

Le changement climatique en Bretagne

Franck BARAER -

Météo-France - mercredi 13 février 2013

Restitution de l'Etude réalisée pour
le Conseil Régional de Bretagne

Eléments du projet :

- 4 parties distinctes et complémentaires
- document rédigé en 2012 en réponse à un appel d'offre
- 70 pages avec aspect didactique et pédagogique...reposant sur des bases scientifiques solides.
- destiné à servir de référence pour les PCET bretons.



**Section Etudes
et Climatologie**

BP 49139
35091 RENNES Cedex 9

Réalisation :

Karine BELLEGUIC
Catherine CONSEIL
Thierry EVENO
Sébastien LORGE
et Franck BARAER



*Etude réalisée
par Météo-France
pour
le Conseil Régional
de Bretagne*

Le **CHANGEMENT CLIMATIQUE** en **BRETAGNE**

PARTIE I

Le climat actuel

PARTIE II

**L'histoire récente
du climat breton**



PARTIE III

**Le changement
climatique Global**

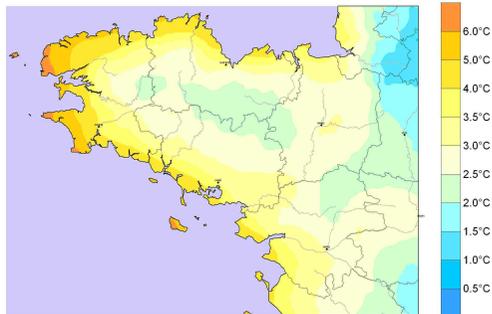
PARTIE IV

Quel climat futur en Bretagne ?

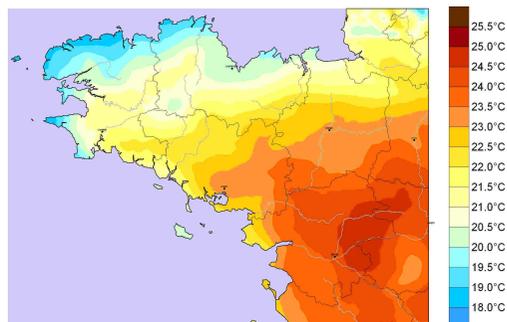
Mars 2012

Partie 1 : Le climat breton actuel

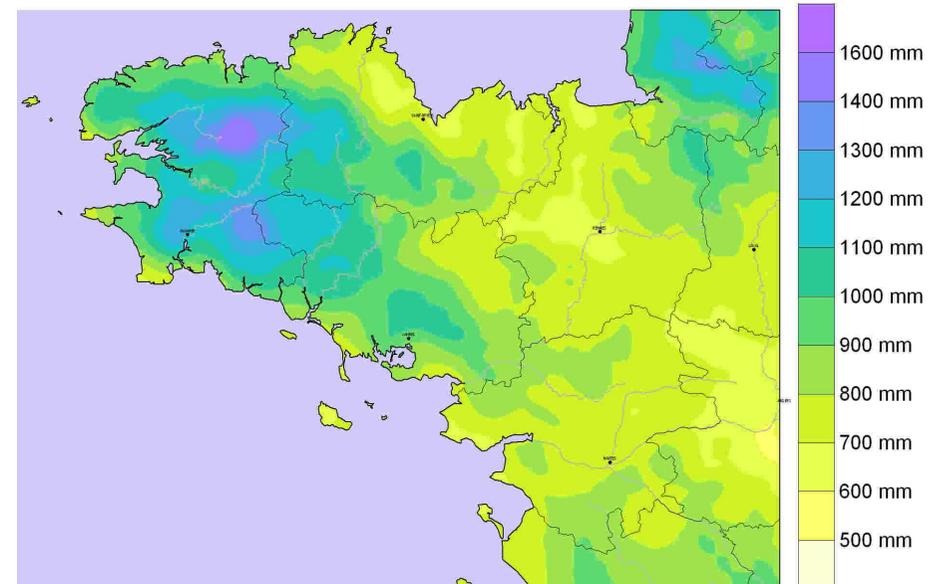
Le climat d'une région s'apprécie sur la durée. Il se caractérise par des moyennes de paramètres météorologiques calculées sur de longues périodes (30 ans)



Moyenne des températures minimales d'hiver (1971-2000)



Moyenne des températures maximales d'été (1971-2000)



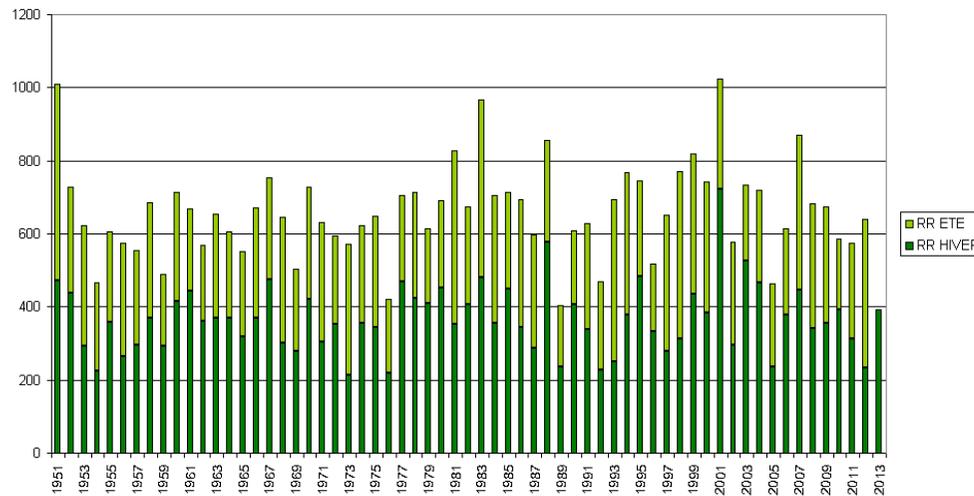
Pluies moyennes annuelles en mm ou l/m² (1971/2000)

Partie 1 : la variabilité climatique

La variabilité naturelle fait partie du climat, il existe des variations parfois importantes d'une année sur l'autre.

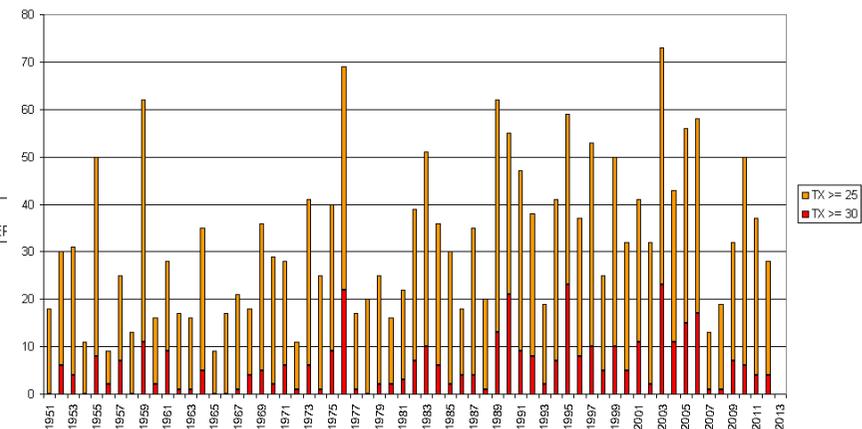
RENNES : pluies d'hiver (octobre à mars) et d'été (avril à septembre) depuis 1951

Situation au 09/02/2013



RENNES : températures maximales $\geq 30^\circ$ et $\geq 25^\circ$ (janvier à décembre) depuis 1951

