

CLIMAT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE EN CASAMANCE



Programme d'Appui
au Programme National d'Investissement
de l'Agriculture du Sénégal



Coopération Italienne
au Développement
Ministère des Affaires Étrangères
et de la Coopération Internationale

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

*Hôtel KADIANDOUMAGNE
Ziguinchor, Sénégal, 15-17 juin 2015*

Maurizio Bacci
Mbaye Diop



Consiglio Nazionale delle Ricerche

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, le niveau des mers s'est élevé et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté. »

Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), 2013



Une large gamme d'utilisateurs finaux sont à la recherche d'informations sur les risques climatiques pour décider de leurs actions.

- Paysans : analyse coût-bénéfice, performances des cultures et degré de risque, etc. ;
- Décideurs : évaluation de la production agricole, érosion de sols, problématiques environnementales, etc. ;
- Communication : communication des risques pour les paysans, la communauté scientifique, les décideurs, etc. ;
- Services financiers : services de transfert du risque, assurances, etc.

Aucun scénario climatique unique ne peut répondre aux besoins de l'ensemble de ces actions. Il y a donc un impératif à fournir la méthode des productions des indices et scénarios les plus appropriés et les plus adaptés à l'application prévue, en tenant compte des contraintes locales, de temps et des ressources.

Il est très important de souligner comment les aspects climatiques qui changent, pas seulement le cumul saisonnière, peuvent engendrer différentes problématiques qu'il faut étudier pour une effective mise en place des mesures d'atténuation aux changement climatiques.

Le climat de la Casamance

Les tendances observées

Les extrêmes pluviométriques

La saison agricole

Sécheresse

Température

ETp

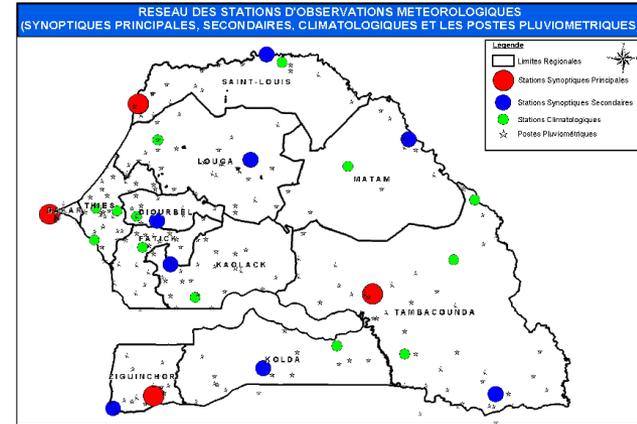
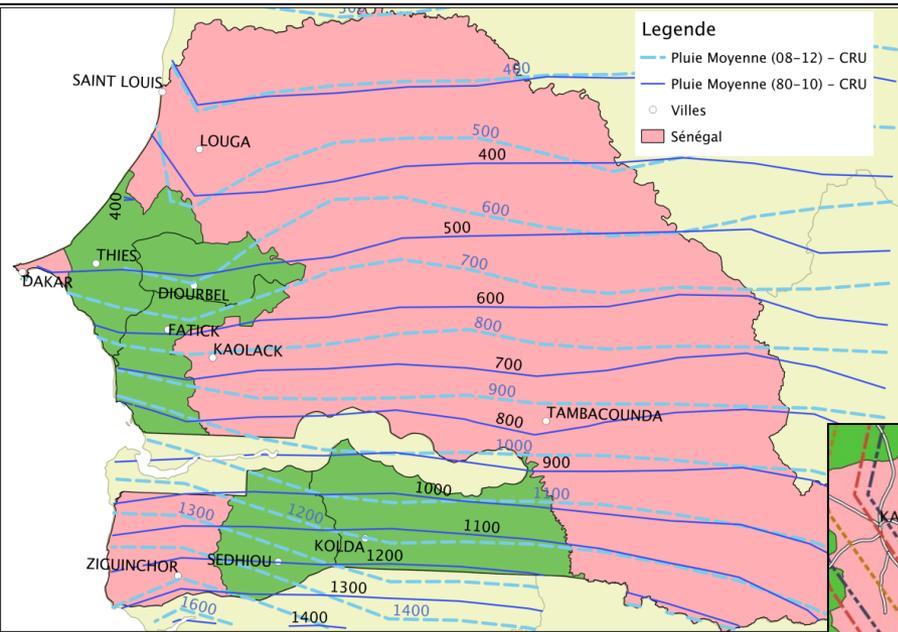
Les scénarios du changement climatique

