

# GIS « Climat-Environnement-Société »

## Climat et Maladies infectieuses



# Apports de la modélisation

**Nicolas Degallier**

[Nicolas.degallier@ird.fr](mailto:Nicolas.degallier@ird.fr)

**Benjamin Sultan**

[Benjamin.Sultan@locean-ipsl.upmc.fr](mailto:Benjamin.Sultan@locean-ipsl.upmc.fr)

LOCEAN-IPSL (UMR 7159), équipe VARTROP

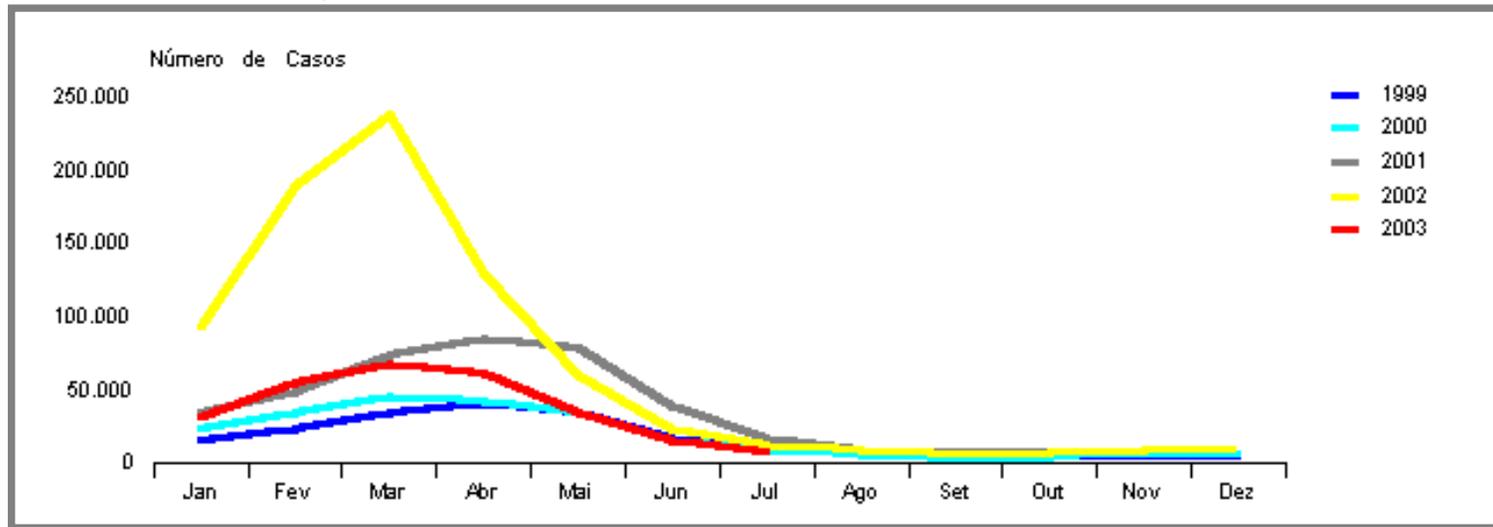
→ Pourquoi ?

→ Quoi ?

→ Comment ?

# Pourquoi ?

Observations sur la saisonnalité et les fluctuations interannuelles des maladies  
(Cro-Magnon *et al.*, -30000)



## 1. Prévoir les épidémies

Début, durée, intensité

## 2. Quantifier les risques

Indice de risque; cartographie; système d'alerte précoce

## 3. Réaliser la prévention

Déclenchement d'actions préventives: communication, vaccination, contrôle vectoriel

