

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU DANS LES AGRO-HYDROSYSTÈMES DU GRAND OUEST: QUESTIONS DE RECHERCHE.

MEROT P^{1,2}, GASCUEL-ODOUX C.^{1,2}, DELAHAYE D.³, LE GOUÉE P.³, GRIMALDI C.^{1,2}, GRUAU G.⁴

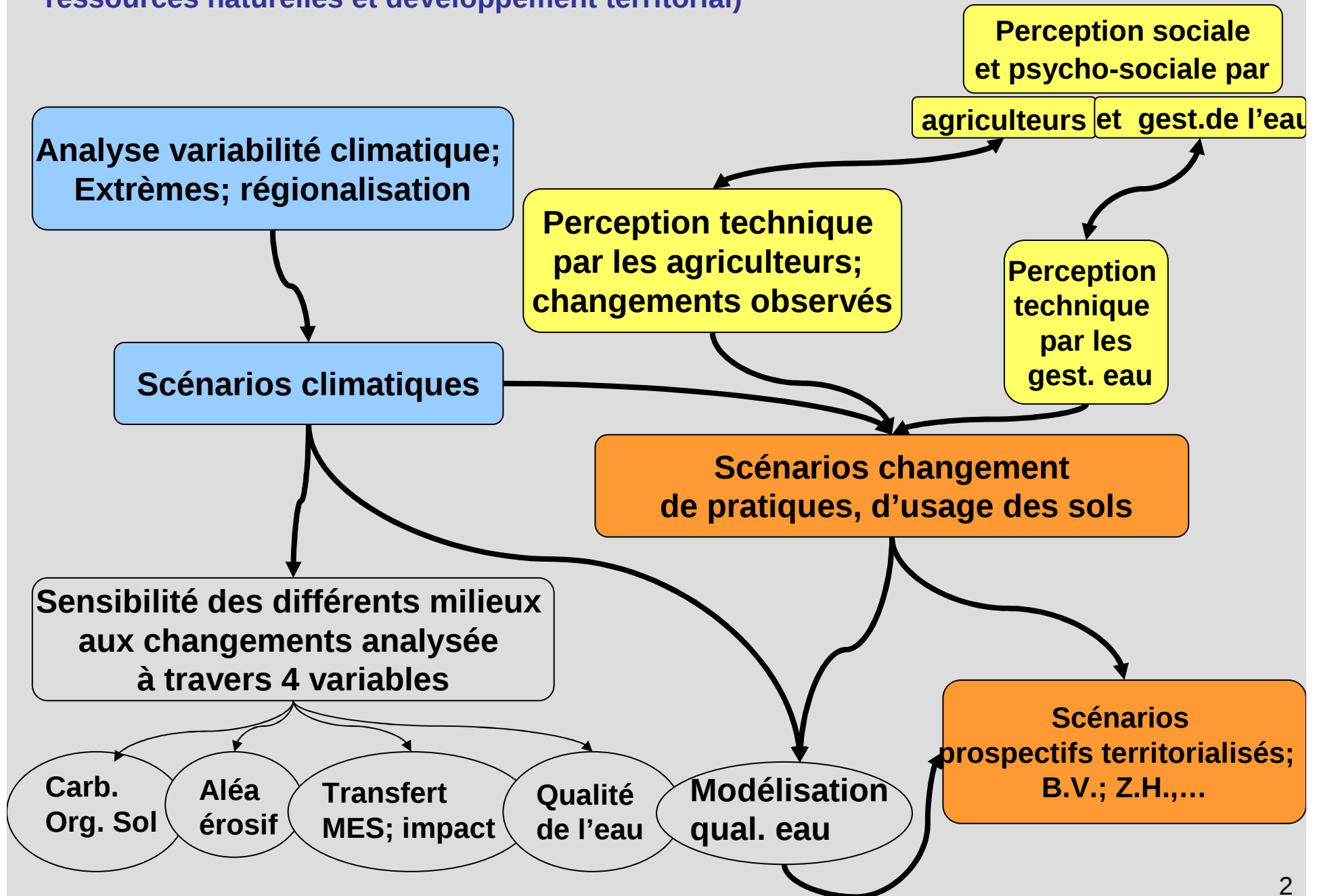
**1: INRA; 2 : Agrocampus-Ouest; 3 Univ. Caen;
4, Géosciences Rennes**



Ecole Chercheurs
Pour et Sur le Développement Régional
25 – 28 mai 2010
Bombannes (33) – Aquitaine



Préambule; le cadre du travail : CLIMASTER (Changement climatique, systèmes agricoles, ressources naturelles et développement territorial)



Enjeux / Verrous / Questions de recherche

- Augmentation de la pression sur la ressource en eau
- Evolution des agro-systèmes et modification en retour du cycle de l'eau
- Evolution différentielle des écosystèmes (zones humides...)
- Déterminants des fonctions environnementales des sols
- Qualité chimique de la ressource en eau
- Adaptation des systèmes et des pratiques agricoles
- Vocation des territoires, impact social
 - *ADAGE : ADaptation de l'Agriculture et des Ecosystèmes anthropisés au changement climatique ; Ateliers de réflexion prospective ANR ; <https://www1.clermont.inra.fr/adage/>.*

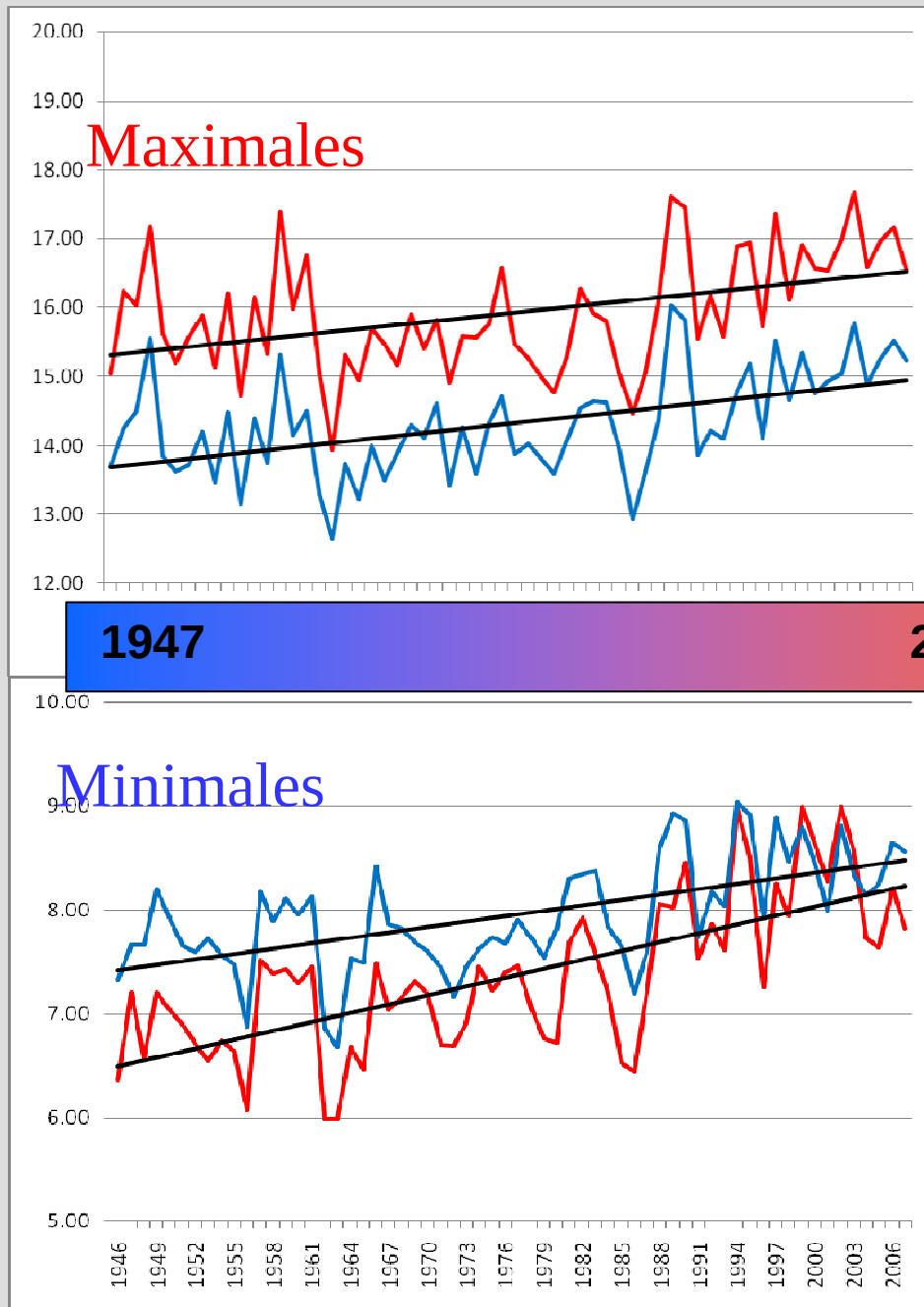
Enjeux / Verrous / Questions de recherche

