

Le programme GICC

du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable

GESTION ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les impacts sur la santé

Jean-Pierre Lacaux MEDIAS-FRANCE

Yvon Le Maho CNRS/CEPE



<http://medias.obs-mip.fr/gicc>

L'impact sur la santé

APR 2000 Projet : 9/00 Nom du responsable scientifique : **Jean-Pierre BESANCENOT**

Organisme : **Faculté de Médecine - Dijon**

Titre de projet : La mortalité selon le contexte thermique : réalité présente et scénarios pour le XXI^{ème} -siècle ; Le cas de la France

Nombre de partenaires : 3

APR 2002 Projet : 6/02 Nom du responsable scientifique : **Jean-François GUEGAN**

Organisme : **IRD**

Titre de projet : Quantification des risques d'émergence d'épidémies à choléra dans le bassin méditerranéen en relation avec le changement climatique (CHOLCLIM)

Nombre de partenaires : 9

APR 2002 Projet : 7/02 Nom du responsable scientifique : **Marc A. DUBOIS**

Organisme : **CEA- ECOFIT**

Titre de projet : Modélisation des Arboviroses Tropicales Emergentes CLImato-Dépendantes (MATECLID)

Nombre de partenaires : 5

APR 2002 Projet : 8/02 Nom du responsable scientifique : **Jean-François TRAPE**

Organisme : **IRD**

Titre de projet : Etude de l'impact des changements climatiques sur les maladies à transmission vectorielle en Afrique de l'Ouest : le cas de la borréliose à tiques et du paludisme

Nombre de partenaires : 5

APR 2002 Projet : 9/02* Nom du responsable scientifique : **Charles André BOST**

Organisme : **CNRS-CEBC**

Titre de projet : Impact de la variabilité climatique sur les ressources halieutiques et la distribution des prédateurs marins dans les DOM-TOM (Indien Austral)

Nombre de partenaires : 4

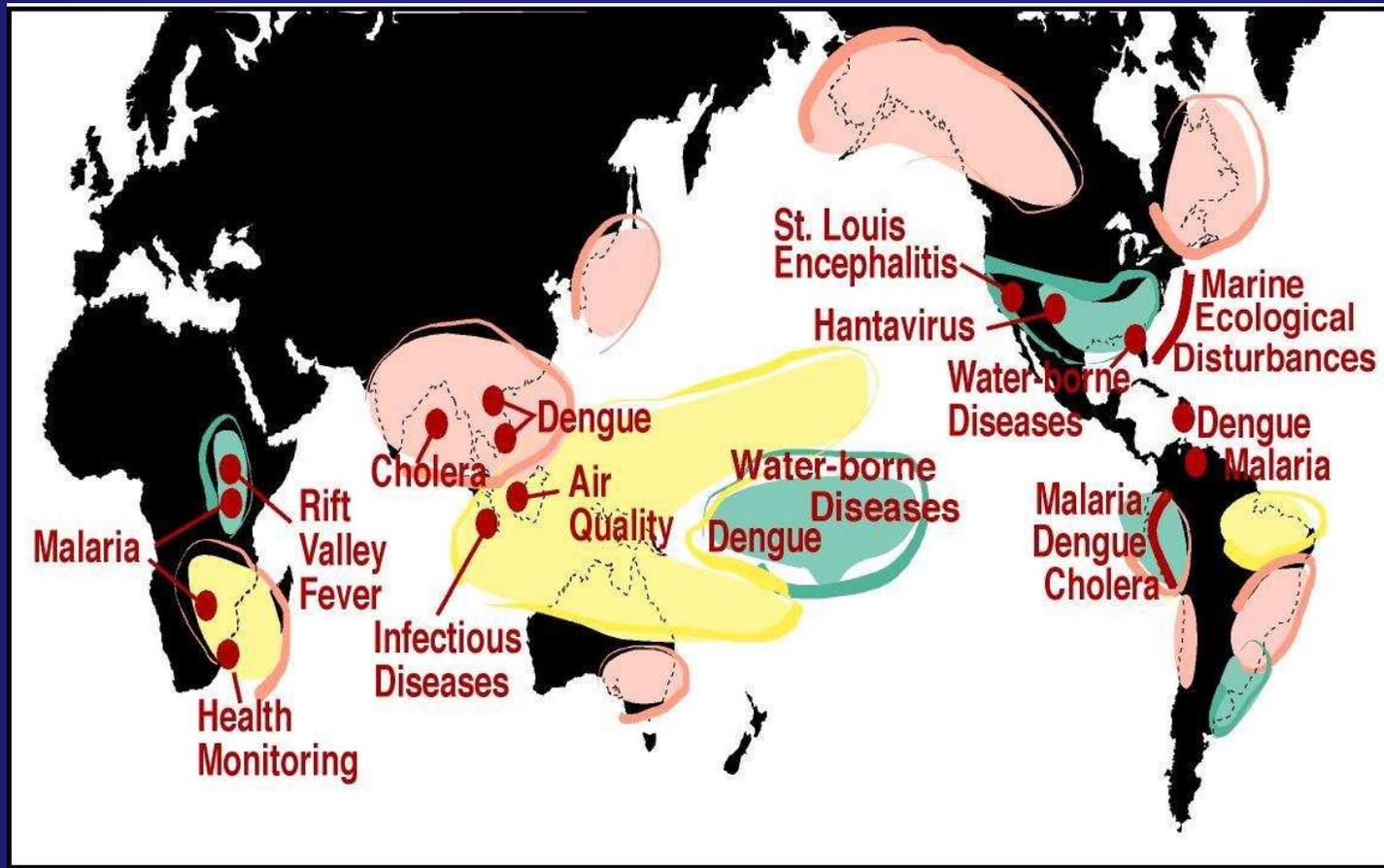
APR 2003 Projet : 7/03 Nom du responsable scientifique : **Jean-Louis SAUMET**

Organisme : **Université d'Angers - Faculté de Médecine**

Titre de projet : Mesure et prévention des effets de la canicule: améliorer la thermorégulation des sujets à risque

Nombre de partenaires : 2

Liens entre ENSO et santé



NOAA /CDC (1999)

LA FIEVRE NAWU WALEE RIFT DE LA VALLÉE DU RIFT

NAWU KEENGA ADDUDE
WOPPERE NDER JIBINGOL,
KAMLE WARDE TAWDE

* CHEZ LES ANIMAUX

BEAUCOUP D'AVORTEMENTS

- INA HEEWI ADDUDE WOPPERE (WERLERE)

- FORTE MORTALITÉ DES AGNEAUX
CHEVREAUX ET VEAUX.



