



Atelier scientifique et lancement de l'initiative Casamance : un réseau scientifique
au service du développement en Casamance :

**Eaux et sociétés face au changement climatique dans le bassin de la
Casamance**

Ziguinchor, Sénégal, 15-17 juin 2015

Sessions 1:

Le climat de la Casamance : évolution et tendances du climat

Thème:

**LE CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE BASSIN
VERSANT DE LA CASAMANCE: EVOLUTION ET
TENDANCES DU CLIMAT, IMPACTS SUR LES
RESSOURCES EN EAU ET STRATEGIES D'ADAPTATION**

**Présentateur: Cheikh FAYE,
Enseignant-chercheur, UASZ, Département de Géographie**

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- I. INTRODUCTION
- II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE
- III. DONNEES ET METHODES
 - 1. Données
 - 2. Méthodes
- IV. RESULTATS
 - Evolution et tendances du climat
 - Impacts sur les ressources en eau
 - Stratégies d'adaptation
- V. CONCLUSION

I. INTRODUCTION

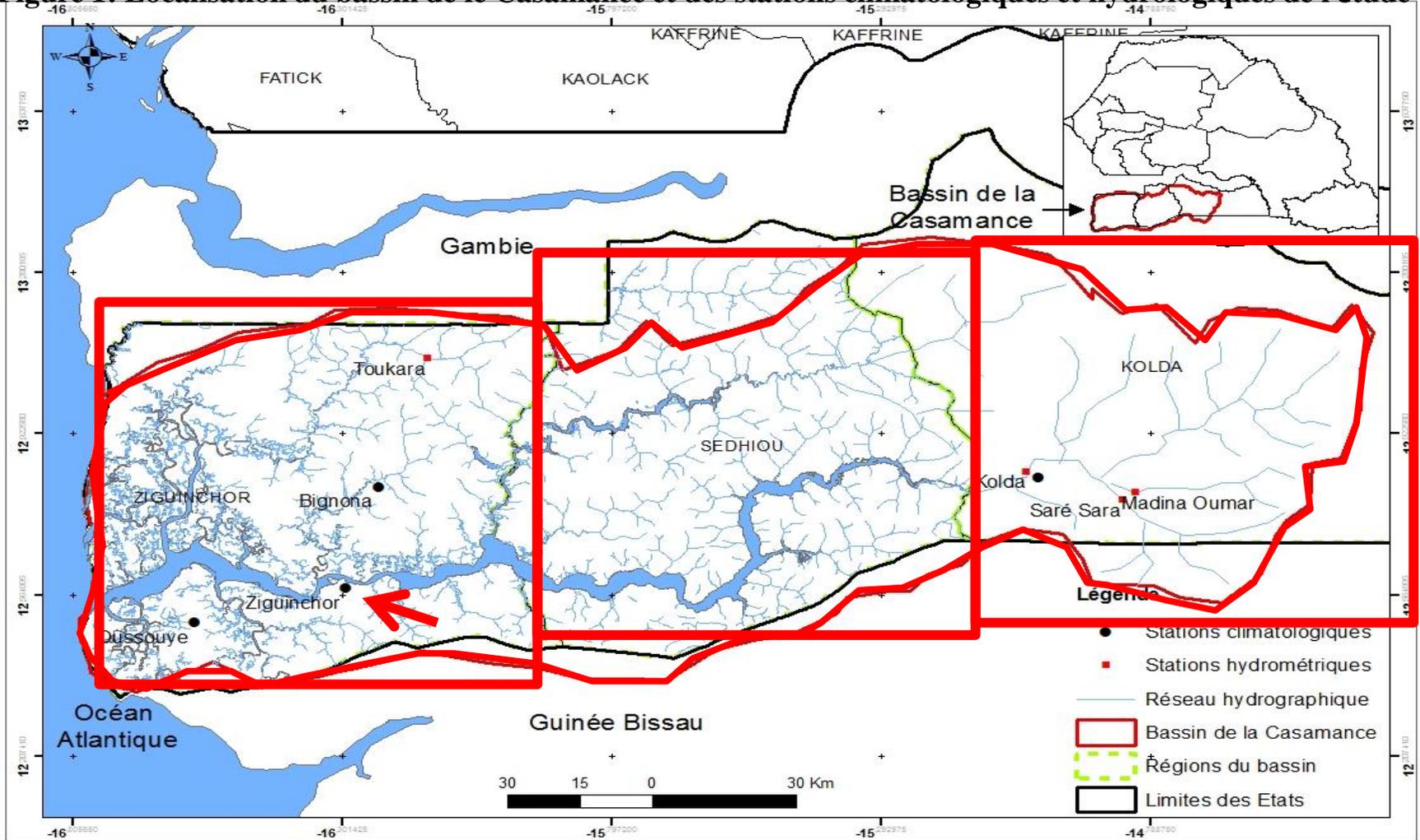
- ❑ Le changement climatique, une des plus grandes préoccupations actuelles de la planète
 - ❑ Une augmentation de la température moyenne au cours du 20^{ème} siècle de l'ordre de 0,6 à 0,2°C
 - ❑ La diminution de la pluviométrie en quantité et en durée
 - ❑ L'accentuation des catastrophes naturelles...
- ❑ Une fréquence et une intensité des événements extrêmes (inondations et sécheresses)
- ❑ D'énormes défis en matière de gestion des ressources en eau des bassins fluviaux de l'Afrique de l'Ouest.