- Augmentation de la pression sur la ressource en eau
- Evolution des agro-systèmes et modification en retour du cycle de l'eau
- Evolution différentielle des écosystèmes (zones humides...)
- Déterminants des fonctions environnementales des sols
- Qualité chimique de la ressource en eau
- Adaptation des systèmes et des pratiques agricoles
- Vocation des territoires, impact social
 - *ADAGE : ADaptation de l'Agriculture et des Ecosystèmes anthropisés au changement climatique ; Ateliers de réflexion prospective ANR ; <https://www1.clermont.inra.fr/adage/>.*

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU DANS LES AGRO- HYDROSYSTÈMES DU GRAND OUEST: QUESTIONS DE RECHERCHE

- Comment se pose la question de l'augmentation de la pression sur la ressource en eau?
 - un focus particulier sur la question de la **qualité en eau des hydrosystèmes**
- Quelle demande régionale sur ce thème?

les 2 grands forçages :
la température et la pluviosité



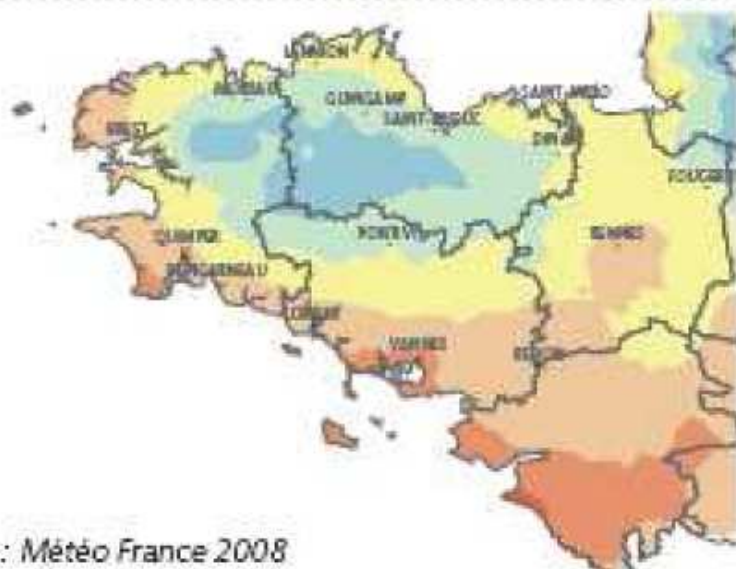
Evolution des températures à **RENNES** et **BREST**



Dubreuil, Planchon, 2008, Bretagne[s]

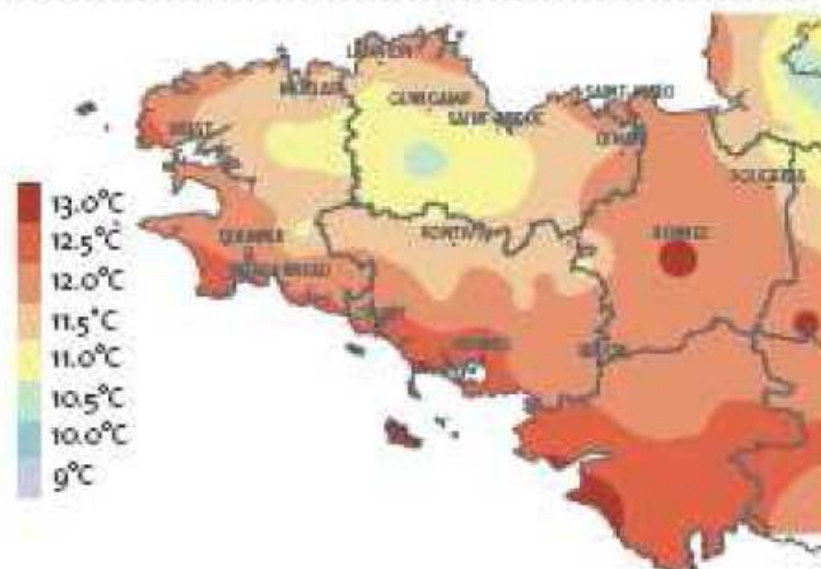
Températures moyennes annuelles pour les périodes de 1971-2000 et 1997-2006.

