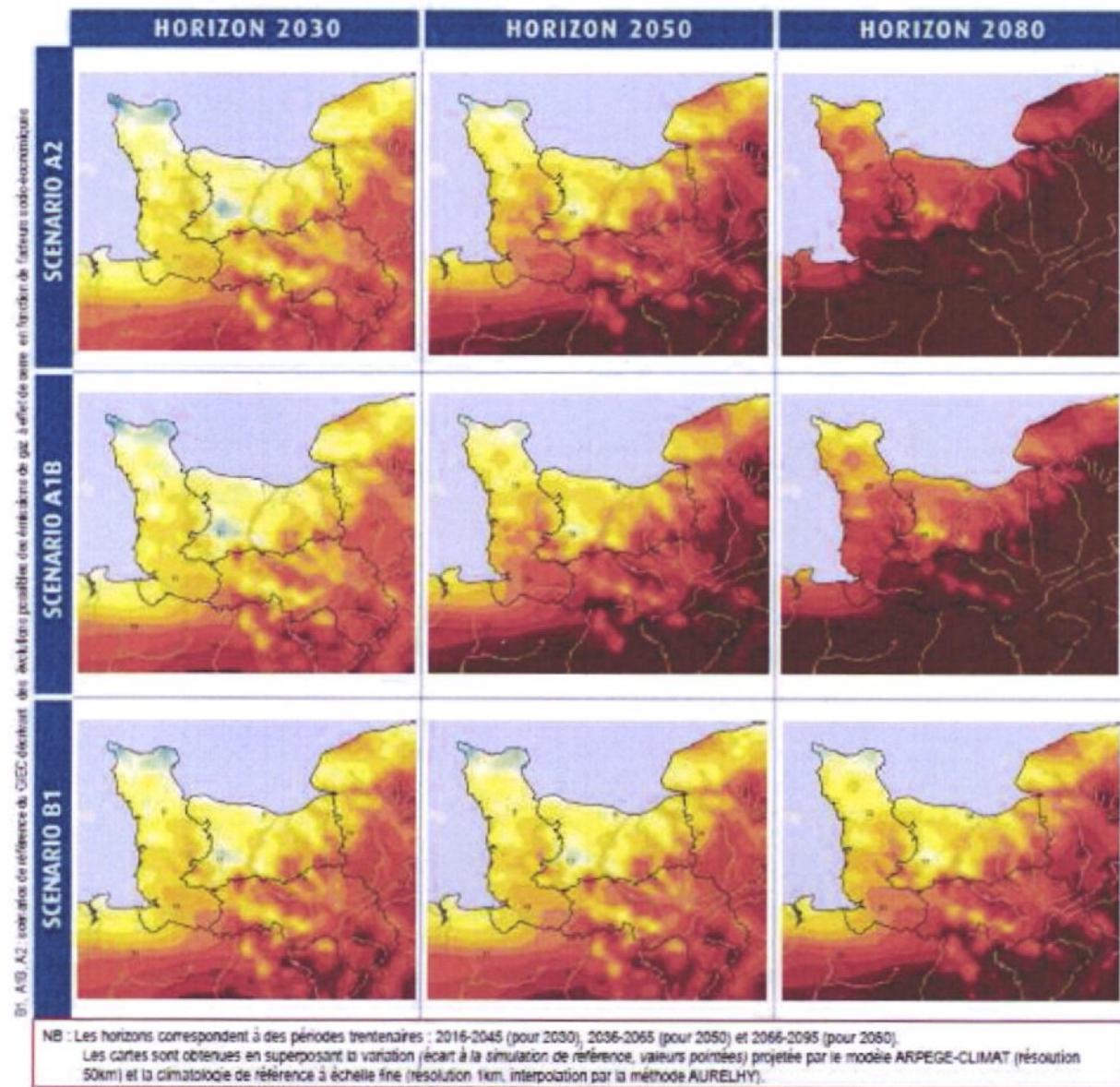


Document METEO-FRANCE - février 2009

Nombre de jours de chaleur

Nombre moyen de jours par an

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance





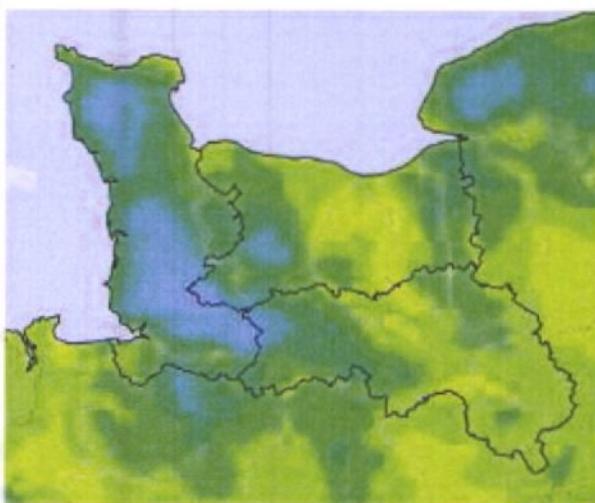
ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Projection d'indicateurs climatiques

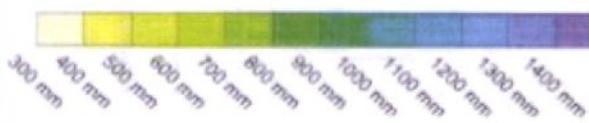
Indicateur : IC06_RR_an

L'indicateur IC06_RR_an est le cumul annuel des pluies (janvier à décembre).

Les cartes représentent la valeur moyenne calculée pour chacune des périodes trentenaires (*climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080*).



Climatologie de référence (1971-2000)
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(interpolation optimale prenant en compte le relief)