I. INTRODUCTION

- ❑ Le travail a pour objectif la caractérisation de l'évolution et des tendances du climat dans le bassin de la Casamance.
- ❑ Il est basé sur une analyse :
 - ❑ de la variabilité spatio-temporelle des paramètres climatiques comme:
 - ❑ les températures
 - ❑ la pluviométrie
 - ❑ de leurs impacts sur les ressources en eau
 - ❑ des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Figure 1: Localisation du bassin de le Casamance et des stations climatiques et hydrologiques de l'étude



© 2013 Université de Ziguinchor, Centre de Recherches et d'Analyses Scientifiques et Techniques (CRASAT).
Tous droits réservés. Toute réimpression ou utilisation non autorisée sans la permission écrite de l'auteur est formellement interdite.
N° de dépôt de la Bibliothèque Nationale de France: 2013/005431/1389.

III. DONNEES ET METHODES

1. Données

- ❑ Les données climatologiques utilisées concernent
 - ❑ les températures de la station de Ziguinchor :
 - ❑ les températures minimales;
 - ❑ les températures maximales;
 - ❑ les cumuls de pluies des stations de Ziguinchor, Kolda, Bignona et Oussouye.
- ❑ Ces données recueillies auprès de l'ANACIM sont évaluées sur la période 1960-2012
- ❑ Des données hydrologiques sont également recueillies auprès de la brigade hydrologique.

III. DONNEES ET METHODES

2. Méthodes : tests statistiques

❑ Les séries de températures et de précipitations sont soumises à deux tests:

1. Test de Mann-Kendall (détection de tendance)

2. Test de Pettitt (détection de rupture)

❑ D'autres indices sont ajoutés à l'analyse:

