

Projet AdaptFVR



Impacts du changement climatique sur l'émergence des vecteurs de la Fièvre de la Vallée du Rift (RVF) au Sénégal : Adaptation et stratégie pour une meilleure gestion du pastoralisme au Sahel



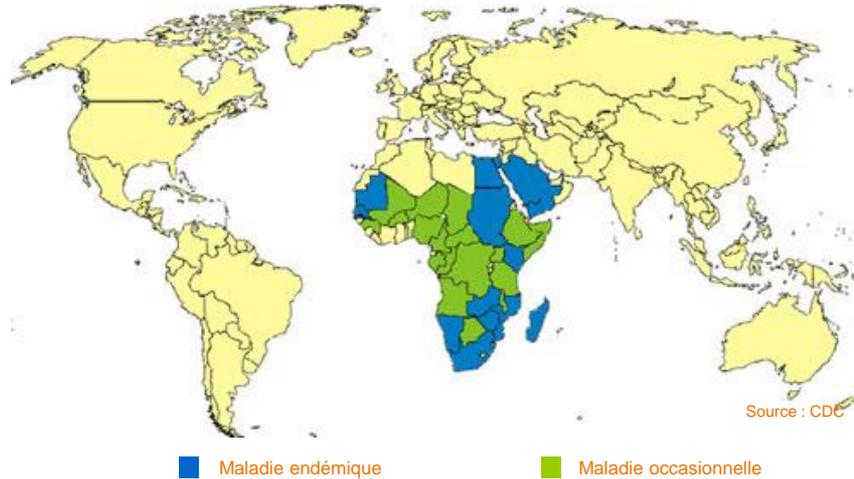
Santé animale
principalement

AdaptFVR : Le Contexte

La Fièvre de la Vallée du Rift est l'une des maladies prioritairement surveillée au Sénégal

Transmise par des moustiques *Aedes vexans* et *Culex poicilipes*

Cette zoonose a des conséquences importantes sur le cheptel et l'économie rurale



- ✓ *Intérêt des acteurs de la santé publique à adapter leur politique de gestion de la santé vétérinaire et humaine et à mettre en place de nouveaux outils de prévision des risques face à l'émergence ou la réémergence des maladies infectieuses.*
- ✓ *Importance des facteurs climatiques et environnementaux dans le déclenchement de certaines épidémies en amplifiant la dynamique de transmission et la diffusion des vecteurs porteurs des agents pathogènes.*
- ✓ *Besoin de prévision des zones d'exposition du bétail et des hommes aux vecteurs de la Fièvre de la Vallée du Rift pour mettre en place des stratégies d'adaptation afin d'atténuer les impacts du climat.*

AdaptFVR : Les partenaires



Coordination du projet
Production des cartes (ZPOM, Vulnérabilités, zones d'exposition du bétail)
Production des bulletins d'information du risque vectoriel



Etude du climat et du changement climatique
Production du bulletin climatique mensuel



Coordination des partenaires sénégalais
Enquêtes de terrain (pastoralisme, environnement)
Validation des cartes de risque vectoriel



Mesures entomologiques
Validation des cartes de risque vectoriel
Lutte anti-larvaire



Mesures sérologiques sur les animaux
Enquêtes socio-économiques du pastoralisme et de santé animale
Utilisation des bulletins d'information du risque vectoriel
Stratégie d'adaptation



Capitalisation et valorisation des résultats via le site d'information
www.redgems.org



AdaptFVR – Objectif 1

Produire et valider des cartes dynamiques des risques d'exposition du bétail aux piqûres des moustiques vecteurs de la FVR