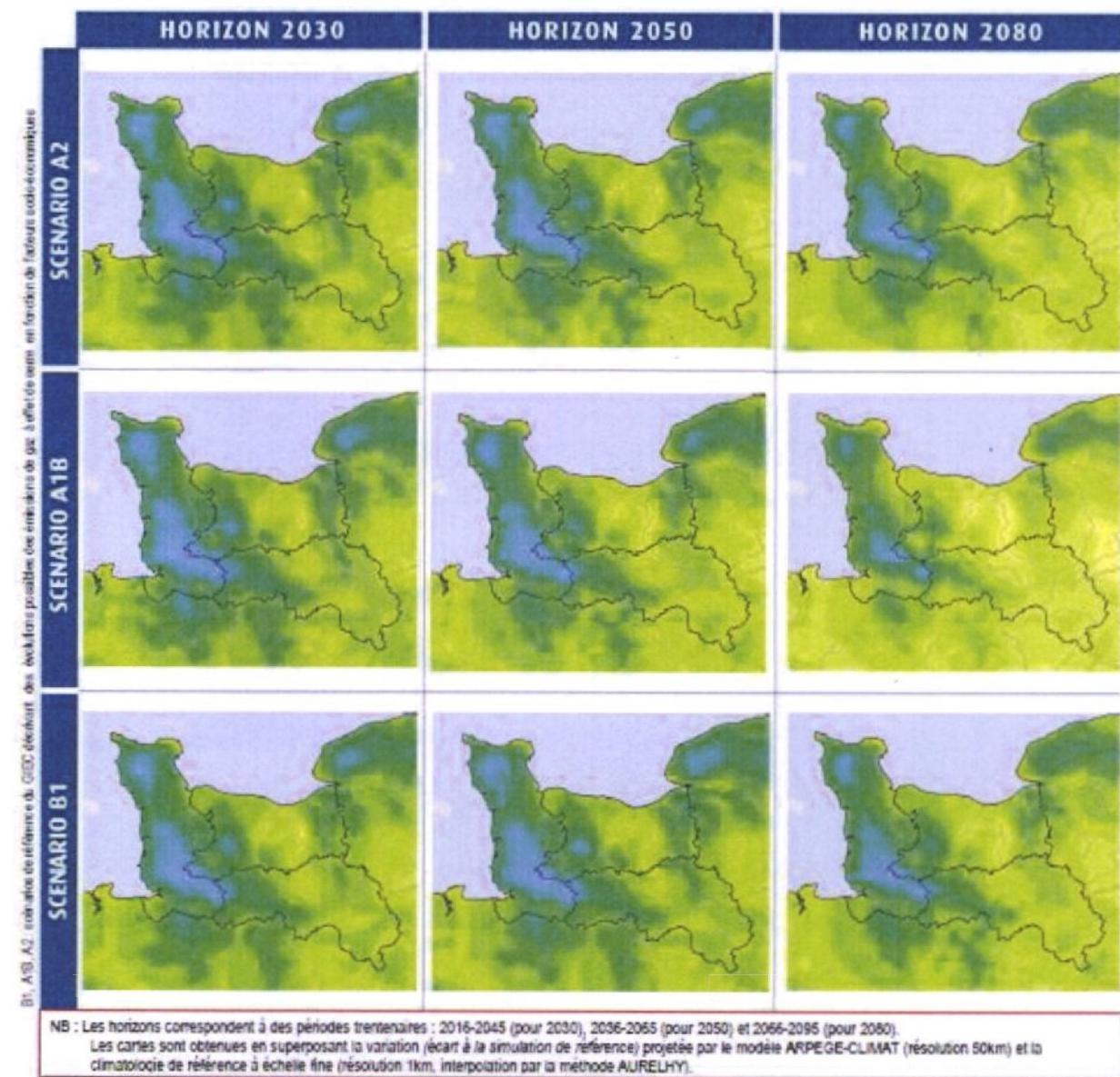


Document METEO-FRANCE - février 2009

Pluviométrie annuelle

Cumuls de pluie (mm)

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

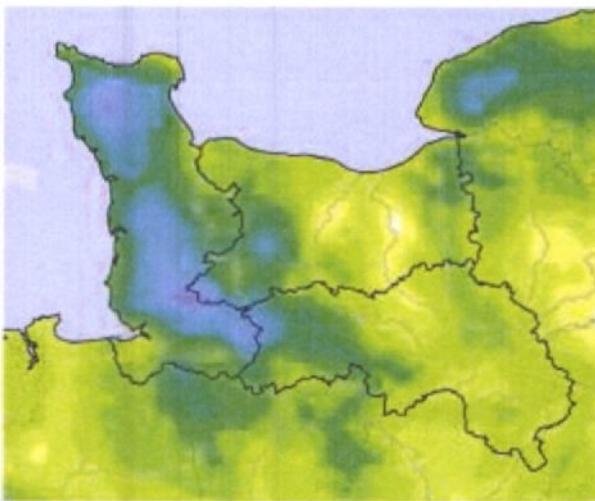


ETUDE SUR L'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
EN BASSE-NORMANDIE
Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC61_RR_hiverhydro

L'indicateur IC61_RR_hiverhydro est le cumul des pluies sur les six mois d'hiver (octobre à mars).

Les cartes représentent la valeur moyenne calculée pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(interpolation optimale prenant en compte le relief)

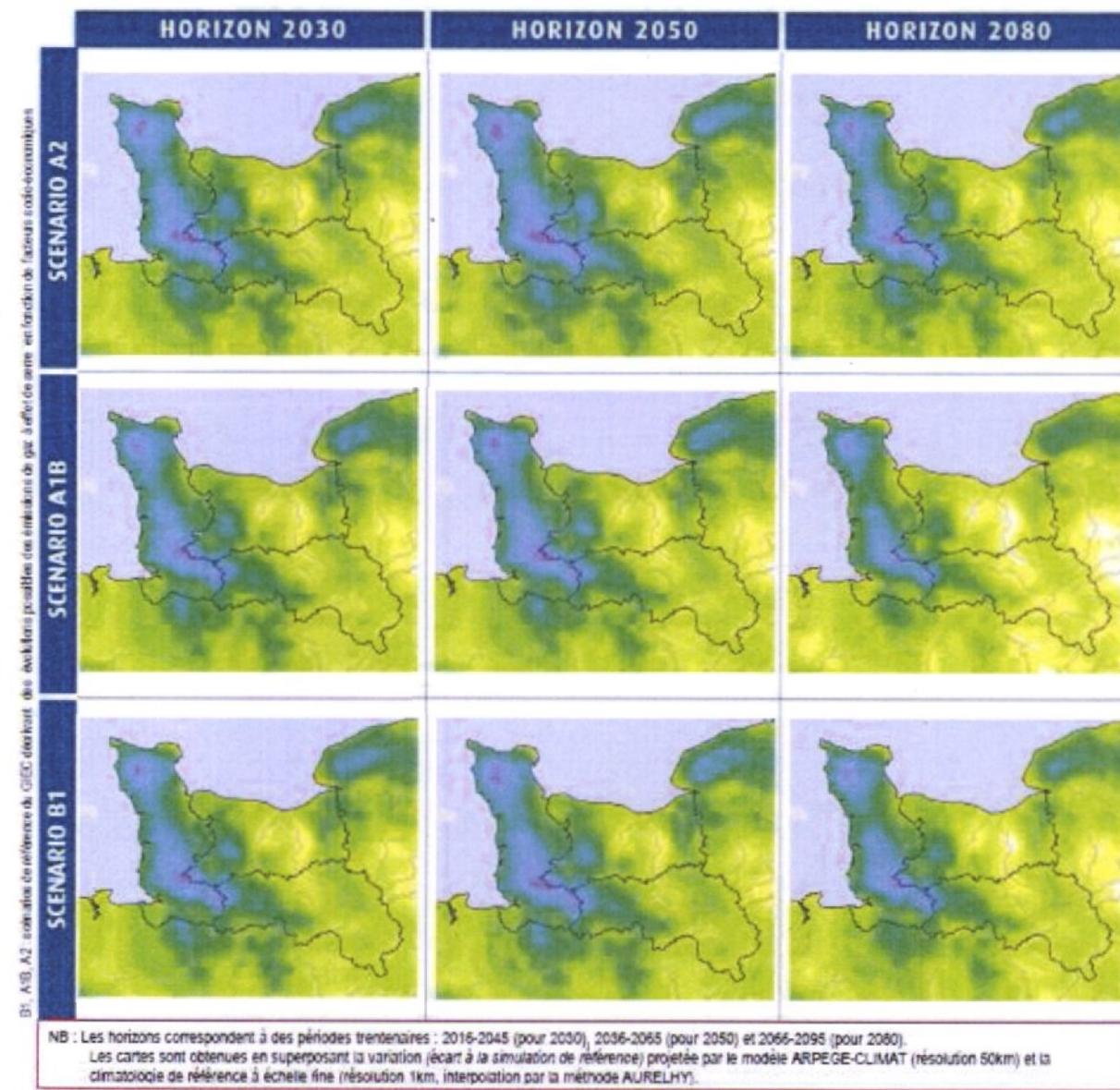


Document METEO-FRANCE - février 2009

Pluviométrie hivernale

Cumuls de pluie d'octobre à mars

 METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance





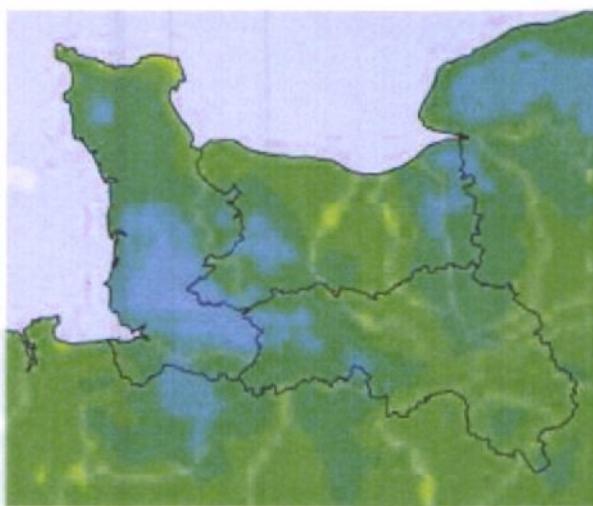
ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC62_RR_etehydro

L'indicateur *IC62_RR_etehydro* est le cumul des pluies sur les six mois de la période estivale (avril à septembre).

