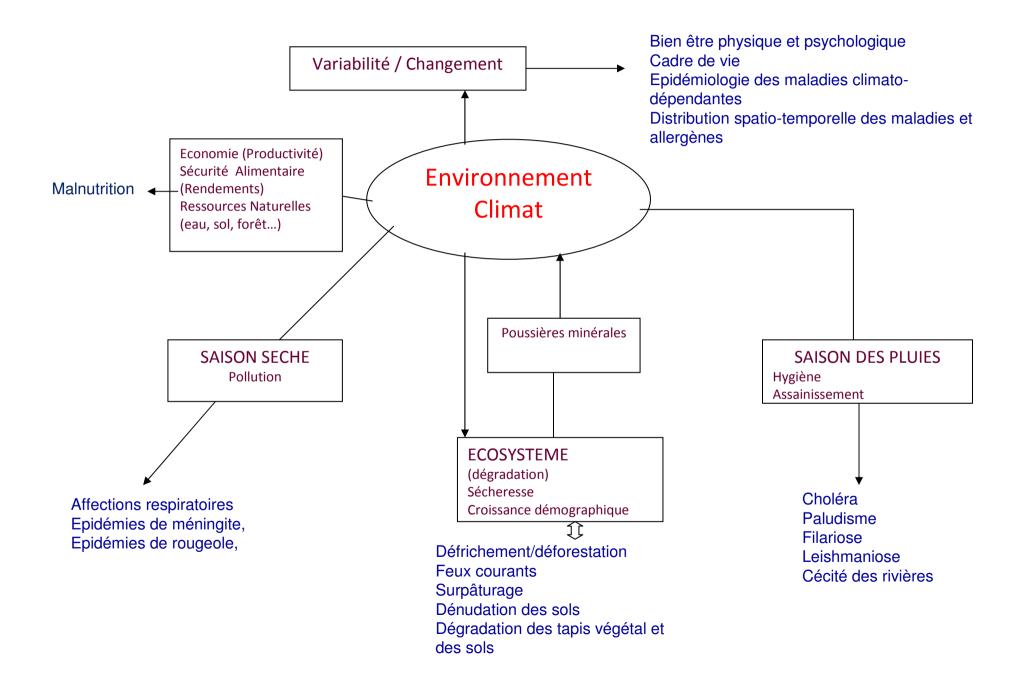
ATELIER National de lancement de Groupe National de Travail Climat – Santé (GNTCS).

Ouagadoudou – Burkina Faso : 15 - 16 decembre 2011

# ENVIRONNEMENT - CLIMAT ET SANTE: CONFORT PHYSIQUE, PSYCHOLOGIQUE ET PREVENTION DES MALADIES CLIMATO - DEPENDANTES

Dr Pascal YAKA - Direction Générale de la Météorologie - Burkina Faso
Pascal\_yaka@yahoo.fr

#### Relations entre Environnement (écosystèmes) - Climat et Santé



# Hippocrates, Father of Medicine, 460 - 377 B.C.

«Who ever would study medicine aright should learn the following subjects. First he must consider the effects of the seasons of the year and the differences between them. Secondly, he must study the warm and the cold winds both those are in common to every country and those peculiar to a particular locality. Lastly the effect of water on the health must not be forgotten.»

# Hippocrate, Père de la Médecine, 460 - 377 av. J.C-.

«Qui voudra étudier la médecine correctement devra apprendre les sujets suivants: avant tout il devra prendre en considération l'effet des saisons de l'année et les différences entre elles. En second lieu, il devra étudier les vents chauds et froids, qu'ils soient communs à tous les pays ou particuliers à un lieu. Enfin, l'effet de l'eau sur la santé ne devra pas être oublié.»

# ORGANISME SAIN

# Étude des effets agressifs ou tonifiants du climat sur l'organisme

Étude de l'action du climat sur l'<u>homéostasie</u> (équilibre des constantes du corps humain malgré les (grâce aux) échanges qui s'effectuent en permanence entre les milieux intérieurs et ambiants)

#### AU NIVEAU DE LA PEAU

Échanges de chaleur (perçue et rémanente).

#### AU NIVEAU DES POUMONS

Échange gazeux respiratoires (vapeur d'eau, ions, chaleur), thermorégulation.

Ces échanges peuvent être contrôlés par trois indices: K, THI, U.

# L'INDICE K ou de P. A. Siple et Ch. F. Passel

Exprime les *pertes ou les gains de chaleur convective du corps humain* (thermiques et anémométriques.)

$$K = (10,45 + 10 \text{ rc}(v) - v) (33 - t)$$
 (K. cal m<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup>) (t = °C; v = m/s)

➤ K < 0 K. cal m<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> ⇒ situation endothermique; risque d'hyperthermie.

 L'air est plus chaud que la peau: rechauffement du corps,

De 0 à 300 K. cal m<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> ⇒ Situation hypotonie musculaire; risque de vasodilation

De 300 à 600 K. cal m<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> ⇒ Situation idéale; *état relaxant*L'organisme est en équilibre thermique avec le milieu ambiant :

le tonus musculaire est à son niveau idéal.