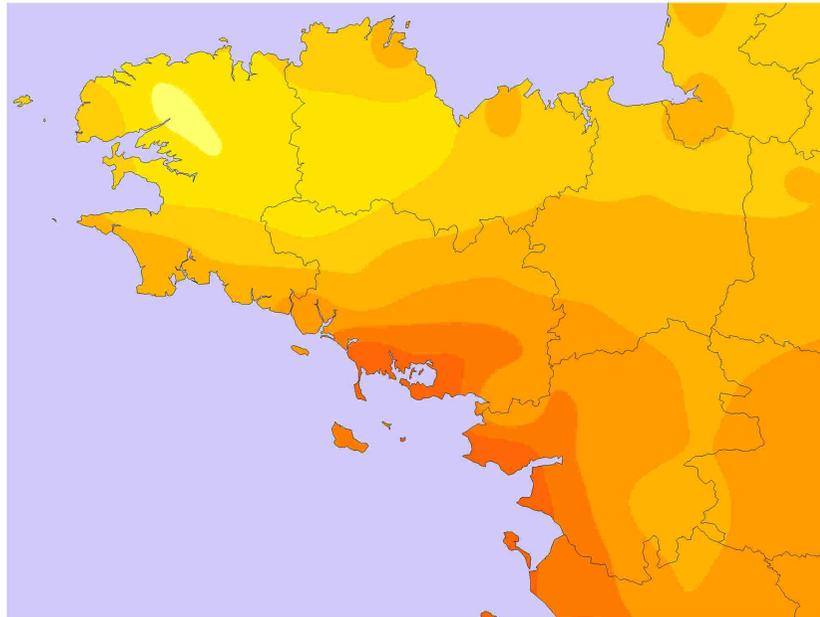
Situation au 09/02/2013



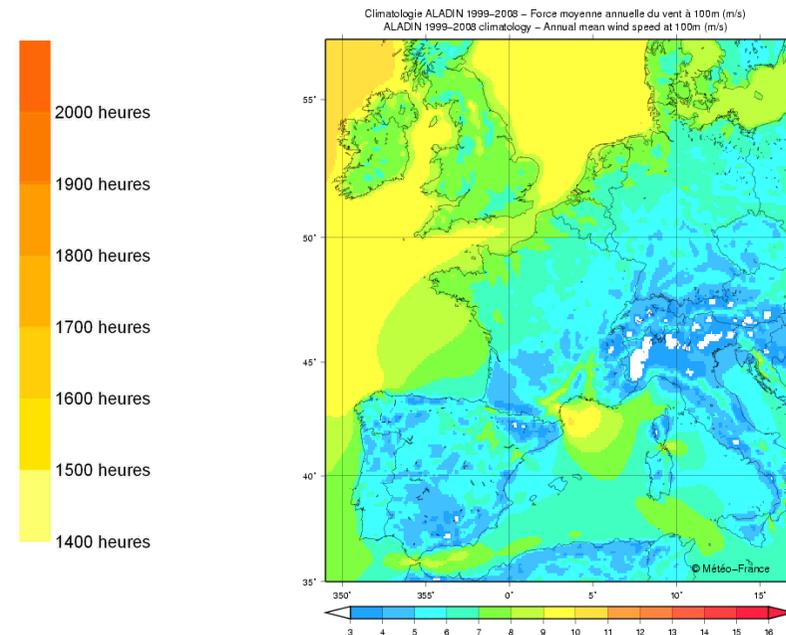
Chaleur estivale 1951/2012

Pluies de 1952 à 2013

Partie 1 : Potentiel en énergie éolienne et solaire



**Durée d'ensoleillement
moyen annuel en heures**



Vent moyen annuel à 100m

Ces paramètres climatiques varie assez peu d'une année sur l'autre

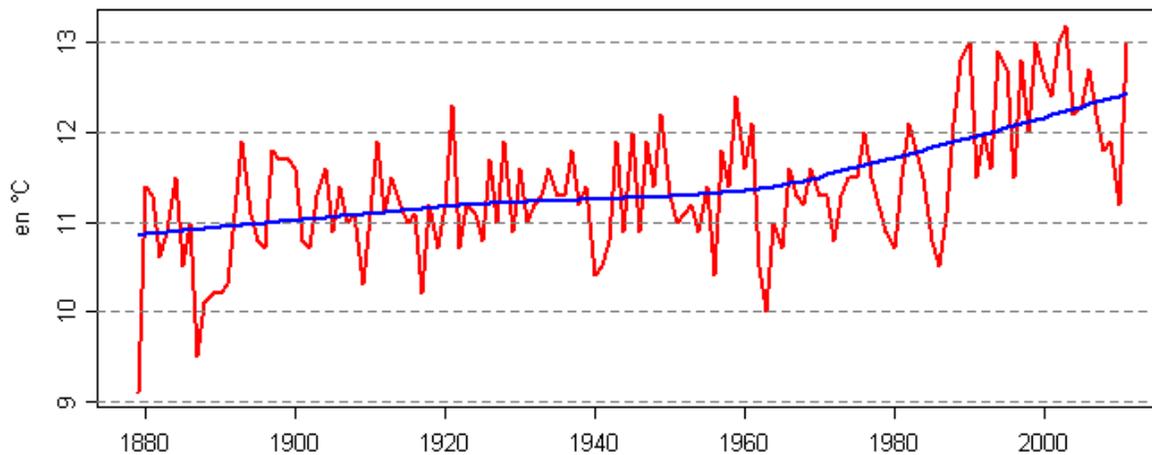
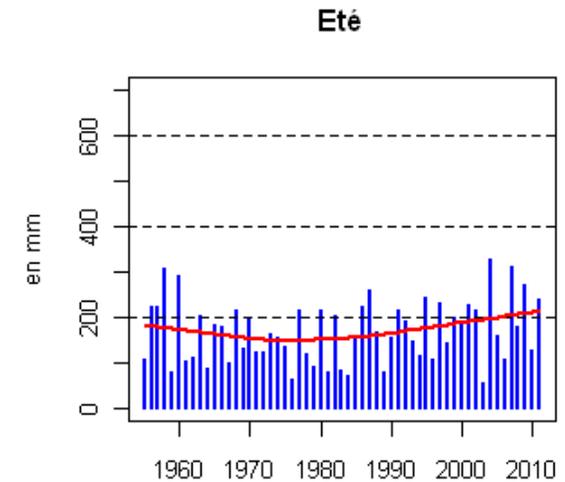
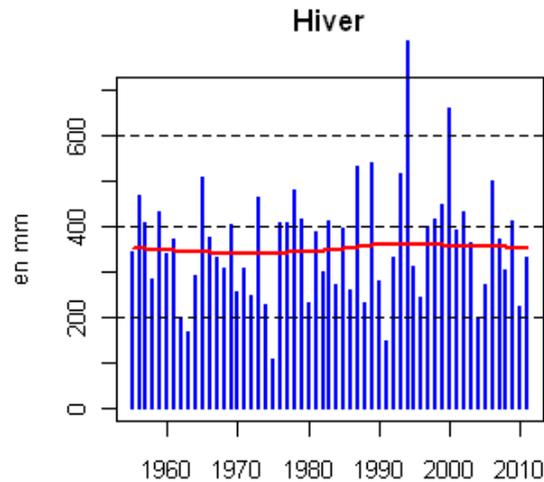
+/- 200h pour le soleil

+/- 1 m/s pour la vitesse moyenne du vent

Mais la production éolienne est assez fortement impactée, le photovoltaïque moins...

Partie 2 : histoire récente du climat breton

Pluie à Rostrenen
Pas d'évolution notable



Évolution des températures à Rennes

En 2011,
+1.8°C par
rapport à
2010

Partie 2 : Inventaire des phénomènes extrêmes

Une série d'évènements extrêmes documentés qu'il faut surtout garder en mémoire :

- Tempêtes (26 déc 1999, 6 juillet 1969, 15 oct 1987...sept 1930...
- Submersions marines (09/01/1924, 12 janv 1978, 10 mars 2008...
- Inondations (1936, 1974, 1995, 1999, 2000, 2001...fév 2010...

- Orages urbains : St Briec juillet 1973, Rennes juin et sept 2009...
- Sécheresses et canicules (1953, 1976, 1989, 2003...2011/2012...
- Neige : fev 1983, fev 2004, janvier 2010 et décembre 2010...
- Vagues de froid : 1962/63, 1985, 1987, 1996/97 et fév 2012...

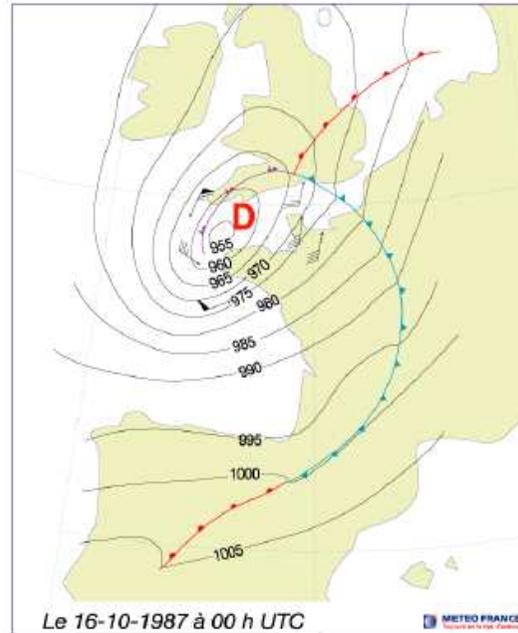
Partie 2 : Inventaire des phénomènes extrêmes

Les phénomènes extrêmes font partie du climat (tempêtes et submersions marines)



Ouest-France

Les quais de Douarnenez envahis par la mer (10 mars 2008).



Le 16-10-1987 à 00 h UTC

METEO FRANCE

15 et 16 Oct 1987
200 km/h, 950 hPa,
2 à 3m de surcôte marine?



La dépression associée à l'ouragan du 15 et 16 octobre 1987 et une de ses conséquences

Staples par la mer, la salle de danse du casino de Saint-Quay-Portrieux s'est effondrée sur la plage comme un château de cartes.

140 km/h à la pointe du Raz et à Quimper, 120 km/h à Quersant, puis, notamment la côte exposée au vent qui ont balayé la Bretagne dans le Golfe et de Morlaix, nuit de mercredi à jeudi ont provoqué de gros dégâts.

Le port de Roscoff inutilisable jusqu'à samedi au moins

Le vent qui soufflait de nord-est jusqu'à mardi a été renforcé, en part de une pointe de Roscoff, par des rafales de vent de nord-est.

Le casino de Saint-Quay-Portrieux s'est effondré sur la plage

Le port des Hôpitaux à Erquy complètement dévasté

Les Casernes de St Nazaire et Plymouth

Le vent qui soufflait de nord-est jusqu'à mardi a été renforcé, en part de une pointe de Roscoff, par des rafales de vent de nord-est.