- INA HEEWI WARDE JAWDI WALLA
NDAMMIRI TOKKOSIRI NDII

* CHEZ L'HOMME

* TO NED'DO TOO

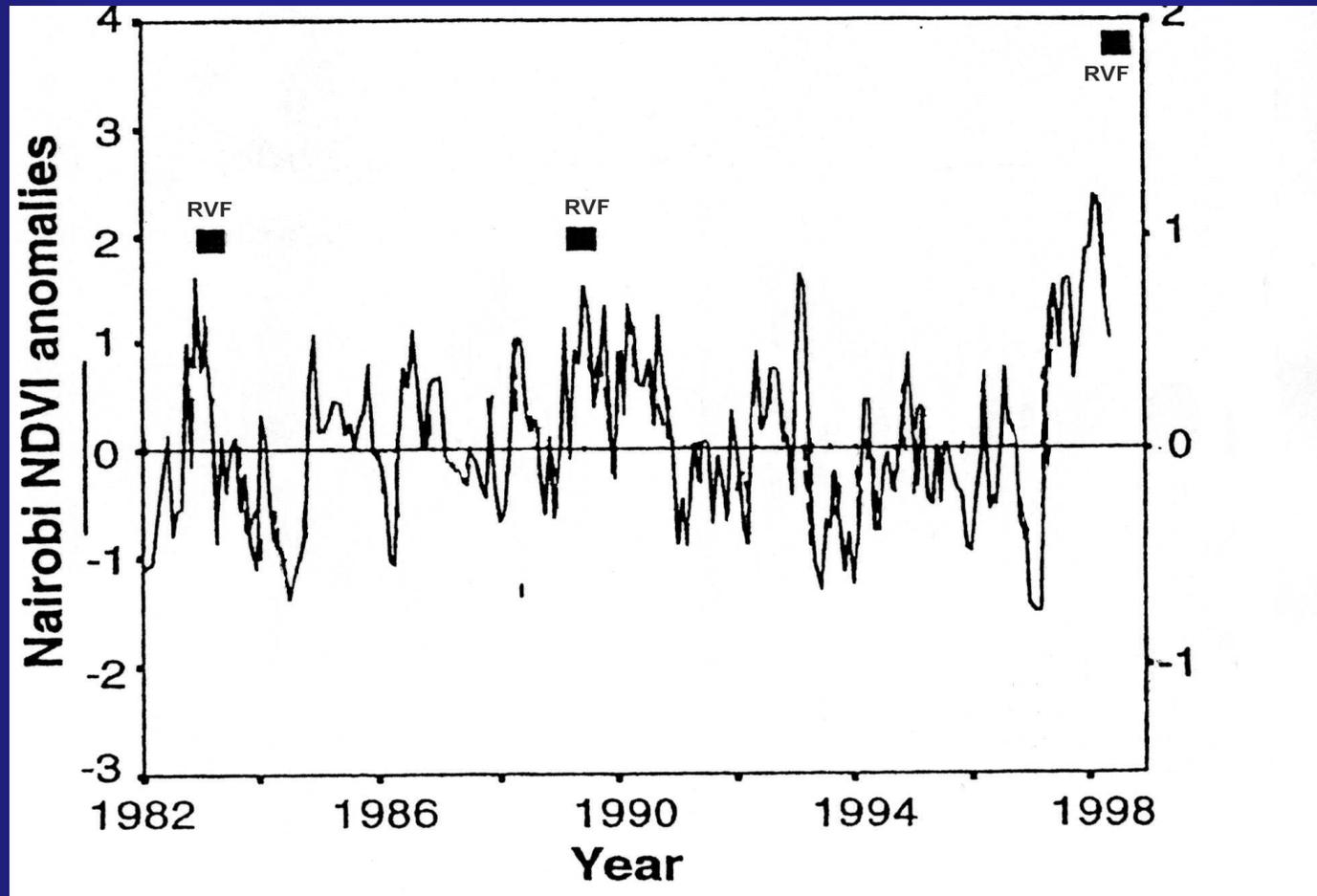
- FORTE FIEVRE RESSEMBLANT
AU PALUDISME OU À LA FIEVRE
JAUNE,



BANNDU WULA
YILLEE HAA WAYA
NO GARAAO
JONTINOOJE

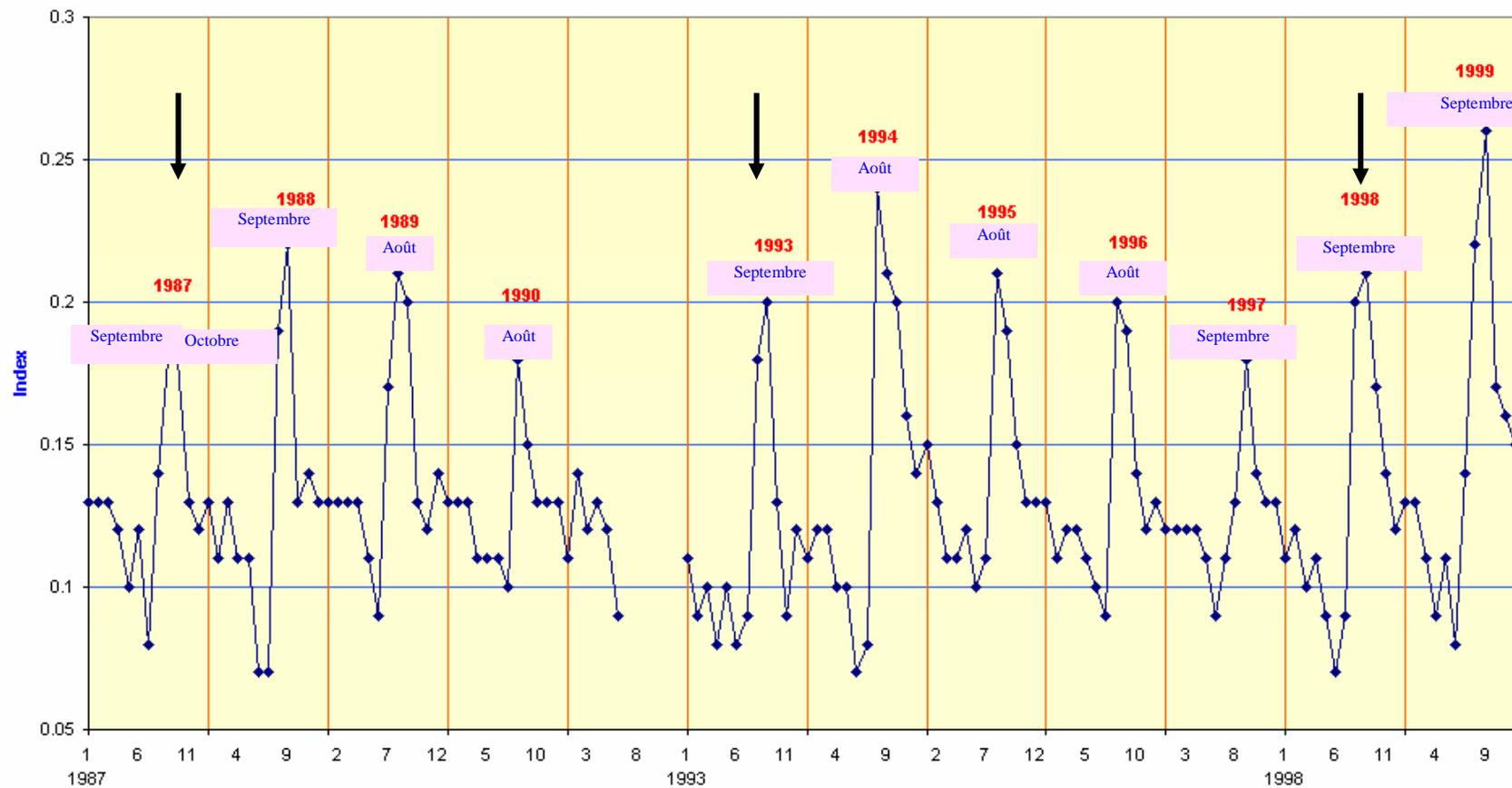
Indice de végétation (NDVI) et FVR en Afrique de l'Est

Linthicum et al Science 1999



Variation du NDVI à l'échelle mensuelle et activité FVR (↓) de 1987 à 2000 en Mauritanie (Hodh El Gharbi).