Etape 1 : appréhender et comprendre les mécanismes d'émergence des vecteurs

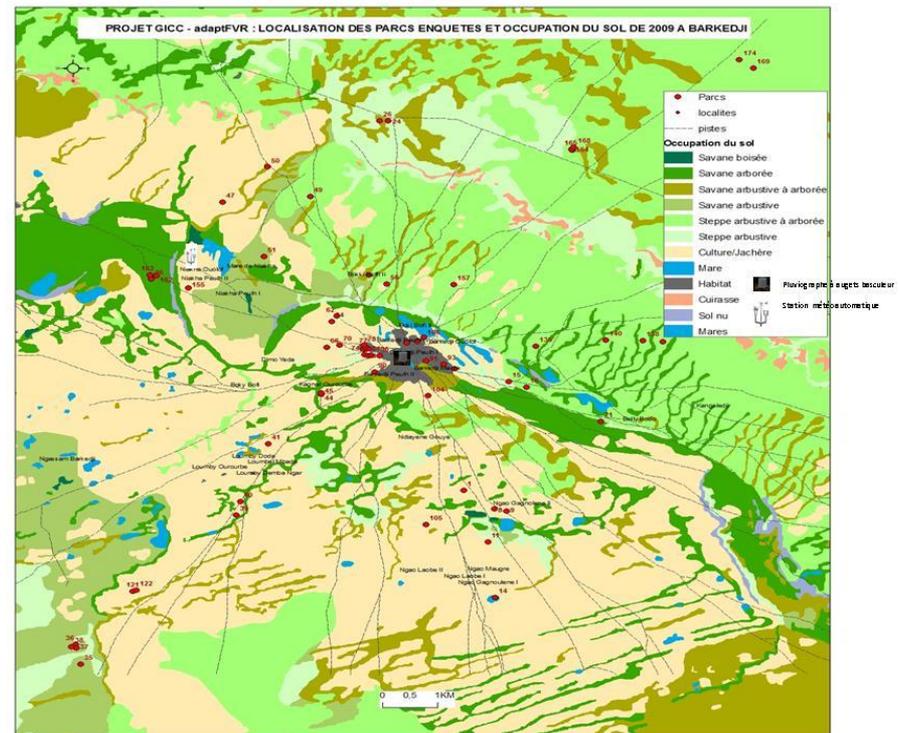
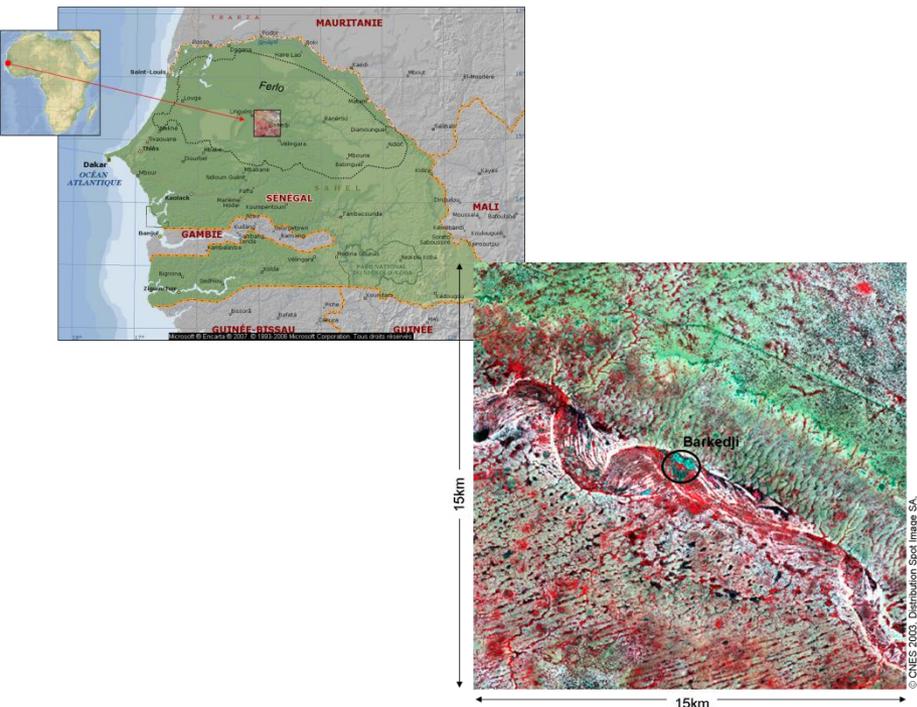
Téledétection

8 images SPOT5 à 10m

Occupation des sols

Classification des mares (turbidité, végétation)

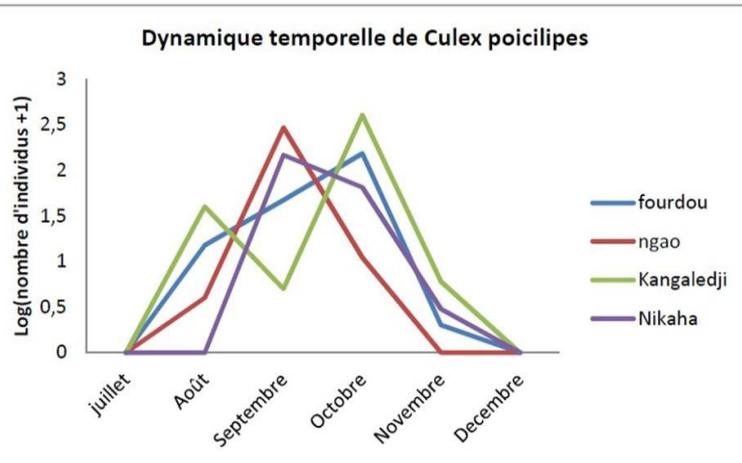
Détection des parcs à animaux



AdaptFVR – Objectif 1

Produire et valider des cartes dynamiques des risques d'exposition du bétail aux piqûres des moustiques vecteurs de la FVR

Etape 1 : appréhender et comprendre les mécanismes d'émergence des vecteurs



Virologie

72 parcs enquêtés (sur 80 prévus)