# Quoi ?

**Attention aux variables trop intégrées et/ou sans relations directes avec le climat**

**Taille finale de l'épidémie** : paramètre-clé pour les décideurs

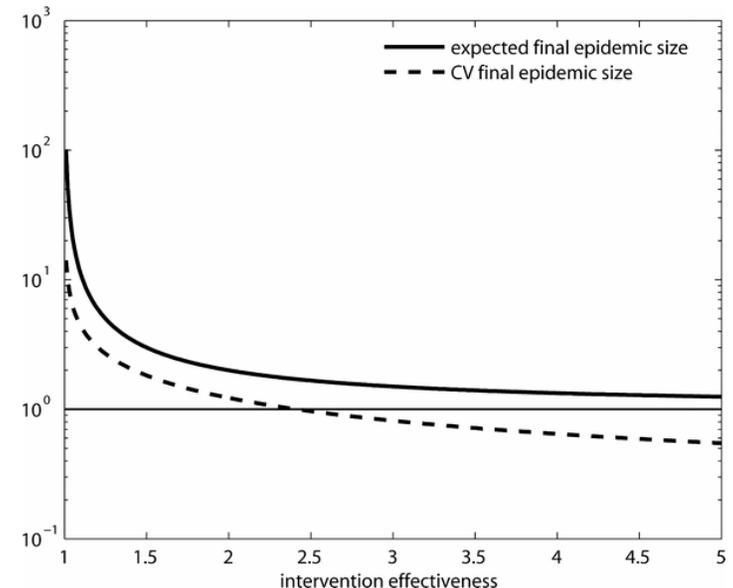
**MAIS** : paramètre très difficile à appréhender car trop variable et trop intégré

→ limites fondamentales dans sa prévisibilité pour les maladies à transmission directe

de petites variations à très petite échelle (*promiscuité, comportements sociaux, ...*) ont des répercussions à grande échelle.

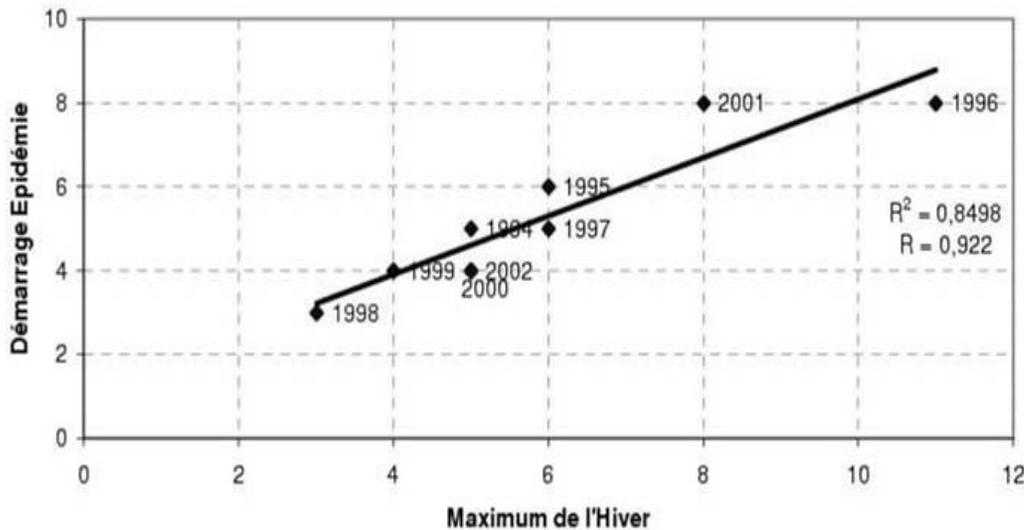
→ L'environnement n'est qu'un facteur explicatif parmi d'autres dans l'histoire d'une épidémie