MOYENNES ANNUELLES DE TEMPÉRATURES (C°)
DE 1971 À 2000



Source : Météo France 2008

MOYENNES ANNUELLES DE TEMPÉRATURES (C°)
DE 1997 À 2006



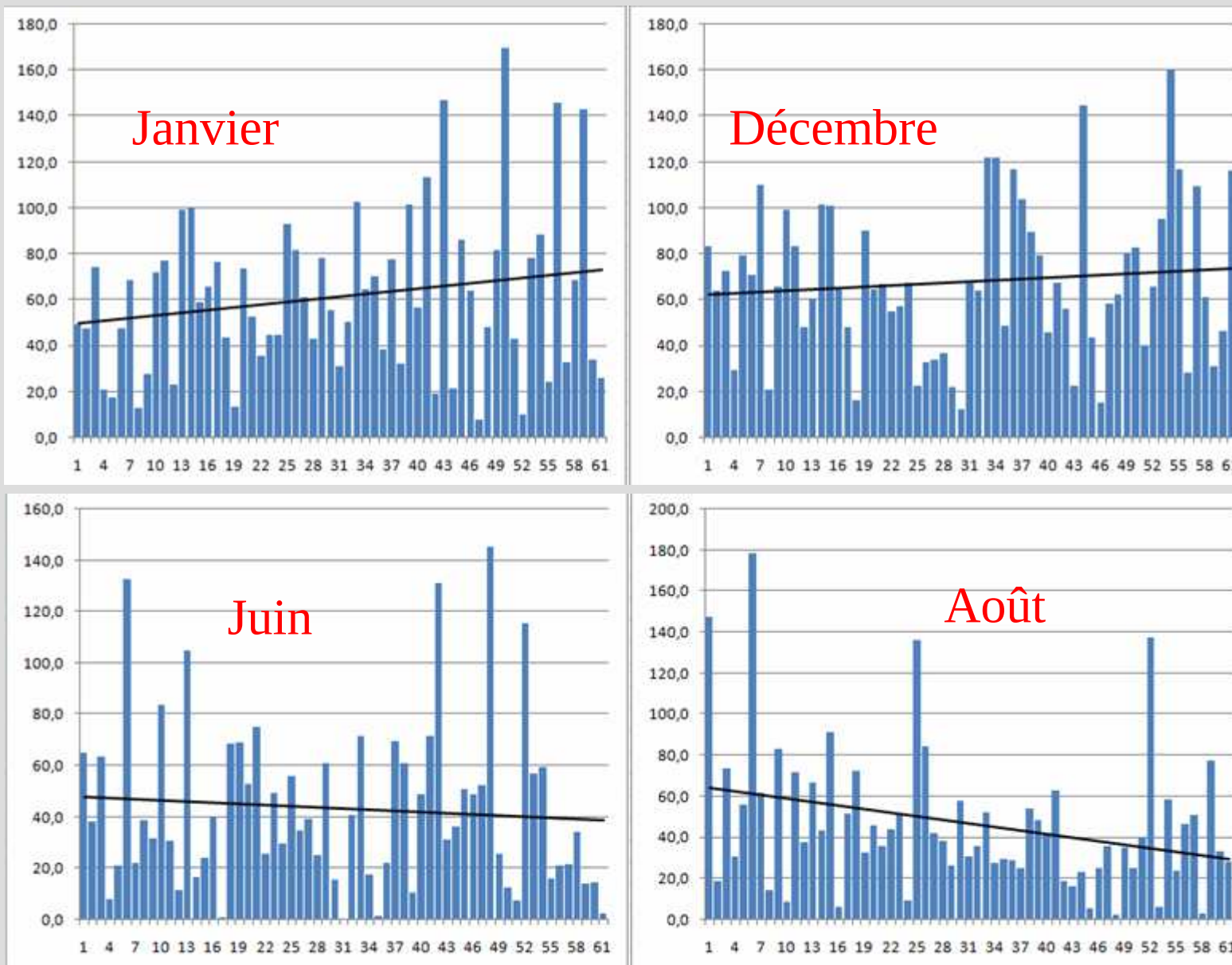
Source & © : Météofrance

la Bretagne est concernée par le réchauffement climatique mais plus encore par le **changement climatique**, qui comprend

- Le réchauffement
- Le changement des pluies annuelles
- Les évènements extrêmes?