Synthèse des risques climatiques

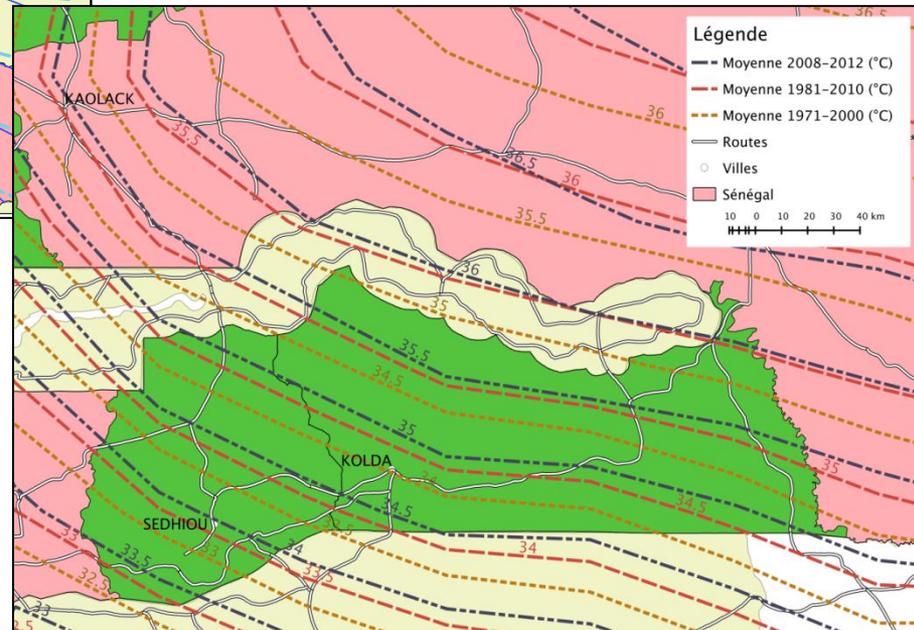
Conclusions et perspectives

Le climat de la Casamance

Pluie moyenne annuelle



Température maximale annuelle moyenne

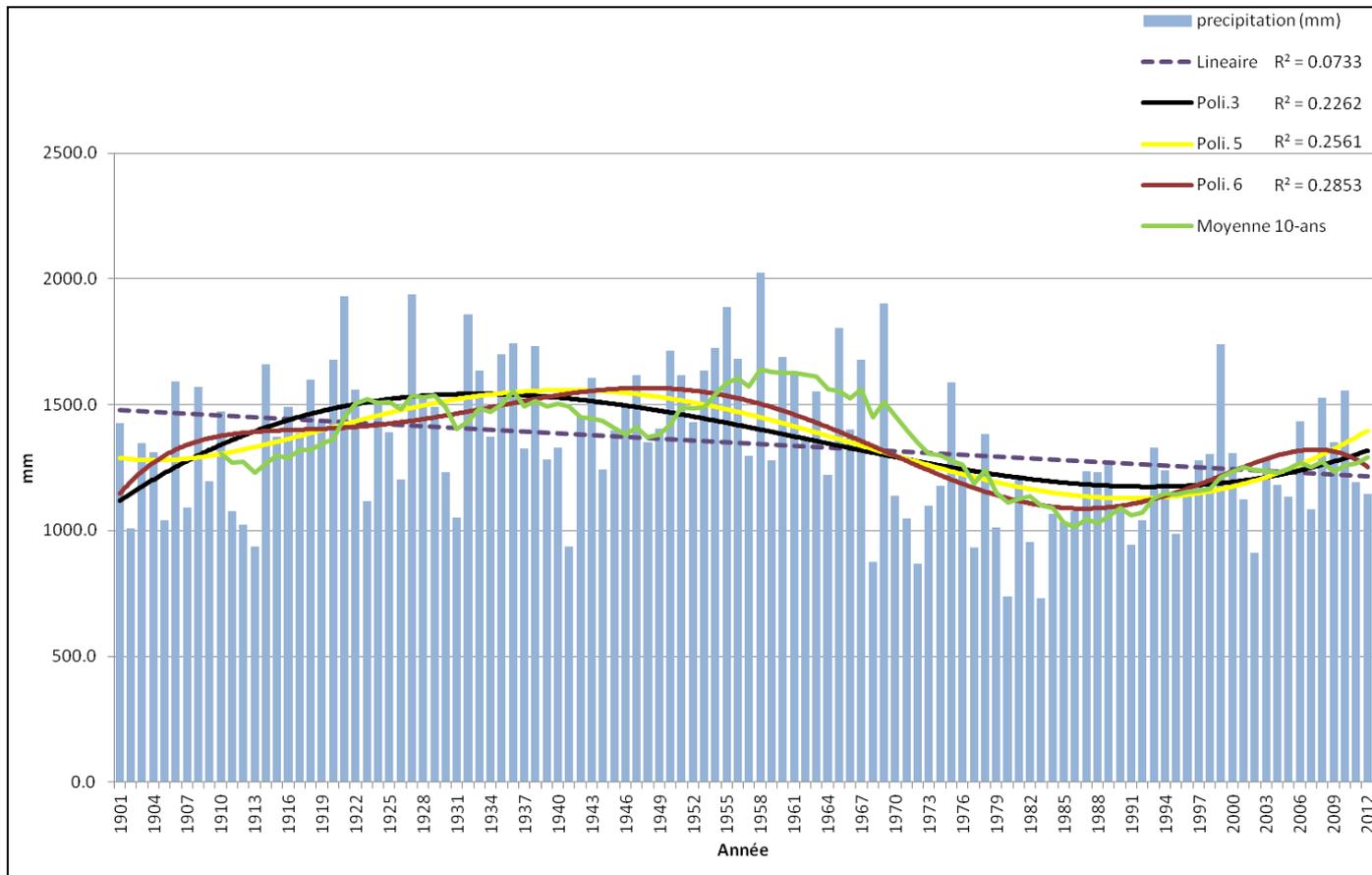


PAPSEN, 2013 - Données CRU



Les tendances observés

Comment décrire les tendances climatiques?



Précipitation annuelle Sédhiou et différentes courbes de régression

PAPSEN, 2013 - Données CRU

Les tendances observées – Les indices climatiques

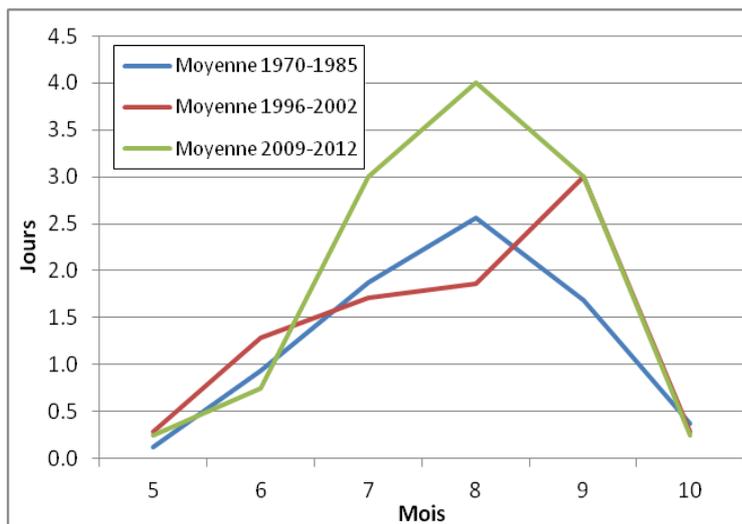
Années	Pluie	Max 1-jour	Jours humides	Max consec. jours humides	Max Consec. Jours sèches	Jours plus de 10mm	Jours plus de 20mm	Jours plus de 95 perc.	Jours plus de 99 perc.	Max cumul 5 jours
1970	970.1	87.5	74	10	43	34	15	4	2	112.9
1971	940.6	73.7	74	6	46	32	17	4	2	119.7
1972	791.7	75	54	3	34	22	15	6	2	98.2
1973	1016.4	65	58	15	50	30	20	8	0	149
1974	1160.8	150	63	4	28	30	19	9	2	237
1975	1565.3	100	64	9	43	36	25	17	6	273.5
1976	981.8	65	62	4	35	31	17	8	0	121
1977	876.2	56	60	6	30	27	16	7	0	133
1978	1193.6	101	73	11	36	34	21	9	3	151
1979	931.6	53	65	4	23	30	19	6	0	88.1
1980	744.1	54	56	6	50	26	13	6	0	123
1981	1151.3	102.2	68	6	36	37	19	6	1	182.4
1982	898.2	81	66	8	41	28	15	6	1	115.8
1983	741.1	74	47	4	55	27	10	7	1	112.1