1. Indice de tendance

2. Indice de Pente de Sen

3. Indice de variation

IV. RESULTATS

**1. EVOLUTION ET TENDANCES
DU CLIMAT**

**2. IMPACTS SUR LES
RESSOURCES EN EAU**

3. STRATEGIES D'ADAPTATION

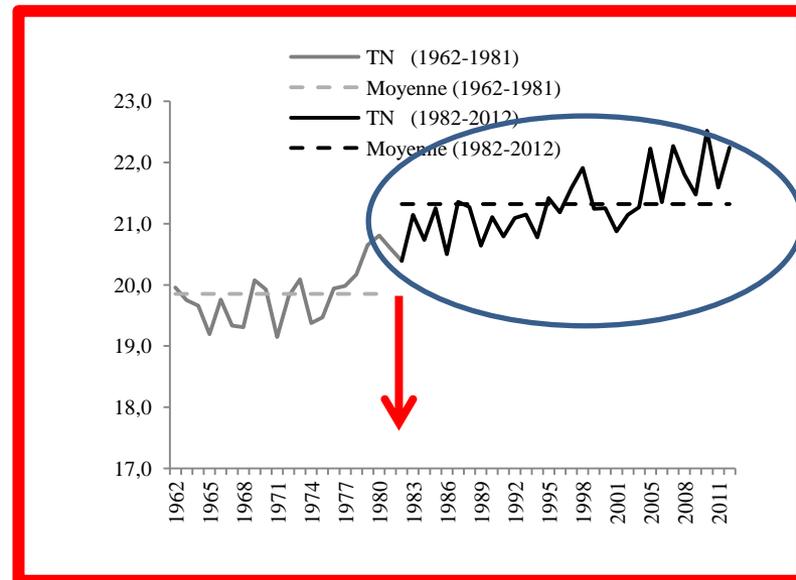
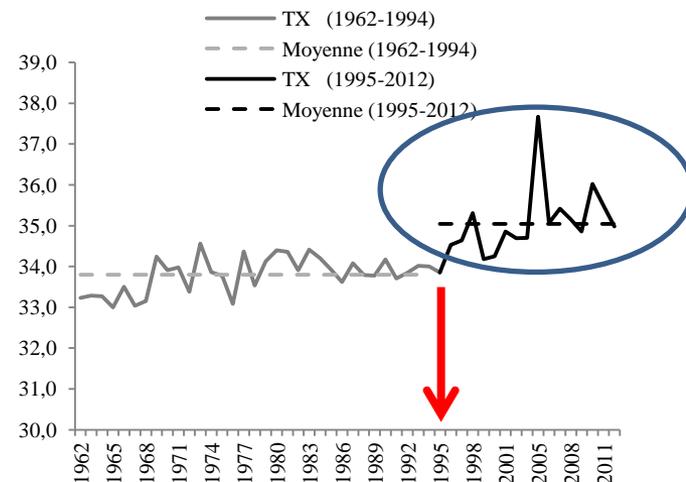
IV. RESULTATS

1. EVOLUTION ET TENDANCES DU CLIMAT

Tableau 1: Tests sur les températures annuelles

Test de Mann-Kendall		TX	TN	TM
	τ de Kendall		+0,59*	+0,73*
	Pente de Sen	+0,04	+0,05	+0,05
Test de Pettitt	Date de rupture	1995	1982	1982
	Exc. ou Défi. en %	+3,7	+7,4	+4,4

(-) : tendance négative ; (+) : tendance positive ;
 (*) : tendance significative



Présence d'une tendance à la hausse significative

Tendance plus significative sur TN 0,73 et TM 0,75 que sur TX 0,59.

Présence de rupture en 1995 pour les TX et 1982 pour les TN.