K > 600 K. cal m<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> ⇒ situation contractante: risque de refroidissement du corps L'air est plus froid que la peau ; le corps cède la chaleur au milieu ambiant

# ❖L'INDICE THI (de E.C. THOM)

Exprime le degré de diffusion et de *la vaporisation de la sueur* à travers *l'épiderme* (température (t °C) et humidité relative (U %))

THI intervient dans le maintien de la température interne à 37°C

$$THI = t - ((0,55 - 0,0055 U \%) (t - 14,5))$$
  $(t = {}^{\circ}C)$ 

- > 15 < THI < 20 > sensation de confort
- > THI >29 == risque d'accident pathologique

# **♦**L'INDICE U

Exprime la tension de vapeur, (mb) pour l'estimation du sens et l'intensité des flux hydriques à travers la barrière alvéolaire

U < 7,5 mb ⇒ risque de *déshydratation et* d'hemo- *concentration molé*culaire . Le flux hydrique est dirigé du sang vers l'air. Entraîne une évaporation aux dépens du plasma, qui se concentre

7,5 < U < 11,5 mb ⇒hygrométrie équilibrée.

11,6 <U < 26,5 mb ⇒ risque d'hemo-dilution. Le flux hydrique est dirigé de l'air vers le sang ; la vapeur d'eau en excès dans l'atmosphère ayant tendance à passer dans le plasma sanguin et à le diluer

U > 26,5 mb ⇒ risque d'oedème pulmonaire; L'atmosphère morbide voire mortelle.

#### REMARQUES GENERALES

K; THI échanges cutanés de chaleur entre le corps et l'air.

échanges gazeux respiratoires

K; THI ⇒
U ⇒
K; THI; U ⇒ appréciation des conditions de confort et d'inconfort,

voire de danger.

$$150 <= K < 600 \quad K. \ cal \ m^{-2}. \ h^{-1}$$
 $15 \quad <= THI < 26,5 \, ^{\circ}C$ 
 $CONFORT \ BIOCLIMATIQUE$ 
 $7,5 <= U \ 26,5 \ mb$ 

# Le Confort Bioclimatique intervient sur:

- > Les performances et les rendements humains.
- Les comportements psychologiques (dépressions, suicides)
- > Les lieux de cure de certaines maladies (maladies cardio-vasculaire, respiratoires et **O.R.L.**)
- > Le choix des lieux et des moments de loisirs (tourisme)
- > La qualité de vie

# L'ORGANISME MALADE

Les maladies indépendantes du milieu

L'agent pathogène est directement transmis d'un vertébré à un autre sans passage dans le milieu extérieur.

Exemple: VIH – SIDA; maladies sexuellement transmissibles

Ces *maladies* sont souvent régies par *l'environnement socio-économique*.

# Maladies climato – dépendantes

Les maladies dont l'agent pathogène présente une phase libre le cycle présente une phase libre dans l'eau, le sol, l'air ou les matières en décomposition.

Exemple: cholera, méningite cérébro-spinale ...

Les maladies impliquant un vecteur/ ou un hôte intermédiaire Exemple : paludisme, onchocercose, dengue ...

#### En effet:

- Leurs aires de répartition
- le développement et la multiplicité des germes
- la transmission de la maladie

tout événement qui modifie le climat ou les écosystèmes se répercute sur l'épidémiologie de la maladie.

# Maladies climato-sensibles

- ✓ Paludisme
- ✓ Méningite
- ✓ Rougeole
- ✓ Cécité des rivières (onchocercose)
- Leishmaniose
- ✓ Filariose
- ✓ Ver de guinée
- ✓ Asthme
- ✓ Tuberculose
- ✓ Bronchite
- ✓ Choléra
- ✓ Cataractes
- ✓ Drépanocytose
- ✓ Fièvre de la vallée du rift
- ✓ Dengue

#### RELATIONS PALUDISME - FACTEURS METEOROLOGIQUES / CLIMATIQUES

#### 1. ANOPHELE

Température

Thermophile (leur survie dépend de la température ambiante)

- ⇒Leur température optimale (22 à 30 oC), on note
  - > Allongement de la vie des moustiques
  - > Accroissement de la fréquence des repas sanguins des femelles (au moins 43 par heure)
- ⇒ Les basses températures réduisent l'activité des anophèles.

#### Précipitation

- ⇒Plus la côte annuelle est élevée, plus la population anophèlienne est grande
- ⇒Plus la durée de la saison pluvieuse est longue, plus l'activité des anophèles est constante.

#### Humidité

- ⇒Le taux d'humidité optimal est de 50 à 60 o/o
- Vent
  - ⇒Plus le vent est fort, plus l'activité des anophèles est affaiblie.

