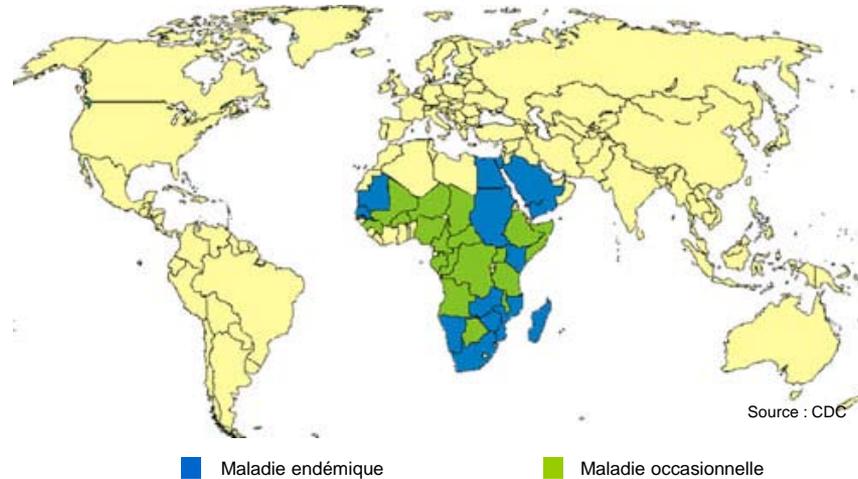


GICC_Projet AdaptFVR

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

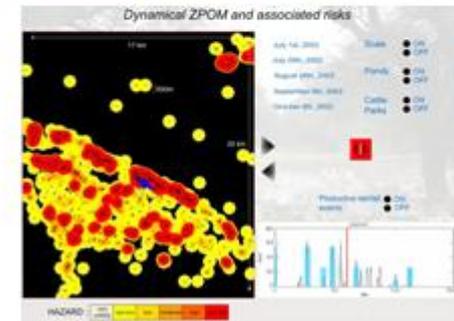
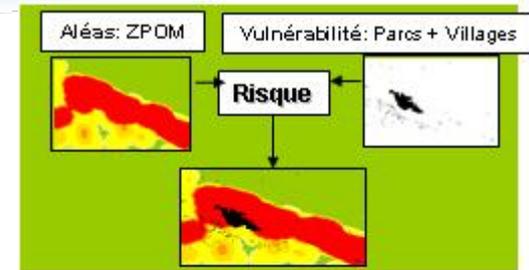
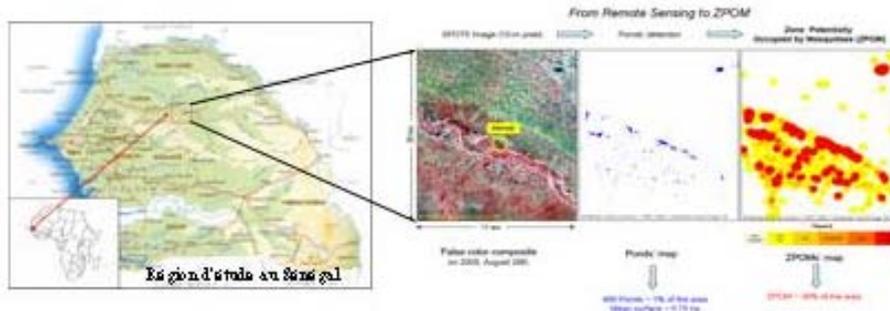


Le Contexte



- ✓ *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.*

Les objectifs



- ✓ *Analyser les mécanismes d'émergence et de dispersion des vecteurs de la FVR (moustiques *Aedes Vexans* et *Culex poicilipes*)*
- ✓ *Réaliser et délivrer des produits spatiaux adaptés : Zones potentiellement occupées par les moustiques (ZPOM) et Zones d'exposition du bétail aux moustiques (Carte de Risque)*
- ✓ *Etudier l'impact du climat sur la prévision du risque à différentes échelles (prévision saisonnière, variabilité interannuelle et basse fréquence, changement climatique)*
- ✓ *Produire et diffuser aux utilisateurs des cartes de risque pour une meilleure gestion de la santé animale et du pastoralisme, en vue d'une stratégie d'adaptation*

Les partenaires



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



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



Validation des cartes
Enquêtes de terrain (pastoralisme, environnement)