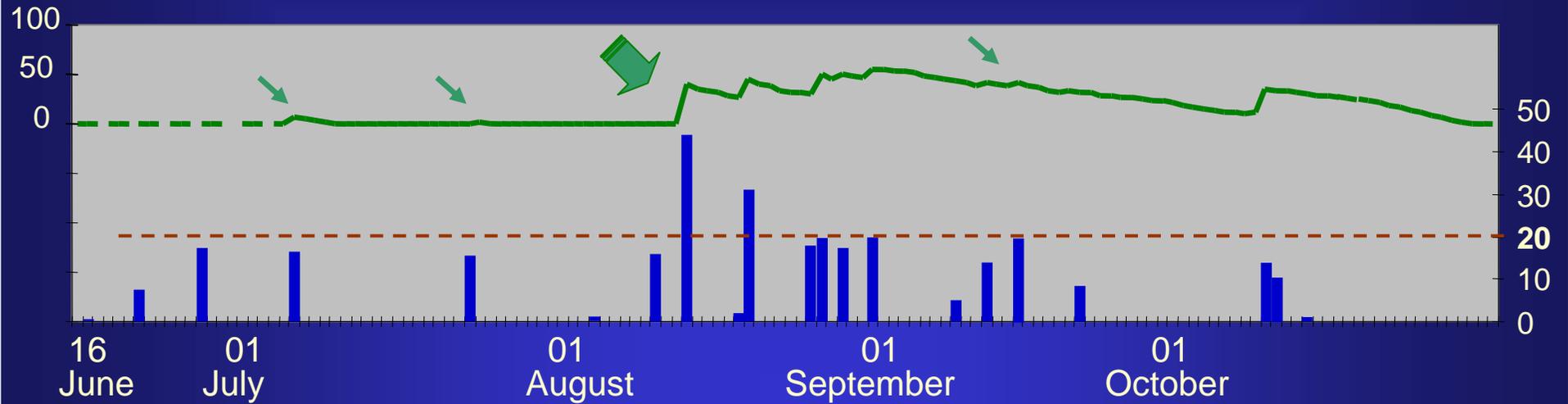
S2E /EMERCASE J-A Ndione (2003)



Pluviométrie et niveau de la mare de Furdu SENEGAL (2003)

S2E Emercase Rain (mm)

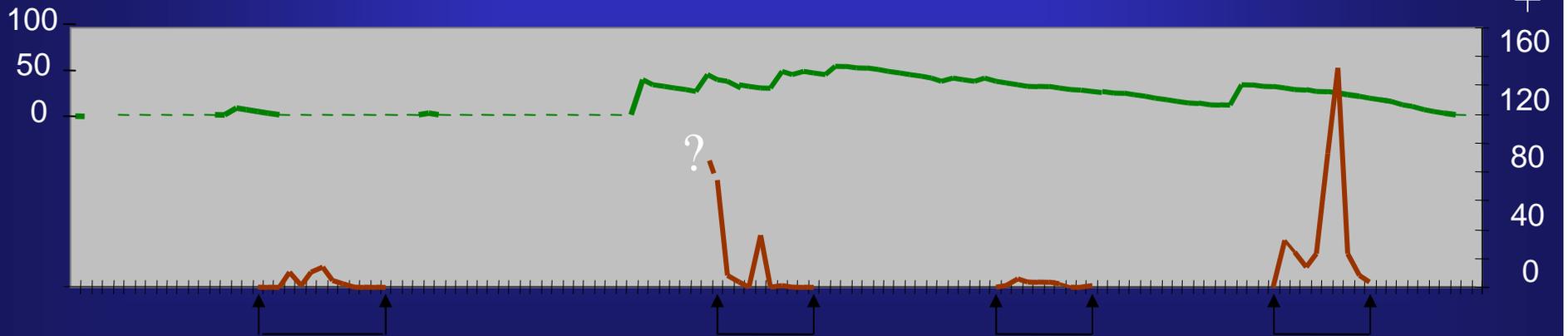
Level (cm)