#### 2. PARASITE

#### Température

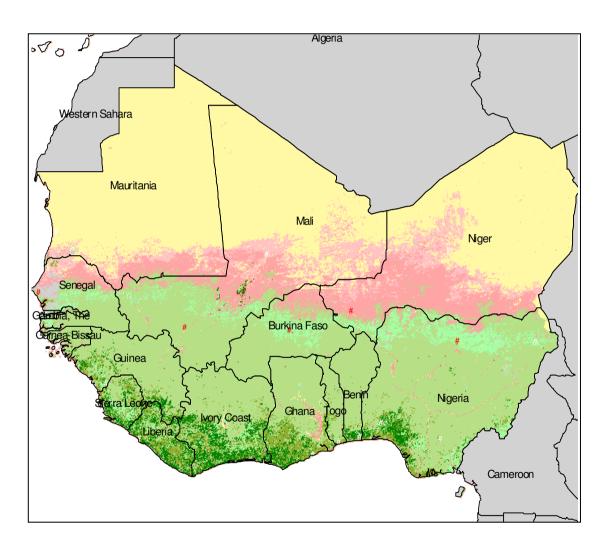
- ⇒La température optimale est de 27 à 31 °C
- ⇒Les basses température allongent le cycle de développement du parasite.

#### Précipitation

- ⇒ Disponibilité des sites (gîtes) favorables à la pondaison (étangs, marécages..)
- ⇒Leurs engorgements (gîtes) entraîne un effet de rinçage de gîtes entravant le développement des œufs et des larves en les éjectant au dessus des plans d'eau.

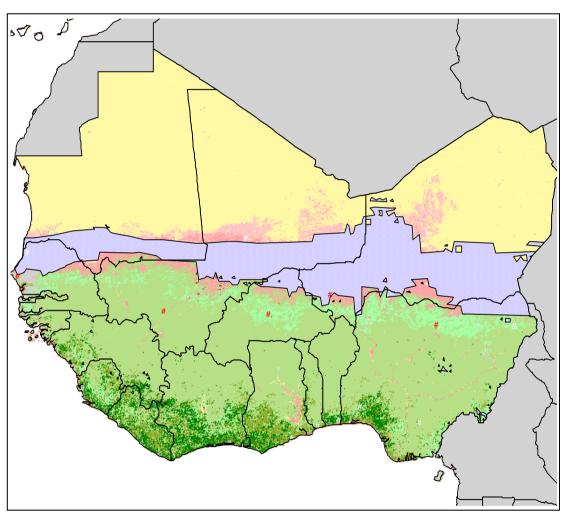
#### Humidité

⇒ *Une forte hygrométrie* entraîne *un développement rapide* des parasites.



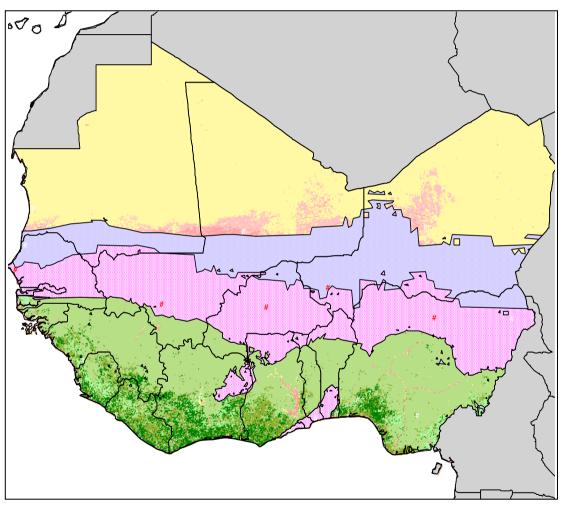
## Regional land cover





Limites climatiques de la zone d'épidémies de paludisme

# Aires de distribution de la Meningite et du Paludisme en Afrique Occidentale



Épidemies de paludisme

Épidemies de méningites Paludisme Endemique Limites climatiques

# Relations entre environnement – climat et méningite cérébro-spinale en Afrique de l'Ouest

#### La Maladie

- ✓ Inflammation des méninges, membranes enveloppant le cerveau et la moelle épinière
- ✓ Plusieurs types de bactéries (*Neisseria meningitidis* la plus rependue)
- ✓ Transmission par mode direct entre individus à la faveur d'une toux ou d'un éternuement
- √ 25.000 à 200.000 malades par an en Afrique de l'Ouest avec une létalité d'environ 10%

Meningitis Belt
La ceinture africaine de la méningite

#### Au plan environnemental

 Pôle privilégié de la maladie se situe en Afrique Occidentale « ceinture de la méningite »

Dans une zone semi-aride

A climat tropical sec « sahélo-soudanien »

Entre les isohyètes 300 et 1000 mm

L'état du tapis végétal influe sur les risques de transmission

Déboisement, déforestation favorisant l'érosion des sols

L'érosion favorable à la libération des micro-particules (poussières) accroissant les risques de transmission et d'infection de la méningite)

# Relations entre environnement – climat et méningite cérébro-spinale en Afrique de l'ouest

#### Au plan climatique :

- Facteurs influant sur la bactérie (méningocoque Neisseria meningitidis)
  - Méningocoque très fragile en milieu extérieur
  - Méningocoque meurt lorsque la température > 38 oC
  - Méningocoque résiste mal à l'insolation (rayonnements ultraviolets )
  - Méningocoque résiste mal à la sécheresse atmosphérique (faible hygrométrie)

## Facteurs influant sur la transmission et le déclenchement de la méningite la température

Taux de portage élevé en période sèche et froide

Épidémies survenant toujours en période chaude

#### L'humidité de l'air

Desséchement, irritation et fissure des muqueuses oro-rhino-pharyngées

Pics survenant toujours en saison sèche et chaude

#### Le vent (l'harmattan)

Grosses flambées en période d'harmattan, marquée par des vents secs et chauds ou froids.