1129 sérums collectés

127 sérums de bovins

1002 sérums de petits ruminants

IgG et IgM mesurés: pas de circulation en 2010

Météorologie

Pluviométrie normale

Début tardif, fin juin 2010

400mm à Niakha

450mm à Barkédji

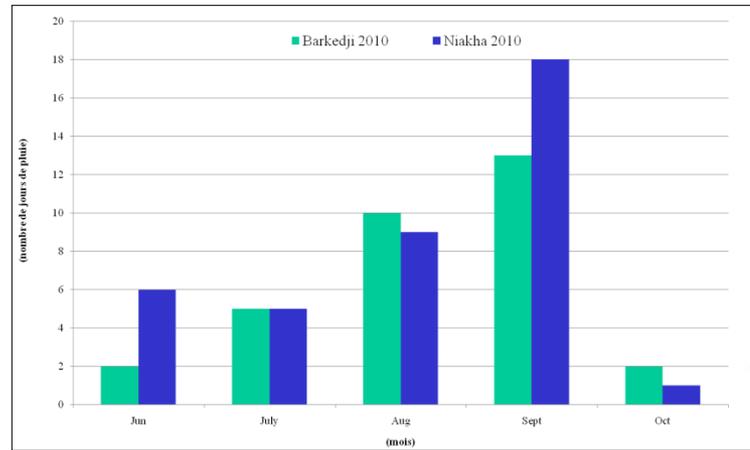
Entomologie

12714 femelles collectées

82% de vecteurs FVR

58% *Aedes vexans*

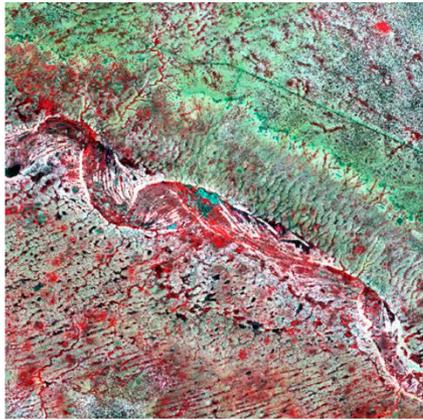
14% *Culex poicilipes*



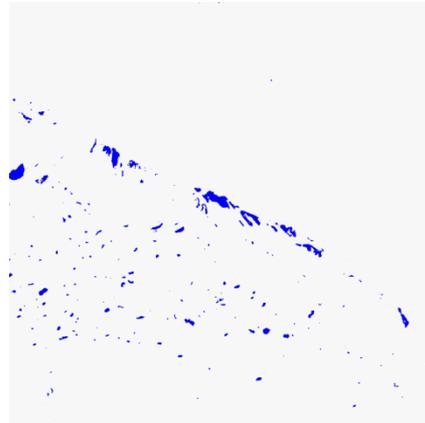
AdaptFVR – Objectif 1

Produire et valider des cartes dynamiques des risques d'exposition du bétail aux piqûres des moustiques vecteurs de la FVR

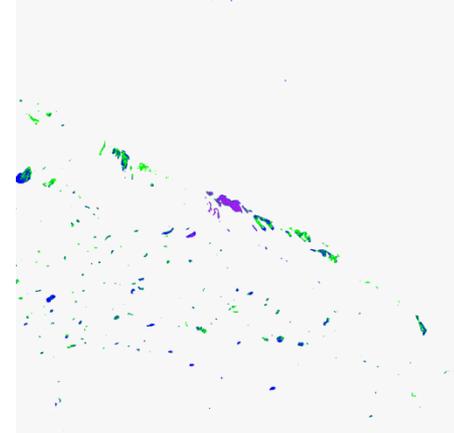
Etape 2 : production de produits spatiaux adaptés et élaboration de modèles prédictifs



15 km



Carte des mares



Caractéristique des mares

(Bleu: eau claire, Vert: végétation, Violet: turbide)

Modélisation

De la pluie => hydrologie des mares => émergence des moustiques = $f(x, y, t)$

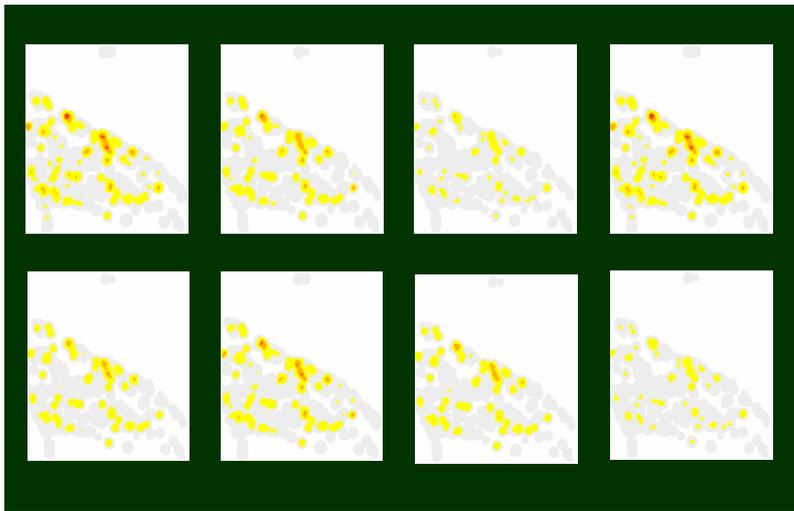
$x=y=10m$ $t= \text{jour}$

AdaptFVR – Objectif 1

Produire et valider des cartes dynamiques des risques d'exposition du bétail aux piqûres des moustiques vecteurs de la FVR

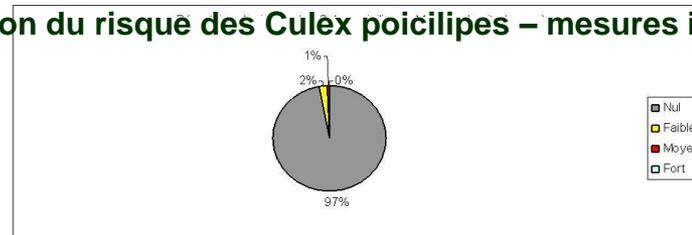
Etape 2 : production de produits spatiaux adaptés et élaboration de modèles prédictifs

ZPOM 3 juil. 4 juil. 5 juil. 6 juillet 2010



ZPOM 7 juil. 8 juil. 9 juil. 10 juillet 2010

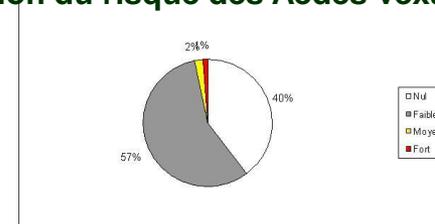
Répartition du risque des Culex poicilipes – mesures in-situ (parcs)



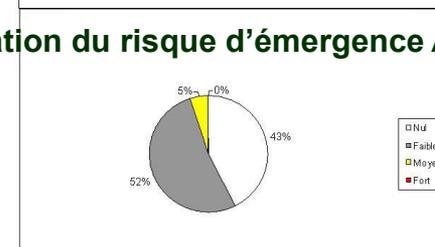
**Comparaison
Risque Culex
Prévision/mesuré**