Les cartes représentent la valeur moyenne calculée pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)
Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY
(interpolation optimale prenant en compte le relief)

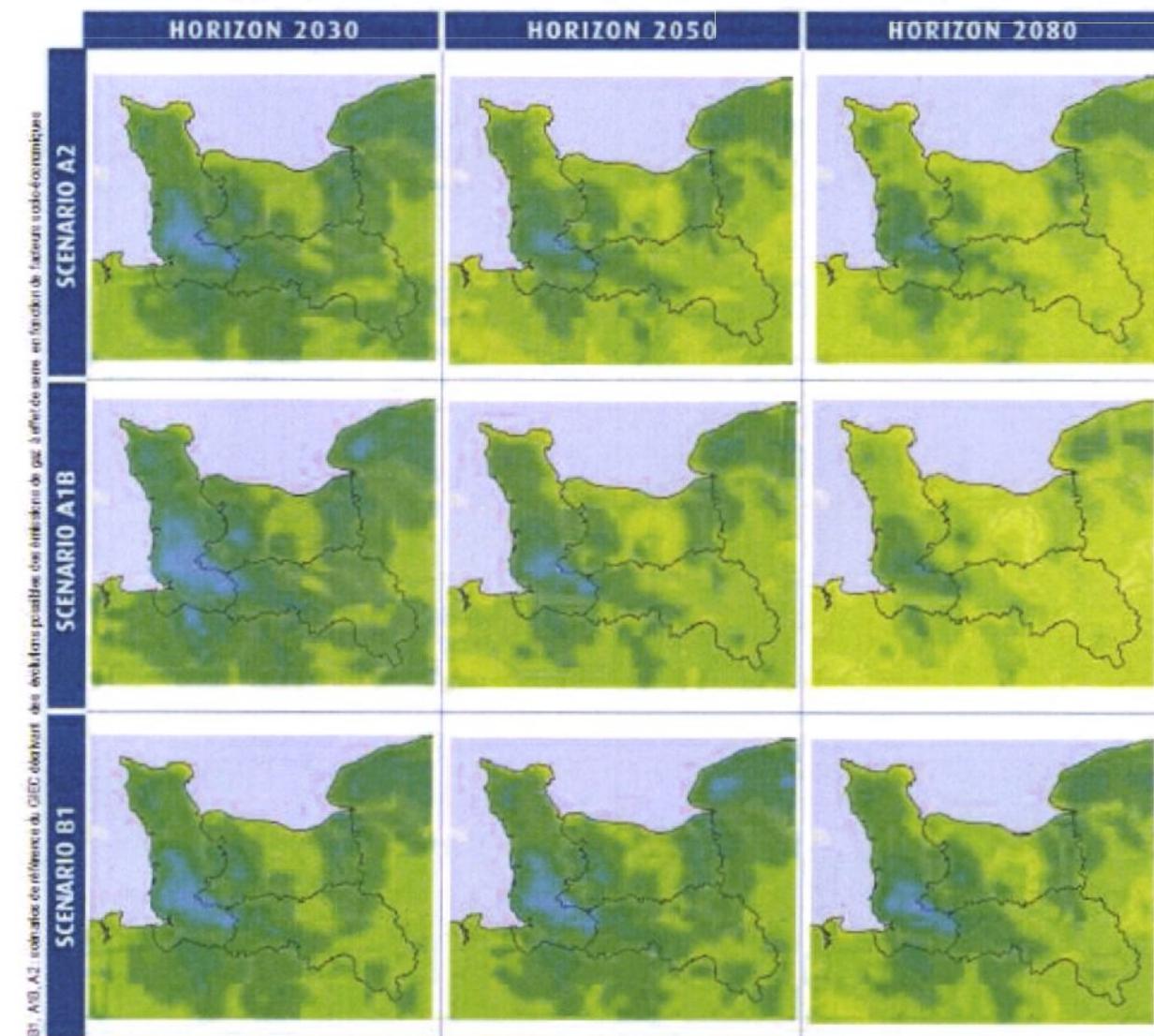


Document METEO-FRANCE - février 2009

Pluviométrie estivale

Cumuls de pluie d'avril à septembre

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



NB : Les horizons correspondent à des périodes trentenaires : 2016-2045 (pour 2030), 2036-2065 (pour 2050) et 2066-2095 (pour 2080).
Les cartes sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE-CLIMAT (résolution 50km) et la climatologie de référence à échelle fine (résolution 1km, interpolation par la méthode AURELHY).

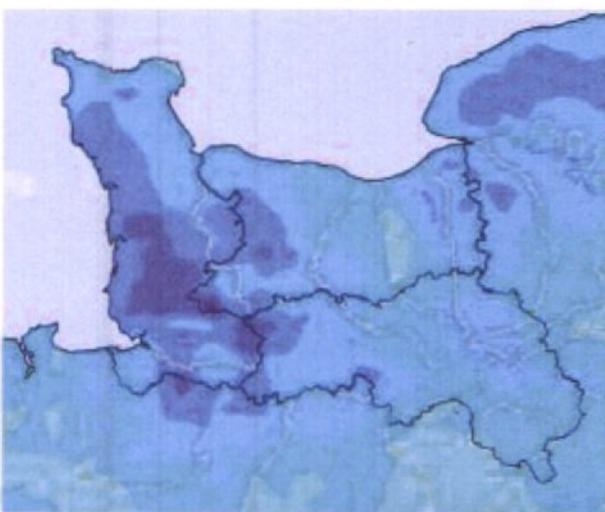
ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

Projection d'indicateurs climatiques

Indicateur : IC07_RR1_an

Un jour de pluie est défini comme un jour où on recueille au moins 1mm de pluie.

L'indicateur : IC07_RR1_an est le nombre moyen de jours par an avec plus de 1mm de pluie. Il est calculé pour chacune des périodes trentenaires (climatologie 1971-2000, horizons 2030, 2050 et 2080).



Climatologie de référence (1971-2000)

Carte établie, à résolution 1km, par la méthode AURELHY (interpolation optimale prenant en compte le relief)