Niveau de la mare et femelles AEADES B. Mondet 2004

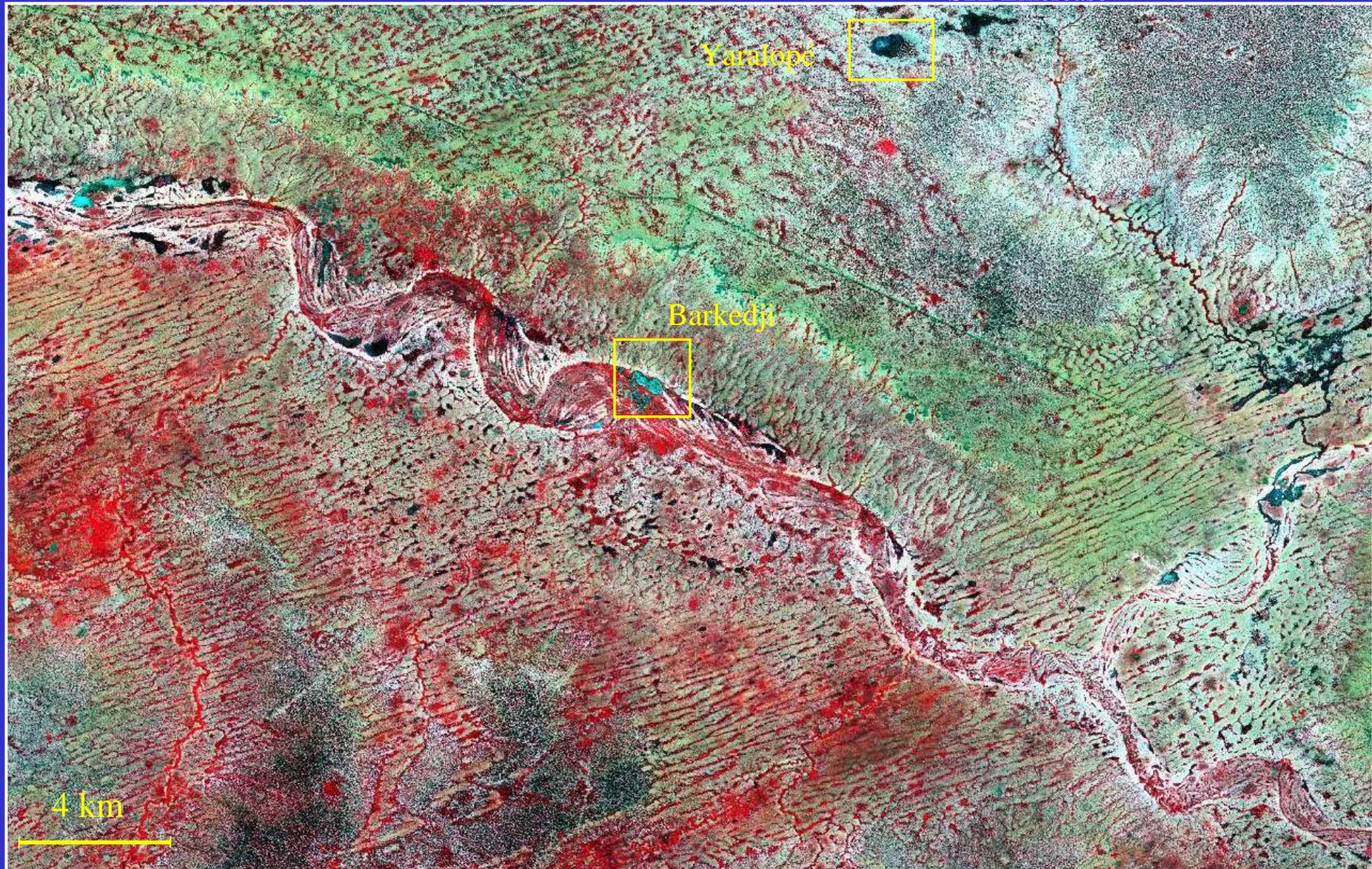
B. Mondet 2004

♀



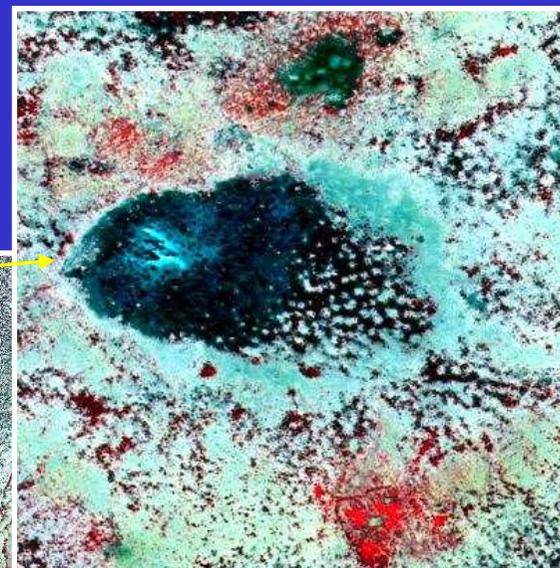
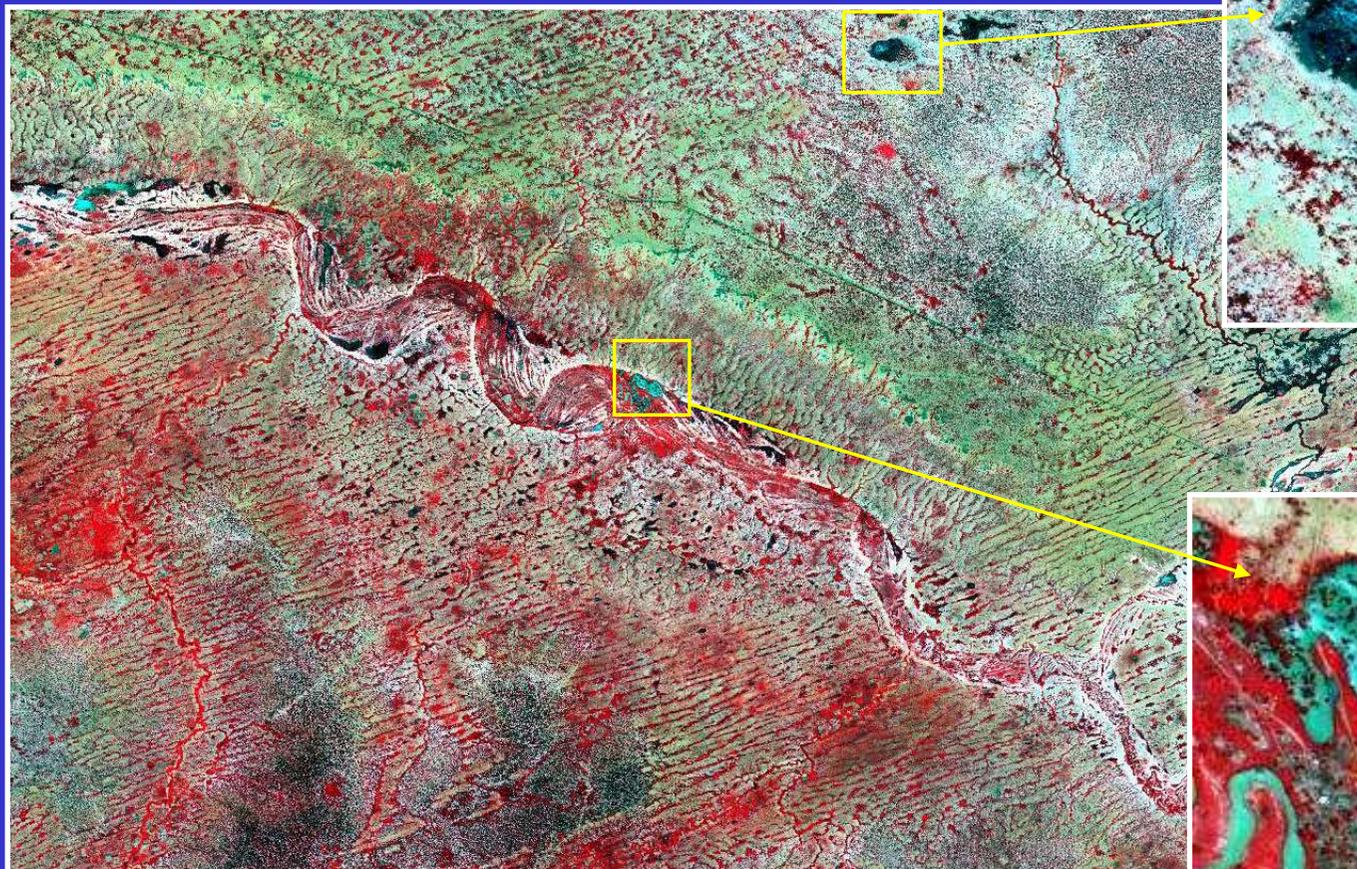
Site d'étude de Barkedji – Sénégal

S2E Emercase

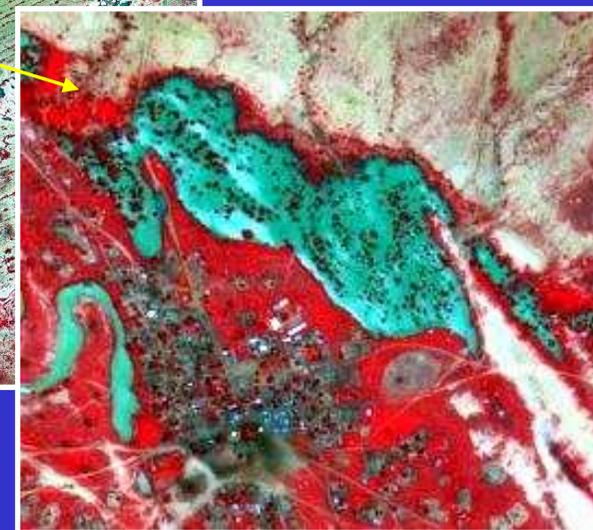


Spot 5, extrait de scène 5 m Couleur - Composition colorée (fausse couleur) - Acquisition du 26 août 2003
©CNES 03 - Spot Image distribution