Le casino de Saint-Quay-Portrieux s'est effondré sur la plage

Le port des Hôpitaux à Erquy complètement dévasté

Les Casernes de St Nazaire et Plymouth

11 janvier 1978 (côte Manche) par vent du Nord

Partie 2 : Inventaire des phénomènes extrêmes



4 juillet 1973

Rang	Étés les plus chauds	Température moyenne	Étés les plus frais	Température moyenne
1	2003	17.8 °C [+1.9 °C]	1954	13.8 °C [-2.1 °C]
2	1976	17.7 °C [+1.8 °C]	1956	14.0 °C [-1.9 °C]
3	1983	17.6 °C [+1.7 °C]	1972	14.0 °C [-1.9 °C]

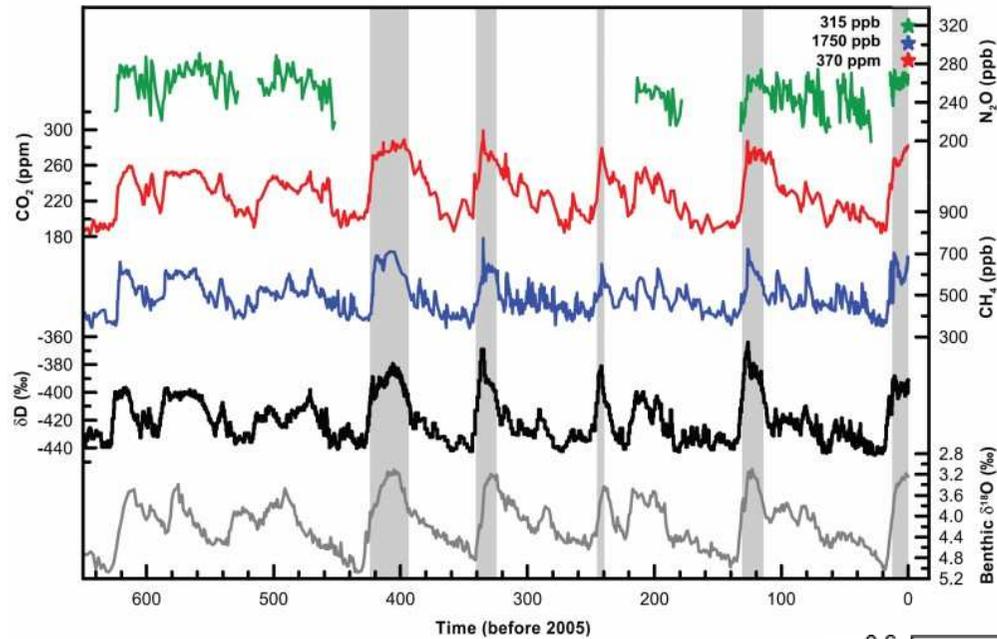
Étés les plus chauds et les plus frais à Brest



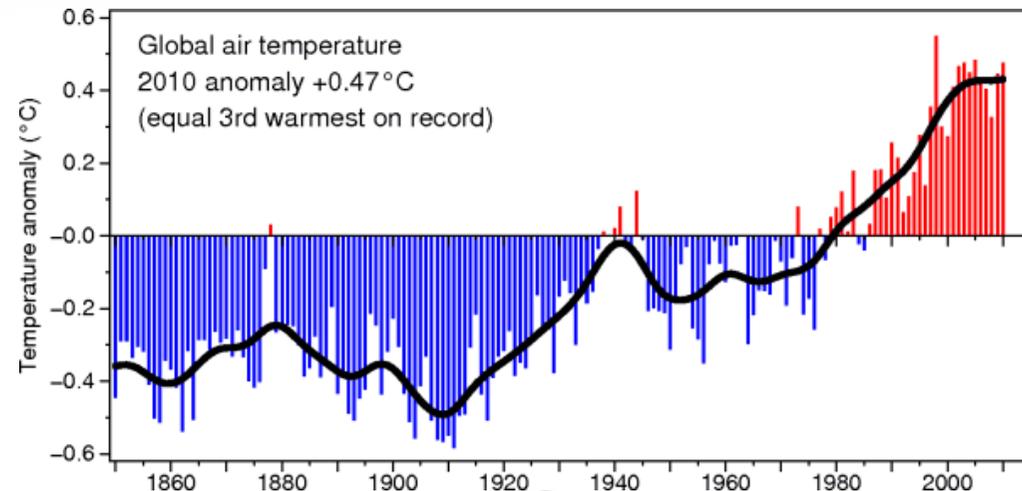
50 cm de neige : Toiture d'un bâtiment agricole effondrée à Lanrodec (22) en janvier 2010

Partie 3 : Evolution du climat global

Les mesures des concentrations en gaz à effet de serre

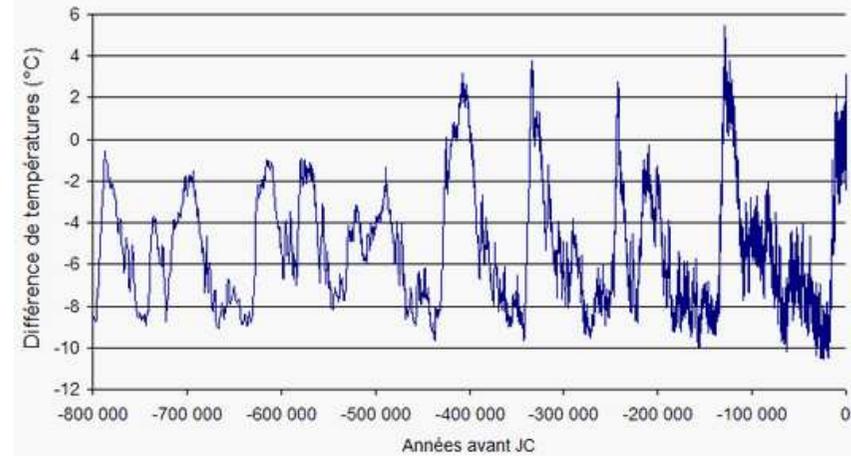


Evolution de la température moyenne à la surface de la Terre



Cycles des périodes

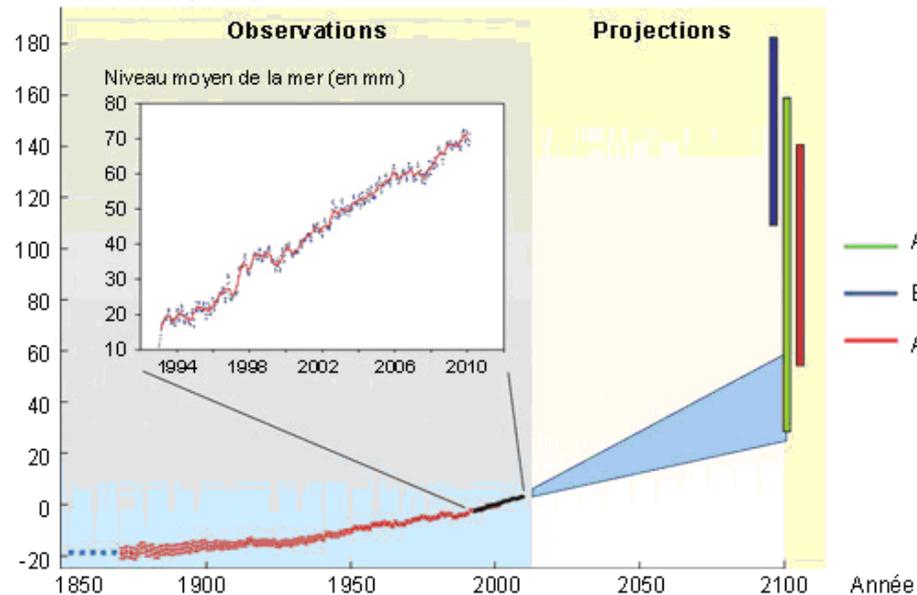
glaciaires et interglaciaires



Partie 3 : des impacts déjà visibles

- Température de l'atmosphère et de l'océan
- Niveau des océans

Niveau de la mer (en cm)

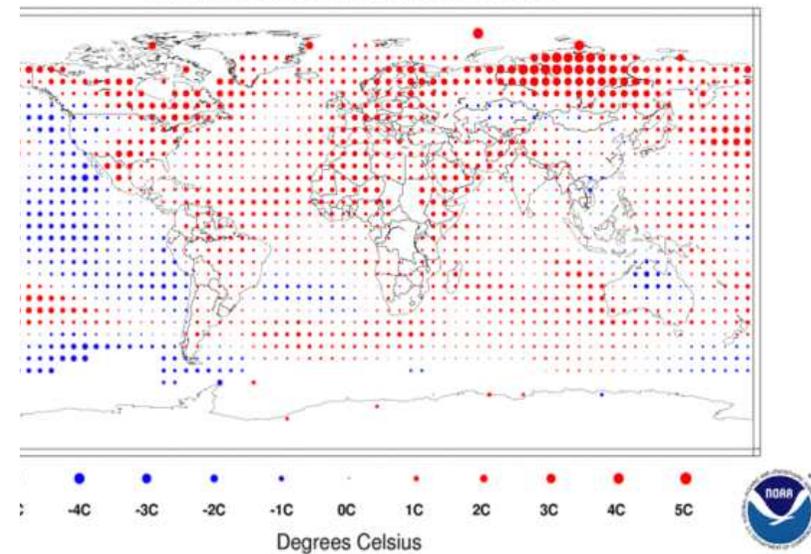


- Banquise, glaciers et neige
- Phénomènes climatiques (chaleurs, précipitations)
- Les écosystèmes
- La santé
- Les pratiques agricoles
- ...