le changement est déjà en cours en Bretagne sur les pluies

Pluie à RENNES Saint Jacques sur 60 ans

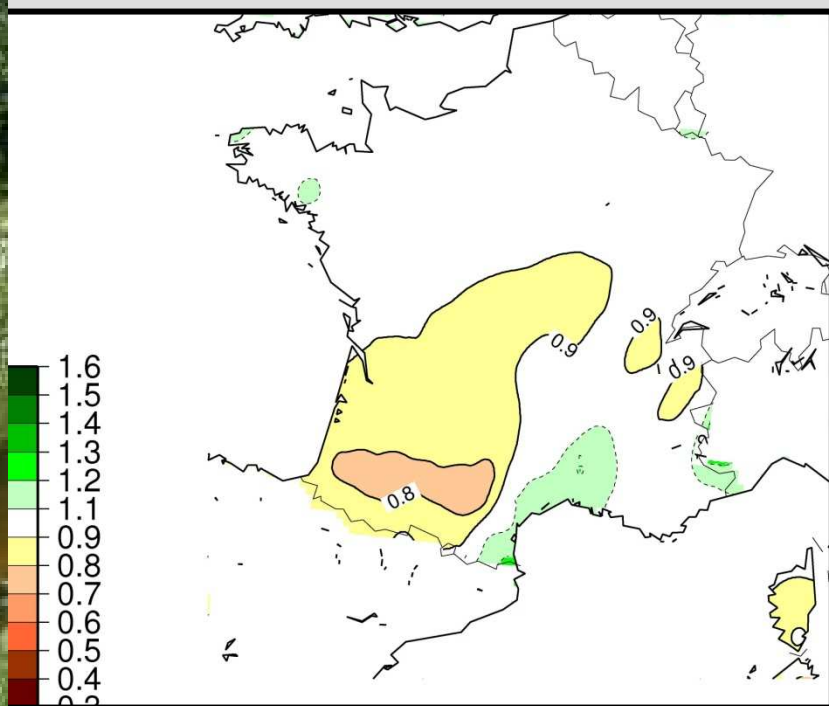


From V. Dubreuil, 2008, COSTEL

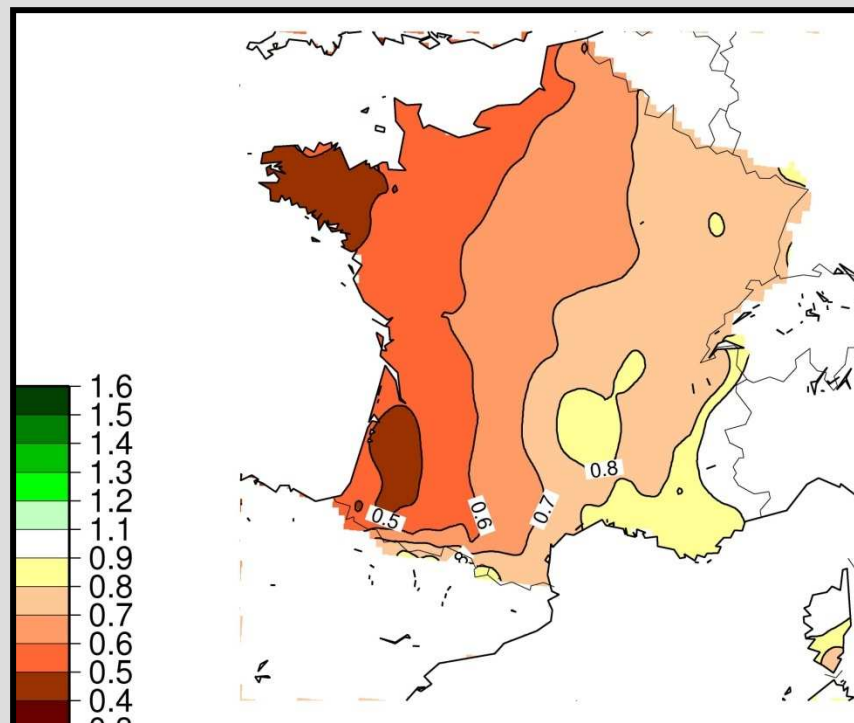
la pluie

Changement de la pluie saisonnière: période 1975 - 2085

Rapport P2085/P1975 en hiver



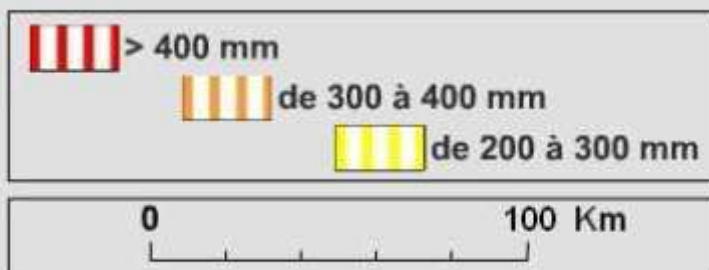
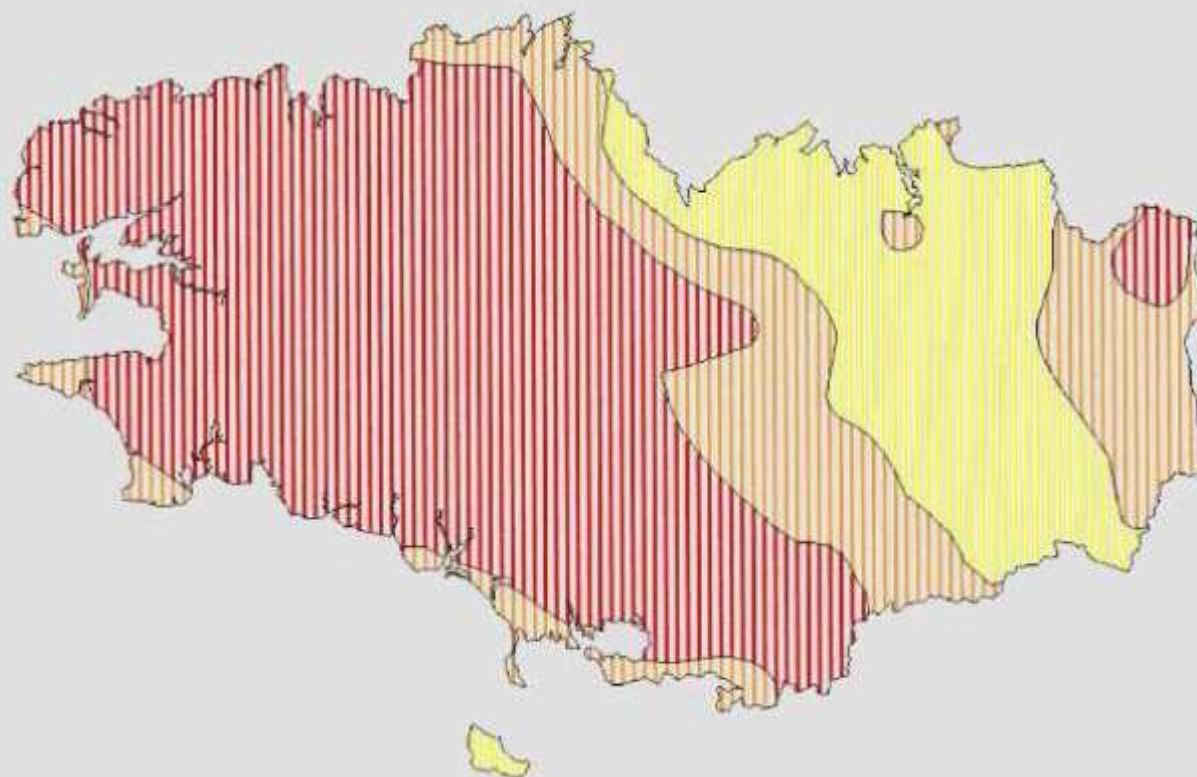
Rapport P2085/P1975 en été



From Scénarios climatiques ARPEGE : indices sur l'Europe, Michel Déqué, 16 mars 2009, CNRM in Itier et Brisson, 2009, modifié d'après Déqué),