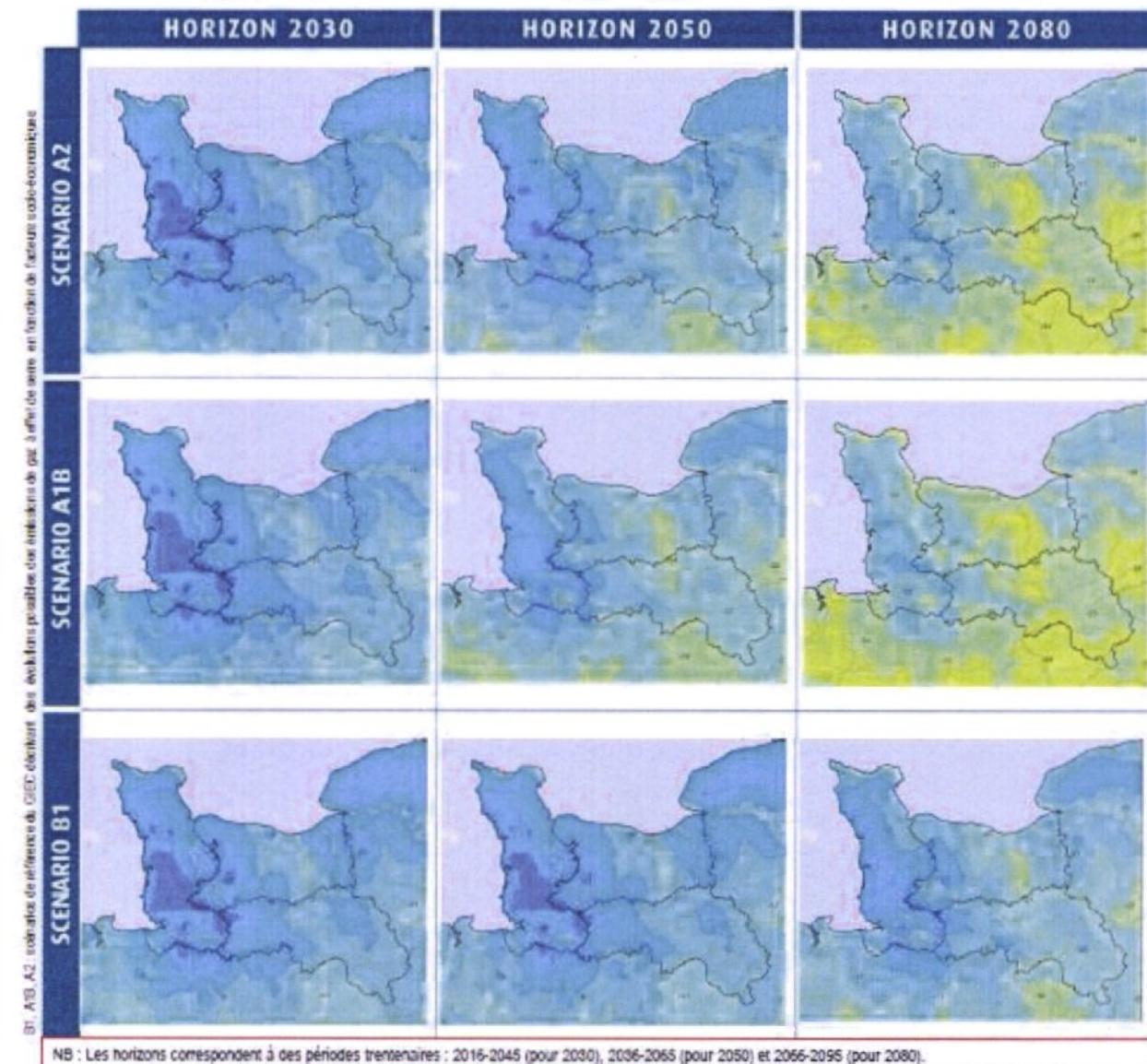


Document METEO-FRANCE - février 2009

Nombre de jours de pluie

Nombre de jours par an avec au moins 1mm de pluie

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



Diagrammes ombrothermiques



ETUDE SUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BASSE-NORMANDIE

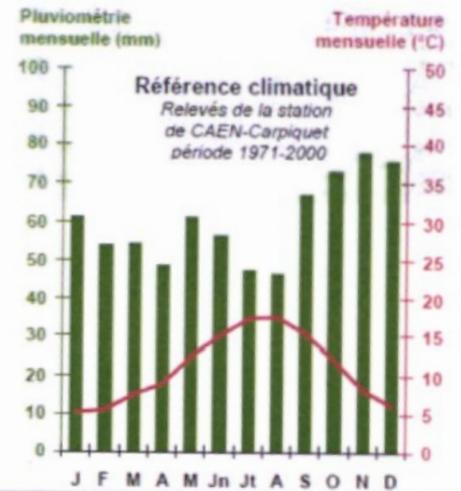
Projection d'indicateurs climatiques

Les graphiques représentent l'évolution mensuelle de la pluviométrie et des températures moyennes relevées sous abri pour divers horizons climatiques.

Le diagramme ci-dessous est établi à partir des relevés de la station de CAEN-Carpiquet sur la période 1971-2000.

Les diagrammes ci-contre sont établis à partir des simulations climatiques, pour le point n°363 d'ARPEGE-Climat, proche de CAEN :

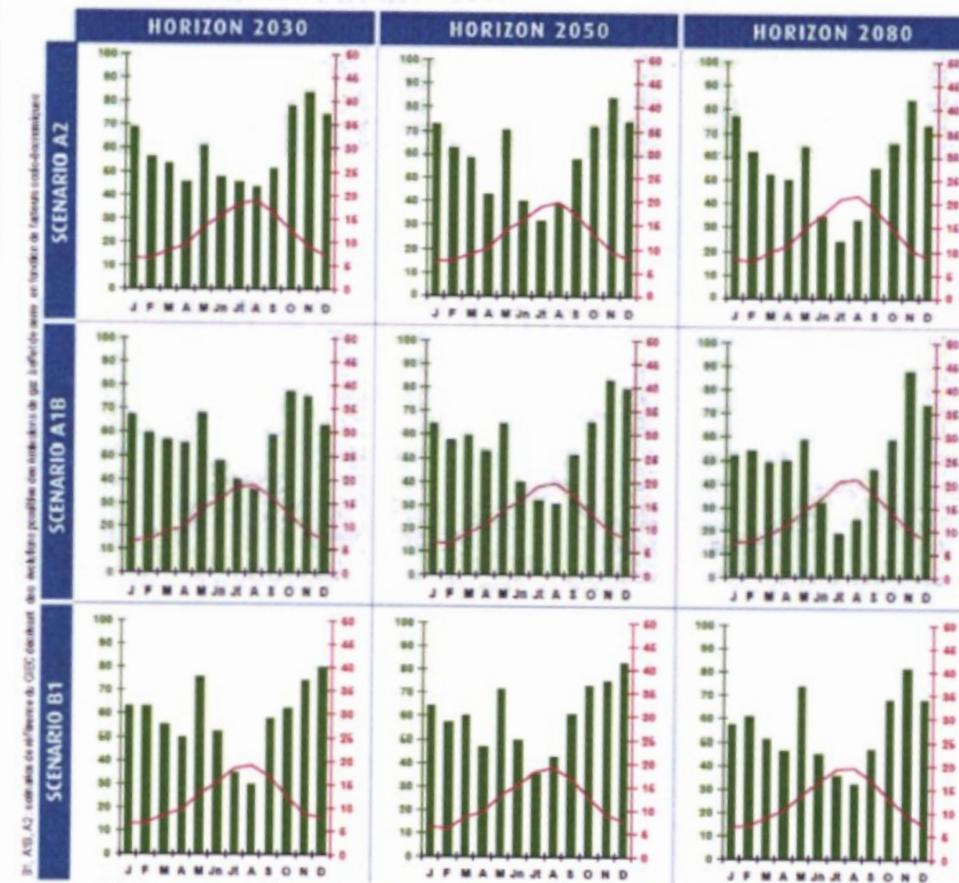
- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)



Diagrammes ombrothermiques

Secteur de CAEN (14)

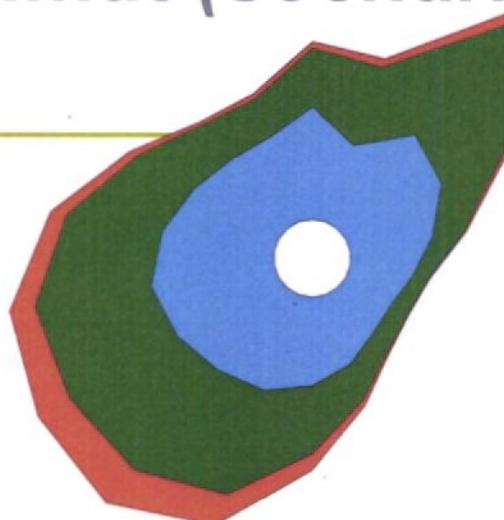
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



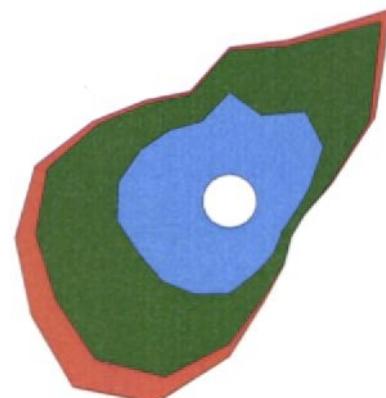
N.B : Les valeurs ont été corrigées pour prendre en compte, l'écart (biais mensuel) entre les simulations, sur la période de référence 1971-2000 et les relevés effectifs de la station de CAEN sur la même période.