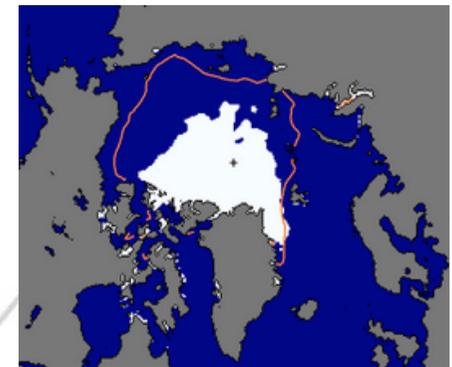
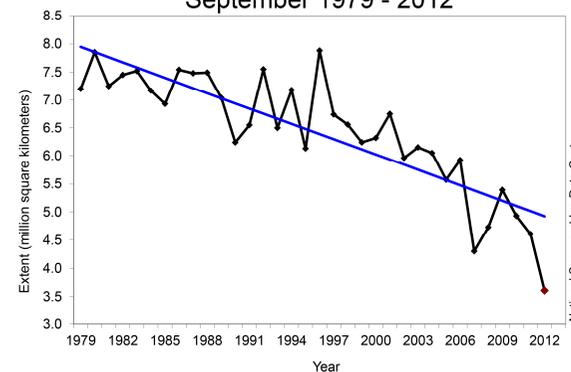
Temperature Anomalies Jan-Dec 2011

(with respect to a 1971-2000 base period)

National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Average Monthly Arctic Sea Ice Extent September 1979 - 2012



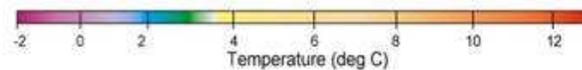
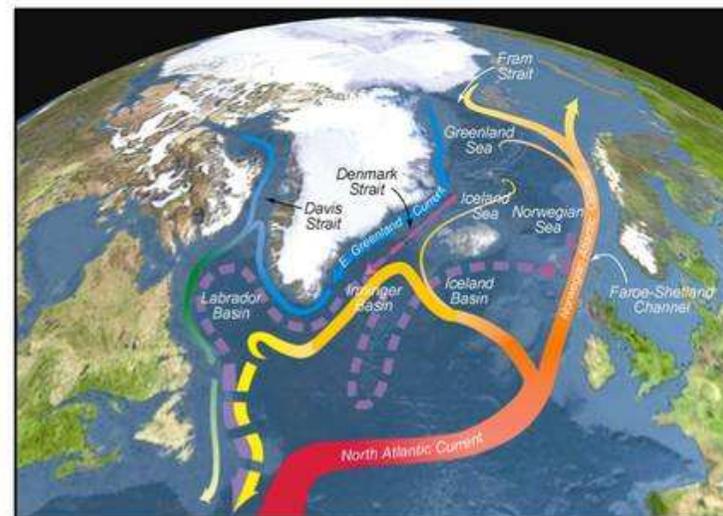
— Extension moyenne de la banquise en septembre pour la période 1979-2000 (6,75 millions de km²)
Source : National Snow and Ice Data Center, USA

Partie 3 : le réchauffement climatique et la Bretagne

➤ Caractéristiques fondamentales

- la circulation générale des vents d'Ouest
- la libération en hiver de la chaleur accumulée par l'océan
- le courant chaud Nord Atlantique, prolongation du Gulf Stream

Schematic of the North Atlantic Overturning Circulation



Curry and Mauritzen (2005)

Partie 3 : les modèles de climat et leurs incertitudes

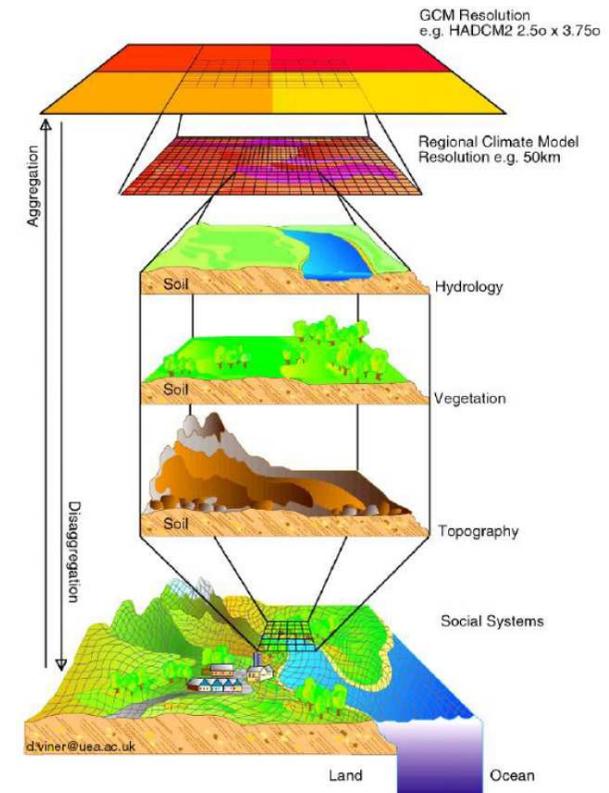
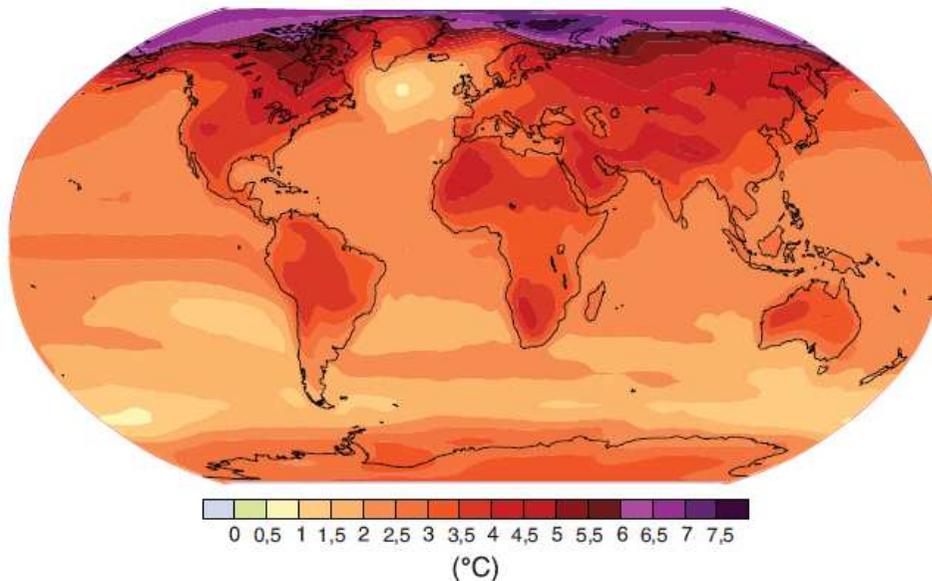
➤ Utilisation de modèles climatiques

➤ Le GIEC, les scénarios

Les scénarios du GIEC se définissent selon la croissance démographique, le développement économique, la prise en compte de mesures environnementales, les transferts de technologies.

Ainsi le **scénario A1B** envisage des émissions moyennes de gaz à effet de serre.

Évolution projetée de la température en surface pour la fin du XX^e siècle (2090-2099) par rapport à la période 1980-1999



Partie 3 : les modèles de climat et leurs incertitudes

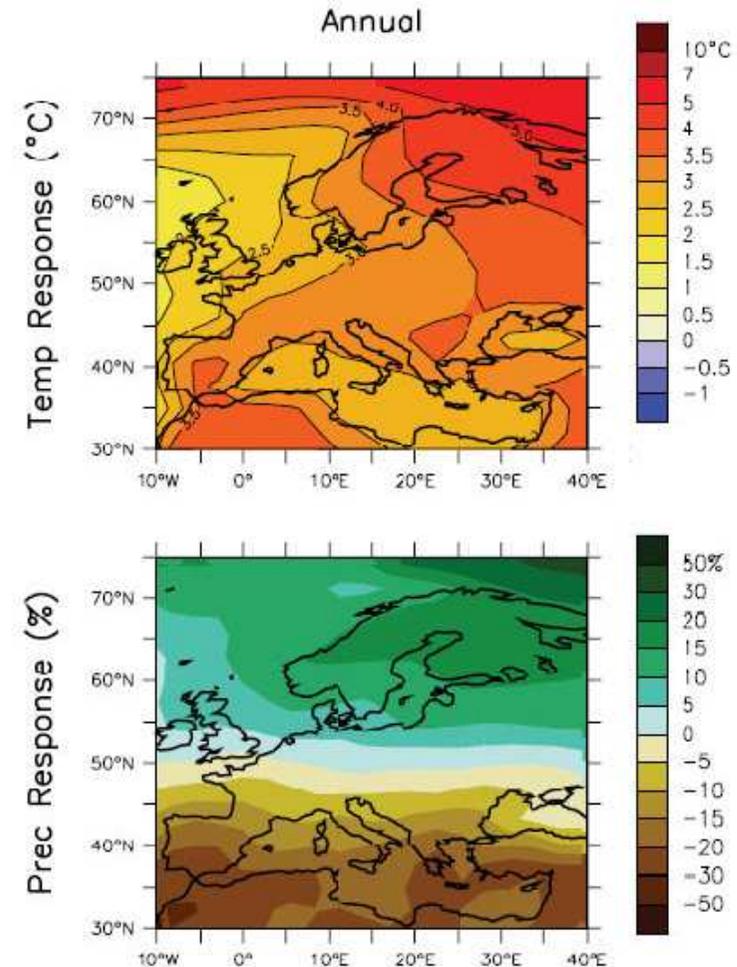
➤ Les simulations récentes pour l'ouest de l'Europe (GIEC) :

- En été : réchauffement marqué et diminution des précipitations sur les régions méditerranéennes. Le risque de sécheresse sur le sud de la France, l'Espagne et l'Italie devrait être accru.

- En hiver : augmentation des précipitations sur toute la façade atlantique. Il est cependant difficile de préciser où se situeront en Europe ces zones plus pluvieuses ou plus sèches.

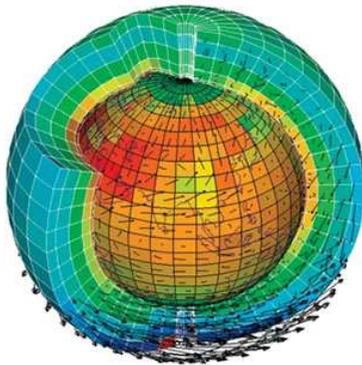
-Vers de nouveaux scénarios pour le 5^e rapport (2013)

- Les limites : incertitude liée aux modèles, niveau d'émission des GES, points de bascule, variabilité du climat ...

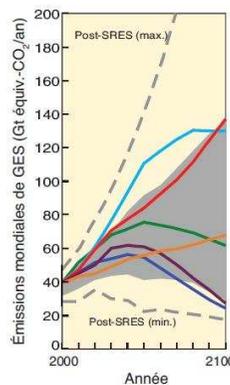


Partie 4 : quel climat futur en Bretagne ?