99% risque nul à faible
Mesuré (97%N, 2%F)
Prévu (82%N, 17%F)

Répartition du risque des Aedes vexans – mesures in-situ (parcs)



Modélisation du risque d'émergence Aedes



**Comparaison
Risque Aedes
Prévision/mesuré**

97% risque nul à faible
Mesuré (40%N, 57%F)
Prévu (43%N, 52%F)

AdaptFVR – Objectif 1

Produire et valider des cartes dynamiques des risques d'exposition du bétail aux piqûres des moustiques vecteurs de la FVR

Etape 2 : production de produits spatiaux adaptés et élaboration de modèles prédictifs

Projet AdaptFVR
Bulletin d'information

7 JULLET 2010 ÉDITION 1, NUMÉRO 1

Sommaire :

- L'objectif du bulletin
- Les données de TRMM
- Evolution de la surface des mares
- Agressivité et présence des vecteurs
- Production de cartes de risque

L'objectif du bulletin

La mise en eau des mares s'est effectuée le mardi 29 juin d'après les précipitations enregistrées par TRMM, nous vous proposons donc un premier bulletin d'information. Son objectif premier est de présenter et fournir les résultats du modèle développé dans le cadre de la production de cartes d'aléa environnemental. Les informations fournies par le modèle sont les suivantes :

- L'évolution de la pluviométrie durant la saison
- L'évolution de la dynamique des mares notamment Niakha, Kangaedji, Barkedji, Loubol, Fourdou et Ngao
- L'évolution de la densité de moustiques
- Production de cartes des zones potentiellement occupées par les moustiques (ZPOM)
- Des statistiques sur la pluviométrie, sur le nombre d'événements pluviométriques, sur le nombre d'événements significatifs et leurs localisations mais aussi des statistiques sur la dynamique des mares comme le nombre de mares restant sur la zone d'intérêt etc.

L'objectif second de ce bulletin est aussi de nous permettre d'améliorer le modèle existant. Cela doit se faire par une remontée d'information indiquant si les informations fournies par le modèle s'avèrent correct ou non. De ce fait, il nous sera possible de revoir la calibration pour une meilleure prédiction du risque environnemental.

De plus, ce bulletin peut être personnalisé dans le sens où il est possible de choisir sa zone d'intérêt et de recevoir toutes les informations sur celle-ci. Par exemple, il suffit juste de données des coordonnées d'un point et l'espace de travail sera une zone de 15km par 15km centrée autour de ce point.

Rédacteurs :
Laurent Imanache
Cécile Vignolles

1

Figure 1 - Zone centrée sur Barkedji

8 bulletins produits

de façon quasi-opérationnelle

durant la saison des pluies 2010 et

fournis aux partenaires du projet

Conclusion Objectif

1

AdaptFVR – Objectif 2

Etudier l'impact de la variabilité du climat sur la prévision du risque vectoriel

La dynamique des pluies au Sahel est fonction d'au moins 4 échelles de temps:

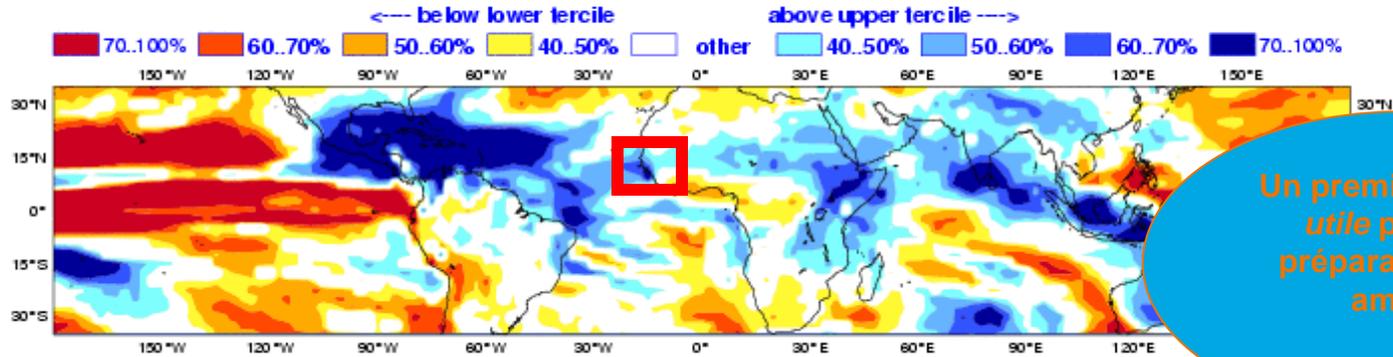
- l'échelle saisonnière, ~3 mois glissants, JJA-JAS, Mousson d'été sur l'Afrique de l'Ouest
- l'échelle interannuelle, 2-8 ans (QBO, Atlantic ENSO)
- l'échelle dite basses fréquences, Quasi-décennale (QDO/NAO) et Multi-décennale (AMO)
- changement climatique, jusqu'à la fin du 21eme siècle

Note: *Toutes ces échelles inter-agissent de manières non linéaires*

Prévisions Saisonnières Stochastiques (déciles/terciles)

EUROSIP multi-model seasonal forecast
 Prob(most likely category of precipitation)
 Forecast start reference is 01/08/10
 Unweighted mean