#### Les Lithométéores / brumes sèche (Poussières)

Agressions multiformes sur les muqueuses oro-rhino-pharyngées

Pics en période de forte proportion de poussière

#### La pluviométrie (saisonnalité de la maladie)

Baisse de la transmission et disparition des épidémies en saison de pluie

Baisse de la transmission en cas de pluie de mangue « pluies de vaccinations divines »

### Problématique et objectifs recherchés

## **Problématique**

- > Rechercher des liens climat évolution des écosystèmes et épidémies de MCS
- Prospecter la prévision des occurrences des épidémies de MCS par des facteurs climatiques et environnementaux

Difficultés : discrimination des facteurs socio-économiques, culturels et démographiques

## **Objectifs**

- > Mise en évidence des liens climat environnement et MCS
- Prévision des occurrences des épidémies de MCS par des facteurs climatiques et environnementaux
- Contribution pour l'élaboration d'un système intégré de surveillance et d'alerte précoce des épidémies de MCS

#### Données et méthodologie d'étude

#### **DONNEES**

#### Données démographiques (I.N.S.D)

Statistiques de populations au fil des années

#### Données climatiques in situ (DMN) janvier 1997 à décembre 2005

Température minimale et maximale, taux d'humidité minimale et maximale de l'air, de hauteur d'évaporation, de brume sèche, de vitesse de vent

#### Données climatiques de télédétection (satellitales) de 1968 à 2005

(Réanalyses NCEP de Température minimale et maximale, taux d'humidité minimale et maximale de l'air, de hauteur d'évaporation, de brume sèche, de vitesse de vent)

**Données environnementales (NDVI Centre AGRHYMET)** 

Données épidémiologiques de MCS (OMS, ministère de la santé du Burkina Faso) Les données annuelles de 1960 à 2005 les données mensuelles et hebdomadaires de 1996 à 2005.

#### Données et méthodologie d'étude

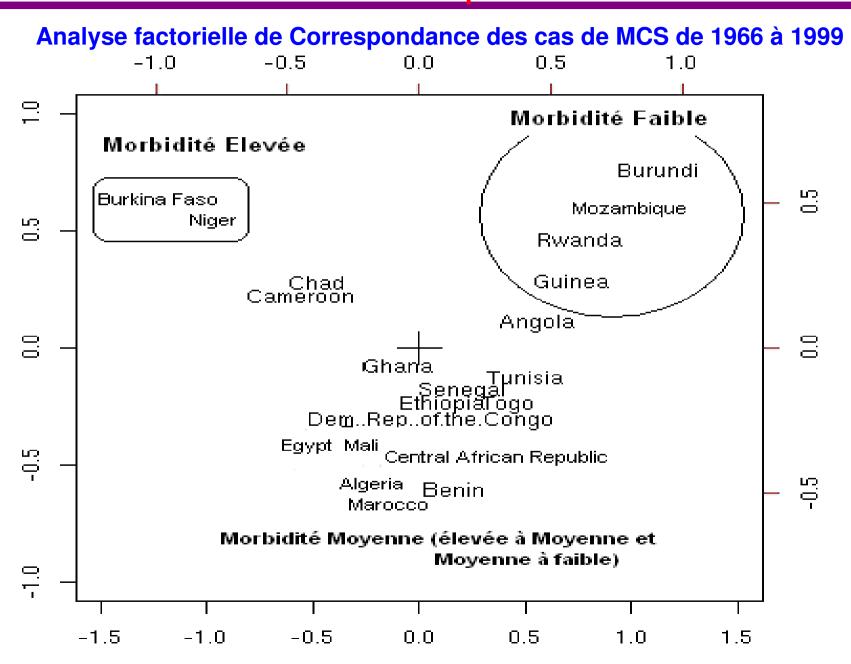
#### analyses prospectives

- Faire des croisements à différentes échelles de temps et d'espace entre les différents paramètres climatiques et les données épidémiologiques afin de déterminer la solidité des liens qui les unissent et leur dynamique spatio-temporelle.
- Faire une analyse de l'action du couvert végétal (NDVI) sur la recrudescence saisonnière des cas de méningite cérébro-spinale au fil des années.