1984	1135.5	94	58	3	52	31	19	11	4	162.3
1985	835.6	56.3	55	6	48	30	15	7	0	97.7
1996	1170.6	95	66	8	22	34	26	9	1	168
1997	1247.4	67.5	74	9	47	37	25	15	5	132.5
1998	1153.1	121.5	69	9	45	32	19	7	3	144.8
1999	1137.1	72.2	88	19	42	37	15	7	1	156.5
2000	1003.5	59.5	69	8	42	33	19	7	0	110.6
2001	1029.2	82.5	78	10	34	29	16	7	3	151.5
2002	737.1	63	53	5	34	26	15	7	2	95.5
2009	1140.6	85	86	21	27	37	22	11	4	142.8
2010	1484.8	96.2	87	11	22	40	26	12	3	207.2
2011	1060.3	94	61	6	38	29	17	11	2	159.5
2012	1461.6	128	88	20	23	39	25	11	1	205.5
Moy. 1970-1985	995.9	80.5	62.3	6.6	40.6	30.3	17.2	7.6	1.5	142.3
Moy. 1996-2002	1068.3	80.2	71.0	9.7	38.0	32.6	19.3	8.4	2.1	137.1
Moy. 2009-2012	1286.8	100.8	80.5	14.5	27.5	36.3	22.5	11.3	2.5	178.8
Tendance	5.5	0.3	0.4	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4
Corrélation	0.35	0.17	0.50	0.48	-0.34	0.41	0.35	0.36	0.19	0.14
Kendall tau	0.16	0.11	0.25	0.28	-0.24	0.20	0.15	0.31	0.13	0.14
2-sided p-value	0.26	0.45	0.07	0.05	0.08	0.17	0.31	0.03	0.39	0.32
Score	55.00	37.00	88.00	93.00	-84.00	67.00	49.00	103.00	41.00	49.00
Var(Score)	2301.00	2299.00	2293.33	2253.67	2291.33	2275.00	2235.00	2209.67	2190.33	2301.00
Dénominateur	351.00	350.00	347.48	335.67	346.47	340.85	331.46	327.19	320.69	351.00
Probabilité	74%	55%	93%	94%	92%	83%	86%	98%	100%	89%