Évolution des vents vue par le modèle ARPEGE-Climat (scénario A1B)

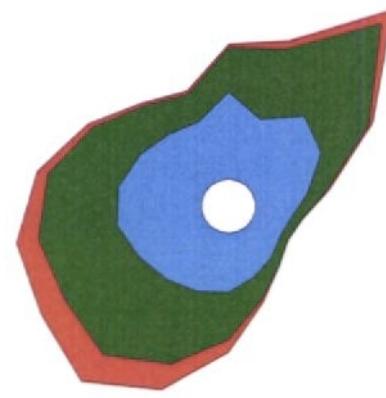
Roses
de
vents



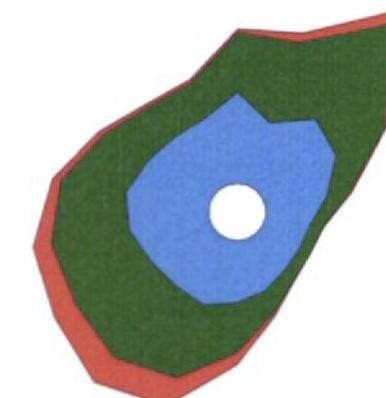
Simulation 1971-
2000



Horizon 2030



Horizon 2050



Horizon 2080



Scénarios climatiques par Météo-France : résumé des tendances pour la B-Normandie

Températures

- En augmentation très probable
- Croissance du nombre de jours chauds (été)
- Diminution du nombre de gelées

Pluviométrie

- Diminution probable en été
- Augmentation incertaine en hiver
- Diminution du nombre de jours de pluie
- Augmentation probable du risque de sécheresse en été

Vent

- Pas d'évolution nette et significative (direction, vitesse)
- Nombre de tempêtes : pas d'évolution marquée mise en évidence
- Mais aggravation du risque de surcotes marines (niveau de la mer)

Quelques enjeux qui ressortent des entretiens et les connaissances disponibles sur les impacts du CC

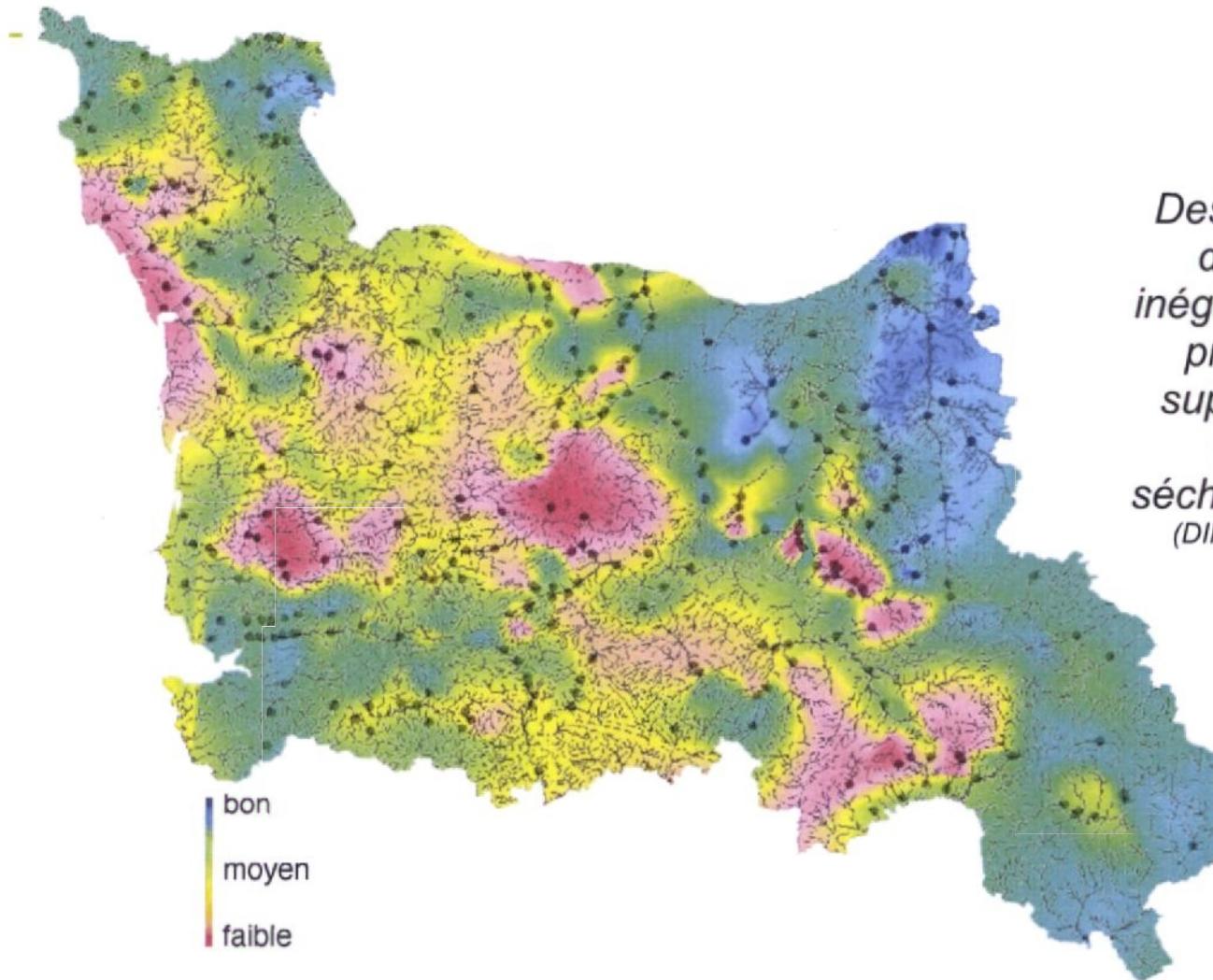
LA RESSOURCE EN EAU

LE LITTORAL

LA BIODIVERSITE

Modification de la pluviométrie :