Figure 2: Mise en évidence du changement de tendance à partir de 1995

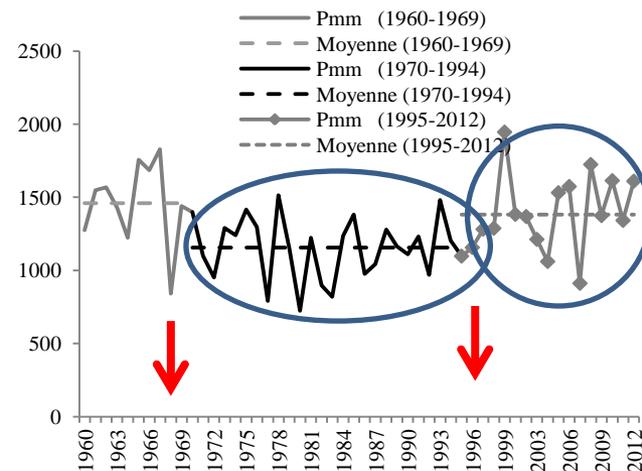
IV. RESULTATS

1. EVOLUTION ET TENDANCES DU CLIMAT

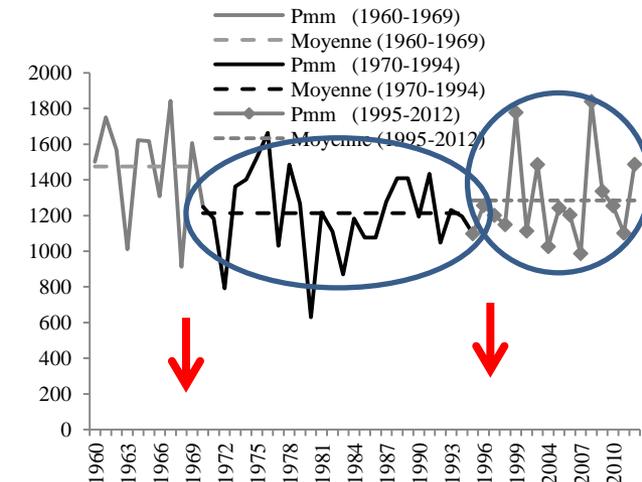
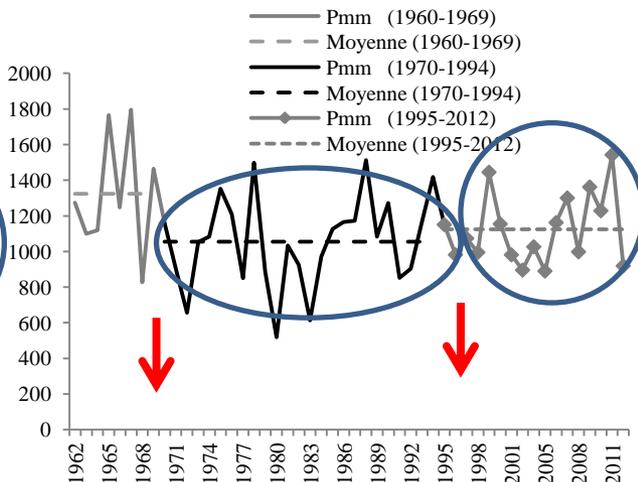
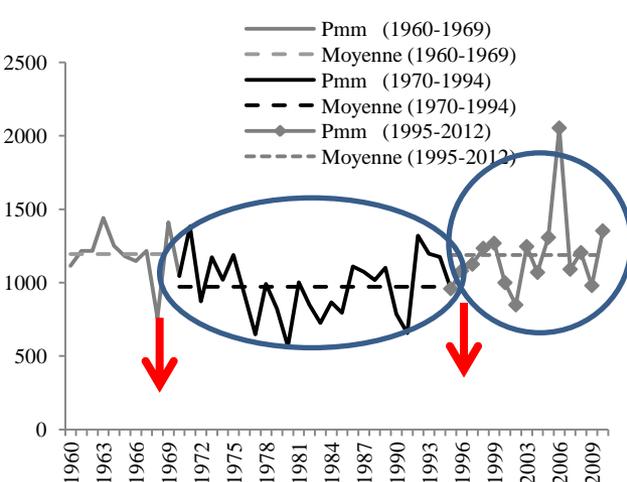
Tableau 2: Tests sur les précipitations annuelles

Tests	Variables	Ziguinchor	Kolda	Bignona	Oussouye
Test de Mann-Kendall	τ de Kendall	+0,004	-0,004	-0,01	-0,13
	Pente de Sen	+0,17	-0,12	-0,27	-4,02
Test de Pettitt	Date de rupture	1970	1970	1970	1970
	Exc. ou Défi. en %	-15,3	-12,4	-18,2	-15,8