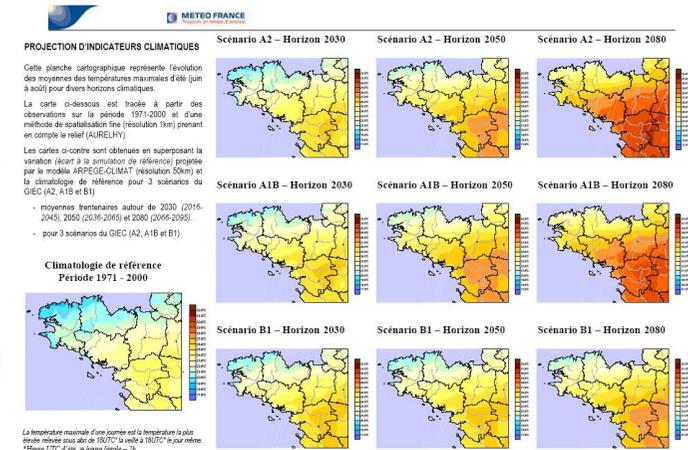
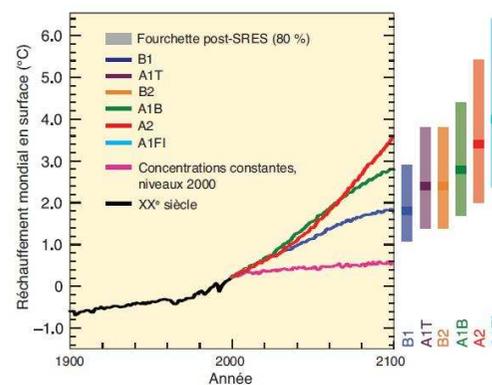
En octobre 2010, Météo France a réalisé une étude pour la Datar, au niveau national, à l'aide des données issues du modèle Arpège Climat, pour alimenter les SRCAE en données de simulations climatiques. Celles-ci ont été adaptées à l'échelle de la Bretagne



Modélisation de
L'atmosphère



Scénarios GIEC d'émission
future de gaz à effet de serre



Climat futur en Bretagne
et les incertitudes associées

Partie 4 : les résultats sur les températures



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Températures l'après-midi en été

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

Cette planche cartographique représente l'évolution des moyennes des températures maximales d'été (juin à août) pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre 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 pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

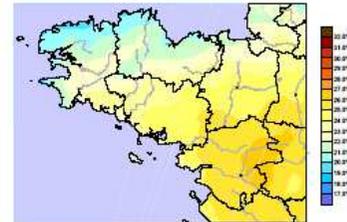
- moyennes trentennaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Climatologie de référence Période 1971 - 2000

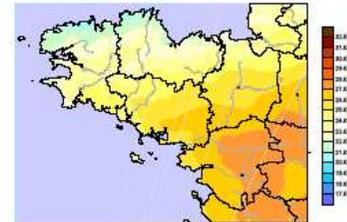


La température maximale d'une journée est la température la plus élevée relevée sous abri de 18UTC* la veille à 18UTC* le jour même.
*Heure UTC d'été = heure légale - 2h