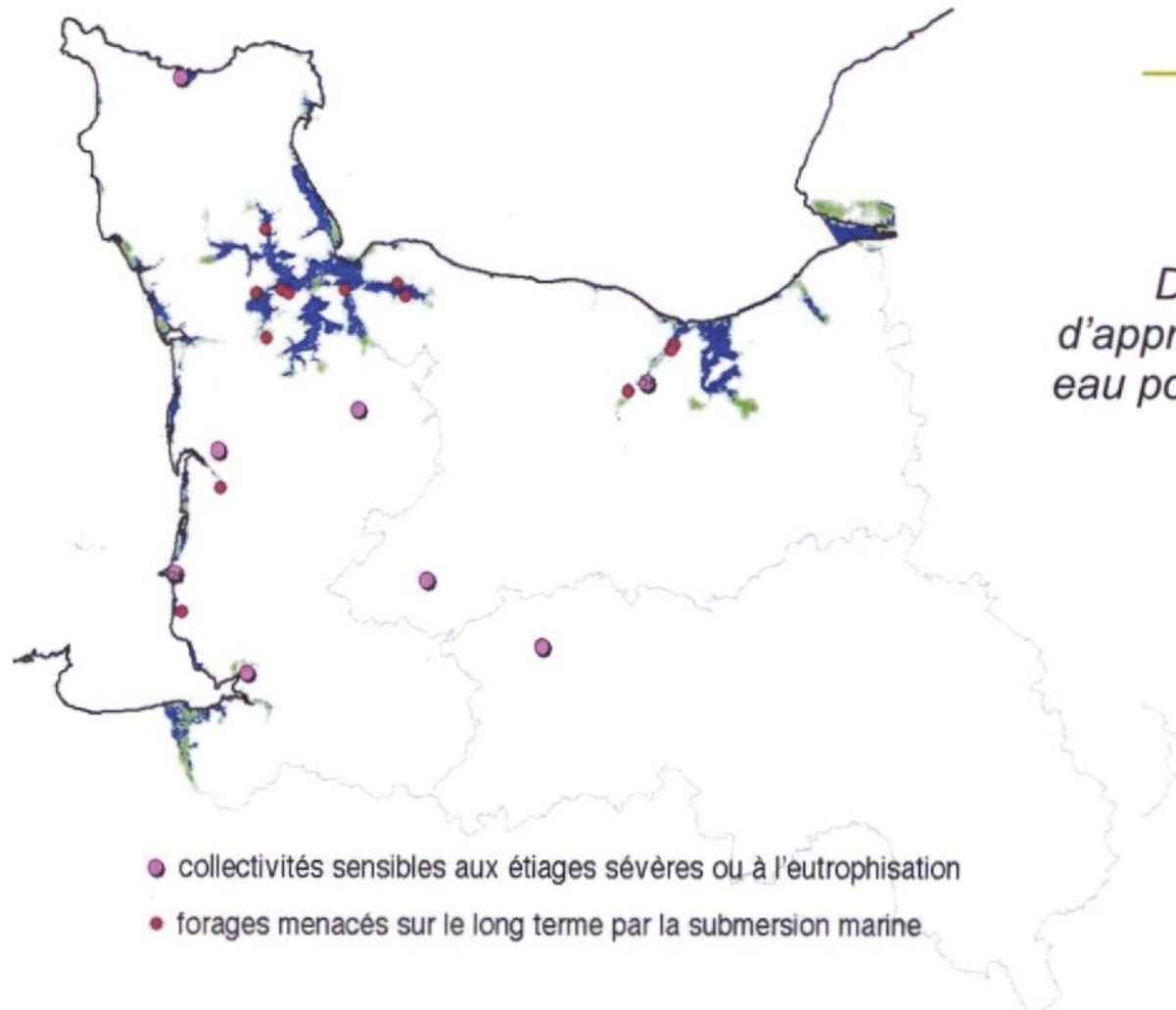
des rythmes différents avec des apports d'eau diminués à l'année et des sécheresses estivales plus fréquentes et plus prononcées



Des cours
d'eau
inégalement
prêts à
supporter
des
sécheresses
(DIREN BN)

Des usages actuels gourmands en eau :

agriculture légumière, maraîchage, céréaliculture, industrie agro-alimentaire, accueil touristique littoral, usages urbains,



Des difficultés
d'approvisionnement en
eau potable pour le futur
(DIREN BN)

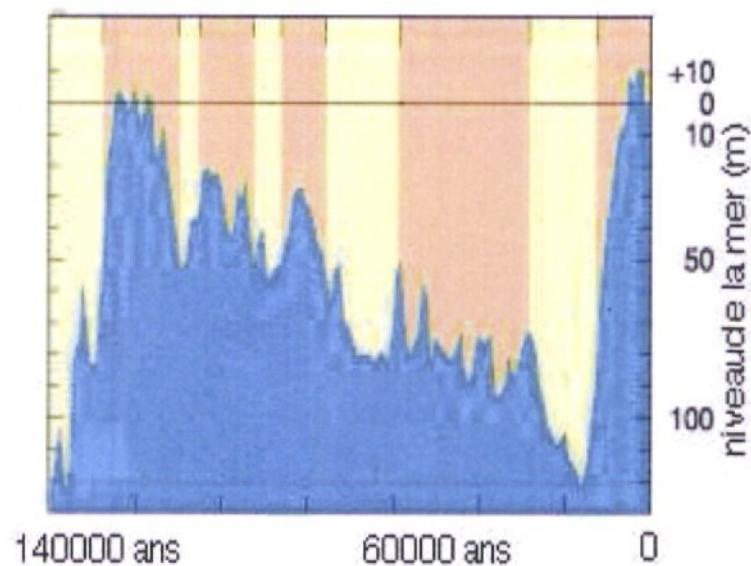


Des conflits d'usage à attendre

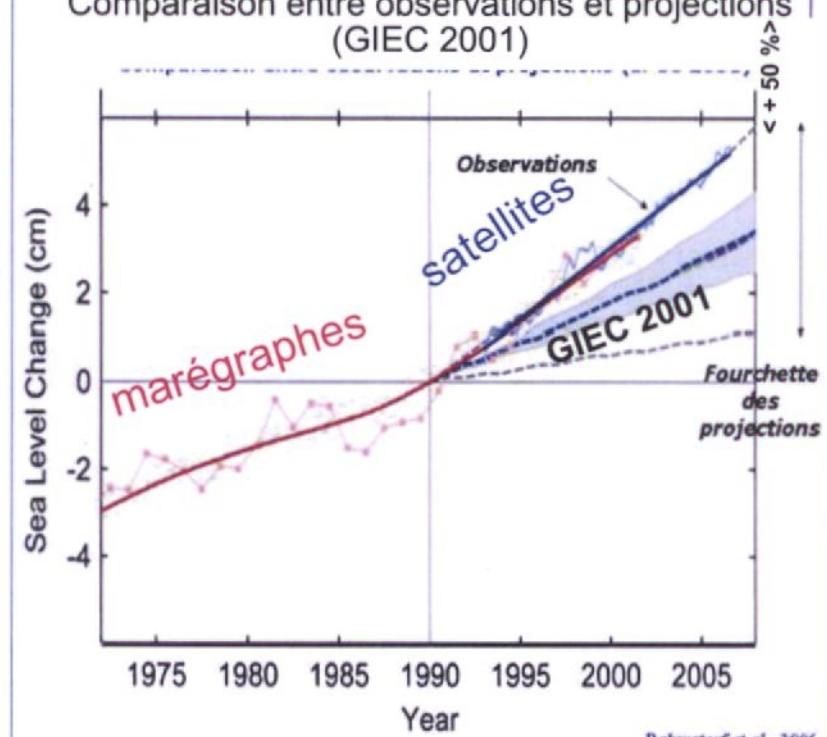


Le niveau de la mer a connu de grandes évolutions par le passé et est dans une phase d'élévation depuis quelques millénaires

Histoire du niveau de la mer au quaternaire récent
(<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/ctl/clisci100k.html>)