PAPSEN, 2013 – Données poste pluviométrique de Sédhiou

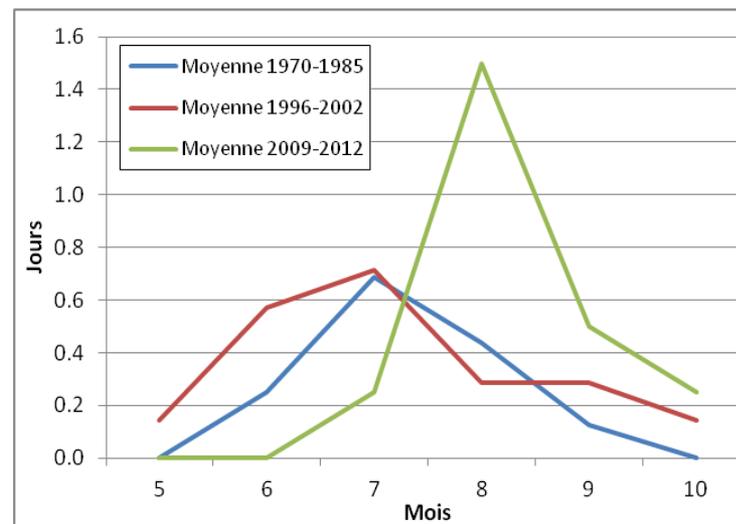
Les extrêmes pluviométriques

	Jours de pluie sup. à 95p						Mois	Jours de pluie sup. à 99p					
	5	6	7	8	9	10		5	6	7	8	9	10
Moyenne 1970-1985	0.1	0.9	1.9	2.6	1.7	0.4	Moyenne 1970-1985	0.0	0.3	0.7	0.4	0.1	0.0
Moyenne 1996-2002	0.3	1.3	1.7	1.9	3.0	0.3	Moyenne 1996-2002	0.1	0.6	0.7	0.3	0.3	0.1
Moyenne 2009-2012	0.3	0.8	3.0	4.0	3.0	0.3	Moyenne 2009-2012	0.0	0.0	0.3	1.5	0.5	0.3

Distribution des évènements intenses par mois (supérieurs aux 95^{ème} percentile et 99^{ème} percentile) pour les trois périodes de référence