**Il faut chercher des paramètres prévisibles et directement lié au climat**



# Des indicateurs de l'épidémie liés au climat

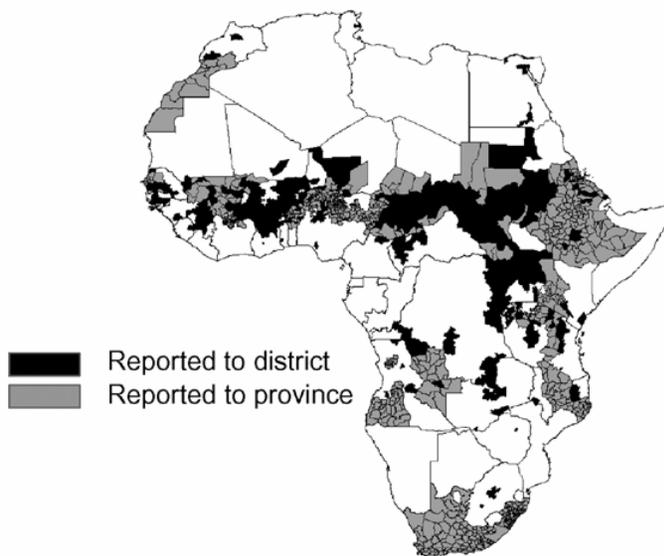
Dynamique  
saisonnnière



**Au Mali:** le vent  
d'Harmattan  
semble contrôler le  
démarriage de  
l'épidémie

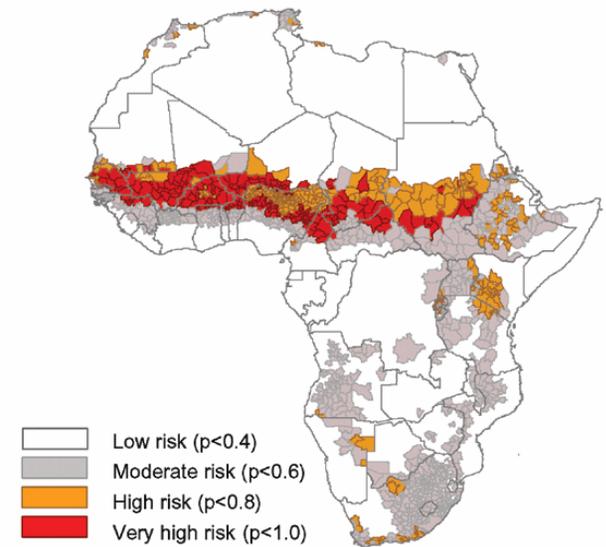
*Sultan et al. (2005)*

Cartes de  
Risque



Districts touchés par les épidémies de  
méningite sur la période 1841-1999

*(Molesworth et al. 2002)*



Zones à risque de la méningite selon un  
modèle statistique basé sur des variables  
environnementales

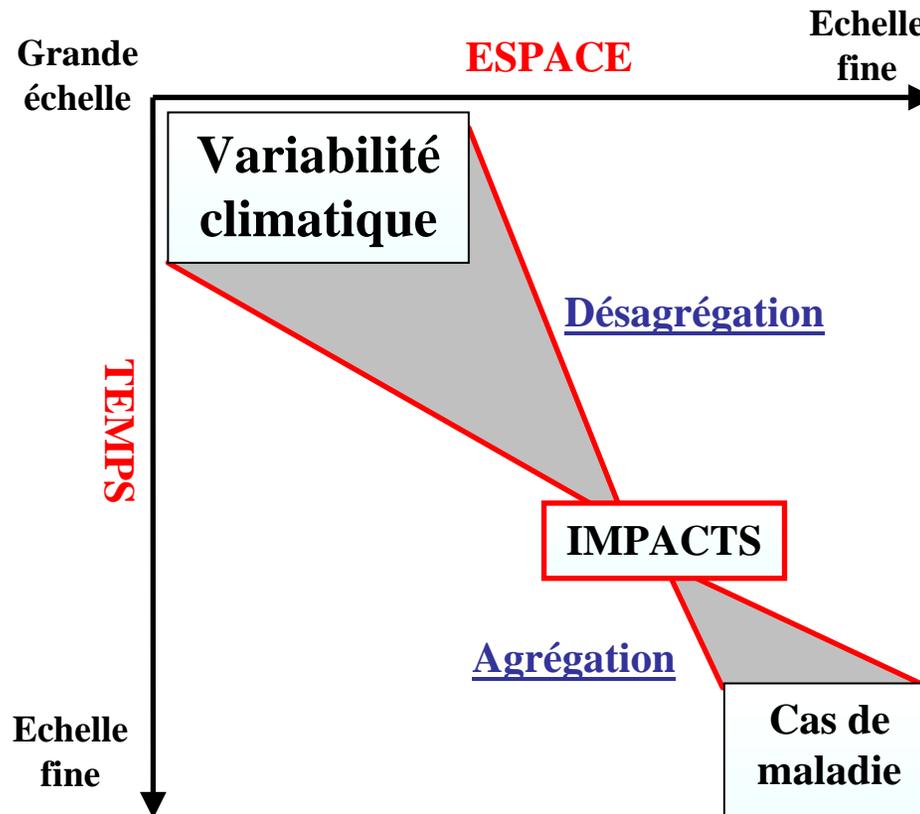
*(Molesworth et al. 2003)*

# Comment ?

## Les modèles

- Approche statistique vs. approche mécaniste
- Choix et contraintes d'échelle
- Validation
- Reproductibilité
- Opérationnalisation: early warning system