à l'horizon 2085, les tendances sur les pluies se confirment voire s'accroissent

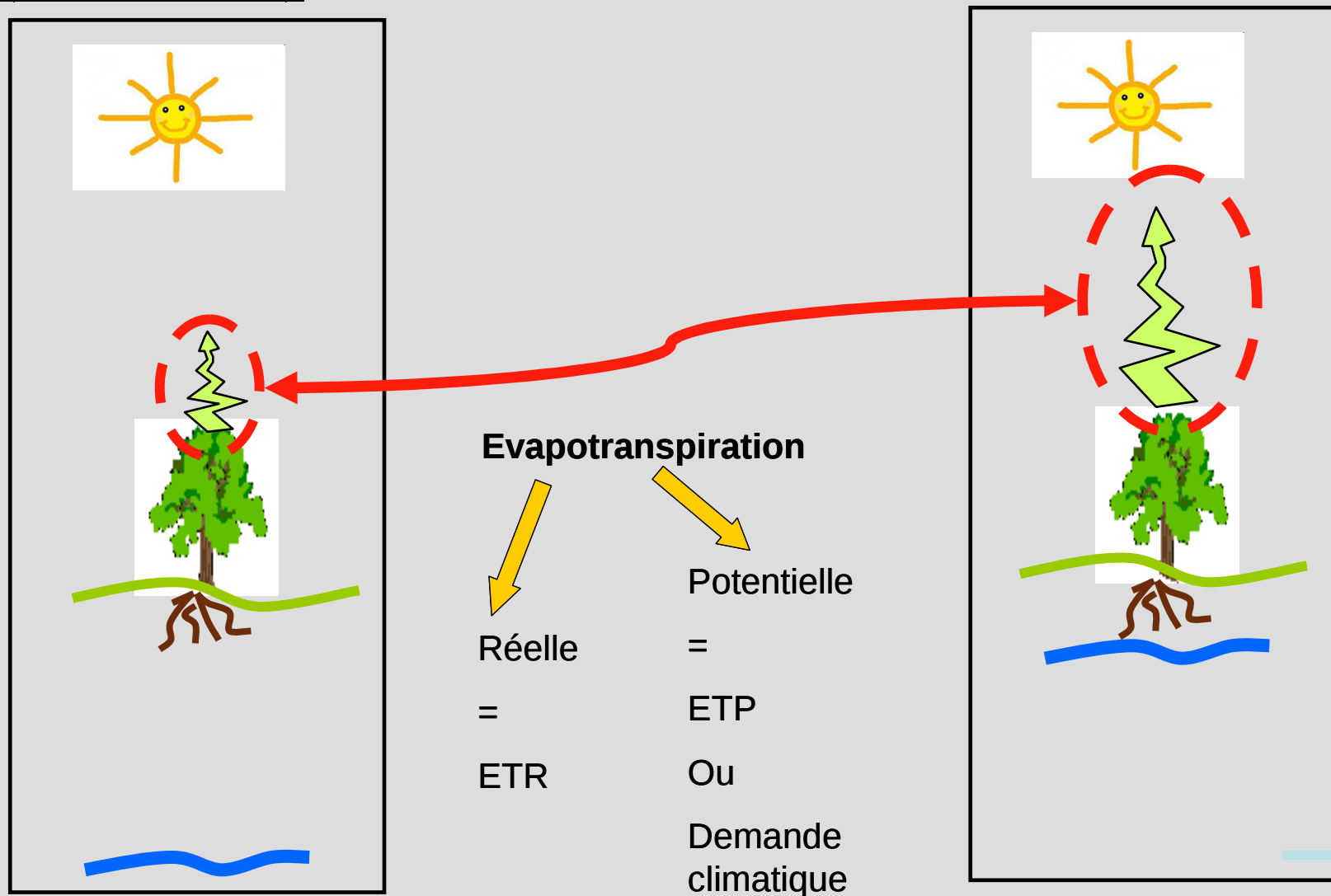
La ressource en eau : la pluie efficace



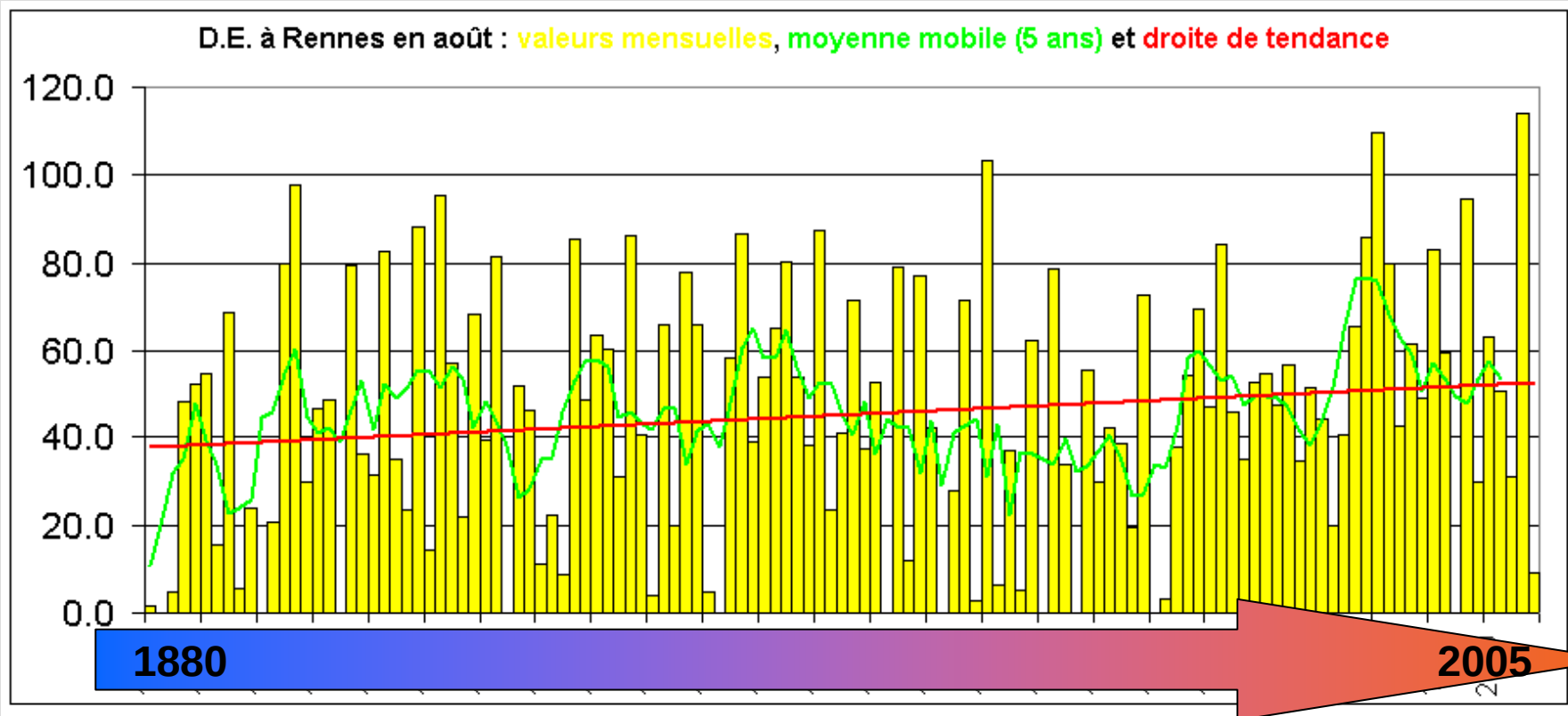
La pluie efficace,
à l'origine de la Ressource en eau,
exprimée en mm ou l/m²
ou
Lame d'eau efficace (= débit des rivières)

Source, météo France CAB, INRA

La sécheresse estivale à Rennes depuis 1880, (ETP-ETR)



La sécheresse estivale à Rennes depuis 1880



DUBREUIL V., MOUNIER J., LEJEUNE C., 1998: L'accentuation récente du déficit estival dans la France océanique ; Publications de l'Association Internationale de Climatologie (repris et mis à jour)

Quels sont les moteurs de l'évolution de la ressource en eau sous l'effet des CC?

- **Température**
- **Pluie (l'offre)**

Humidité de l'air
Rayonnement infra rouge incident

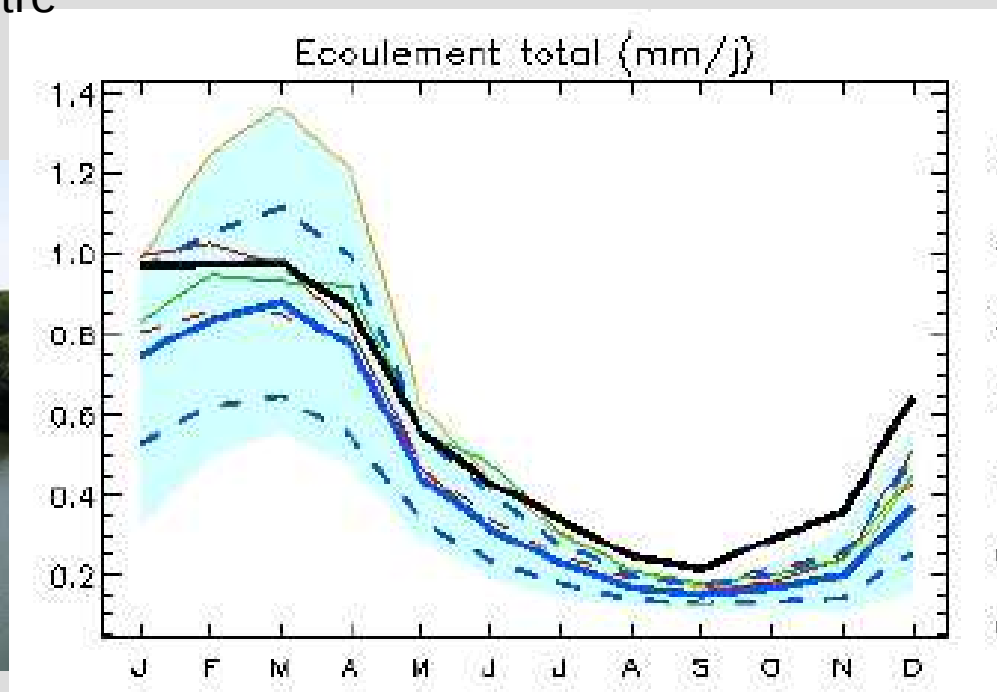
- * Evapotranspiration (ETP, la demande et ETR)
- * Débit rivière/ percolation dans le sol/
recharge des nappes

- Donc sur les quantités d'eau
- Et sur les conditions d'acquisition de la qualité de l'eau

Conséquences sur les débits des cours d'eau

Changements simulés pour les débits moyens journaliers entre 1961-1990 et 2071-2100

La seine à Poses



Impact des 12 scénarios de CC sur les bilans d'eau simulés

- *courbe noire = valeurs « actuelles »*
- *courbe bleue = moyenne des 12 simulations d'impact,*
- *enveloppe bleue = la gamme de variation des 12 simulations,*