Scénario A2 – Horizon 2030



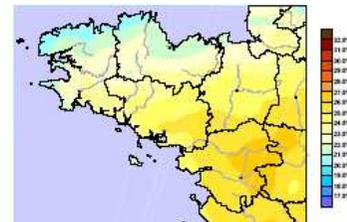
Scénario A2 – Horizon 2050



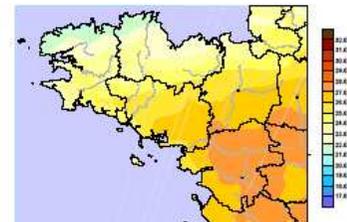
Scénario A2 – Horizon 2080



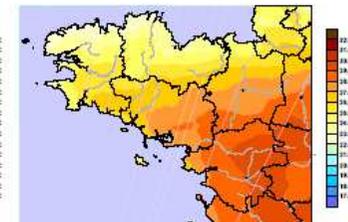
Scénario A1B – Horizon 2030



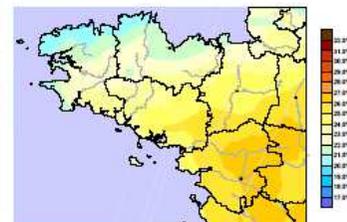
Scénario A1B – Horizon 2050



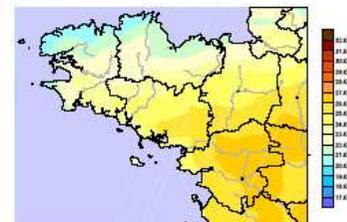
Scénario A1B – Horizon 2080



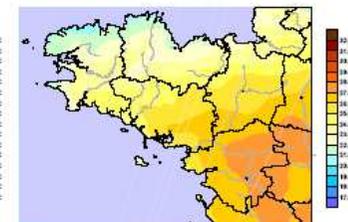
Scénario B1 – Horizon 2030



Scénario B1 – Horizon 2050

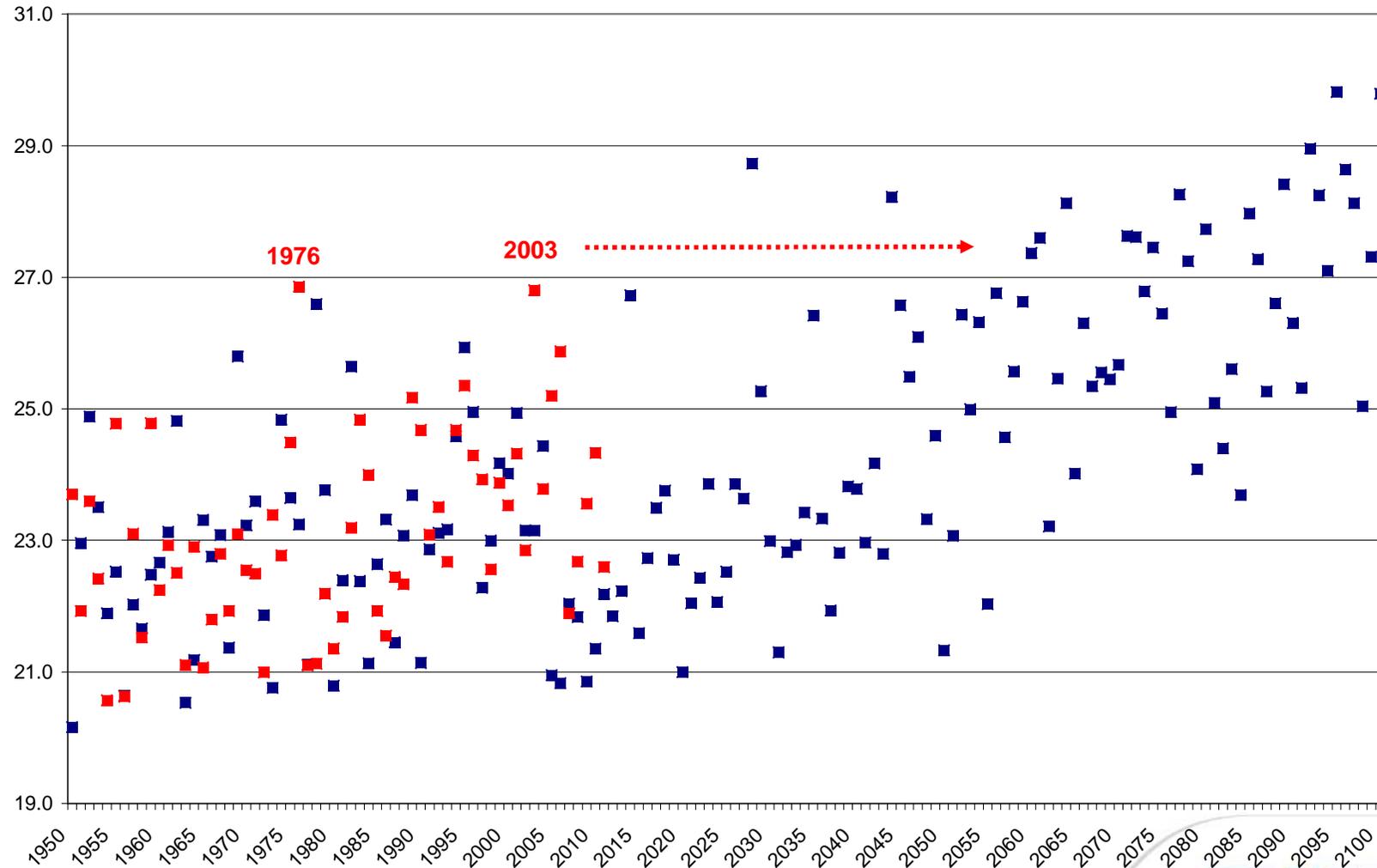


Scénario B1 – Horizon 2080



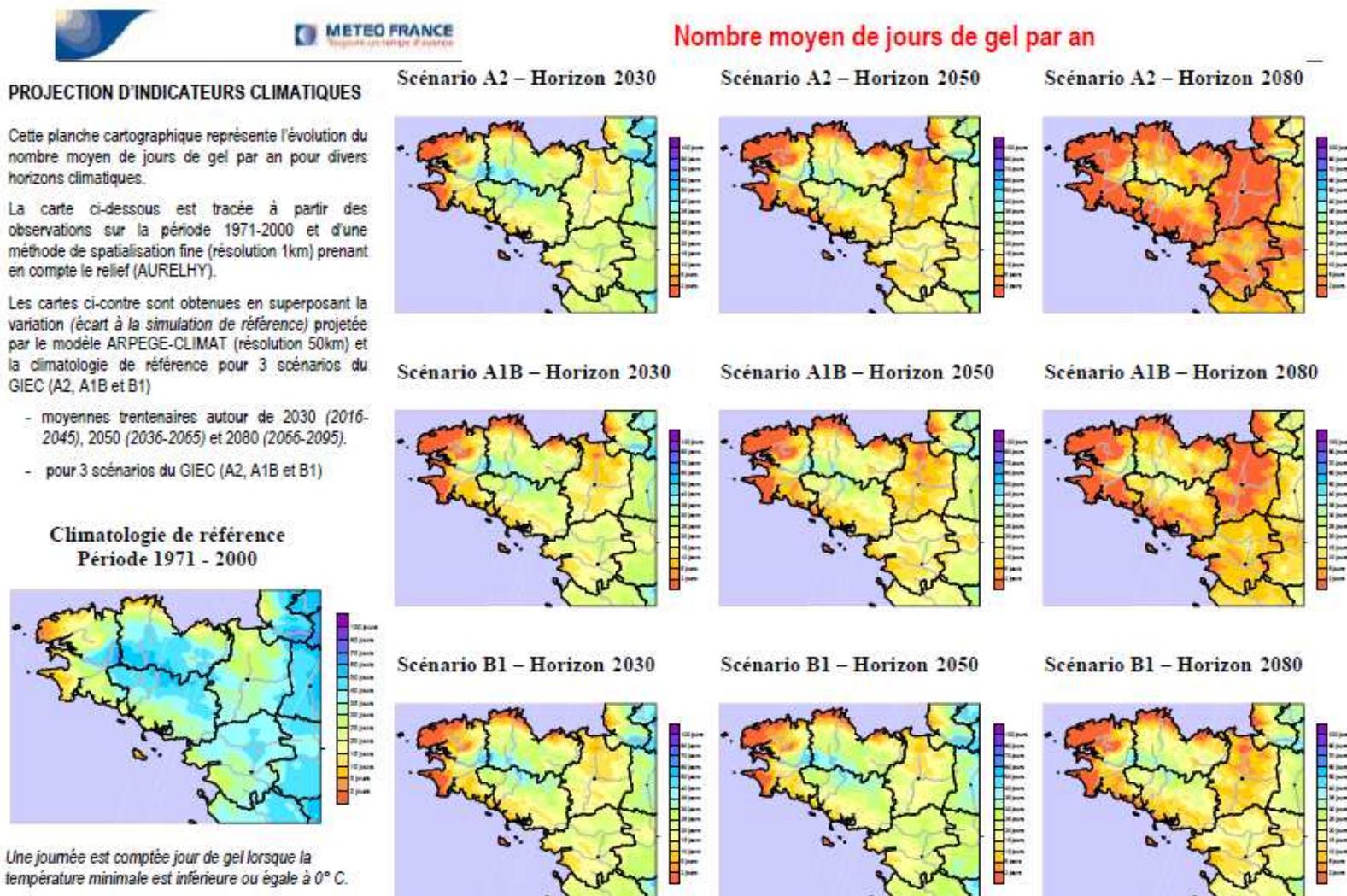
Convergence de tous les modèles de climat : accentuation du réchauffement en toutes saisons...

Partie 4 : traduction concrète

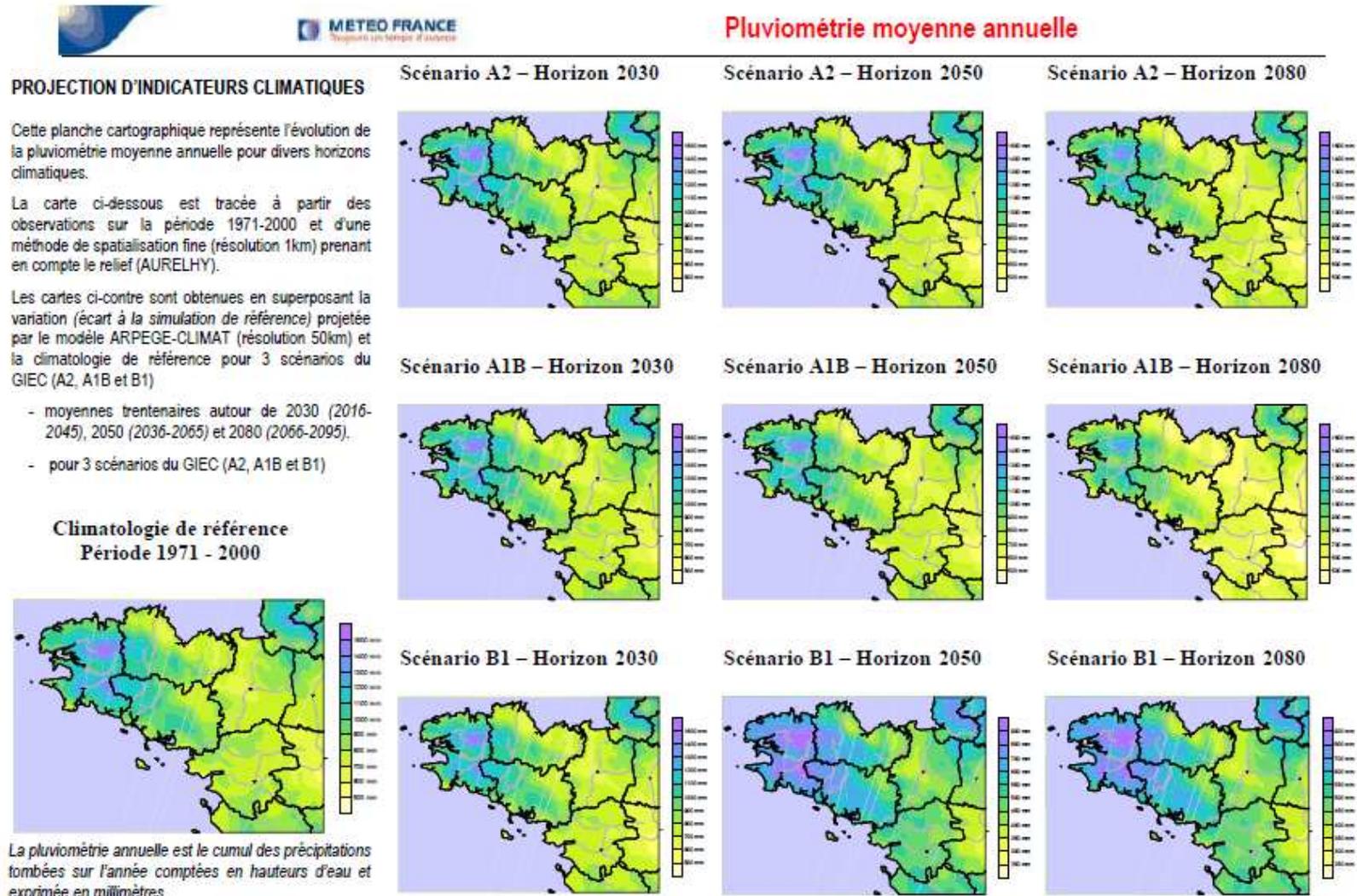


Comparaison de la température maximale moyenne en été sur Rennes (en °C)
entre **observations** (1950-2011) et **simulations** (1950-2100),
ARPEGE climat scénario A1B.

Partie 4 : évolution du nombre de jours de gel

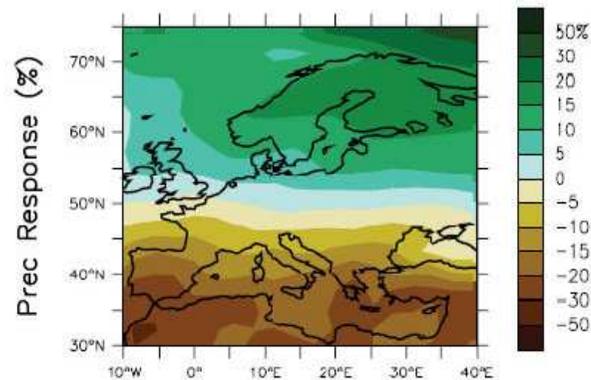


Evolution des précipitations selon Arpège Climat



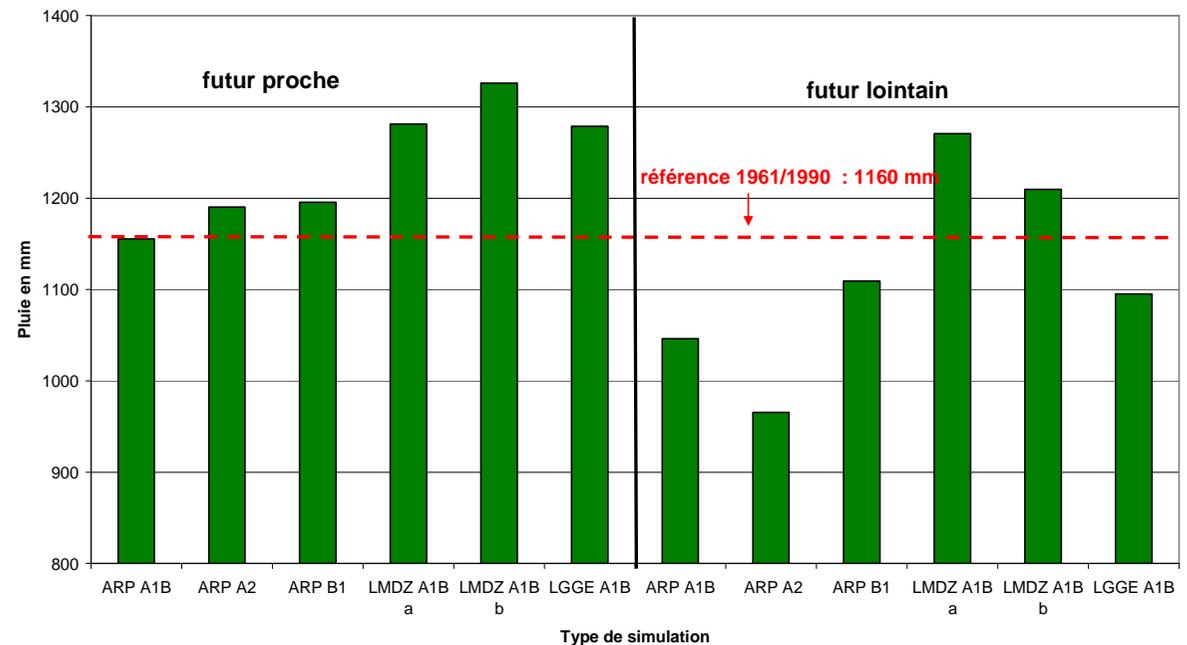
**Baisse des pluies selon ce modèle de climat
mais prudence dans l'interprétation**

Mais des incertitudes sur les pluies...