Figure 3: Mise en évidence des changements de tendance à partir de 1970 et 1995



Ni rupture ni tendance significative
 Néanmoins des changements et deux cassures en 1970 et 1995



IV. RESULTATS

1. EVOLUTION ET TENDANCES DU CLIMAT

Tableau 3: Tests sur les températures mensuelles

Températures maximales (TX)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Test de Mann-Kendall	τ de Kendall	+0,05	+0,24	+0,37 *	+0,33 *	+0,4*	+0,49 *	+0,54 *	+0,59 *	+0,62 *	+0,49 *	+0,34 *	+0,41 *
	Pente de Sen	0	+0,03	+0,04	+0,03	+0,04	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05	+0,04	+0,03	+0,05
Test de Pettitt	Date de rupture			1997		1992	1988	1992	1992	1994	1994	1993	1995
	Exc. Défi. en %			+4,0		+3,3	+5,9	+3,6	+3,7	+3,7	+3,1	+2,3	+4,4
Températures minimales (TN)		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Test de Mann-Kendall	τ de Kendall	+0,57 *	+0,6* *	+0,58 *	+0,52 *	+0,3* *	+0,51 *	+0,47 *	+0,62 *	+0,54 *	+0,7* *	+0,56 *	+0,66 *
	Pente de Sen	+0,09	+0,08	+0,07	+0,05	+0,04	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03	+0,04	+0,06	+0,09
Test de Pettitt	Date de rupture	1983	1987	1982	1979	1982	1997	1976	1981	1984	1985	1986	1986
	Exc. Défi. en %	+15,7	+13,5	+11,9	+9,7	+5,8	+4,1	+3,1	+3,5	+4,3	+5,2	+7,6	+14,4

Pour les dates de rupture:

1981 à 1986 pour les TN

1992 à 1995 pour les TX.

Pour l'excédent le plus élevé:

En juin (avec 5,9 % pour une rupture en 1988) pour les TX

En janvier (avec 15,7 % pour une rupture en 1983) pour les TN.

IV. RESULTATS

1. EVOLUTION ET TENDANCES DU CLIMAT

Tableau 4: Tests sur les précipitations mensuelles

Station de Ziguinchor		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mann-Kendall	τ de Kendall	-0,01	+0,01	+0,05	-0,23	-0,03	-0,01	+0,06	-0,05	-0,01	+0,04	-0,02	-0,06
Test de Pettitt	Exc. Défi. en %	+196	-36,1	-	-100	+80,7	-20,2	-0,4	-14,9	-20,5	-31,5	-44,6	+6802
Station de Kolda		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mann-Kendall	τ de Kendall	-0,02	+0,06	+0,10	-0,07	+0,04	+0,11	+0,08	+0,04	+0,01	-0,08	+0,05	-0,02
Test de Pettitt	Exc. Défi. en %	+14.8	-35.9		-96.7	+68.7	-13.5	21.0	-2.9	-25.6	-52.0	-28.9	
Station de Bignona		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mann-Kendal	τ de Kendall	-0,21	-0,25	-0,07	-0,09	-0,10	0	-0,09	+0,03	+0,07	-0,17	-0,23	-0,19
Test de Pettitt	Exc. Défi. en %	+85 0	-100			+128	-22 4	-12 8	-6 7	-24 3	-49 7	-46 5	459
Station d'Oussouye		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mann-Kendall	τ de Kendall	-0,05	-0,05	-0,07	-	+0,04	-0,05	-0,11	-0,11	+0,07	-0,09	-0,34	-0,10
Test de Pettitt	Exc. Défi. en %	-	-	-	-	517	-21,2	-17,4	-12,6	-12,3	-31,7	-8,74	-

Aucune rupture ou tendance significative, bien que tendance à la baisse à partir de 1970 et le nombre de mois ayant connu une rupture très variable sur les stations :

8 mois à Ziguinchor (janvier, avril à juin, août, novembre et décembre)

9 mois à Oussouye (janvier à mars, juin à août, octobre à décembre)

7 mois à Kolda (février, avril, août à novembre) ;

9 mois à Bignona (mars, avril, juin à novembre).