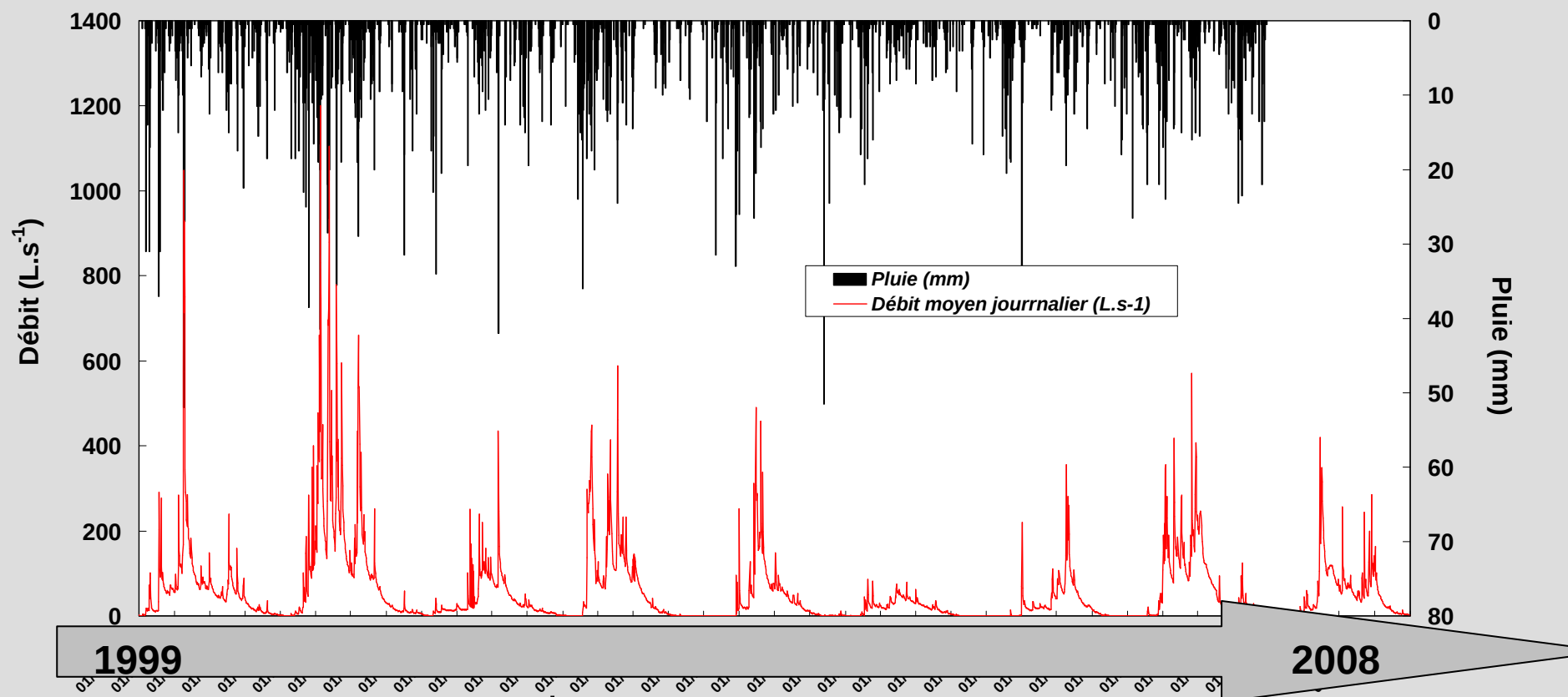
(A. Ducharne, 2004)

- Et dans l'Ouest?



Et dans l'Ouest?

- Le constat: Des débits très contrastés avec peu de ressources interannuelles; Pas de ressources exogènes



Les conjectures

- » Les débits reflètent étroitement les modifications climatiques
- » Une diminution globale des débits et de la ressource
- » Une aggravation des basses eaux
- » Rôle important de l'occupation du sol

La question des ressources en eau pour l'irrigation se pose en termes très différents selon les régions

	S-O	S-E
Climat	Océanique dégradé	Méditerranéen
Demande en eau	≈ 100 à 200 mm	≈ 300 mm
Irrigation annuelle	150 mm	400 à 500 mm
Zone irriguée	≈ 7500 km ²	≈ 2500 km ²
Demande en eau	≈ 1 km ³	≈ 1 km ³
Ressources externes	Faibles (absentes en Poitou Charentes)	Importantes (Rhône et affluents alpins)
Ressources internes	Faibles	Faibles

Données from CLIMATOR)

Quid de l'évolution de la qualité de l'eau des hydrosystèmes sous l'effet des Changements climatiques?

Qualité physico-chimique :

- Température
 - impact sur la qualité des écosystèmes aquatiques
- Erosion
 - Lié au changement de l'intensité des phénomènes météoriques

Qualité chimique

- COD
 - Impact sur la potabilisation de l'eau
- NO_3
 - Impact sur l'Eutrophisation littorale

Qualité biologique

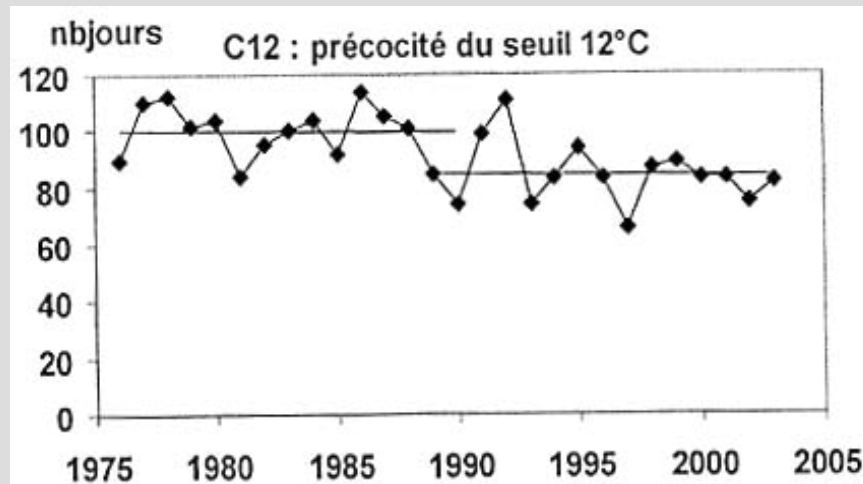
- Impact sur la biodiversité

Une première conclusion

- Chimie et physico chimie de l'eau :
 - Indicateur sensible des changements climatiques?