Validation des cartes de risque
Mesures entomologiques



DI REL/DSV

Validation des cartes
Enquêtes socio-économiques du pastoralisme et de santé animale
Mesures sérologiques sur les animaux



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



Etude du risque en fonction de la variabilité spatio-temporelle du climat

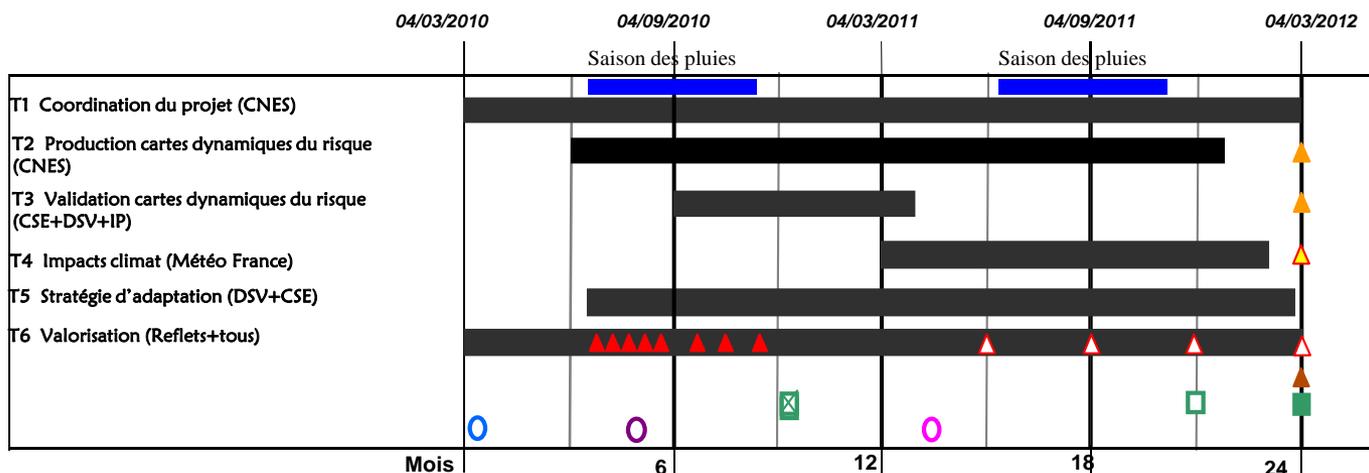
Contribution METEO-France: D-Clim +GAME/CNRM (2010-2011)

- ✓ **Dynamique des pluies au Sahel (Ferlo, Sénégal)**
Trois échelles de temps à envisager:
 - **saison: mousson d'été**
 - **inter-annuelle à basses fréquences: 2 à 20 ans (QBO & ENSO & QDO)**
 - **multi-décennale (AMO/THC; 40-60 ans) & changement climatique (CC)**

- ✓ **Produits directs et associés (outils/dates)**
 - **prévision saisonnière + Bulletin Climatique Global: Arpège-Climat4 (début printemps 2010) + Eurosip (mensuel, 2010-2011)**
 - **analyses diagnostiques: Statistiques dans domaine des fréquences (deuxième semestre 2010)**
 - **scenarii GIECC 21 Siècle: Arpège-Climat5 (mi-2010)**
 - **enrichissement du site d'information RedGems (RedGems.org): 2010-2011**
 - **contribution aux systèmes d'alerte précoce (SAP): systèmes d'informations de la santé (SIS, en continu)**

- ✓ **Rapport final (fin 2011)**

Calendrier du projet



Notification du contrat sudcontrat ↑

- Kick-off meeting en téléconférence
- Réunion d'avancement à Dakar
- Réunion d'avancement à Toulouse

- Draft du rapport final
- Rapport final
- Rapport intermédiaire

- Cartes aléas / vulnérabilité / risque
- Base de données de campagne de terrain
- Bulletins d'information
- Etude climat échelles saisonnière, interannuelle, Changt.Clim
- Diffusion de l'information via le site Redgems

Tâche 1 : coordination du projet

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Réunion préparatoire	Préparation et coordination des travaux à réaliser et des campagnes de mesures de terrain	Tenue du 28/06 au 04/07 2009	En plus	Réunion de démarrage, à notification de la subvention
Réunion de démarrage	Lancement des activités et calage final des campagnes de terrain	Tenue du 3 au 5 mai 2010	Conforme	Réunion d'avancement , quand les campagnes de mesures de terrain seront terminées
Réunion d'avancement	Point d'étape, préparation du rapport intermédiaire	Tenue le 04/11/2010	En plus	Réunion d'avancement
Réunion d'avancement	Présentation et analyse des mesures de terrain et des bulletins ZPOM	A venir, avril 2011	Conforme	Réunion d'analyse de l'impact climatique, dernier trimestre 2010