Sur les **mois pluvieux**, la baisse la plus importante est notée aux mois de **juillet** à **Bignona** (-0,09 mm), **d'août** à **Ziguinchor** (-0,05 mm), de **juillet** et **août** à **Oussouye** (-0,11 mm).

IV. RESULTATS

1. EVOLUTION ET TENDANCES DU CLIMAT

Tableau 5: Tests sur les températures saisonnières

	Descripteurs	Saison des pluies		Saison sèche	
		TX	TN	TX	TN
Test de Mann-Kendall	τ de Kendall	+0,66*	+0,60*	+0,30*	+0,60*
	Pente de Sen	+0,05	+0,04	+0,03	+0,07
	Test de Pettitt	Descripteurs	TX	TN	TX
	Date de rupture	1992	1978	1995	1982
	Exc. ou Défi. en %	+4,2	+4,5	-2,2	+8,5

Présence d'une tendance à la hausse significative sur les deux saisons

Tableau 6 : Tests sur les précipitations saisonnières

Tests	Descripteurs	Saison des pluies			
		Zig.	Kolda	Bign.	Ous.
Test de Mann-Kendall	τ de Kendall	+0,007	+0,01	+0,01	-0,12
	Pente de Sen	+0,51	+0,08	+0,35	-3,46
Test de Pettitt	Descripteurs	Zig.	Kolda	Bign.	Ous.
	Date de rupture	1970	1970	1970	1970
	Exc. ou Défi. en %	-15,3	-12,8	-18,4	-16,2

Ni rupture ni tendance significative sur la saison des pluies, mais changement

IV. RESULTATS

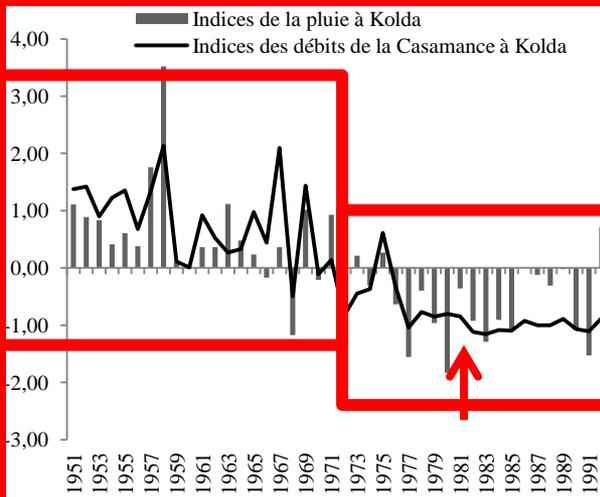
2. IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAU

- Une analyse des impacts du changement climatique sur les ressources en eau du bassin principalement basée sur des relations entre pluies et débits
- La pluviométrie de Kolda utilisée et comparée à l'écoulement de quatre sous-bassins :
 - la Casamance à Kolda ;
 - le Tiangol Dianguima à Saré Sara ;
 - le Khorine à Madina Oumar ;
 - le Baïla à Toukara.
- La méthode des indices standardisés de pluies et de débits, sur la période 1950-1992, appliquée
- Avec les ISP et les ISD :
 - Une meilleure comparaison des données de bassins de tailles différentes
 - Une élimination de l'influence de la taille des bassins versants sur la pluie et sur l'écoulement