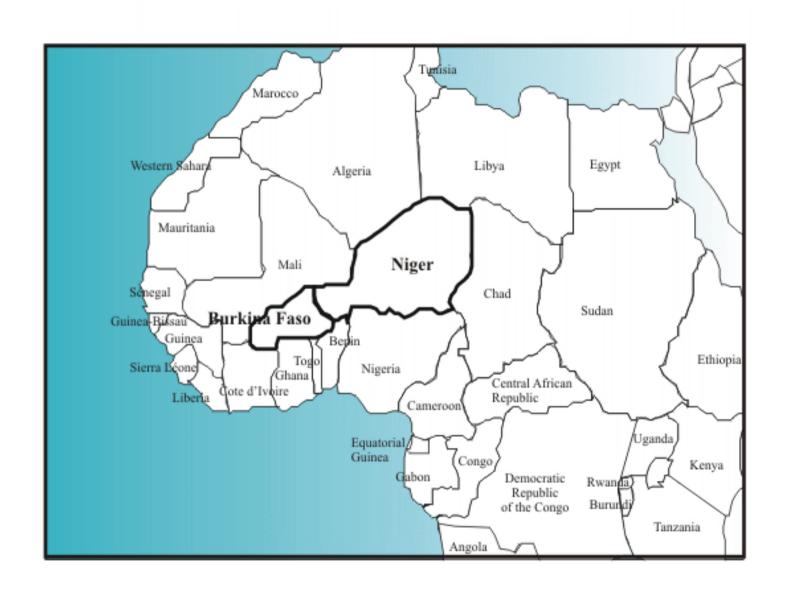
### Analyses statistiques

- Statistiques descriptives pour tester la solidité des liens environnement climat et méningite cérébro-spinale Standardisation des données, dessaisonalisation des séries, calculs d'éléments de statistique descriptive,tableau de contingence, corrélation
- Statistique multidimensionnelle pour élaborer des modèles intégrant l'ensemble des facteurs afin de prévoir l'occurrence et le développement des épidémies. (régressions linéaires et log linéaires)

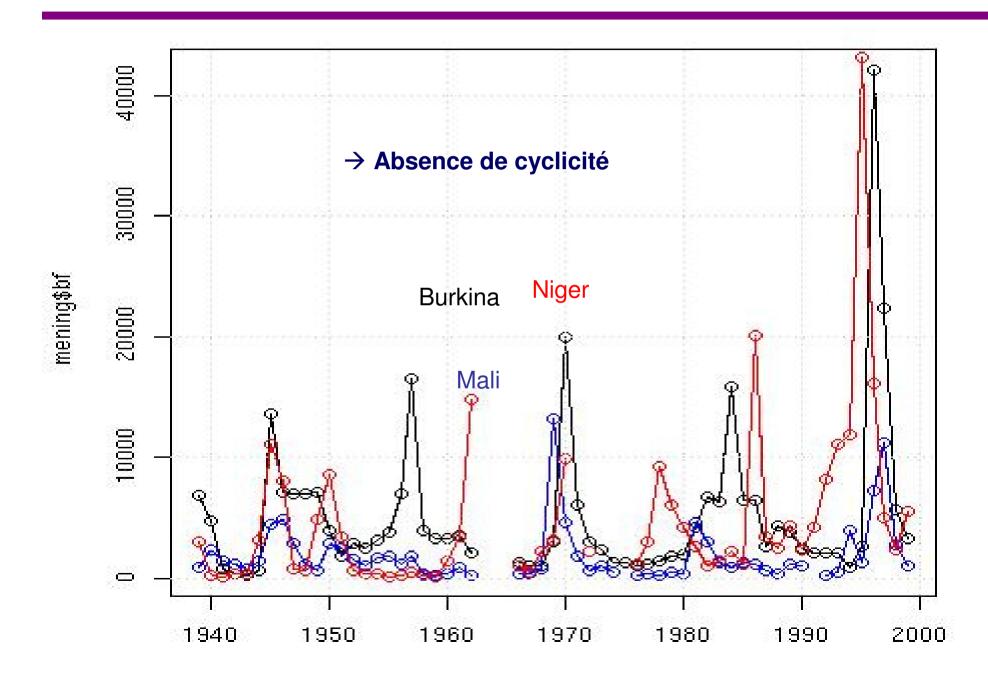
# Quelle est la distribution des cas de MCS et le sens de leur propagation en Afrique ?



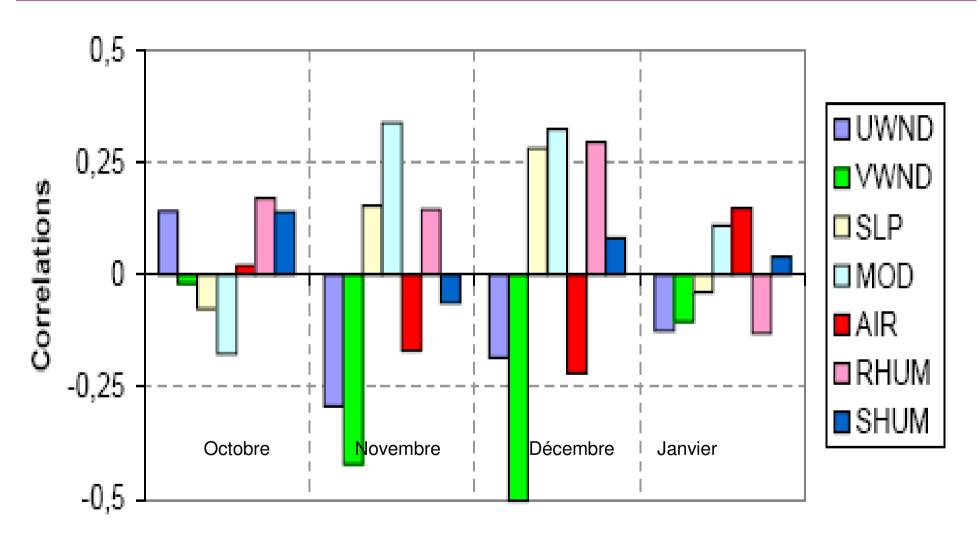
# Analyse spatio-temporelle et prédiction des épidémies de MCS au Burkina et au Niger suivant la dynamique atmosphérique