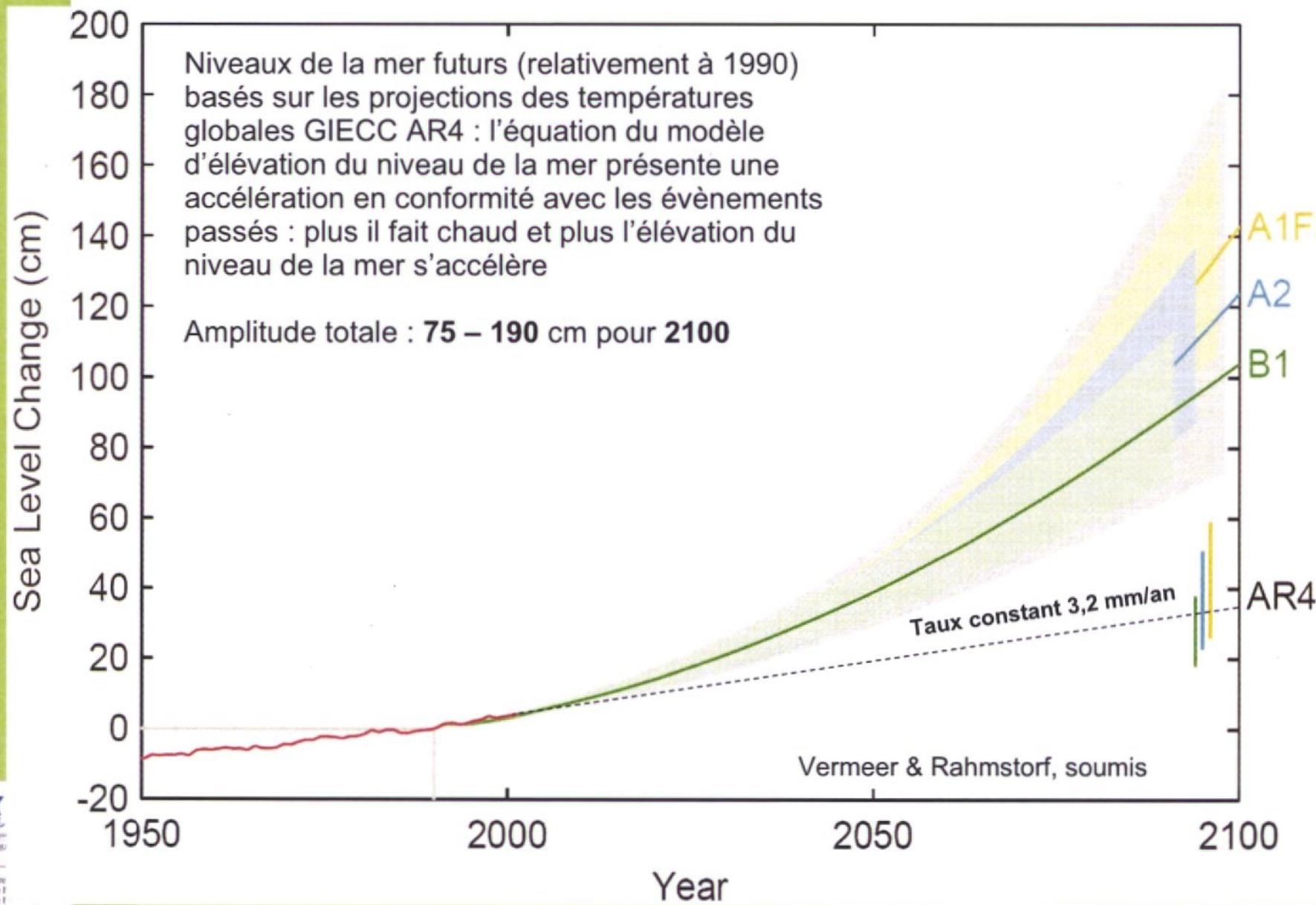
Hausse du niveau de la mer :
Comparaison entre observations et projections
(GIEC 2001)



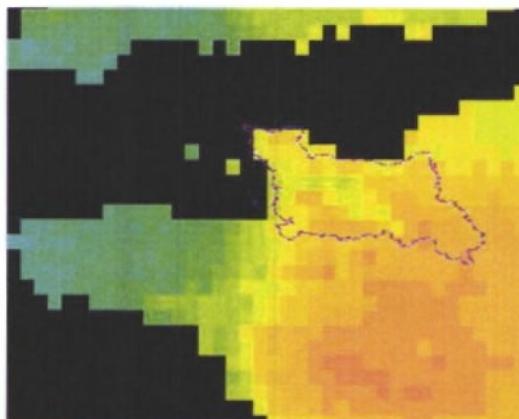
Rahmstorf et al., 2006

Le taux d'élévation a connu une récente augmentation : de 1,8 mm annuel entre 1961-2003, à 3,3 mm annuel entre 1993-2008 (50% de plus que le modèle du GIEC en 2001 qui prévoyait 2 mm/an)
→ *La mer monte plus rapidement que prévu*

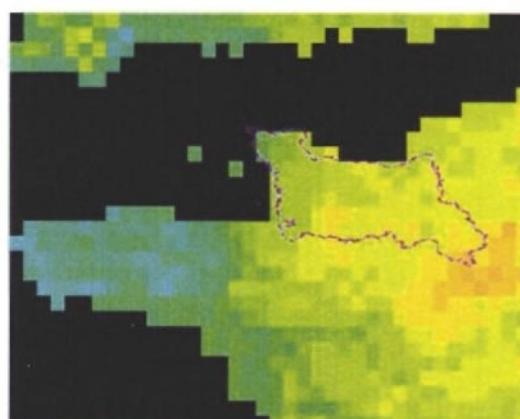
Vermeer & Rahmstorf proposent des projections du niveau de la mer pour le futur



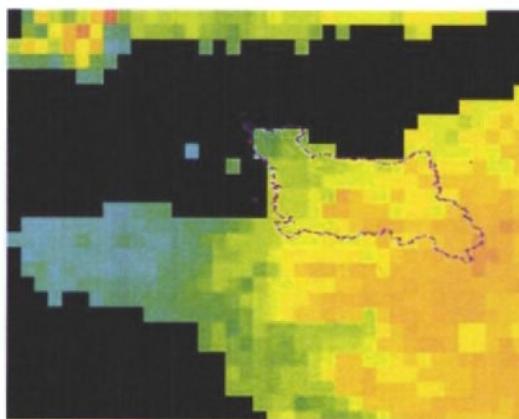
La modélisation des enveloppes climatiques d'espèces informe sur le turnover potentiel de différents règnes à l'horizon 2080, selon le scénario A1F1



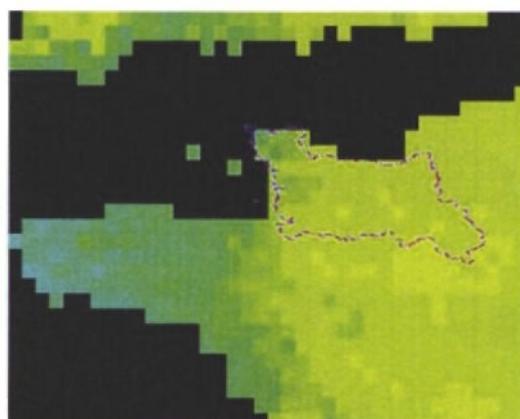
plantes



mammifères



batraciens & reptiles



oiseaux



L'extinction et la colonisation potentielles (turnover) prennent en compte les conditions climatiques favorables ou défavorables aux espèces, mais n'intègrent pas les conditions de qualité et de disponibilité des milieux, de dispersion des espèces, ni de compétition entre espèces

→ Ce turnover potentiel est de 48% dans le meilleur des cas (les oiseaux du nord-ouest du Cotentin), et atteindra 78% dans le pire (cas des plantes au sud-est de l'Orne) : les communautés végétales et animales actuelles seront continuellement modifiées ou remplacées

Phase 2 : déroulement

- Organisation d'ateliers en novembre et décembre 2009, visant à dégager des pistes d'actions, sur cinq thématiques majeures :
 - agriculture et sylviculture (Caen – animation : DDEA 14)
 - mer et littoral (Cherbourg – animation : DDE 50)
 - milieux naturels et paysages (Alençon - animation : DDE 61)
 - ressources en eau (Caen – animation : DIREN)
 - urbanisme et logement (Caen – animation : DRE)
- Pour chaque thématique, deux ateliers :
 - identification des enjeux et domaines d'actions prioritaires
 - modalités de mise en oeuvre des pistes d'actions

Phase 2 *Les ateliers thématiques*

Enjeux transversaux identifiés :

- Partage des connaissances
- Gouvernance / partage des rôles et des responsabilités
- Changements des pratiques professionnelles :
 - Formation
 - Nouveaux modes de faire : organisationnel, gestion adaptive (compréhension des facteurs de résilience des systèmes...)