Site d'étude de Barkedji - Sénégal



Mare de Yaralopé



Mare de Barkédji

Spot 5, extrait de scène 5 m Couleur - Acquisition du 26 août 2003
©CNES 03- Spot Image distribution

**Étude de l'impact du changement climatique sur
les maladies à transmission vectorielle en
Afrique de l'Ouest :**

Le cas de la borréliose (et du paludisme)

Coordinateur : J.F. Trape (IRD)

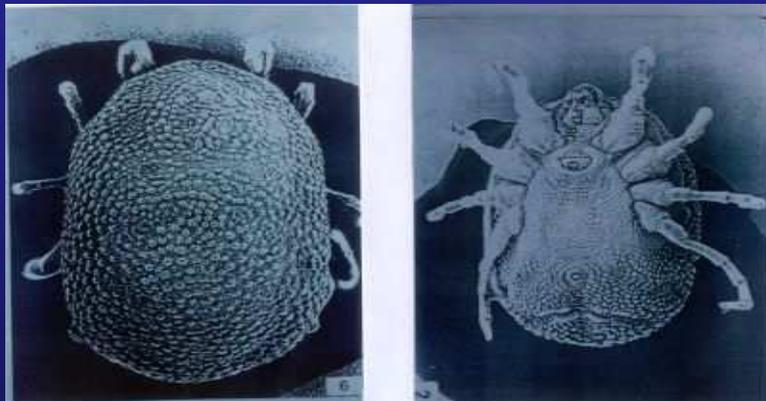
Programme Gestion et Impact du Changement Climatique (GICC)

Séminaire de valorisation du 23 novembre 2004

La borréliose à tiques

Deuxième cause de morbidité après le paludisme au Sénégal.

- Maladie bactérienne transmise par la **piqûre d'une tique** (*Alectorobius sonrai*) qui vit dans les **terriers de rongeurs**. Elle en sort la nuit pour piquer l'homme. Les rongeurs constituent le réservoir de la maladie.
- **Forte extension** géographique au Sénégal depuis le début de la **sècheresse** (1970). Cette extension correspond très étroitement au déplacement vers le sud de l'isohyète 750 mm.



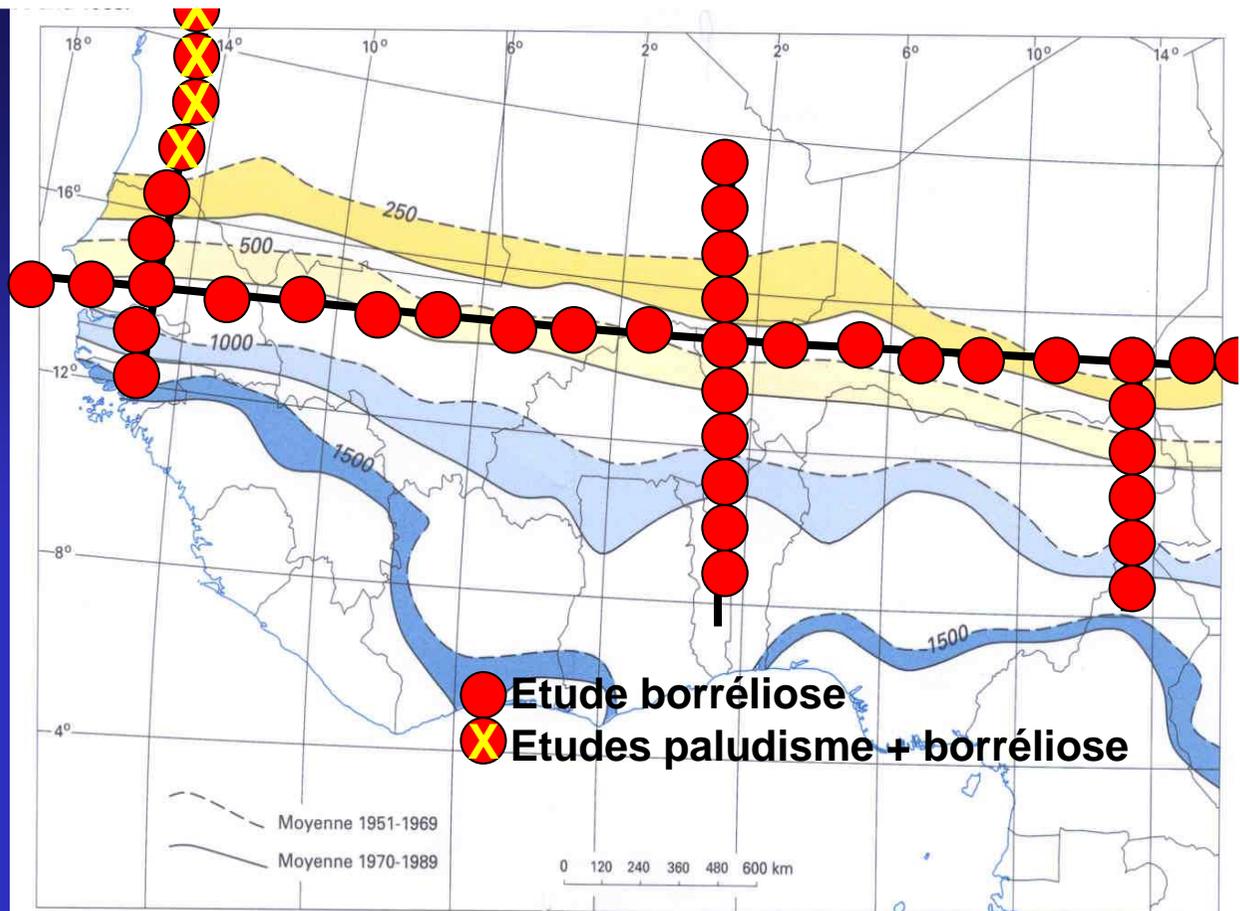
Borréliose

1. Recherche du vecteur et de rongeurs infectés

- 3 transects Nord-Sud
Maroc-Guinée, Mali-Bénin,
Tchad-Cameroun
- 1 transect Ouest-Est
14^{ème} parallèle, de l'Atlantique
à la frontière du Soudan

2. Typage génétique des tiques

3. Analyse des paramètres climatiques et environnementaux



Résultats Préliminaires

Borréliose

- **Echantillonnage en transect en voie d'achèvement**
 - **2440 terriers étudiés** pour la présence de la tique dans 8 pays: Mauritanie, Sénégal, Mali, Burkina, Bénin, Niger, Tchad et Cameroun (prévus en 2005: Guinée et Maroc).
 - **1145 rongeurs et insectivores analysés** pour la recherche de l'infection.
- **Présence massive du vecteur et de la maladie dans la partie occidentale de l'Afrique de l'Ouest et du Sahara**
 - Présence dans toute la **Mauritanie**, dans les deux-tiers nord du **Sénégal** et dans l'Ouest du **Mali**, au nord de l'isohyète 750 mm. Absence dans les autres pays étudiés.
- **Extension de la borréliose vers le Maroc à travers le Sahara qui ne constitue pas une barrière climatique pour le vecteur**



Terrier infesté au nord de Zouérate, 23°N /12°W

Paludisme

- **Sondages entomologiques en Mauritanie**
 - 8 oasis étudiées dans l'Adrar
 - 2 oasis étudiées dans le Tagant
- **Nombreux anophèles capturés dans la plupart des oasis**
 - *Anopheles gambiae* s.l. est massivement présent dans le Tagant
 - *Anopheles dhtali*, qui est abondant dans l'Adrar, est un **mauvais vecteur** du paludisme.