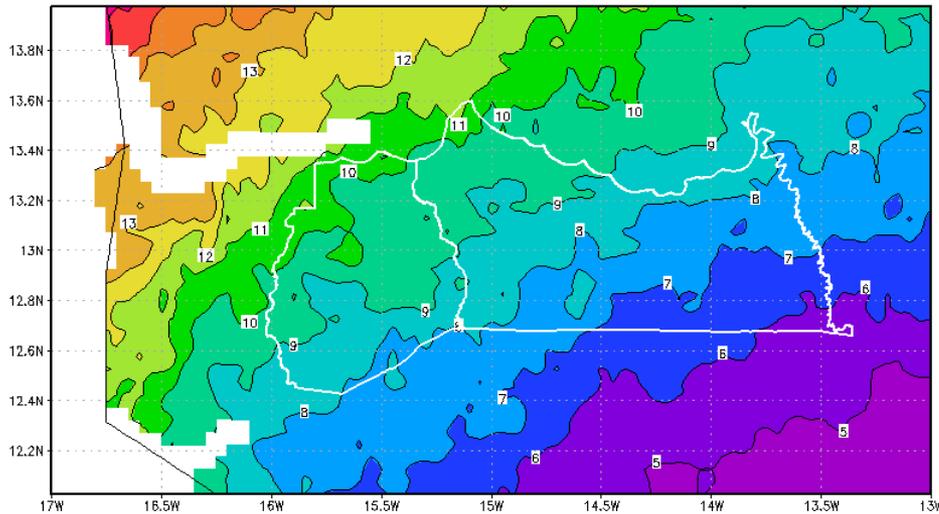
Graphique de la distribution mensuelle des jours de pluies >95^e percentile



Graphique de la distribution mensuelle des jours de pluies >99^e percentile

PAPSEN, 2013 - Données poste pluviométrique de Sédhiou

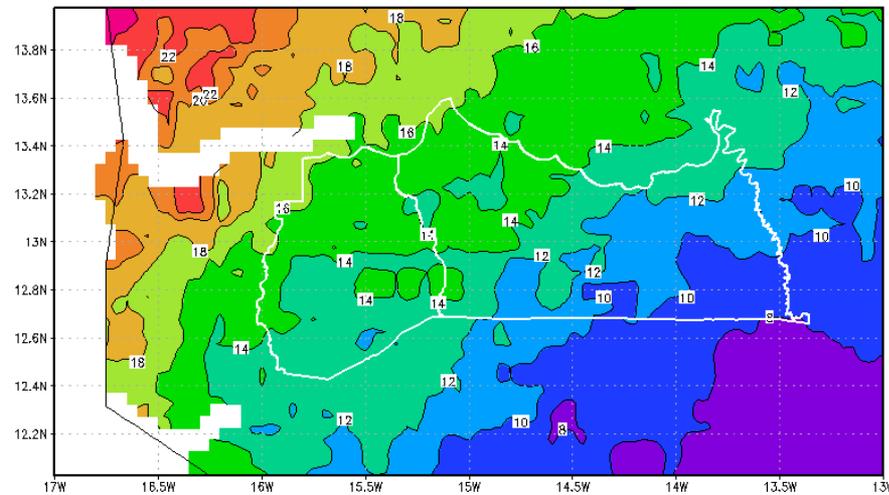
Sécheresse



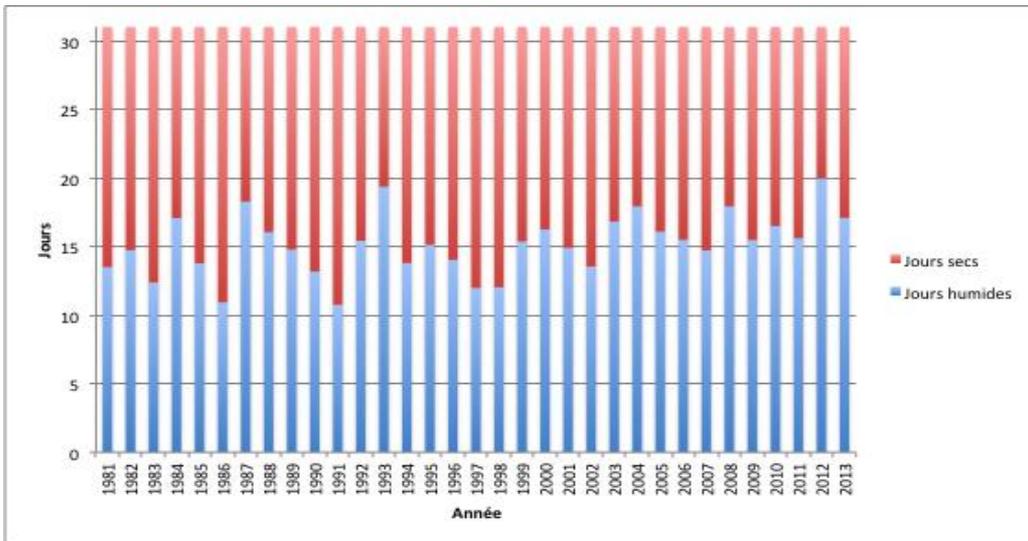
Nombre moyen du maximum de jours secs consécutifs par an dans les mois Juin-Juillet – Période 1981-2013