# Distribution annuelle des cas de MCS au Burkina et au Niger de 1940 à 2000

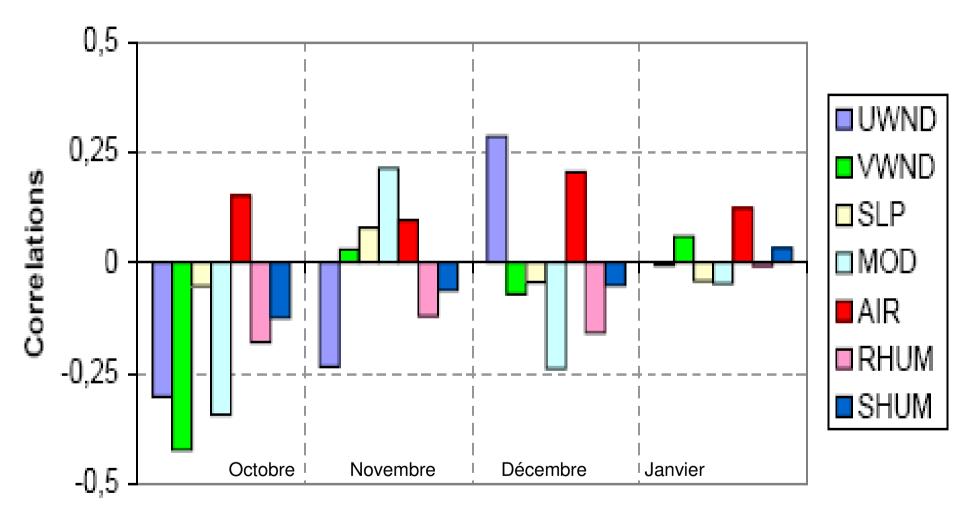


# Corrélations entre paramètres climatiques (reanalyse NCEP) et cas de MCS au Niger Moyenne mensuelle reanalyse NCEP et log incidence annuelle de MCS



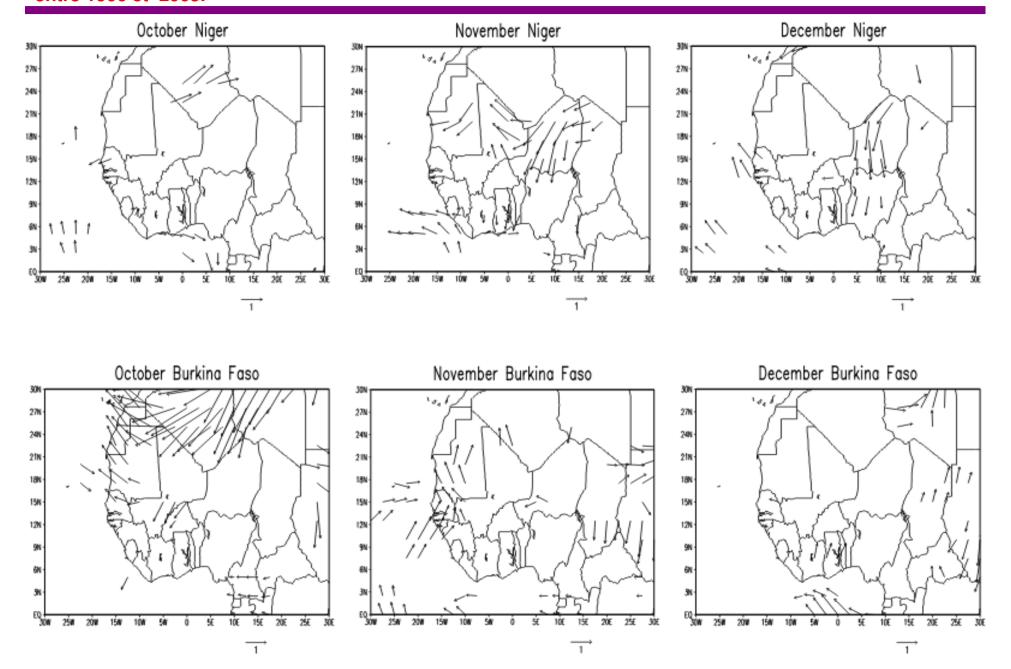
- ✓ Existence de corrélations significatives et élevées en Novembre et Décembre.
- √ Corrélations négatives avec la composante meridionale du vent (VWND)

# Corrélations entre paramètres climatiques (reanalyse NCEP) et cas de MCS au Burkina Moyenne mensuelle reanalyse NCEP et log incidence annuelle de MCS



- ✓ Existence de corrélations significatives et élevées en Octobre
- ✓ Corrélations négatives avec la composante meridionale du vent (VWND)