# L'approche multi-échelle



Donnée locale =

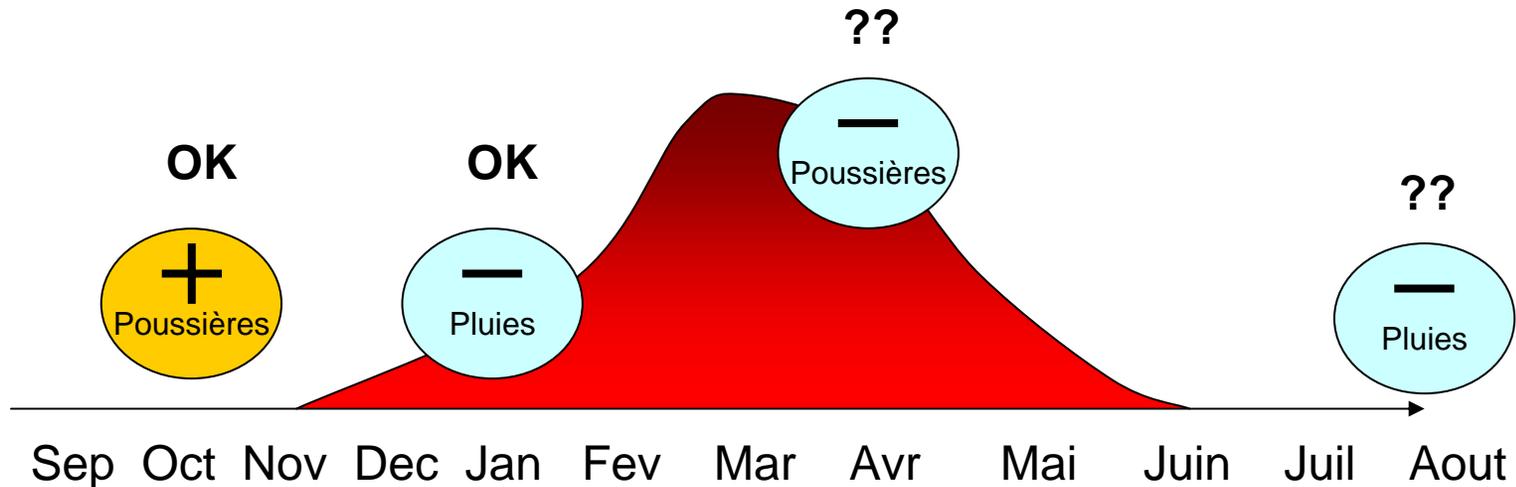
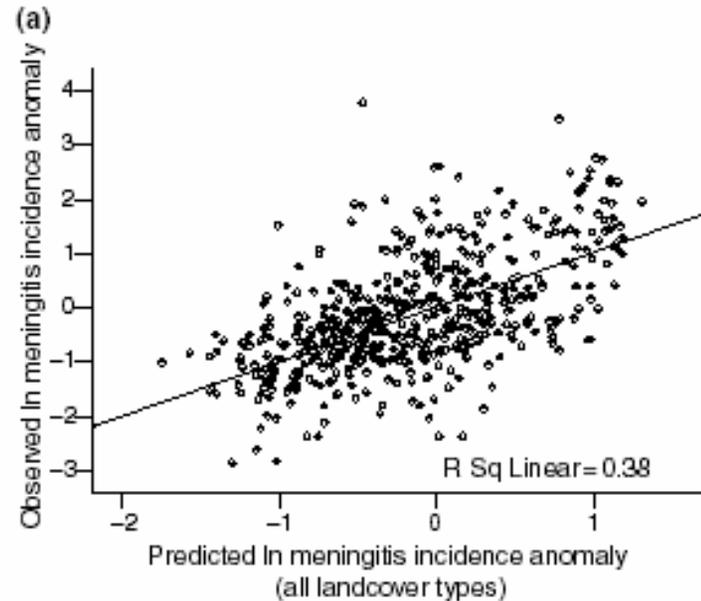
**f** (grande-échelle, caractéristiques locales)

# Approche statistique

Les dangers de l'approche purement statistique :  
Ne pas oublier de poser des hypothèses

Predictands*	All
August rainfall anomaly	-0.246
January rainfall anomaly 0 or 1	-0.258
April aerosol index anomaly	-0.339
October aerosol index anomaly	0.261
Adjusted $R^2$	0.382

\* All variables were significant  $P < 0.001$ .