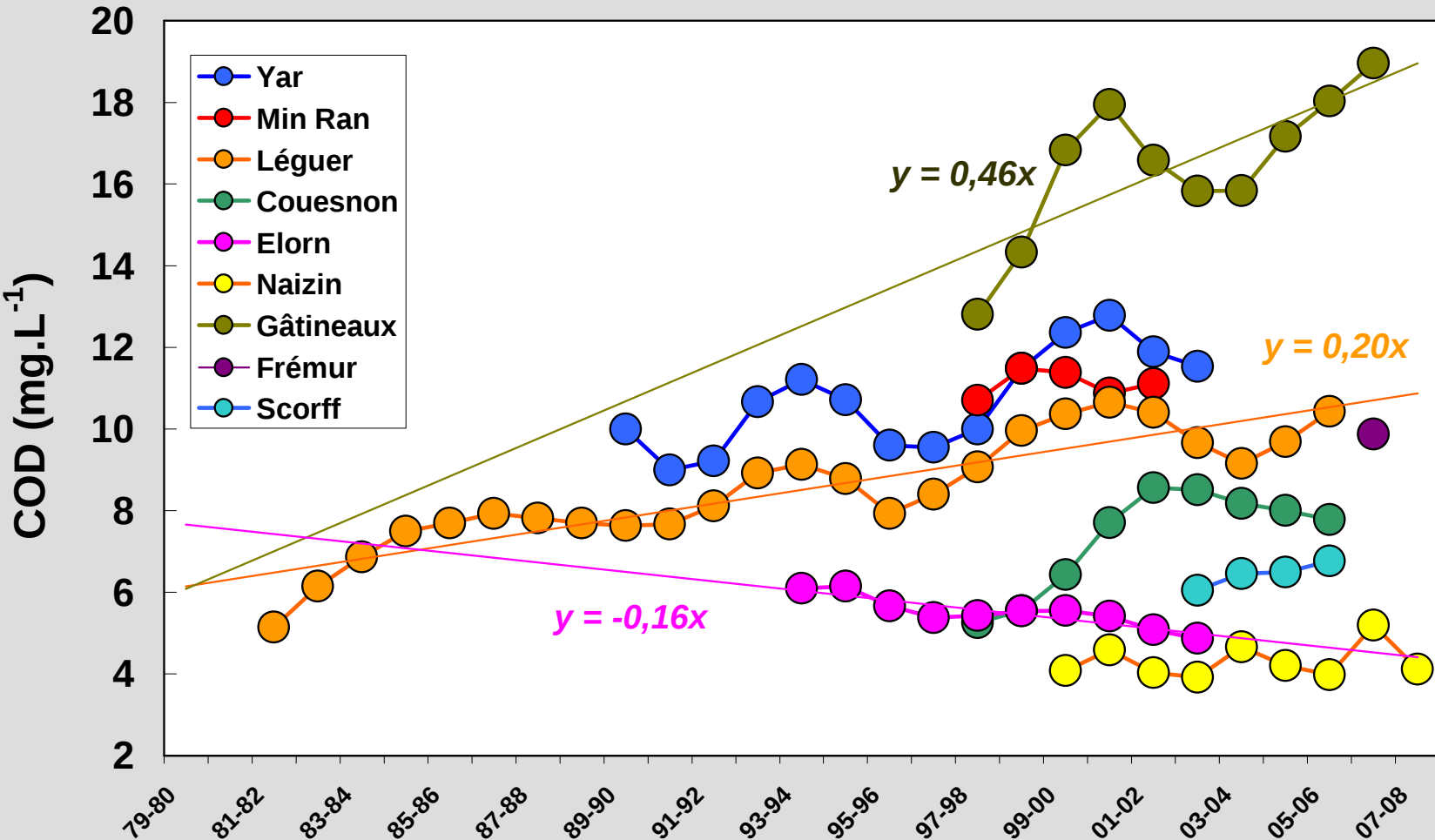
Influence du réchauffement de l'eau : IMPACT biologique

- Influence de la température de l'air sur celle de la Loire sur 120 ans
- C12 est un indicateur de l'impact biologique de la température d'un cours d'eau.
 - Il exprime le nombre de jours écoulés entre le premier Janvier et passage de ce seuil thermique.
 - en deçà, activités biologiques surtout influencées par la température
 - au-delà, le statut trophique devient le facteur écologique prédominant (Madigou E., 2005)



Evolution du C12 à Chinon, in Moatar F., 2006

Influence du CC sur la dynamique du carbone organique dissout: quelle contribution?

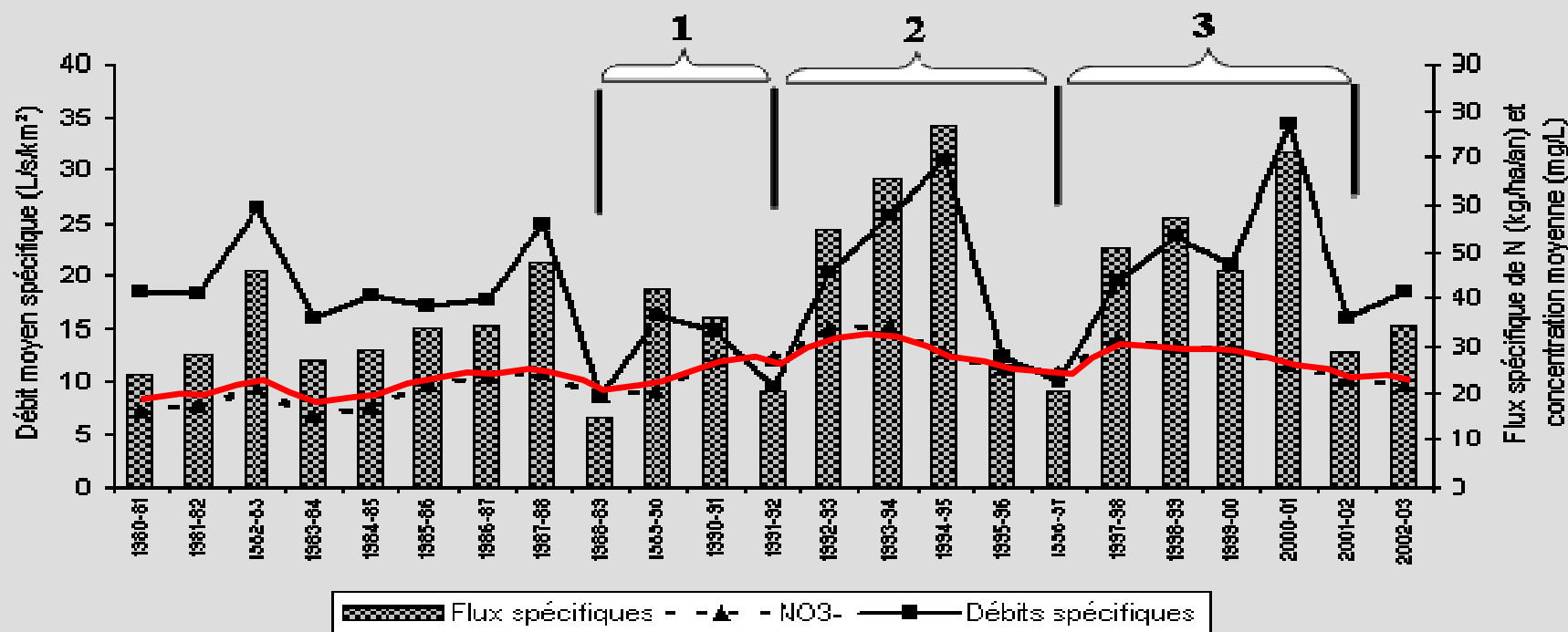


From Gruau G., 2008)

Influence du CC sur la dynamique du carbone organique dissout. Quelle contribution?

- Quelle source au COD?
 - Principalement les zones humides
 - Zones humides riveraines
 - Tourbières
 - Modifications sous l'effet des CC.
 - de leur température
 - de la durée et de l'intensité de leur saturation
- Quel impact?
 - Environnemental
 - Des bassins versants qui étaient puits de carbone deviennent source de carbone.
 - Usage
 - Qualité des eaux potables
 - Difficulté du traitement de l'eau

Influence du CC sur la dynamique de l'azote et la teneur en NO3 des eaux: quelle contribution?