Tâche 2 : production des cartes dynamiques de risque

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Modèle ZPOM Culex et amélioration modèle Aedes	Introduction du modèle de production des culex (modèle aedes déjà implanté)	Stage de Laurent Imanache (mars-septembre 2010)	Conforme	Production des bulletins ZPOM
Production des cartes de risque ZPOM	Mise au point , production et fourniture des bulletins d'information de ZPOM aux partenaires du projet	Fourniture des bulletins (07/07/2010, 10/07/2010, 19/07/2010, 02/08/2010, 16/08/2010, 16/09/2010, 01/10/2010, 15/11/2010)	Conforme	Analyse adéquation des bulletins produits/besoin de la DSV

Tâche 3 : validation des cartes dynamiques de risque

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Mesures des données entomologiques	Campagne de mesures de terrain de juin à décembre 2010	Réalisées sur 80 sites tests (parcs et campements)	Conforme, et sites supplémentaires pris en compte (80 sites investigués au lieu des 20 sites initialement prévus)	Analyse des résultats de mesures ; carte des densités vectorielles ; comparaison mesures/modèle
Mesures des données climatiques	Campagne de mesures de terrain de juin à décembre 2010	Relevé des stations automatique de Niakha et Barkedji	Conforme, et mesures sur sites supplémentaires	Analyse des résultats ; comparaison mesures/modèle
Mesures des données environnementales (physico-chimiques, limnimétrie, dégradation des terres, pastoralisme...)	Campagne de mesures de terrain de juin à décembre 2010	Relevé des stations automatique de Niakha et Barkedji	Conforme, et mesures sur sites supplémentaires	Analyse des résultats ; comparaison mesures/modèle
Mesures des données vétérinaires	Mesures des sérologies et enquêtes auprès des éleveurs de juin à décembre 2010	Réalisés sur 80 sites tests (parcs et campements)	Conforme, et mesures sur sites supplémentaires	Analyse des résultats
Acquisition d'images satellites	Acquisition entre juin et décembre 2010	Réalisée en coordination avec les campagnes de mesures de terrain (1 par mois)	Conforme	Analyse des images et comparaison des surfaces en eau entre terrain/modèle ; pertinence des images satellites pour la détection des parcs et des campements ; discrimination entre couverture végétative ligneuse et herbacée

Tâche 4 : étude du risque en fonction de la variabilité spatio-temporelle du climat

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Etude variabilité saisonnière		A venir (2011)	Retard	
Etude des variations climatiques naturelles		A venir (2011)	Conforme	
Changement climatique anthropique		A venir (2011)	Conforme	

La Tâche 4, Etude de variabilité saisonnière, a été décalée à début 2011, compte tenu de la date de notification de la subvention
 CE RETARD NE MET PAS EN CAUSE LES FUTURS RÉSULTATS DU PROJET.

Tâche 5 : stratégie d'adaptation du pastoralisme au risque climatique

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Stratégie d'adaptation		A venir (fin de projet)	Conforme	

Description	Réalisation	Etat	Conformité / proposition	Suite
Publications	'Low-frequency climate variability in the Atlantic basin during the 20th century', Tourre et al, 2010, American Science Letter	Publié, mars 2010	Conforme	
	C. Vignolles, M. Lafaye, A. Güell, Y. M. Tourre, J-A. Ndione, and J-P. Lacaux, (2010): Rift Valley Fever (RVF) in Barkedji (Senegal) Zones Potentially Occupied by Mosquitoes (ZPOMs), Dynamics, Mapping and RVF Risks. EDEN International Conference, Montpellier, France, 10-12 May 2010.	Publié, mai 2010		
	Vignolles, C. (2010): Tele-epidemiology, which contribution for Earth Observation satellite data? : Toulouse Space Show 10. Space Applications, Toulouse, 8-11, June 2010.	Publié, juin 2010		
	Vignolles, C., Y. M. Tourre, O. Mora, and M. Lafaye, (2010): TerraSAR-X high-resolution radar remote sensing: an operational warning system for Rift Valley fever risk, Geospatial Health, 5(1), 23-31	Publié, novembre 2010		
Introduction du projet AdaptFVR sur RedGems	Création d'un onglet AdaptFVR	Réalisé	Conforme	Enrichissement
Bulletins d'information	Production et diffusion des bulletins d'information auprès des partenaires	8 bulletins	Conforme	Mise à disposition dans RedGems
Prévisions saisonnières	Prévision mensuelle	A venir	Retard	Mise à disposition dans RedGems
Résultats des campagnes de mesures	Diffusion via RedGems	A venir	Conforme	Mise à disposition dans RedGems