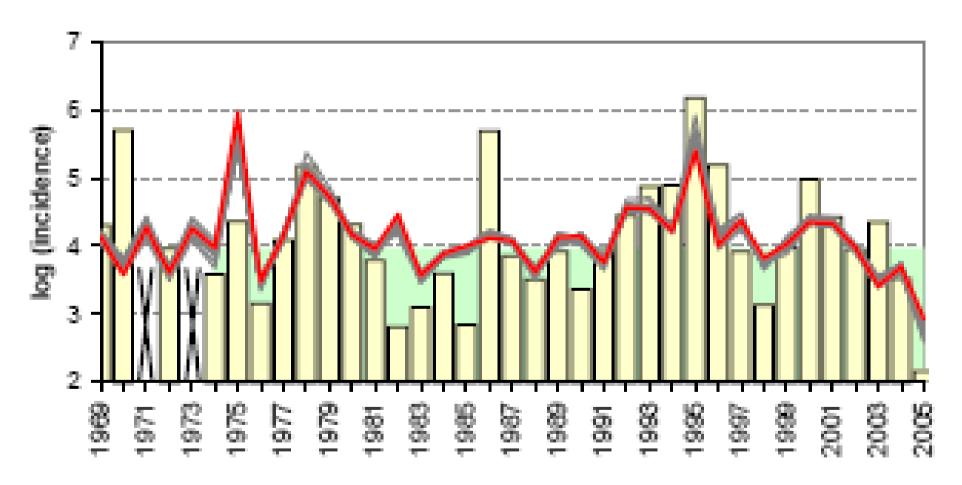
Différences des moyennes mensuelles des vents en surface durant les années de plus fortes incidences par rapport à celles des plus faibles incidences de MCS au Niger (en haut) et au Burkina Faso (en bas) entre 1966 et 2005.



#### Modèle de Prédiction d'occurrence d'épidémie de MCS au Niger (1969 à 2005)

Une bonne prévision au Niger (R=0.62 ; Rc = 0.50 ; Rc²= 0.25)

→ On explique env. 25 % de la variance totale des épidémies

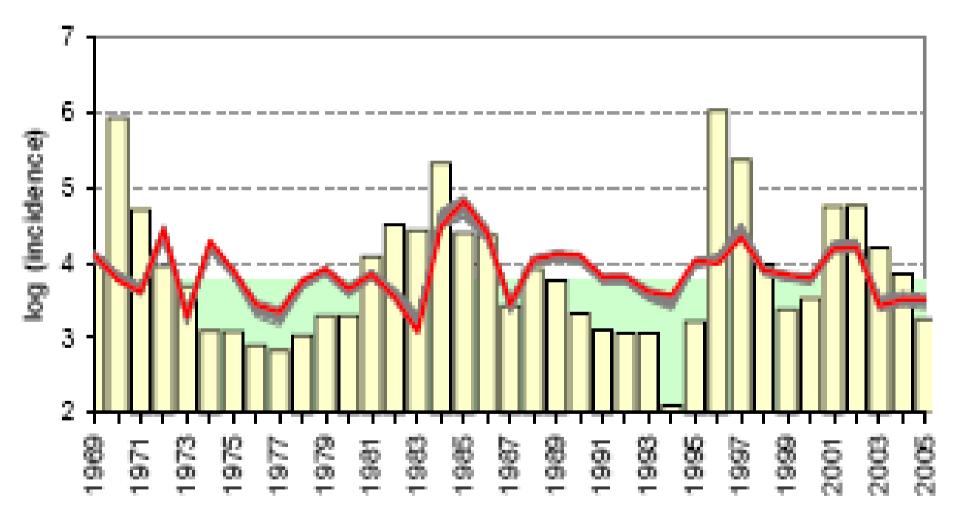


Histogramme : Ln des incidences de MCS observées de 1968 à 2005.

Ligne rouge: Prédictions des Ln des incidences de MCS de 1968 à 2005 après cross validation.

#### Modèle de Prédiction d'occurrence d'épidémie de MCS au Burkina (1969 à 2005)

#### Une prévision significative au Burkina (R = 0.42; Rc = 0.33)



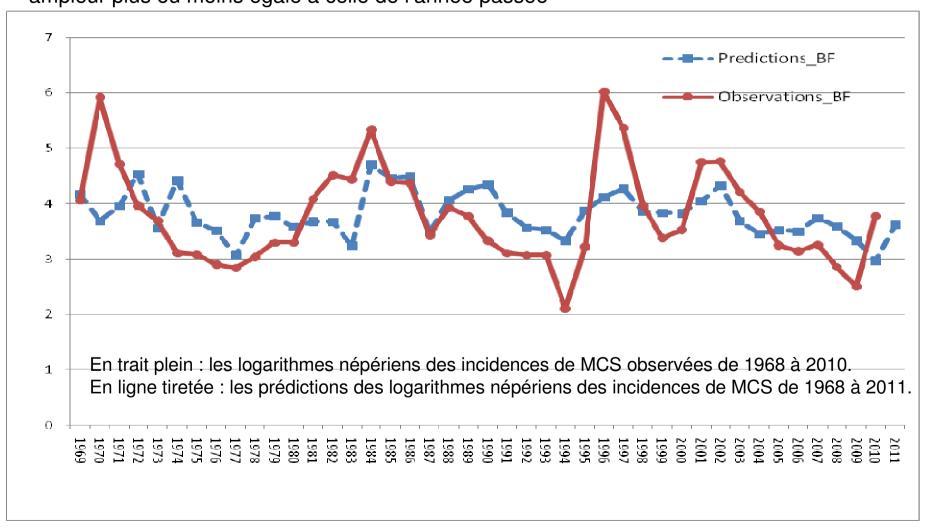
Histogramme: Ln des incidences de MCS observées de 1968 à 2005.