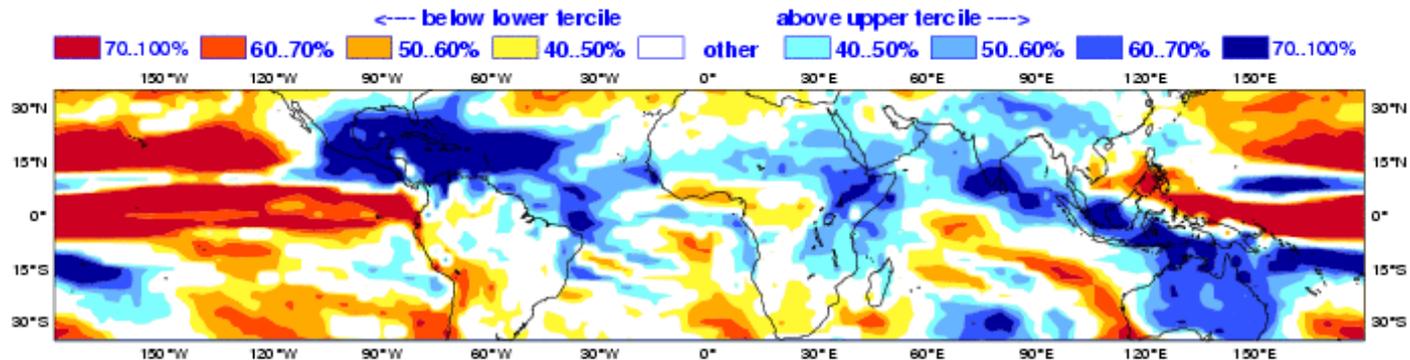
ECMWF/Met Office/Météo-France
 JAS 2010
 No significance test applied



Forecast issue date: 15/08/2010

EUROSIP multi-model seasonal forecast
 Prob(most likely category of precipitation)
 Forecast start reference is 01/08/10
 Unweighted mean

ECMWF/Met Office/Météo-France
 JAS 2010
 No significance test applied



Forecast issue date: 15/08/2010

ECMWF

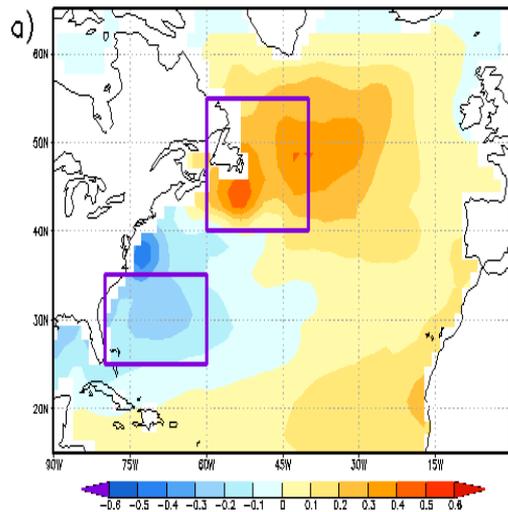
cnes

Basses Fréquences combinées: QDO/NAO et AMO

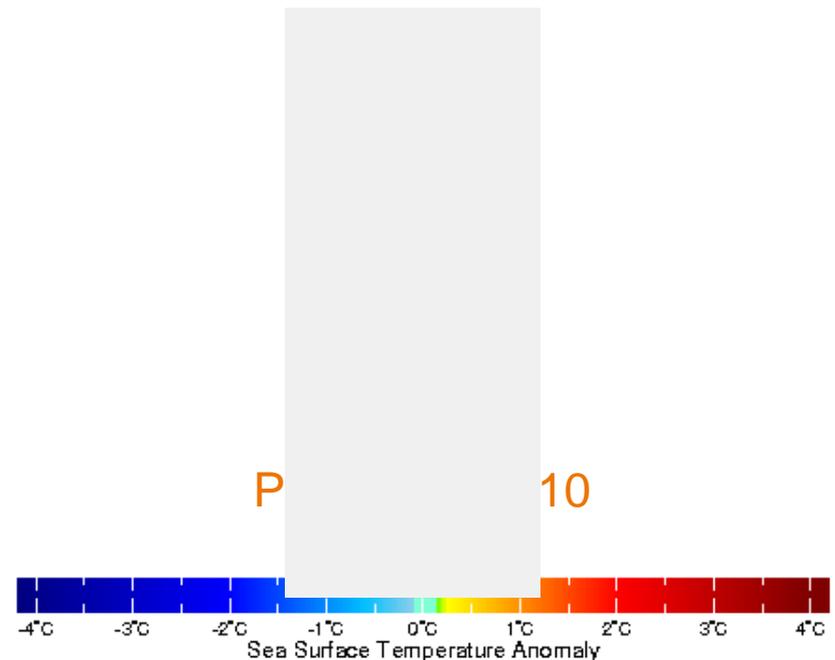
QDO et AMO : le tripole SST

Indice SST

2009	-0.022	-0.128	-0.129	-0.094	-0.030	0.161	0.268	0.191	0.096	0.207	0.107	0.121
2010	0.077	0.210	0.322	0.466	0.495	0.485	0.492	0.569	0.491	0.367	0.278	0.249
2011	0.182	0.144	0.092	0.128	0.181	0.215	0.136	0.189	0.192	0.103	-0.035	-0.010
2012	-0.031											