Évolution des pluies en Europe
(moyenne de 21 modèles)

Evolution des pluies annuelles à Brennilis selon simulation (projet SCAMPEI)



Projections des pluies annuelles à Brennilis en fonction du modèle utilisé selon deux horizons du projet SCAMPEI (futur proche et futur lointain).

Incertain sur l'évolution future des pluies en Bretagne,
mais sécheresses estivales accrues compte tenu
de l'augmentation des températures...

Vers de nouvelles simulations

- La puissance de calcul et les connaissances scientifiques évoluent rapidement...De nouvelles simulations climatiques sont disponibles.
- Mise en place du portail DRIAS
- Un nouveau rapport du GIECC (attendu fin 2013)



Conclusion 1/2

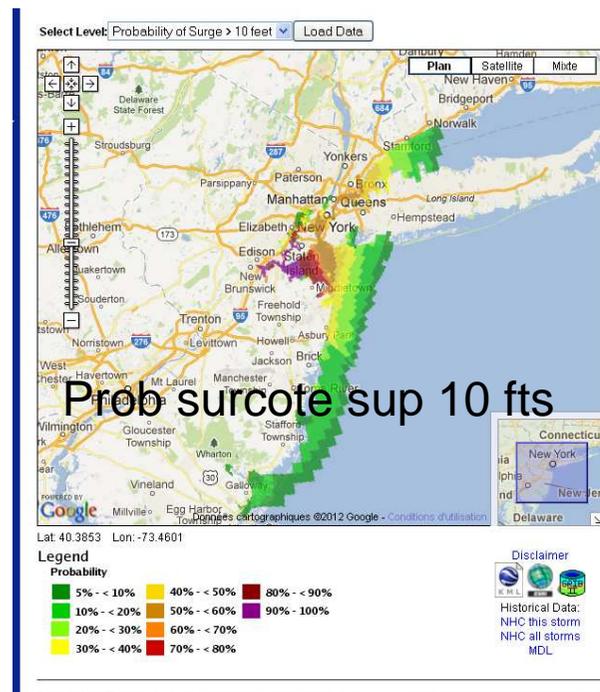
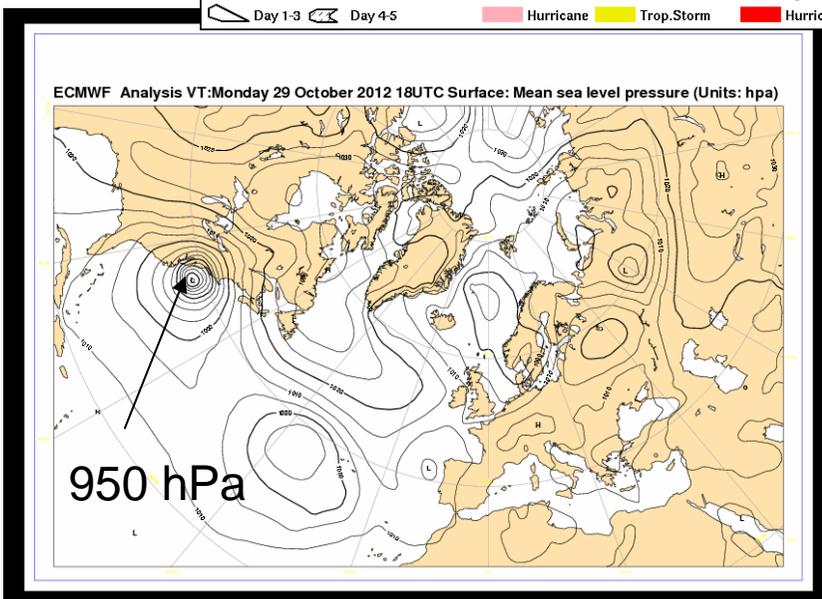
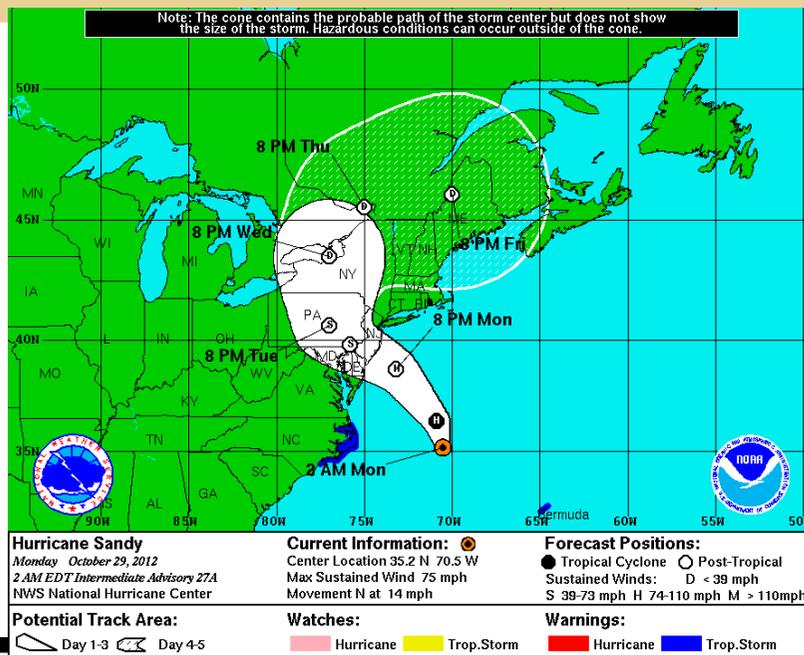
- Document de référence qui balaie tous les aspects du climat (passé, présent et futur), ses moyennes et ses extrêmes...
- Le réchauffement déjà sensible en Bretagne devrait s'accroître ces prochaines décennies : **il aura pour conséquence une augmentation de la fréquence des périodes de canicule en été, une diminution de la fréquence des hivers très froids, une augmentation des températures aux saisons intermédiaires (automne et printemps avec des effets probables sur la végétation).**
- Grosse incertitude sur les pluies : pas de scénario privilégié mais sécheresses estivales accrues.
- Pas d'éléments probants sur l'évolution des autres paramètres (tempêtes, orages, vent moyen, soleil, neige...) mais ces questions peuvent être étudiées à l'aide des modèles de climat...

Conclusion 2/2

Le principal danger pour notre région viendra sans doute de la mer. On n'ose imaginer les conséquences sur le littoral si un jour, une tempête comme celle du 15 octobre 1987 (avec une surcote marine potentielle de plus de 2 mètres) se produit à marée haute, en période de grande marée...avec un niveau moyen de l'Océan plus haut de quelques dizaines de centimètres...(coefficient de marée de 130?)

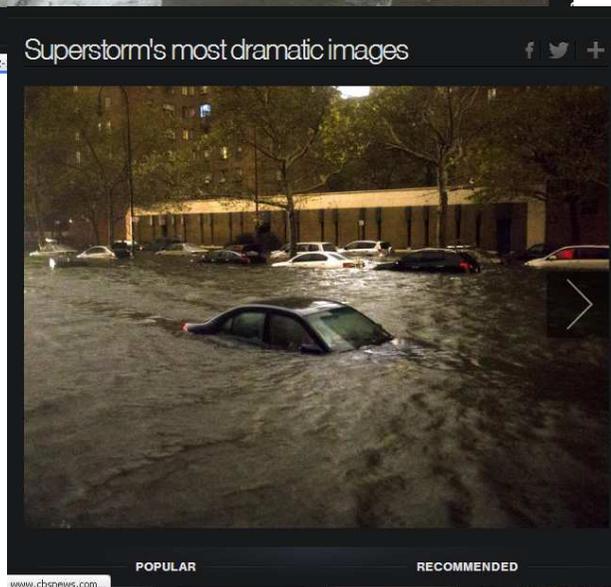
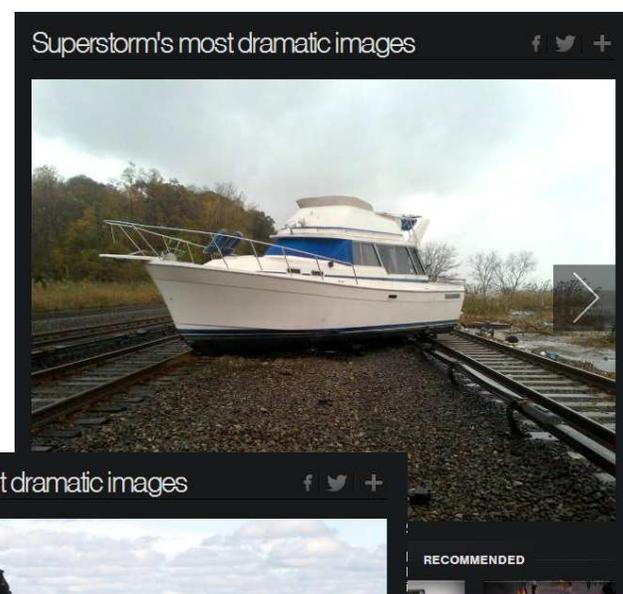
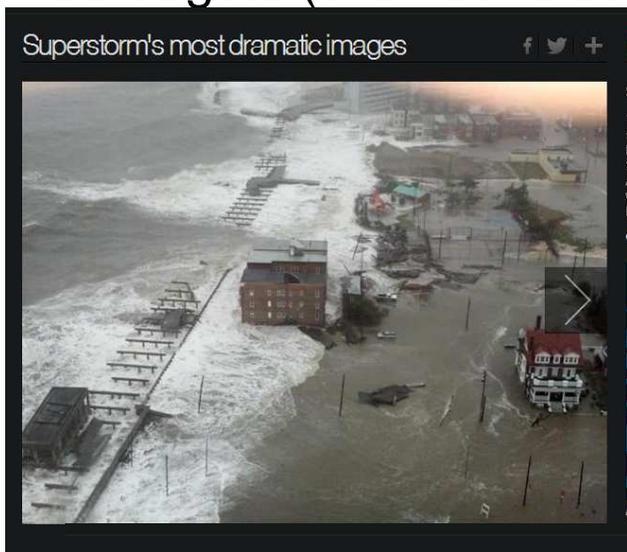
Faire en sorte de bien s'adapter aux soubresauts du climat actuel reste sans doute la meilleure approche pour se prémunir contre les changements à venir. C'est l'objet du projet **Vimer** d'étude des tempêtes passées en Bretagne et de leur potentiel de submersion marine (Partenariat DREAL, Météo-France, Cetmef, SHOM, CR Bretagne...)