Ligne rouge: Prédictions des Ln des incidences de MCS de 1968 à 2005 après cross validation.

#### Prédiction d'occurrence d'épidémie de MCS au Burkina en 2011

La tendance générale de la MCS au Burkina Faso serait :

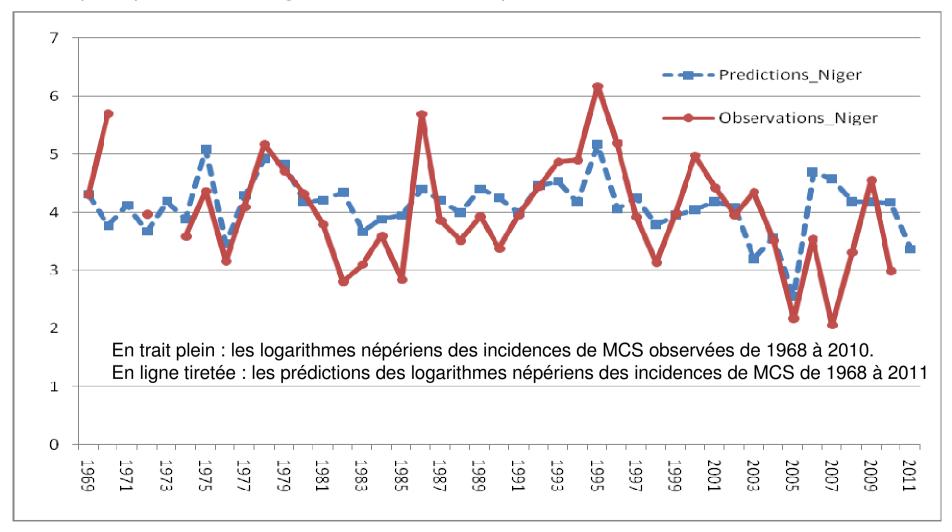
- •moyenne (intermédiaire entre les taux de morbidité de forte ampleur et de faible ampleur)
- •ampleur plus ou moins égale à celle de l'année passée



#### Prédiction d'occurrence d'épidémie de MCS au Niger en 2011

La tendance générale de la MCS au Niger serait :

- •moyenne (intermédiaire entre les taux de morbidité de forte ampleur et de faible ampleur)
- •ampleur plus ou moins égale à celle de l'année passée



#### What has been done in Burkina Faso

- Preparation for holding CHWG National Meeting in december;
  - List of institutes that could take part of CHWG has been defined and invitation has been sent to them;
  - > TDR, agenda, budget of CHWG National Meeting are already defined;
  - Nominated of National focal points
- Interaction between National Met Office and Public health focal points: some works are done;
  - Bulletin on yearly meningitis morbidity trend forecasting
  - > Evaluation of Yearly meningitis morbidity trend forecasting
  - Working together on climate and health data
- Interacting with national, regional and international climate, environment Predictions centers: WMO, Barcelona, IRI, LOCEAN, NCEP-African Desk, IRD...
  - ➤ Since 1997, using study on "influence of climate factors on Malaria and Meningitis" (Yaka, 1997), some activities have been done to inform, sensitize health, climate and environment specialist, decision makers and public on climate and health studies opportunities and pertinence
  - ➤ In 12 February 2002, CMRB (Bioclimatoly Multidisciplinary Recherch Cell) was created by Dr YAMEOGO K. Robert DEP/Health; Pr SOME Blaise University of Ouagadougou; Mr YAKA Pascal Met Office (permanent secretary): But not formalized institutionally and not functional because of lake of financial and institutional support

#### What has been done in Burkina Faso

- Interacting with national, regional and international climate, environment Predictions centers (continuous)
  - Climate and health collaboration project with NCEP-African Desk project (Pascal Yaka stay four months august to November 2010 in NCEP), WMO-SDS, CRC, IRD ...
- Existing of « Environment and Bioclimatology » Desk in Burkina Met Office:
- Research on relationship between climate- environment/ecosystem and diseases distribution.
- Improve knowledge on mechanisms of diseases emergence/ space-temporal distribution related to climate/environment variability/change.
- Collect and integrate diseases/vectors and environmental/climatic data.
- Analyze relationship between diseases/vectors data and their potential controls related to environment/climate variability
- Use observations and forecasts of the environment and climate to predict future diseases risks.
- Prospect climate sensitive diseases outbreak forecasting by using climatic and environmental factors
- Contribute to build epidemic Health integrated early warning system and promote good health