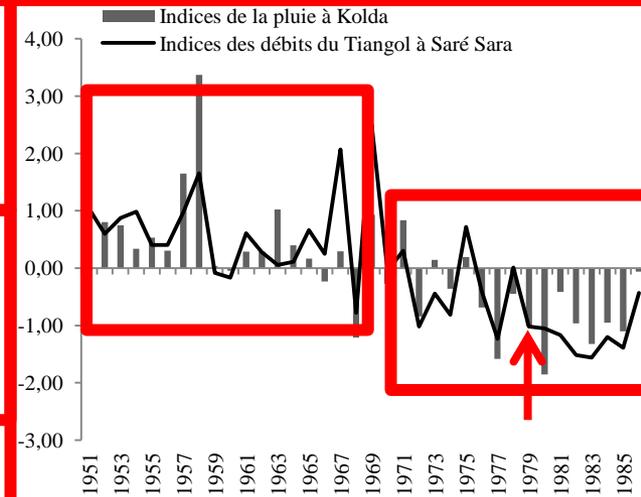
IV. RESULTATS

2. IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAU

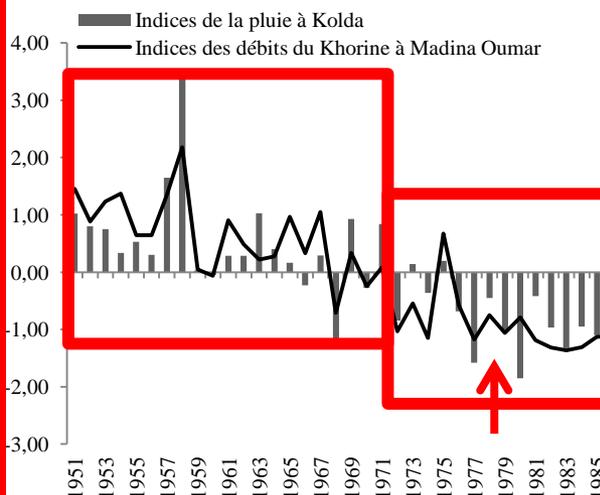
Figure 4 : Corrélations croisées pluie/débits



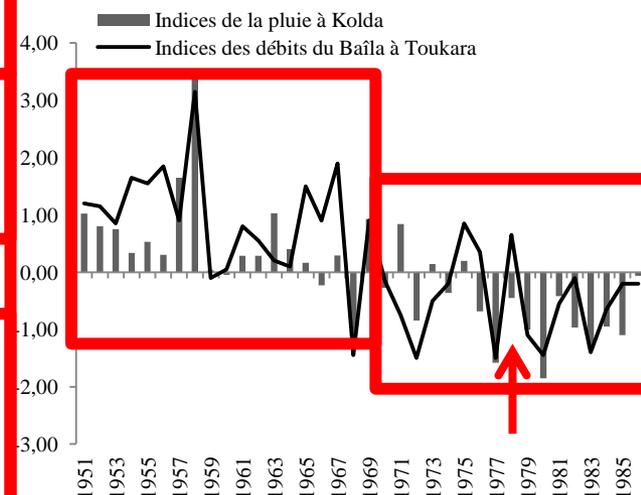
- Un signal quasi-identique entre la pluie et le débit
- Des effets réels de la variabilité climatique sur l'écoulement
- Une baisse de la pluie des décennies 1970 et 80 répercutée sur les débits avec un fort effet multiplicateur



- Avant 1970, la tendance générale des indices de pluies et de débits au-dessus des valeurs positives
- Après 1970, les valeurs des indices quasiment négatives sur la période sèche



- A Kolda, le débit de 1972 à 2001 de $1,19 \text{ m}^3/\text{s}$ alors qu'il pouvait atteindre $6.4 \text{ m}^3/\text{s}$ en année humide



IV. RESULTATS

2. IMPACTS SUR LES RESSOURCES EN EAU

- Des corrélations pluies/débits bonnes :
 - 0,67 sur la Casamance à Kolda ;
 - 0,62 sur le Tiangol Dianguima à Saré Sara ;
 - 0,70 sur le Khorine à Madina Oumar ;
 - 0,60 sur le Baïla à Toukara

- Des réponses plus ou moins correctes des débits par rapport aux pluies traduisant l'alimentation pluviale
- Des valeurs de retard de la réponse impulsionnelle très faibles et liées aux apports des nappes souterraines