MATECLID

Modélisation des Arboviroses Tropicales Émergentes CLImato-Dépendantes

Coordinateur : Marc A. DUBOIS

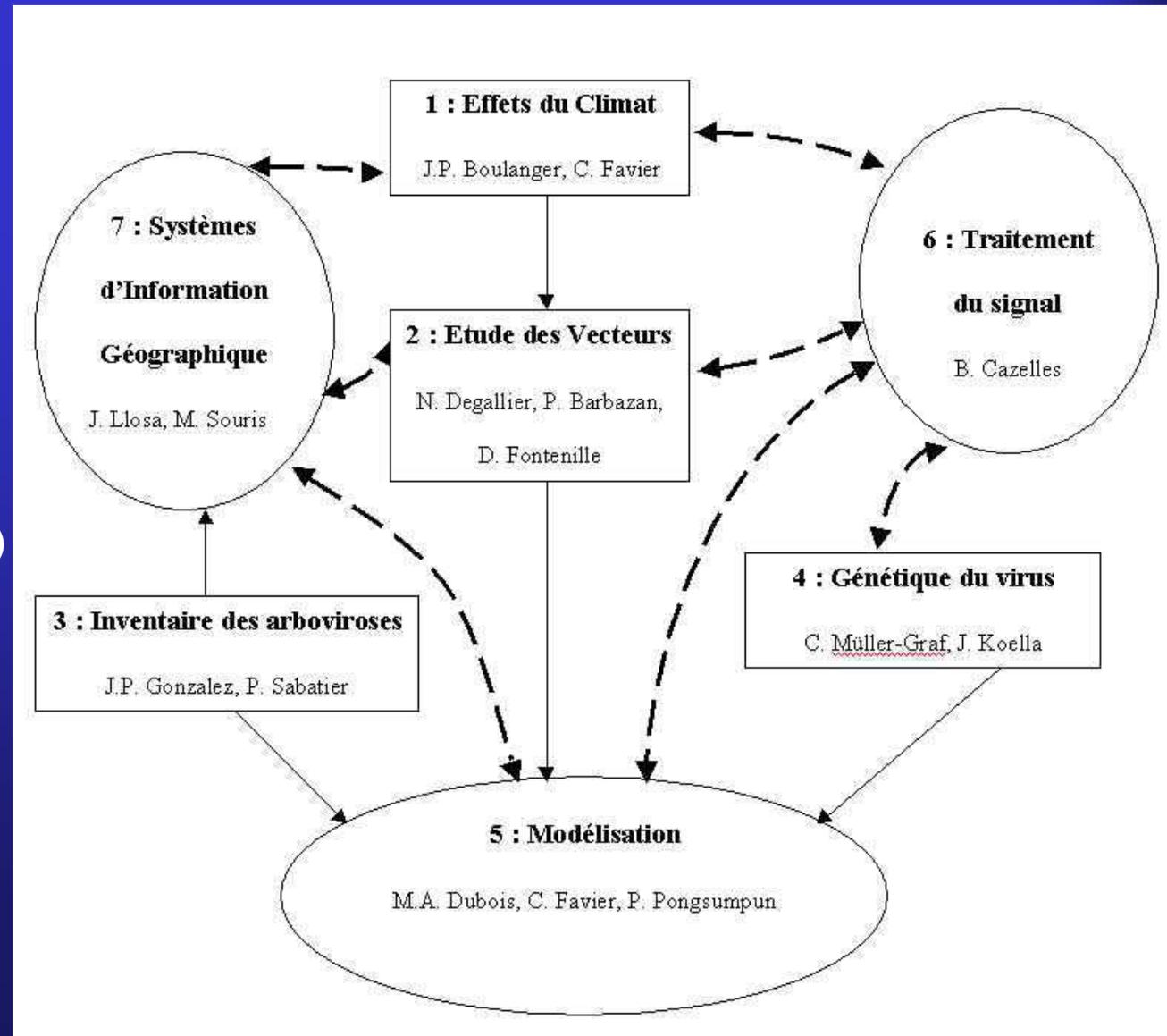
- Arboviroses et changement climatique, surtout : **DENGUE**
- Collecte de données dengue (Guyane, Thaïlande, Pérou, Brésil)
- Modélisation spatialisée



Équipes et Thématiques

- CEA
- Université Jussieu
 - LODYC
 - UMR 7103
 - UMR 7625
- IRD
 - Montpellier
 - Bangkok
 - Paris
 - Lima
- INRA (École Vétéro Lyon)
- EKODES (Pérou)

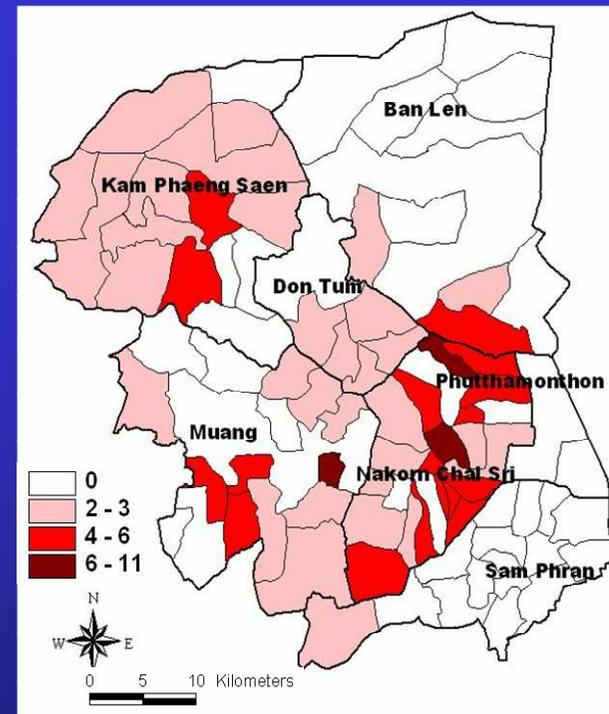
- Dengue
- Rift Valley Fever
- West Nile



Collecte de données

(climat, épidémiologie humaine, entomologie, souches virales)