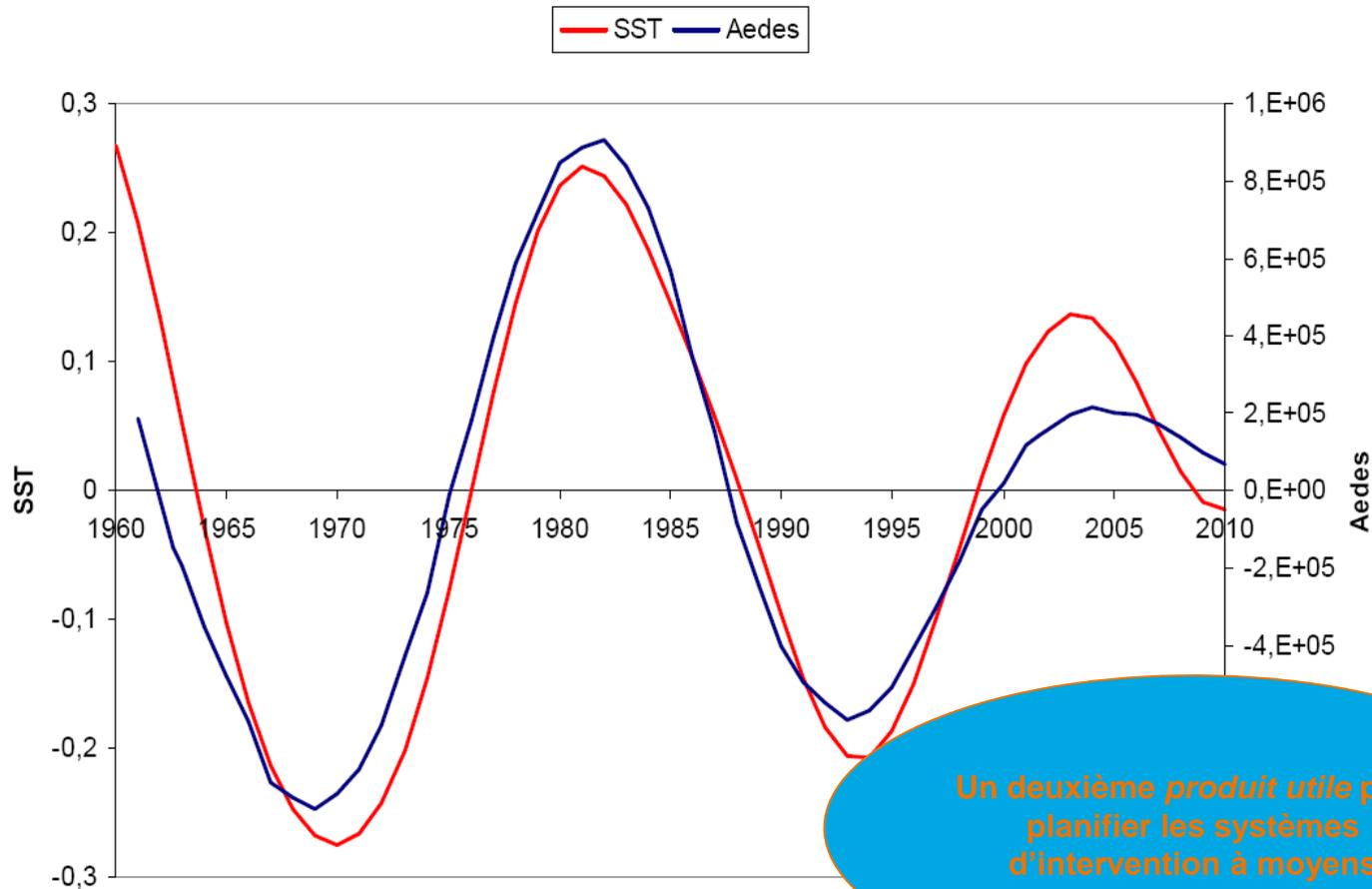


Tripole Statistique



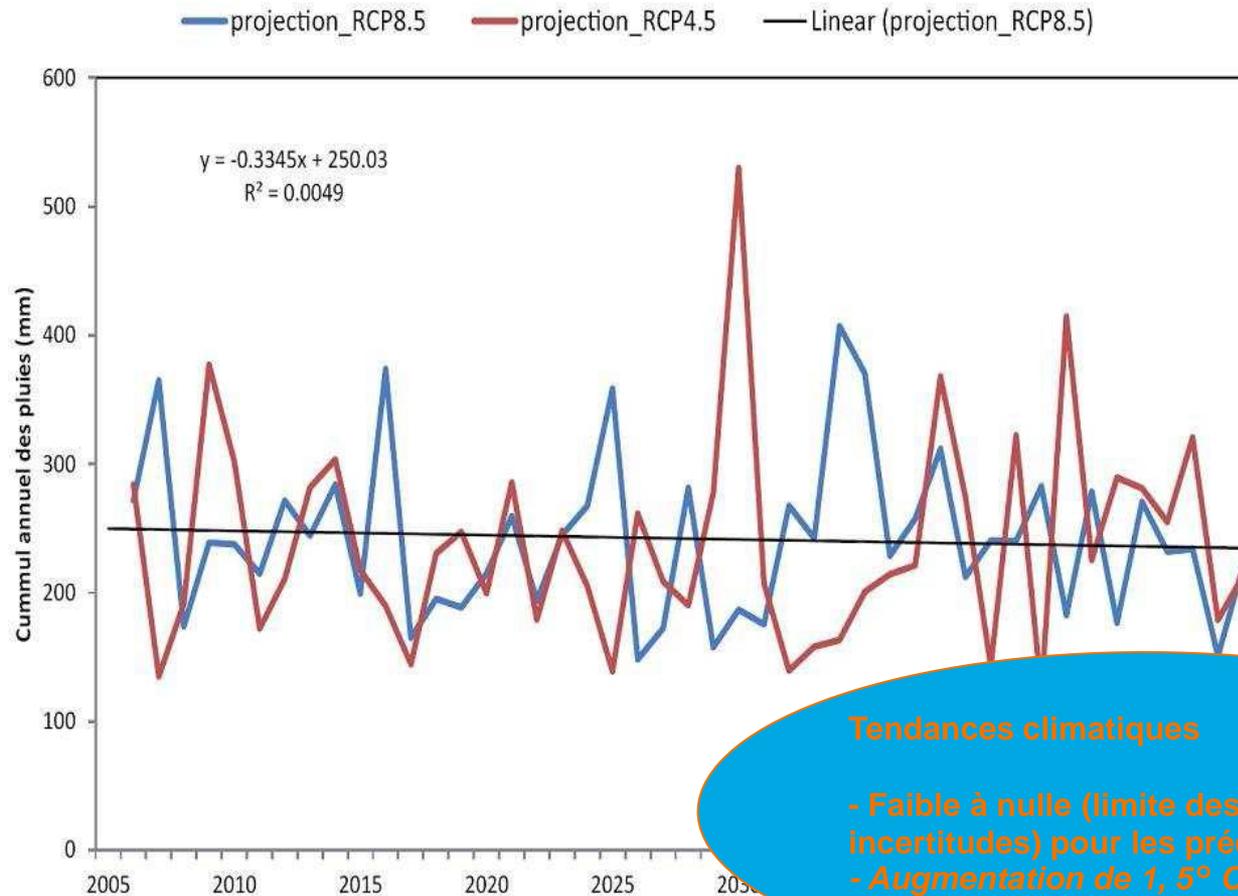
Tendance pour avoir une ITCZ plus au Nord sur l'Afrique de l'Ouest en 2010