Sandy 29/30 octobre 2012

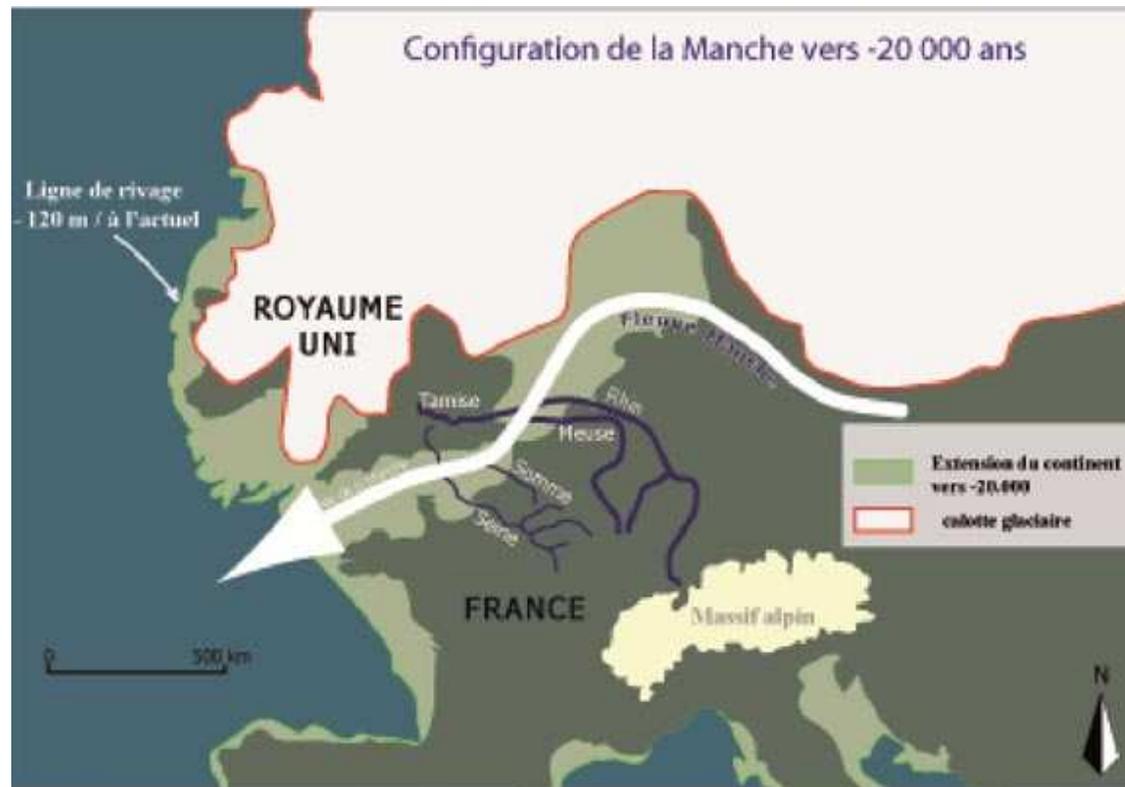


Sandy suite

- Surcote 3 mètres + vagues + vent + pluie = 30 à 50 milliards d'euros de dégâts (bilan sans cesse réévalué)



Epilogue...



Données: Mánó G., Baré E., Rosik F., Wijers J.W.H., Hoogstra E.C., Schouten S., Sixingha Damaté J.S. SCIENCE vol. 313, 1623-1625 2006.



Toundra bretonne
en été il y a
-19687 ans...

La terre s'est réchauffée de 5 degrés environ entre -15000 et -5000 ans.
On peut s'attendre à quelque chose du même ordre de grandeur en 100
ou 200 ans...

Vers un nouveau rapport du GIECC 2013

Les nouveaux scénarios

Les scénarios de 2000 A1, B2, A1B etc... étaient appelés "SRES scenarios" (Special Report on Emissions Scenarios) et **étaient basés**, comme leur nom l'indique, **sur l'estimation des émissions des gaz à effet de serre**. Ils étaient construits à partir de projections socio-économiques, décrivant les évolutions de la population, des économies, des technologies, des modes de vie, etc.

Les scénarios de 2011 sont très différents. Les scientifiques ont commencé par se donner des scénarios sur le **pouvoir radiatif** (pouvoir chauffant de l'atmosphère) **des différents composants atmosphériques**. Ces scénarios sont appelés **RCPs**, pour "Representative Concentration Pathways", et ne sont pas fondés sur des projections socio-économiques. Ces RCPs sont utilisés par les climatologues pour faire des scénarios climatiques, décrivant la température, les précipitations, et autres variables climatiques.

Ensuite, les scientifiques vont créer des scénarios socio-économiques cohérents avec les RCPs, que l'on appelle SSP, pour Shared Socio-Economic Pathways. En effet, le pouvoir radiatif des RCPs est issu des concentrations des gaz à effet de serre et autres polluants, qui viennent elles-mêmes des émissions de ces produits et de l'utilisation des terres (déforestation reforestation, évolution de l'espace urbain et de l'espace agricole...). À partir des RCPs, on déduit de nouveaux scénarios d'émissions des gaz à effet de serre, puis des scénarios socio-économiques (SSP) qui conduisent à ces émissions. Ces scénarios seront utilisés pour les modélisations à venir, qui seront synthétisées dans le **5e rapport du GIEC, prévu en 2013**.

Quatre familles de RCPs ont été déterminées : RCP8.5, RCP6, RCP4.5 et RCP2.6. La valeur suivant les lettres RCP correspond au forçage radiatif atteint vers 2100, en W/m².

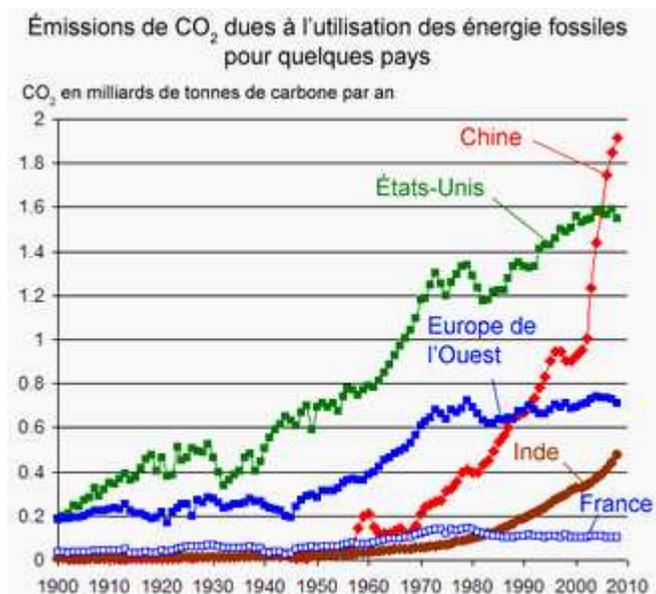
RCP 8.5 : en 2100, on atteint un forçage radiatif de 8,5 W/m², ce qui correspond à une concentration équivalente^[1] en CO₂ autour de 1370 ppmv. Le forçage radiatif est en pleine augmentation en 2100.

RCP 6 : en 2100, on atteint un forçage radiatif autour de 6 W/m², ce qui correspond à une concentration équivalente en CO₂ autour de 850 ppmv. La stabilisation se fait après 2100.

RCP 4.5 : en 2100, on atteint un forçage radiatif autour de 4,5 W/m², ce qui correspond à une concentration équivalente en CO₂ autour de 650 ppmv. La stabilisation se fait après 2100, mais commence vers 2060.

RCP 2.6 : Le forçage radiatif atteint un pic de 3 W/m² (concentration équivalente en CO₂ autour de 490 ppmv) avant 2100 et diminue ensuite. Il sera autour de 2,6 W/m² en 2100. Ce scénario est aussi appelé RCP 3-PD, pour 3 W/m² puis « Peak-decline ». C'est ce scénario qui permettrait de garder une hausse des températures globales en dessous de 2°C.

Les nouveaux résultats



température moyenne planétaire (°C)

écart de température par rapport à 1850 (°C)