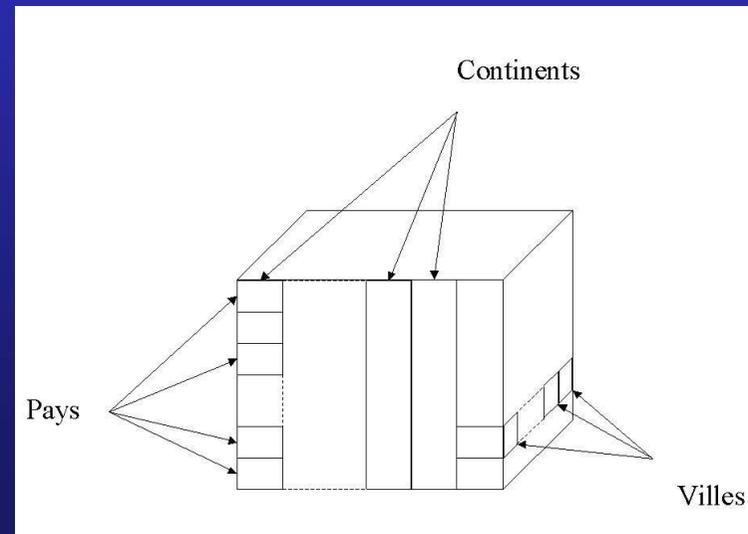
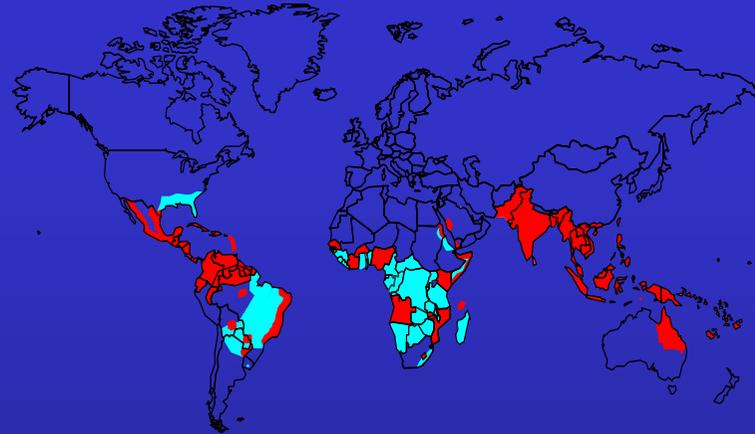
- **DENGUE :**
 - Guyane
 - Thaïlande
 - Pérou
 - Brésil
- **RIFT :**
 - Sénégal
- **WEST NILE :**
 - Camargue
 - PACA
- **Collaborations initiées par MATECLID :**
 - Mahidol University (Thaïlande) encadrement de thèses, cours
 - Ministerio del Salud del Peru initiation aux SIG



Nombre de mois d'épidémie de Dengue en Thaïlande sur la période 1997-2001
(Ph. Barbazan, IRD Thaïlande)

Modélisation (1)

- **Hétérogénéité des acteurs :**
 - Virus (souches, évolution)
 - Moustique
 - Homme
- **Effets du changement climatique**
 - abondance saisonnière
 - extension des zones à vecteurs
- **Importance de l'historique**
 - fréquence
 - démographie
 - souches virales
- **Hierarchisation spatiale :**
 - continent
 - pays
 - région
 - ville ou village
 - maison
- **Hétérogénéité spatiale :**
 - micro-conditions locales

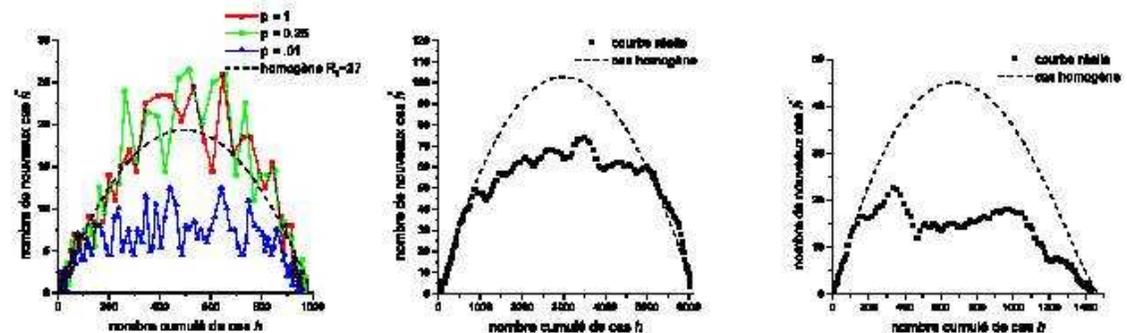


Modélisation (2)

- **Déjà réalisé :**
 - **Modèle homme-moustique-virus**
 - **Implémenté avec hétérogénéité de l'habitat**
- **En cours :**
 - **Modèle moustique-climat** (cycles saisonniers, extension zones)
 - **Modèle évolution virus**
- **Commencé :**
 - **Implémentation des données réelles SIG** (Pérou, Brésil, Thaïlande)



Figure 3. Comparaison de courbes dans l'espace des phases (h, h^2) pour (a) le modèle spatialisé avec différentes valeurs du coefficient d'hétérogénéité P ; (b) une épidémie à Belém (Brésil) en 1996-97 ; (c) une épidémie à Brasilia (Brésil) en 2001. Les courbes en pointillés correspondent à un modèle SIR où les contacts sont homogènes et les paramètres évalués à partir du début des courbes. Les courbes réelles comme la courbe modélisée avec $P = 0,01$ présentent un plateau pour les valeurs intermédiaires du nombre cumulé de cas h^2 (croissance quasiment linéaire).



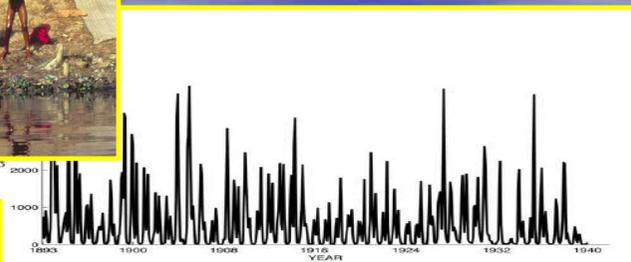
Quantification des risques d'émergence d'épidémies à
choléra dans le bassin méditerranéen en relation avec le
changement climatique

Projet Cholclim
Coordinateur ; J-F Guegan (IRD)

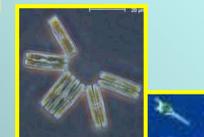
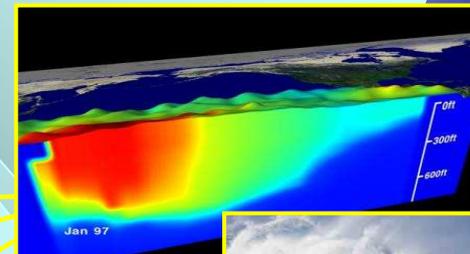
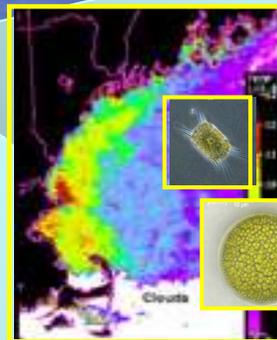
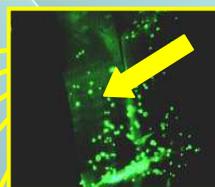
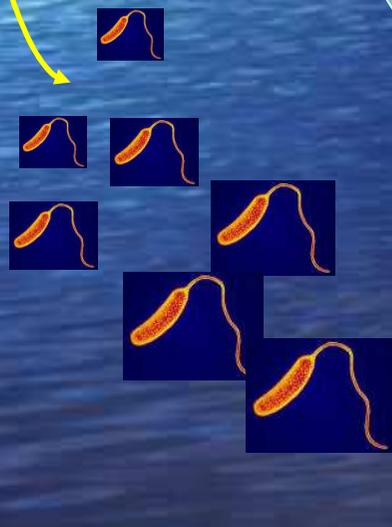