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux scientifiques en Entomologie

Choix des sites d'échantillonnage (parcs à bestiaux) <= mission conjointe de reconnaissance de terrain en mai 2010 entre l'IPD, le CSE et la DSV.

Critères de choix :

- i) la distance par rapport aux points d'eau,
- ii) la nature des parcs (bovins ou petits ruminants),
- iii) le type (permanent ou transhumant).

Les coordonnées géographiques de chacun de ces parcs ont été relevées.
 296 pièges lumineux de type CDC avec CO2 ont été posés de juillet à décembre dont
 100 dans des parcs situés entre 0-300 m,
 99 à 300-500 m et
 97 à plus de 500 m

Un échantillonnage complet a été fait sur 4 jours chaque mois en juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre.

Identification morphologique des moustiques + détermination de la source de provenance du sang des femelles collectées à l'état gorgé

Premiers résultats:

12648 moustiques ont été collectés appartenant à 32 espèces et 5 genres. Les genres *Aedes* (64,94%) et *Culex* (9,18%) ont été plus représentés.
 Une base de ces données entomologiques est disponible

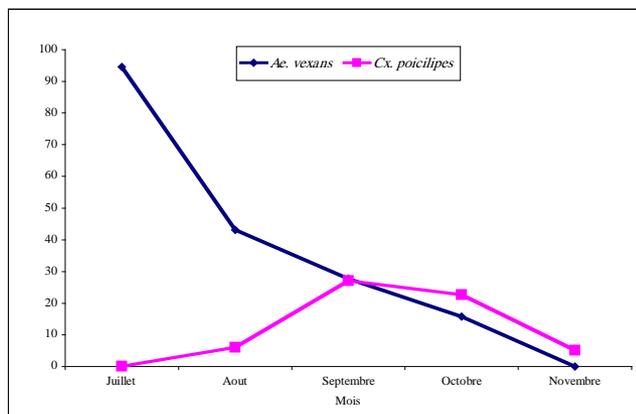


Figure : Dynamique temporelle de l'abondance des femelles d'*Ae. vexans* et *Cx. poicilipes*

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux scientifiques en Environnement



Relevés de la station météorologique de Niakha



Etat de la végétation dans les mares (Niakha)



Troupeaux aux environs de Ngao



Relevés pour mesures de l'état physico chimique des mares

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux scientifiques en Environnement

Tableau : Métadonnées des données environnementales

Thèmes	Paramètres collectés	Pas de temps
Climat	Pluviométrie* Température Humidité Vents ETP	Données journalières
Hydrologie (mares concernées : Niakha, Kangaedji, Furdu et Ngao)	Hauteur d'eau dans les mares	Données journalières
Qualité de l'eau (mares concernées : Niakha, Kangaedji, Furdu, Ngao et Beliboda)	pH conductivité salinité TDS température Matières en suspension**	Données journalières au niveau des mares (10 à 15 points de mares sont échantillonnés en fonction de la superficie et de la

(*) La pluviométrie est mesurée à Niakha et Barkédji

(**) Les matières en suspension sont déterminées après analyse au Laboratoire d'Hydrochimie, sis à la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD. A chaque mission, trois (3) échantillons d'eau sont prélevés par mare, soit 15 échantillons.

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux scientifiques Vétérinaires

Les prospections vétérinaires ont été effectuées par la DSV durant la saison des pluies 2010 à Barkédji:

- du 19 au 23 mai 2010: mission de prospection et de validation des sites de surveillance de la fièvre de la vallée du Rift à Barkédji ;
- du 21 au 26 juillet 2010: mission de surveillance active de la fièvre de la vallée du Rift des troupeaux sentinelles à Barkédji ;
- du 26 au 31 août 2010: mission de surveillance active de la fièvre de la vallée du Rift des troupeaux sentinelles à Barkédji.