# The model of Dengue transmission and risk evaluation

Man-made environment

Mosquito: development survival

→ Bonne connaissance

indispensable de l'histoire

naturelle et/ou écologie de la

maladie

Human

dengue

Basic reproduction number ( $R_0$ )

Mosquito immature stages

Vectorial capacity

Virus transmission

Other factors:

trophic preferences

human behavior  $R_0$

interrupted feeding curves

virus genetics

mosquito genetics

vertical transmission

Mosquito adult stage

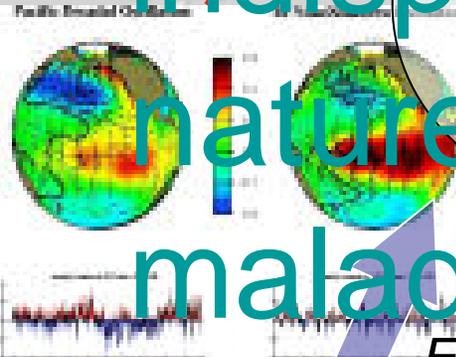
stage

Emergence

Virus: extrinsic cycle  
infection rate

Climate

→ Besoin de données  
experimentales

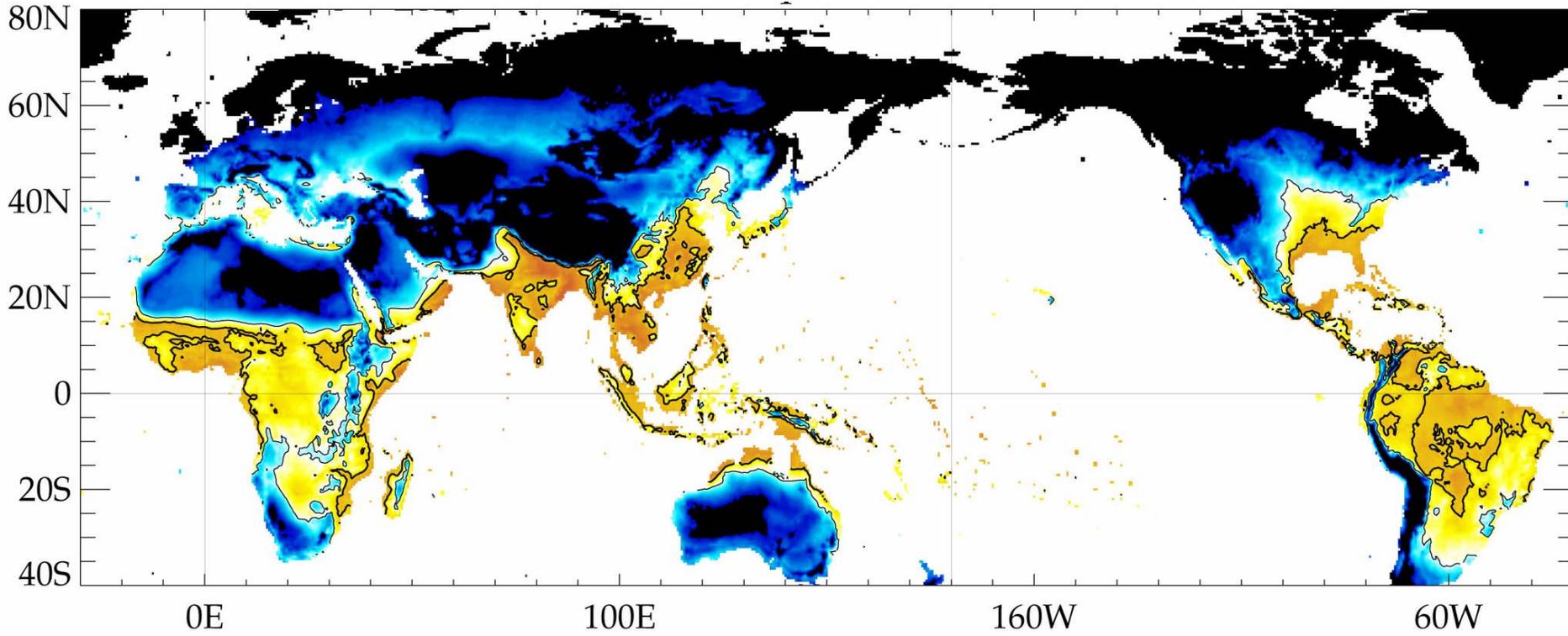


$$R_0 = V \cdot N \cdot \frac{S_N \exp(-\mu t_J)}{2t_N} \cdot \left[ \frac{k}{1 - \exp(-\mu t_G)} \right]^2 \cdot \exp(-\mu t_E)$$