- Avec le changement climatique:
 - la modification profonde des socio-agrosystèmes (en particulier les rizières à haut rendement et les systèmes s-fonds),
 - l'avancée de la langue salée

IV. RESULTATS

3. STRATEGIES D'ADAPTATION

- ❑ **Un volet d'aménagements, de maîtrise et de gestion des ressources en eau** définie pour juguler le déficit pluviométrique adaptation et les aléas climatiques
- ❑ **Des pouvoirs publics ayant initié de grands projets d'aménagements hydro-agricoles**, notamment l'édification de deux barrages : **Guidel et Affiniam**
- ❑ **Des résultats encourageants** obtenus avec la **protection et la mise en culture de rizières initialement abandonnées par endroits**
- ❑ La construction d'ouvrages permettant de **recupérer beaucoup de rizières salées** et de **garantir une lame d'eau douce** dans toutes les sous-vallées intéressées
- ❑ Un total de **31 barrages anti-sel réaménagés** ou réalisés dans le bassin avec un **cumul de terres protégées de 11022 ha** dont **1146 ha effectivement récupérés** (PADERCA, 2008)

IV. RESULTATS

3. STRATEGIES D'ADAPTATION

- ❑ Dans le **secteur agricole**, les stratégies d'adaptation mises en œuvre consistent à :
 - ❑ **rechercher des systèmes de culture** plus économes en eau ;
 - ❑ **caler au mieux le cycle cultural** par le **choix de variétés adaptées**;
 - ❑ **modifier le calendrier cultural** avec la configuration actuelle des saisons ;
 - ❑ **développer les techniques de concentration de l'eau** de pluie là où elle est plus utile ;

- ❑ Aujourd'hui, pour une **meilleure adaptation** aux changements climatiques, il faut :
 - ❑ **Appliquer l'approche GIRE** afin de s'adapter au changement climatique ;
 - ❑ **Identifier les zones et les communautés du bassin les plus vulnérables** face aux effets hydrologiques du changement climatique ;
 - ❑ **Concevoir de nouveaux projets d'infrastructures** aptes à gérer les effets du changement climatique et de la variabilité hydrologique ;
 - ❑ **Incorporer les évaluations des effets du changement climatique dans les plans locaux** et créer des mesures d'adaptation en vue d'une sécurité de l'eau durable et de satisfaire les besoins sociaux, environnementaux et économiques ;

V. CONCLUSION

- ❑ Les **températures** de l'air montrent une tendance à la **hausse**.
- ❑ Les **précipitations** connaissent **d'abord une diminution** durant les décennies **1970** et 80, et **ensuite une légère augmentation** depuis la fin des **années 1990**.
- ❑ Les **saisons des pluies** sont de **plus en plus courtes** et les épisodes de sécheresse plus nombreux.
- ❑ Les **terres se dégradent et s'érodent**, les **sols sont maigres**, ne produisent plus, augmentent **l'évapotranspiration** et diminuent la **pluviométrie**.
- ❑ Le changement climatique laisse une **emprunte durable** dans le bassin, amplifiée par la **vulnérabilité** avec un bassin soumis, a **des événements climatiques extrêmes**.
- ❑ Le **risque** n'est pas **qu'environnemental**. **L'économie** des populations rurales s'en ressent.
- ❑ La **diminution des récoltes** et les **pénuries d'eau domestique** appauvrissent les populations rurales et les exposent aux **conflits d'usage**, aux **migrations**, à la **famine**, aux **épidémies**...
- ❑ Des **techniques et stratégies d'adaptation spécifiques** développées par les communautés du bassin.
- ❑ **Quelle pertinence et quels impacts de ces sur le long terme ?**
- ❑ **L'adaptation a-t-elle réellement pu réduire la vulnérabilité croissante des populations du bassin ?**

**JE VOUS REMERCIE
DE VOTRE BIEN AIMABLE
ATTENTION**