Période	Troupeaux
Juillet	16 troupeaux :- 11 troupeaux de petits ruminants (329 petits ruminants)- 5 troupeaux de bovins (71 bovins) Total : 400 animaux
Août	14 troupeaux :- 12 troupeaux de petits ruminants (344 petits ruminants);- 02 troupeaux de bovins (25 bovins), Total : 369 animaux
Septembre	
Octobre	
Novembre	

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux scientifiques d'Analyse Climatique

La dynamique des pluies au Sahel est régie par au moins trois échelles de temps :

- (1) *saisonnière* avec la mousson d'été de juillet à septembre,
- (2) *interannuelles* allant du quasi-biennal (QB) au quasi-décennal (QD) et multi-décennal (MD) et
- (3) le changement climatique (CC) d'origine anthropique, à l'échelle régionale.

➤ Echelle saisonnière et Mousson d'été Ouest Africaine

Une étude bibliographique préliminaire a été réalisée.

Lieux des études	Méthodes	Coefficient de corrélation
En Afrique de l'ouest, au Sahel et au Sénégal	GCM (dont ARPEGE)	0.3 - 0.5
	GCM + désagrégation	0.5 - 0.7
	GCM + statistiques (dont ARPEGE)	0.6 - 0.8
Hors Afrique de l'ouest et au Burkina	stochastique	> 0.8

Tableau 6 : Comparaison des différentes méthodes de prévisions saisonnières de la mousson. Coefficient de corrélations entre les cumuls mensuels de pluie et les quantités obtenues à partir des modèles numériques.

Les GCMs sont des modèles dynamiques couplés océan-atmosphère de grande échelle, comme le modèle ARPEGE de Météo-France.

Les modèles stochastiques sont des méthodes statistiques.

Il a été montré que les méthodes stochastiques locales telles que les réseaux de neurones, chaînes de Markov, méthode ARIMA (ou fragments) donnent les meilleurs résultats pour la prévision saisonnière à l'échelle locale.

Ces méthodes seront utilisées à partir des données de pluies, mesurées dans plusieurs stations du Ferlo depuis 1961.

Ce travail, d'une durée de quatre mois environ, débutera en janvier 2011 au sein de la division climatique de Météo-France.

➤ Variations climatiques naturelles

➤ Changement climatique anthropique:

❖ A partir des simulations globales de la dernière version du modèle ARPEGE-Climat (METEO-France) et de la désagrégation dynamique spatiale, les tests sur les scénarii GIEC appliqués à l'Afrique de l'Ouest seront évalués courant 2011.

Ces simulations seront mises à disposition du projet (séries quotidiennes ou mensuelles) pour évaluer les impacts du changement climatique (avec ses incertitudes) sur la pluviométrie au Sahel en général et au Sénégal en particulier.

❖ Evolution envisagée est de préparer une version 5.3 dans le cadre de la participation à l'expérience CORDEX sur les domaines Afrique et Méditerranée avec les modèles ALADIN et ARPEGE étiré, en incluant le couplage régional pour la Méditerranée.

❖ Etudes préparatoires ont été menées en 2010 pour préparer ce couplage en utilisant par exemple ERA-Interim comme forçage latéral.

Ces tests ont été menés sur la période 1958-2008. Des simulations sont prévues en 2011 aussi dans le cadre de CORDEX.

GICC_Projet AdaptFVR

Travaux de production de Cartes ZPOM

Produits de juin à fin septembre

Exemple: cartes du mois de juillet



GICC_Projet AdaptFVR Travaux à venir

- **Analyse des résultats => Réunion de travail programmée en avril**
- **Etude climatique saisonnière**
- **Réunion de travail / climat saisonnier**
- **Etude climatique des variations naturelles et changement climatique**
- **Réunion de travail sur les impacts et la stratégie d'adaptation**

GICC_Projet AdaptFVR Vers un système d'alerte précoce...

Les « Applications Aval » au CNES...une volonté d'aller vers des services opérationnels

GICC AdaptFVR participe de notre stratégie

il constitue la phase de validation avant le passage en service opérationnel:

- **Discussions avec les partenaires sénégalais / positionnement du Ministère de l'Elevage / CSE**
- **Réflexion économique**
- **Partenariat économique**
- **Appel à Projets d'Applications Innovantes du CNES : cofinancement d'un futur service opérationnel**