Seuil de transmission  
épidémique = 1

Densité de vecteurs par personne

Applications: risque actuel

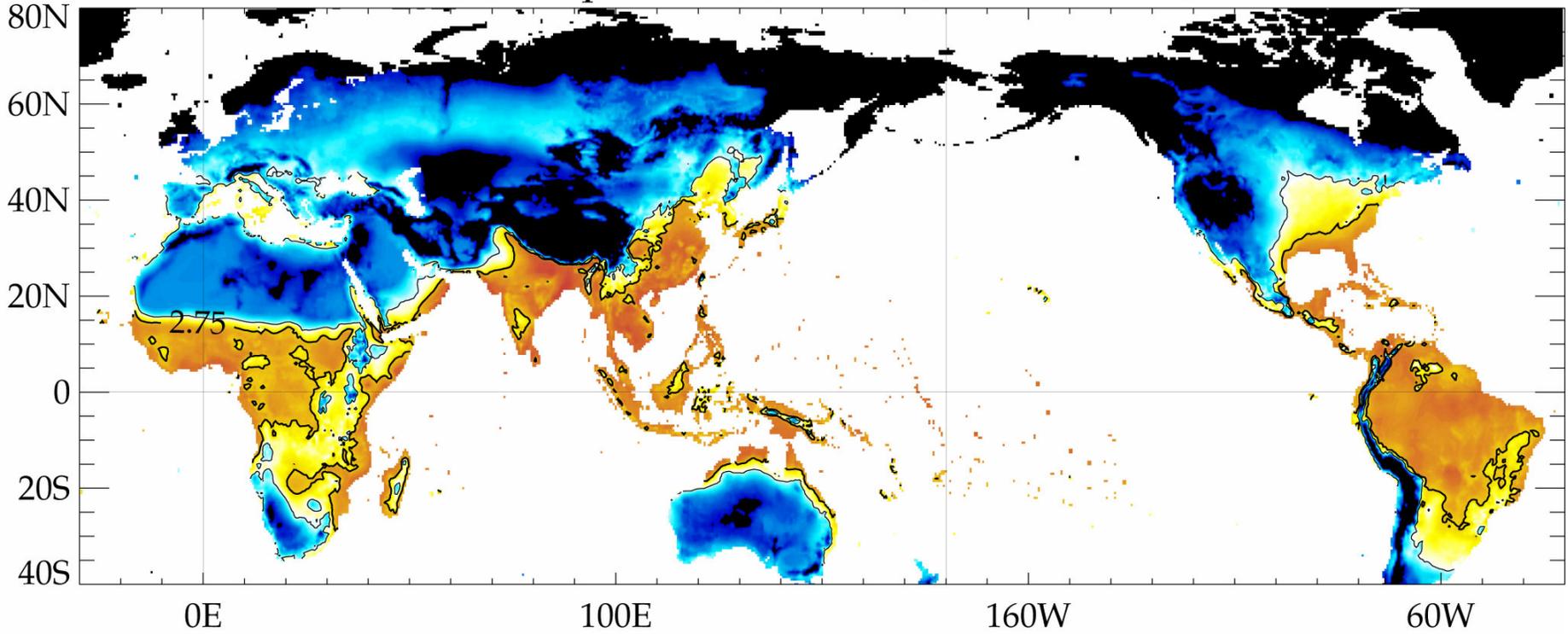


$$R_0 = V \cdot N \cdot \frac{S_N \exp(-\mu t_J)}{2t_N} \cdot \left[ \frac{k}{1 - \exp(-\mu t_G)} \right]^2 \cdot \exp(-\mu t_E)$$