Phasage SST Basses Fréquences et Production de Vecteurs



Un deuxième produit utile pour planifier les systèmes d'intervention à moyens termes

Scénarios Climatiques à partir de COordinated Regional climate Downscaling Experiment: CORDEX Afrique



Tendances climatiques

- Faible à nulle (limite des incertitudes) pour les précipitations
- Augmentation de 1, 5° C pour la température annuelle moyenne

Representative Conservation Pathways (RCPs):
8.5 W/m² ~1,370 ppm CO₂ fin 21^{ème} siècle et croissant
4.5 W/m² ~ 650 ppm CO₂ stabilisé

AdaptFVR – Objectif 2

Etudier l'impact de la variabilité du climat sur la prévision du risque vectoriel

- La *prévision saisonnière probabiliste* n'est pas adaptée aux mécanismes de la modélisation qui a un pas de temps journalier; intéressante mais trop globale
- Les *prévisions interannuelles à basse fréquences*, basées sur des corrélations statistiques entre la SST (température de surface de l'océan) et la densité de vecteurs *Aedes*, sont prometteuses
 - L'étude sur la période 1960-2010, montre des phasages positifs entre les deux séries chronologiques.
 - Une adaptation à moyen terme devient donc possible : c.à.d des anomalies positives/négatives de SST sur des périodes de 10-15 ans sont associées à une augmentation/réduction de la production d'*Aedes* au début de la saison des pluies au Ferlo.
- Changement climatique: tendance indique peu de changement / précipitations; températures augmentent de 1,5°C

Conclusion Objectif
2

AdaptFVR – Objectif 3

Etudier les processus d'adaptation dans la gestion du pastoralisme (santé animale principalement) face aux risques prédits

Des mesures « anticipatives » d'adaptation

➤ Production et dissémination du Bulletin AdaptFVR de prévision de l'émergence des *Aedes* et des *Culex*

➤ Utilisation du Bulletin AdaptFVR à travers des actions ciblées

✓ *Eloigner les troupeaux des zones à risque*

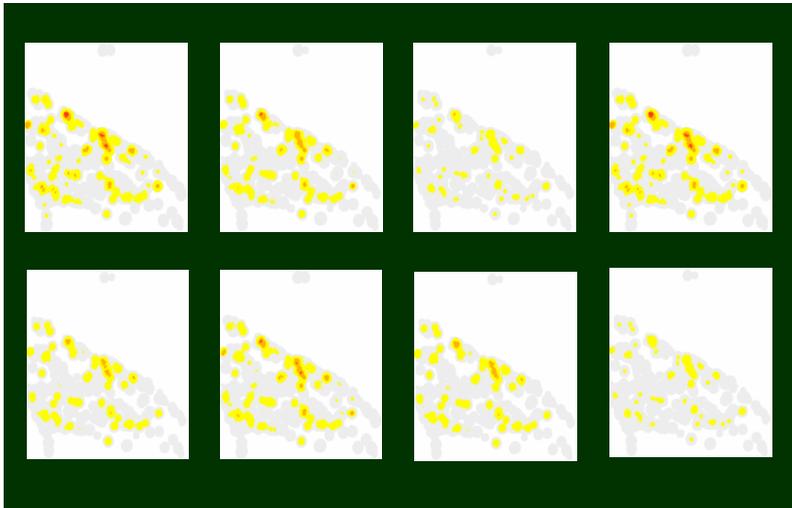
✓ *Organiser la lutte anti-larvaire*

✓ *Organiser au besoin la vaccination*

➤ Mise en œuvre de la stratégie d'adaptation par des actions de communication : nationale et locale (Unité pastorale)