Nombre maximal de jours secs consécutifs par an – Période de retour de 10 ans

Probabilité 10% chaque année



(PAPSEN 2015 - Données CHIRPS)

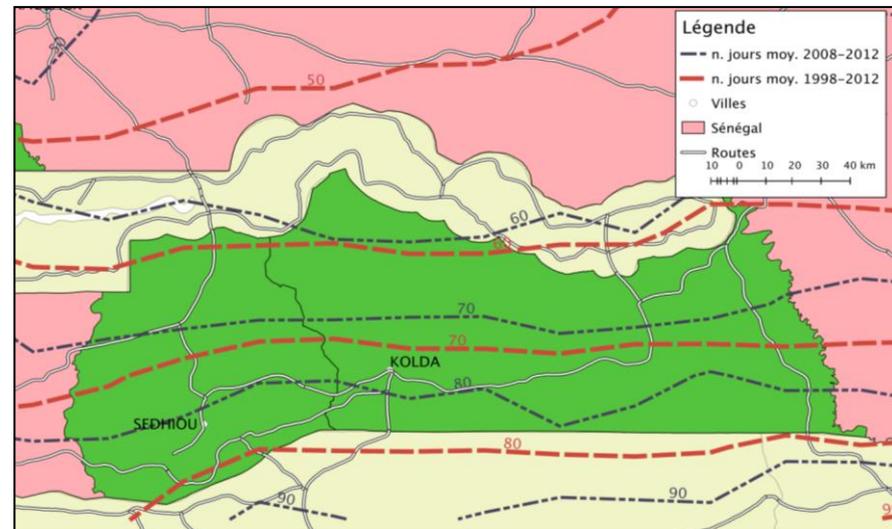


Distribution jours secs et humides dans le mois de Juillet dans la région de la moyenne et haute Casamance

(PAPSEN 2015 - Données CHIRPS)

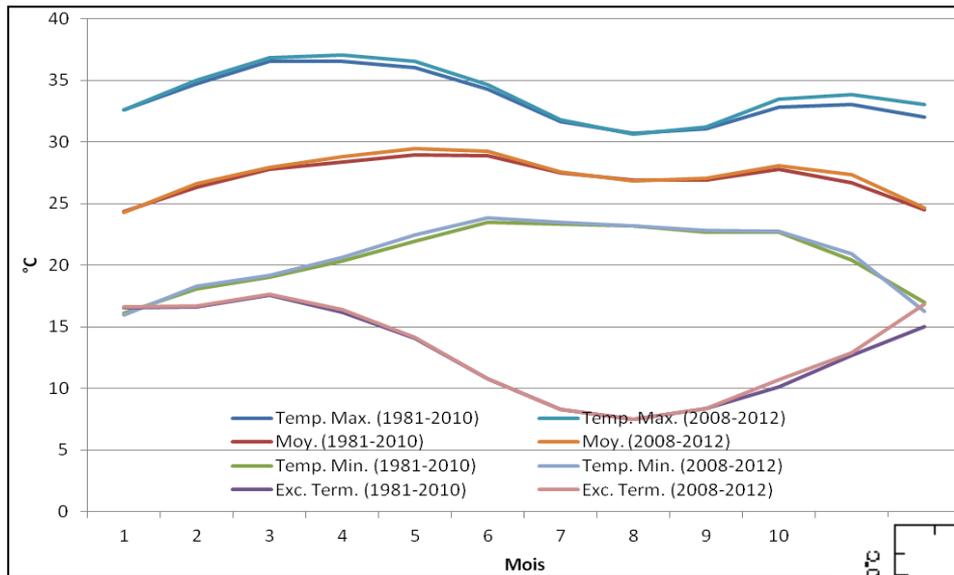
Déplacement de la moyenne annuelle des jours humides (>1 mm) entre la période 1998-2012 et 2008-2012

(PAPSEN 2013 - Données TRMM_3B42 v6 daily)