Seuil de transmission  
épidémique = 1

Densité de vecteurs par personne

Applications: SRES B1

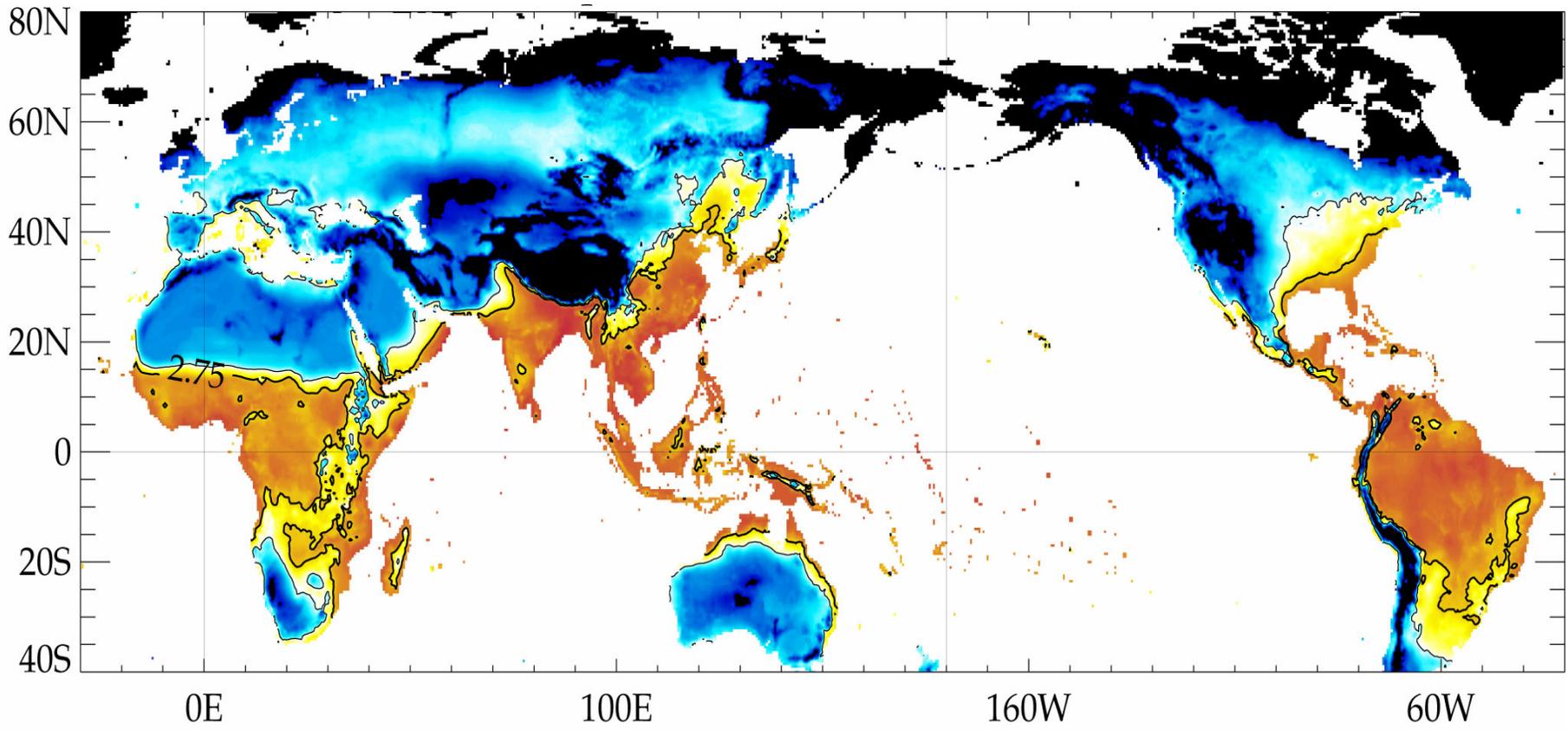


$$R_0 = V \cdot N \cdot \frac{S_N \exp(-\mu t_J)}{2t_N} \cdot \left[ \frac{k}{1 - \exp(-\mu t_G)} \right]^2 \cdot \exp(-\mu t_E)$$

Seuil de transmission  
épidémique = 1

Densité de vecteurs par personne

Applications: SRES A2



# Conclusion

*Il vaut mieux...*

*prévenir que guérir!*

*Merci!*