GICC, 23 novembre 2004, Paris, MEDD

Phénomène de cascades trophiques et conséquences sur la santé des populations : l'exemple du choléra



Souches O1 et O139
pathogènes



Bactéries persistantes
dans l'environnement

Analyses statistiques :

par ondelettes

- analyses de séries spatio-temporelles
- analyses de cohérence et de phase entre séries temporelles de cas et séries de données bio-physico-chimiques à fine échelle (SST, SSH, Ekman, Chlorophylle,...), à échelle régionale (NAWA), et à large échelle (NAO, ENSO, SOI...)

par Structural Equations Modelling (SEM)

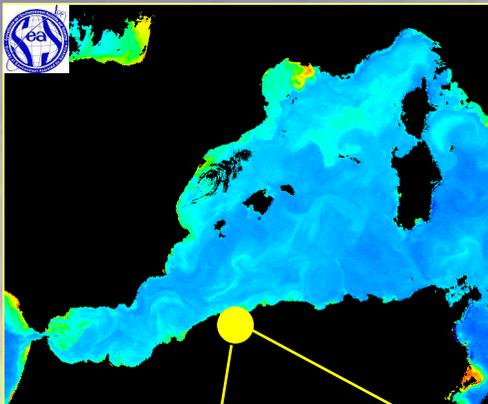
- permet de hiérarchiser spatialement et/ou temporellement les facteurs entre eux

Analyses mathématiques (modélisation) :

modélisation numérique (déterministe, stochastique)

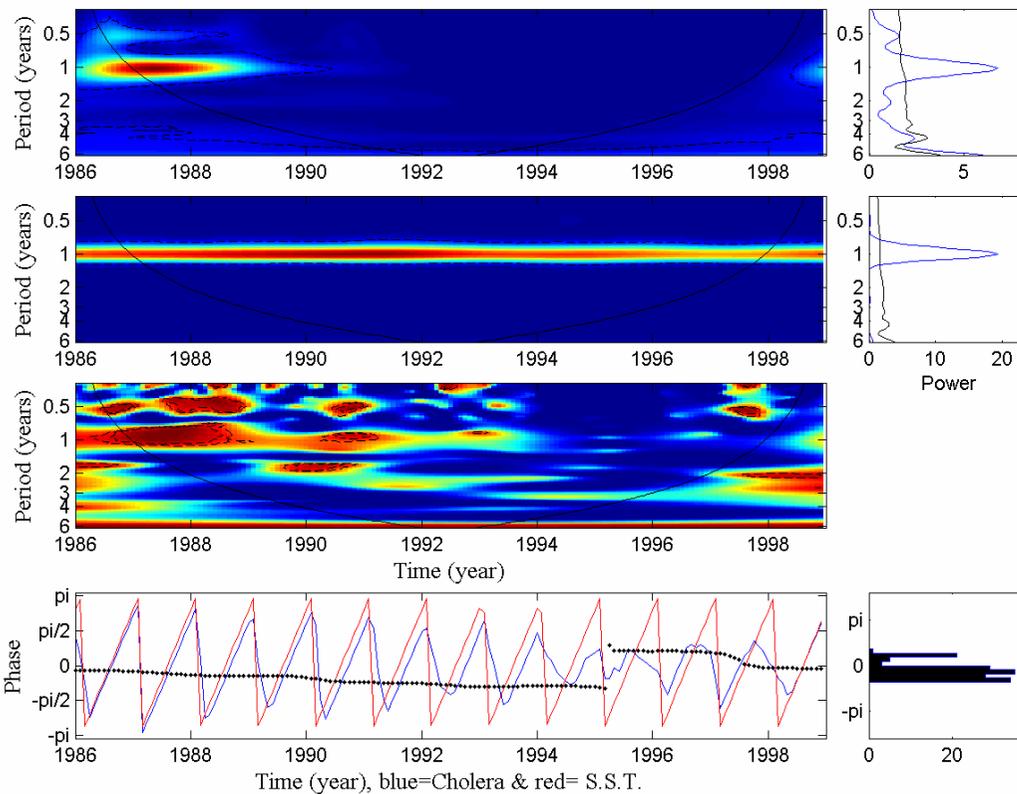
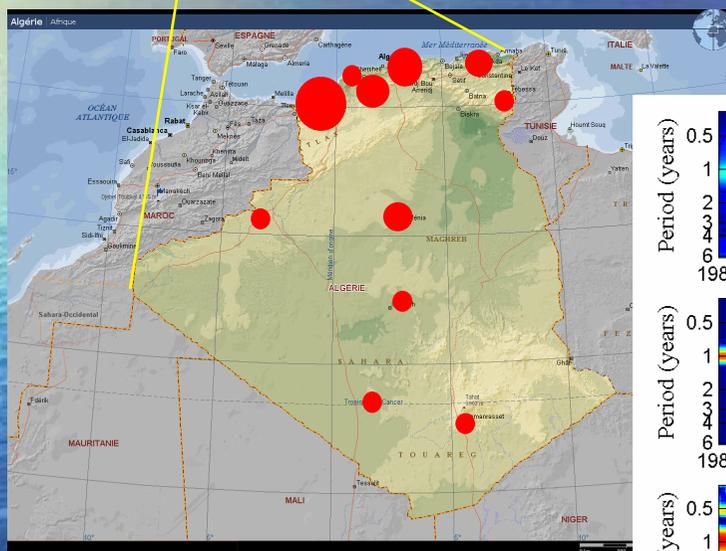
intégrant la chaîne de réaction du phytoplancton jusqu'à la déclaration de cas de choléra

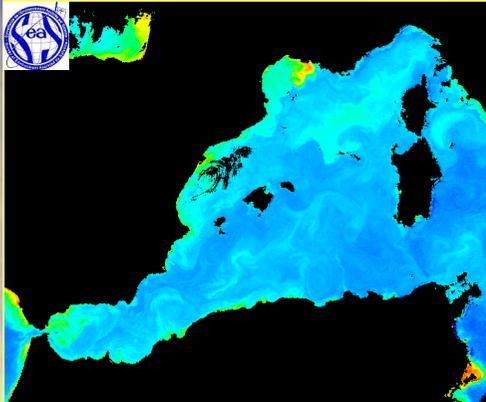
couplage modèle climatique ERA et modèle épidémiologique (en développement)



Dynamique spatio-temporelle des cas de choléra et liens avec les conditions environnementales. Caractérisation de variables «proxy»

En particulier, synchronisme avec un décalage de phase entre SST (50 km) et crises de choléra en Algérie (données locales)





Inclusion de la dynamique saisonnière de la température de surface, du phytoplancton (liens avec la géochimie actuellement en cours) et de la charge bactérienne pour modéliser le risque d'émergence de choléra dans les populations humaines

Modèle *SIDR*-variant 2