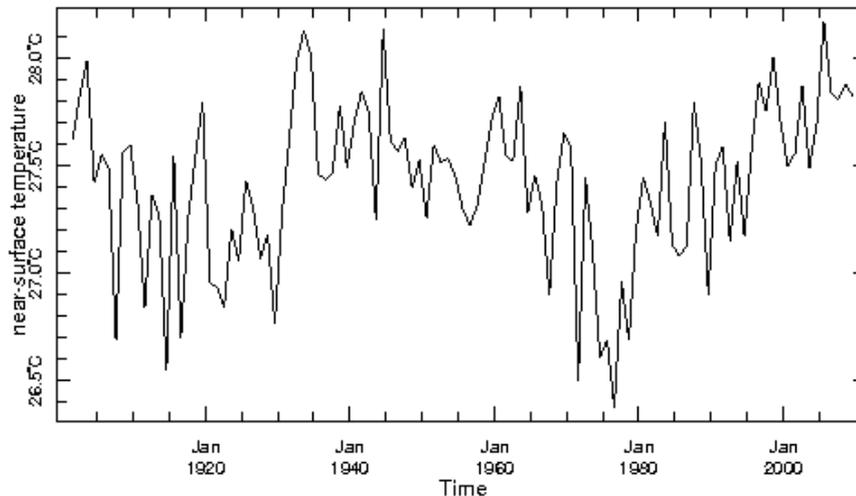


Température

Sédhiou - Température mensuelle moyenne



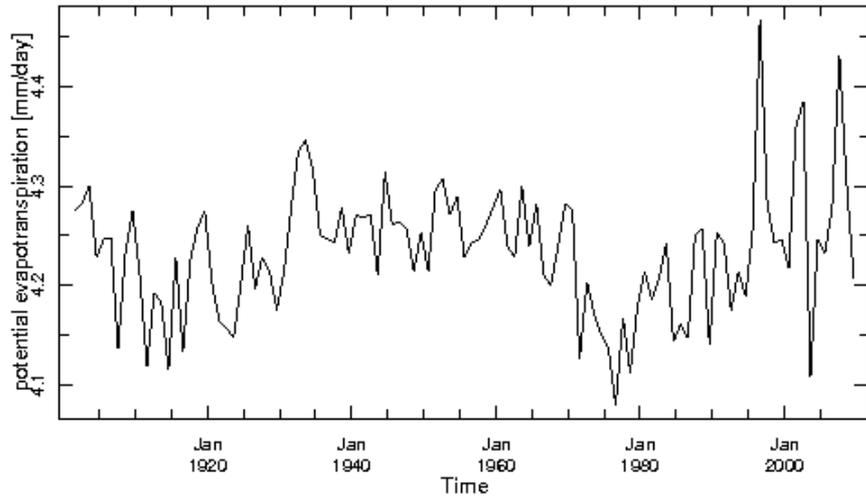
Température, moyenne mensuelle saison des pluies mai-novembre