Phase 2 *Les ateliers thématiques*

Agriculture et sylviculture

- Vulgariser les pratiques et techniques compatibles avec les évolutions climatiques :
 - Identification des pratiques et techniques
 - Diffusion de l'information
 - Formation (lycées agricoles...)
 - Enjeu de coordination des acteurs
- Outil de diagnostic « adaptation » pour les exploitations agricoles :
 - Facteurs de fragilité/viabilité
 - Capacité d'adaptation

Phase 2

Les ateliers thématiques

Mer et littoral

- Gérer et planifier les espaces et activités littoraux et marins en prenant en compte le changement climatique :
 - Etat des lieux et meilleure connaissance des phénomènes induits
 - Maintien de la biodiversité d'écosystèmes en évolution (partenariats scientifiques à pérenniser)
 - Objectifs pour le territoire à moyen/long termes (repli stratégique...)
- Anticiper et accompagner l'afflux des « réfugiés climatiques » et les mutations économiques
- Valoriser les opportunités

Phase 2 *Les ateliers thématiques*

Milieux naturels et paysages

- Renforcer et partager la connaissance :
 - Risques renforcés ou nouveaux risques induits
 - Indicateurs dynamiques pour révéler les tendances d'évolution
 - Elaborer et diffuser des atlas
 - Améliorer le contenu du portefeuille à connaissance de l'Etat
- Gouvernance et échelle spatiale :
 - Produire les informations à des échelles adaptées (bassin versant, PNR...)
 - Communiquer aux échelles locales (élus)

Phase 2

Les ateliers thématiques

Ressources en eau

- Réaliser une cartographie fine des ressources et des besoins naturels et anthropiques en eau et de ses évolutions (quantitatives, qualitatives) à l'échelle bas-normande
- Pour y parvenir, réaliser un diagnostic des connaissances actuelles et définir les leviers d'amélioration
- Réaliser des schémas directeurs d'exploitation des ressources en eau à des échelles larges et intégrant les évolutions liées au changement climatique

Phase 2 Les ateliers thématiques

Habitat - urbanisme

- Modifier les pratiques d'élaboration des projets urbains en intégrant le changement climatique
 - Orientation du bâtiment
 - Végétalisation
 - Présence de l'eau...
- Identifier et faire connaître les nouveaux risques
 - Identification des secteurs sensibles (y compris enjeux en matière de repli stratégique)
 - Sensibiliser, éclairer et responsabiliser les décideurs
 - Amélioration des portes à connaissance

Phase 3

Finalisation et valorisation de l'étude

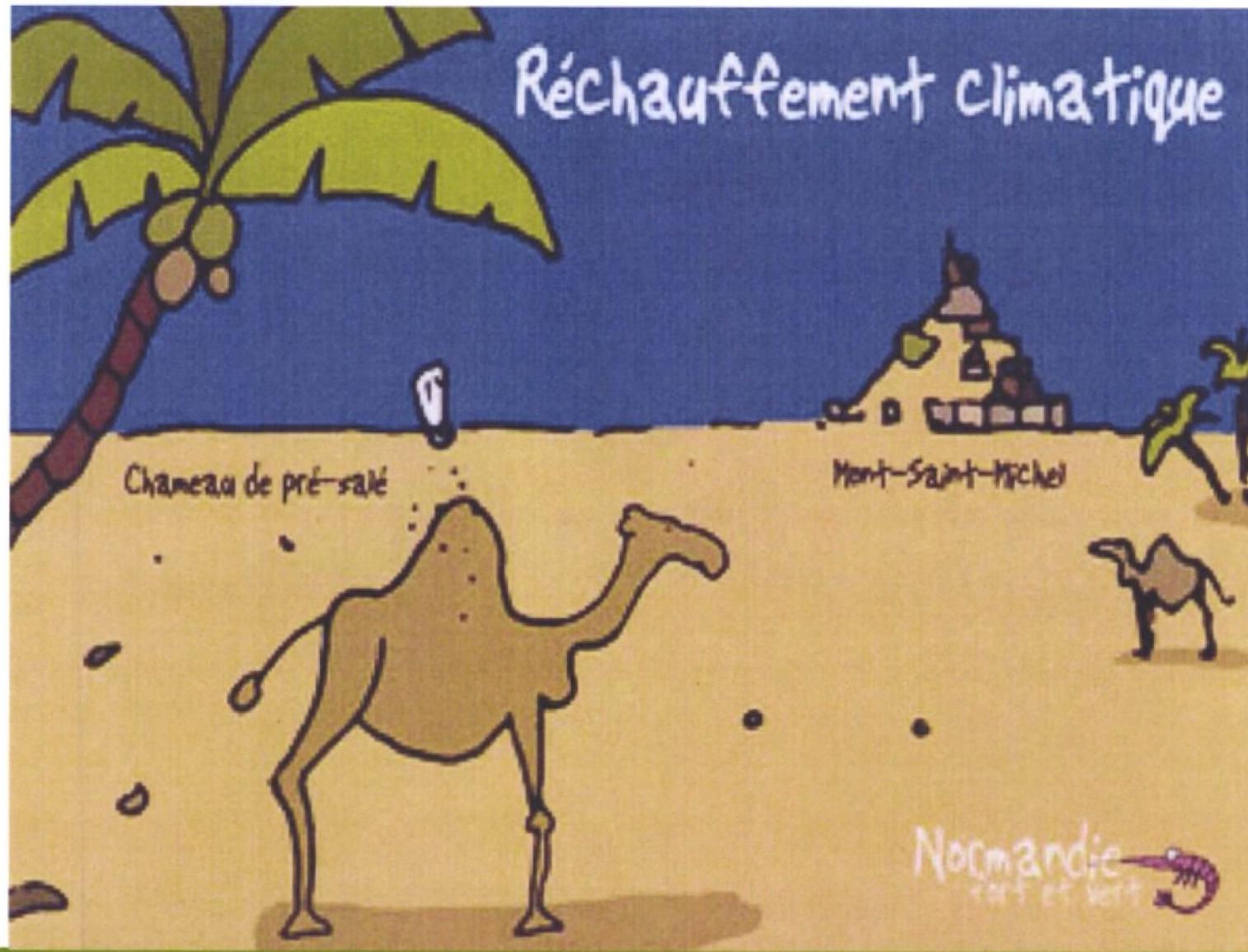
- Etude finalisée en septembre 2010 / validation en cours
- Valorisation :
 - Locale : assises régionales du développement durable (déc. 2010)
 - Nationale : conférence ONERC (mars 2010)
 - D'autres régions intéressées par la démarche : Ile de France, Picardie, Haute-Normandie...
- Extranet -> internet début 2011

Pour terminer, la citation d'un visionnaire, Victor HUGO

« Le Mont-Saint-Michel est pour la France ce que la grande Pyramide est pour l'Egypte »

Victor HUGO – janvier 1884 – Appel pour la sauvegarde du Mont-Saint-Michel

La Basse-Normandie en 2100 ?



Merci de votre attention...

Pour plus d'informations sur l'étude :

Emmanuel CAILLEBOTTE

Chargé de mission prospective territoriale

DREAL Basse-Normandie

02.50.01.83.18. - emmanuel.caillebotte@developpement-durable.gouv.fr

Pour plus d'informations sur les politiques « climat » portées par la DREAL :

Service Energie Construction Climat Air Développement Durable (SECCADD)

DREAL Basse-Normandie

02.50.01.84.51.