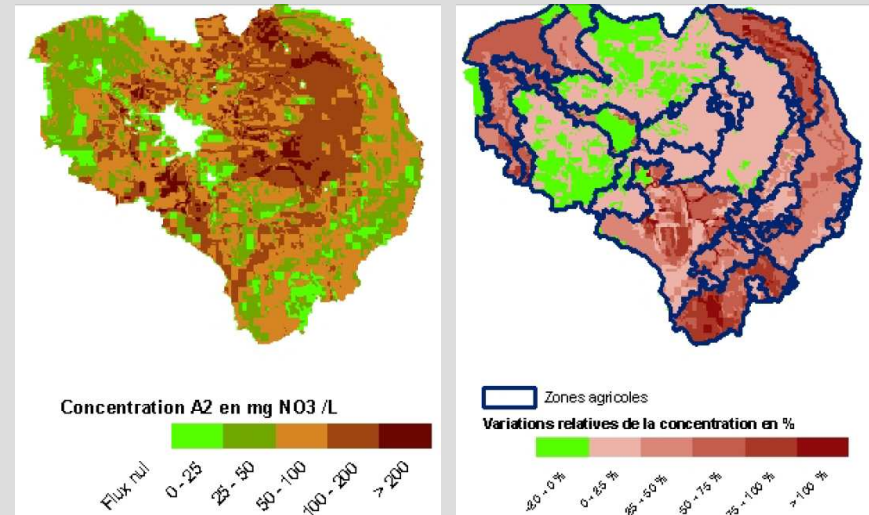
Flux spécifiques annuels, débits spécifiques annuels et concentration moyenne annuelle (non pondérée par les débits) par année hydrologique à la station 04 179 500 (code RNB) sur l'Aulne, sur 20 ans

Influence du CC sur la dynamique de l'azote et la teneur en NO₃ des eaux

- Origine
 - Augmentation lessivage
 - et minéralisation
- Impact
 - Augmentation des teneurs dans les nappes
 - Eutrophisation



Marée verte copyright Ifremer, O. Barbaroux.



Scénario ARPEGE-A2 : Carte des concentrations en nitrates à la base de la zone sous racinaire ; les variations relatives sont rapportées à la simulation de référence sous climat actuel. (from Ducharne)

Quid de l'évolution de la qualité de l'eau des hydrosystèmes sous l'effet des Changements climatiques?

- Qualité physico-chimique :
 - Température
 - impact sur la qualité des écosystèmes aquatiques
- Qualité chimique
 - COD
 - Impact sur la potabilisation de l'eau
 - NO_3
 - Impact sur l'Eutrophisation littorale
- Qualité Biologique
- Une première conclusion, méthodologique
 - Chimie et physico chimie de l'eau :
 - Indicateur pertinent des changements climatiques, parce que intégrateur, qui lisse la variabilité interannuelle

Mise en perspective de ces travaux – et de CLIMASTER- par rapport à la demande sociale

- La sensibilisation et la mobilisation sur ces thèmes est naissante
- Considération tardive du rôle du CC sur le développement régional
- Prospective du CESR: « Pouvoirs et démocratie en Bretagne à l'épreuve du changement climatique à l'horizon 2030 »
 - La question du changement climatique fait intervenir des facteurs spécifiques tels que
 - la capacité à appréhender un enjeu d'une telle ampleur, représentant un véritable défi pour les territoires,
 - mais aussi le poids des représentations et de la perception de cette problématique,
 - le rôle de la connaissance et de la culture scientifique,
 - les conflits d'intérêts et l'instrumentalisation des controverses,
 - la possible rigueur des décisions publiques en situation d'urgence...

« Pouvoirs et démocratie en Bretagne à l'épreuve du changement climatique à l'horizon 2030 »

- 2 hypothèses climatiques
 - le réchauffement s'est poursuivi comme prévu par le GIEC
 - Une hypothèse de rupture
- 4 scénarios de gouvernance

Première hypothèse : le réchauffement s'est poursuivi
comme prévu par le GIEC

La situation climatique en Bretagne : Globalement, les
capacités d'adaptation ne sont pas dépassées

Les points positifs:

A ce stade, certains peuvent encore, à tort ou à raison, se
considérer comme étant favorisés par le réchauffement climatique

- par ex. hausse des rendements des cultures agricoles et des prairies,
- développement du tourisme balnéaire...

Par ailleurs, certaines adaptations rendues nécessaires, ont pu
créer des opportunités pour certains secteurs d'activité

- (bâtiment, nouveaux matériaux...).

Surtout, la Bretagne est relativement moins touchée que beaucoup
d'autres régions, et retire de cette situation un avantage comparatif.

Ainsi, les régions du sud de la France sont bien plus pénalisées.

- Elles souffrent, particulièrement l'été, de la répétition des périodes de
très forte chaleur conjuguée à une diminution des pluies. Et voient
également leurs zones littorales basses grignotées par la mer.

La situation climatique en Bretagne : Globalement, les capacités d'adaptation ne sont pas dépassées.... mais des points de rupture sont atteints.

Les points négatifs:

- un afflux de *populations nouvelles*,
 - lié à des migrations internes à la France et à des migrations externes ;
- des tensions accrues et des conflits d'usages autour de la *ressource en eau* ;
- une plus grande *variabilité météorologique*
 - une fréquence accrue des événements extrêmes (tempêtes, canicules, pluies intenses...) ;
- une perte de *biodiversité* ;
- un risque accru d'*érosion côtière*, voire de submersion marine
 - (même si la Bretagne n'est pas la plus touchée) ;
- un risque de *salinisation des nappes* phréatiques littorales ;
- des conséquences liées à l'élévation de la T° de la mer et à l'*acidification des océans* ;
- une mise en tension de certaines activités économiques
 - en particulier les *activités d'exploitation des ressources de la mer et du littoral* ;
- - un déplacement de certaines espèces, de certains peuplements ;
- - une modification des *habitats et des paysages*
 - réduction accélérée des tourbières, perte de matière organique des sols, apparition de zones arides... ;
- - l'apparition de *nouvelles espèces invasives*
 - algues, insectes ravageurs...,
 - pandémies et de nouvelles maladies à vecteurs...

Quatre scénarios de «gouvernance »

- Scénario 1 : « Un pilote pour la planète »
 - (Régulation mondiale)
- Scénario 2 : « L'Etat climatiseur »
 - (Régulation nationale)
- Scénario 3 : « Grâce à nous le déluge »
 - (Pas de coordination de la régulation)
- Scénario 4 : « Ensemble contre vents et marées »
 - (Régulations concertées)

Conclusion

- La question de l'impact du CC sur la ressource en eau dans l'Ouest commence tout juste à être abordée et ne doit pas être sous estimée.
 - Elle se posera en terme quantitatif ET qualitatif
 - La question de l'agriculture sera centrale vis-à-vis de la ressource en eau
- La recherche commence à s'emparer de la question,
 - en relation avec les acteurs du développement et les gestionnaires territoriaux
 - La priorité est la construction d'outils et de méthodes
 - OREs, et indicateurs synthétiques du CC (comme la qualité de l'eau?)
- Il y a une attente forte des acteurs régionaux,
 - actuellement très diversifiée
 - Volonté d'étoffer leur argumentations et scénarios
- Pas de remise en question du modèle de développement agricole sur ces critères de CC, mais adaptation
- Le modèle agricole est sous la pression de son impact environnemental actuel



Ecole Chercheurs
Pour et Sur le Développement Régional
25 – 28 mai 2010
Bombannes (33) – Aquitaine