AdaptFVR – Informations et Mesures d'adaptation

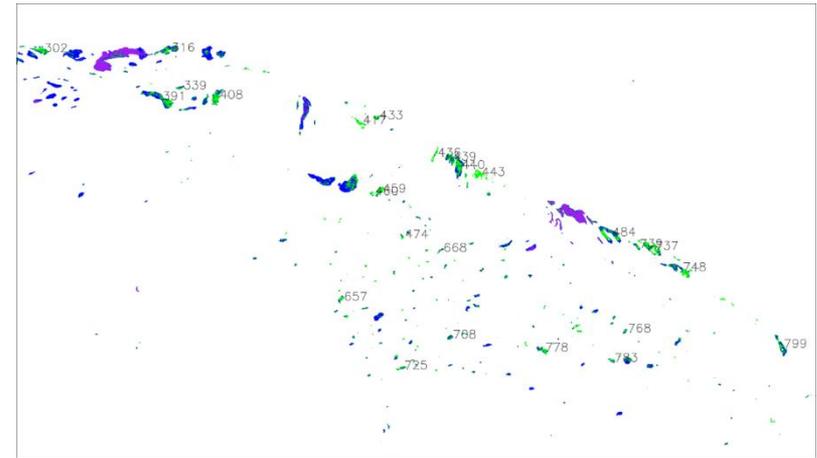
ZPOM 3 juil. 4 juil. 5 juil. 6 juillet 2010



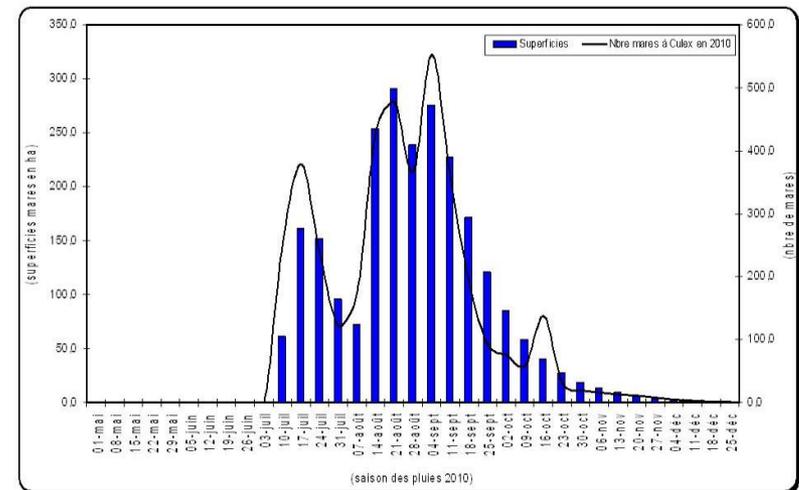
ZPOM 7 juil. 8 juil. 9 juil. 10 juillet 2010

Prévision du risque vectoriel
Eloigner les troupeaux des zones à risque
Organiser la lutte anti-larvaire
Organiser au besoin la vaccination

Conclusion Objectif 3



Mares à Aedes, Mares à Culex



Evolution de la superficie et du nombre des mares

Organiser la lutte anti-larvaire
Organiser au besoin la vaccination

AdaptFVR – Conclusion et Perspectives

- Un projet fructueux qui
 - ✓ Fournit une prévision du risque vectoriel pour les vecteurs de la FVR
 - ✓ Intègre cette prévision dans le Système de Surveillance des Epidémies du Sénégal
 - ✓ Débouche sur une stratégie et des mesures d'adaptation
- Un transfert du modèle du CNES vers le CSE au Sénégal pour assurer la mise en oeuvre de la stratégie d'adaptation
- Impact régional sur la prévision du risque vectoriel de la Fièvre de la Vallée du Rift

Conclusion de la
Coordination

AdaptFVR – Valorisation scientifique

Habilitation à Diriger la Recherche :

Soutenance de Jacques-André NDIONE le 22 juin 2012, Université de Bourgogne, Centre de Recherche de climatologie, « Approche intégrée du complexe environnement-climat-maladies vectorielles au Sénégal : synthèse de travaux sur la fièvre de la vallée du rift, la dengue et le paludisme »

Stages de Mastère :

- Clément GUILLOTEAU, projet de fin d'étude ENSEEIHT, « Apport des outils spatiaux au suivi de la Fièvre de la Vallée du Rift : estimation et prévision des densités de vecteurs », septembre 2012, 55 pages
- Matias ALCOBA, rapport de Mastère 2, « Apport des outils spatiaux au suivi de la Fièvre de la Vallée du Rift », juillet 2011, 35 pages
- Laurent IMANACHE, rapport de Mastère 2, « Fièvre de la Vallée du Rift : mise en place d'un système de prévention et d'alerte précoce », septembre 2010, 35 pages

Publications :

- Cissé A., Bah A., Drogoul A., Cissé A.T., Ndione J.-A., Kébé C.M.F., 2012. Un modèle à base d'agents sur la transmission et la diffusion de la fièvre de la vallée du Rift à Barkédji (Ferlo, Sénégal). *Studia Informatica Universalis*, 77-97.
- GeoCarto, NASA Earth Observation Program for Public Health Special issue, December 2012, "CNES strategy, satellite data and modeling for public health: towards a cooperation with NASA », Murielle Lafaye and Cécile Vignolles, CNES; John Haynes and Sue Estes, NASA.
- CNES Mag 2011, « Au Sénégal, le satellite protège les troupeaux », Murielle Lafaye et Cécile Vignolles, CNES
- Cécile Vignolles, Yves M. Tourre, Oscar Mora, Laurent Imanache, Murielle Lafaye, « TerraSAR-X high-resolution radar remote sensing : an operational warning system for Rift Valley Fever risk », *Geospatial Health* 5(1), 2010, pp.22-31

En cours de soumission:

-Dia I., Ndione J.-A., By Y., By D., Bocoum O., Diallo M., 2010. Mosquito species diversity and abundance in relation to land use/land cover in the Sahelian area of Senegal. *Soumis à Acta Tropica*.

A venir:

- Adaptation, DSV*
- Hétérogénéité des pluies et modélisation, CNES*