PAPSEN, 2013 - Données CRU

Evapotranspiration Potentielle

ETp, moyenne mensuelle saison des pluies mai-novembre



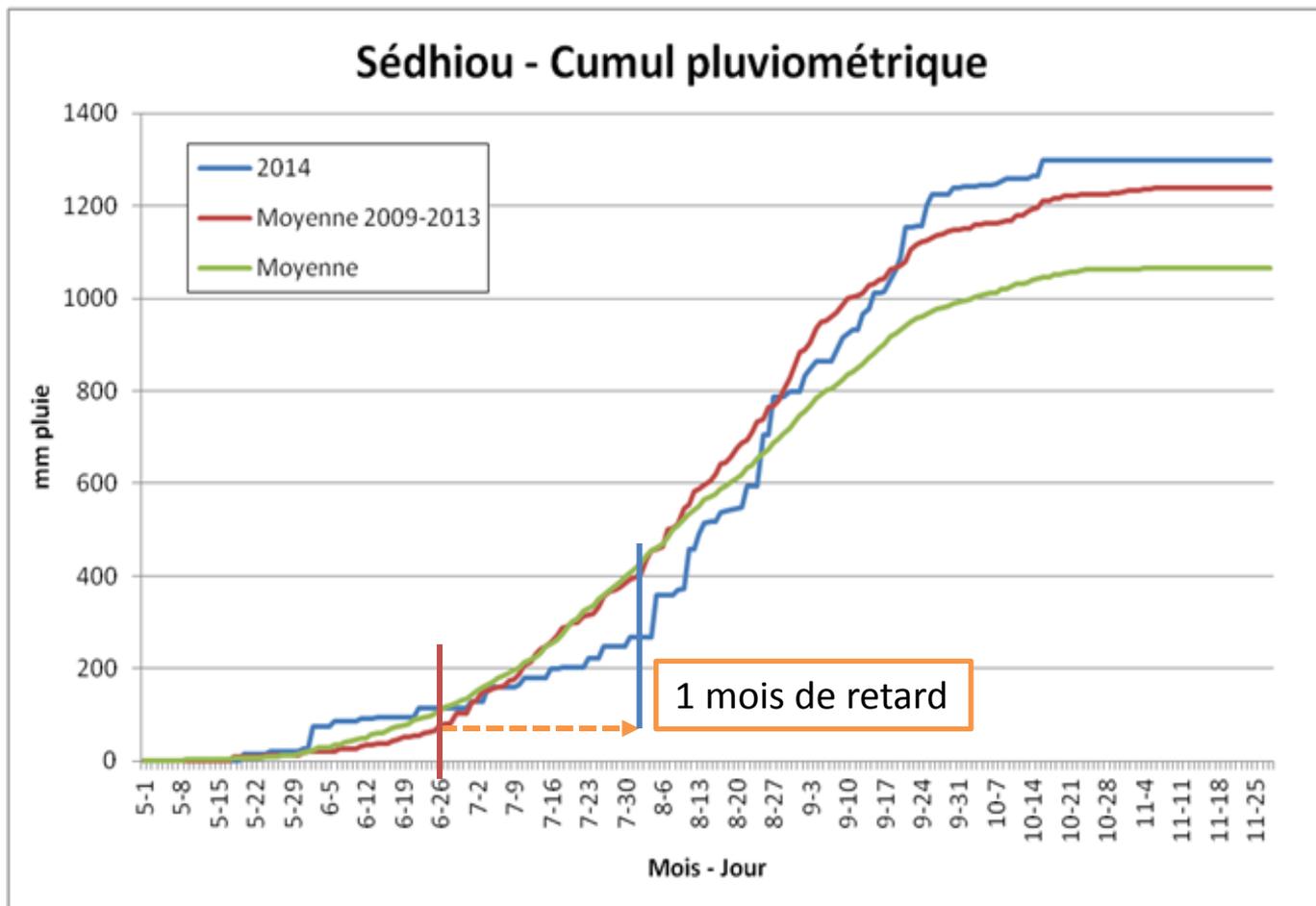
SEDHIOU	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Sais. Sec. (Déc-Avr)	Hivernage (Mai-nov.)
2008-2012	127.1	152.9	175.5	190.8	190.3	145.2	122.8	107.9	107.4	127.1	126.0	119.0	765.3	926.7
1981-2010	130.3	149.4	183.5	191.6	186.5	145.0	121.3	111.0	111.3	125.8	117.7	115.9	770.8	918.6
Différence	-3.2	3.5	-8.1	-0.8	3.8	0.2	1.4	-3.1	-3.9	1.3	8.3	3.1	-5.5	8.1

Variation des valeurs d'ETP mensuelle pour Sédhiou en mm

PAPSEN, 2013 - Données CRU

La saison agricole

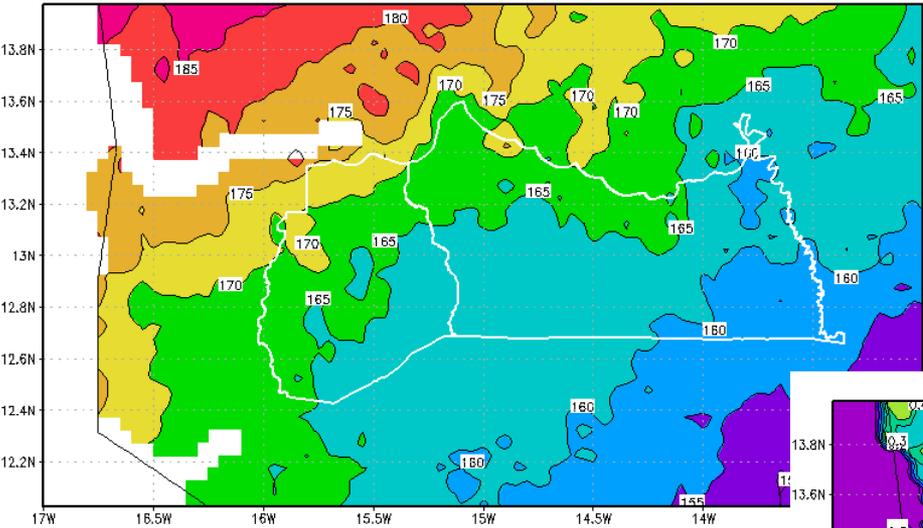
La variabilité saisonnière – Le cas de la campagne agricole 2014



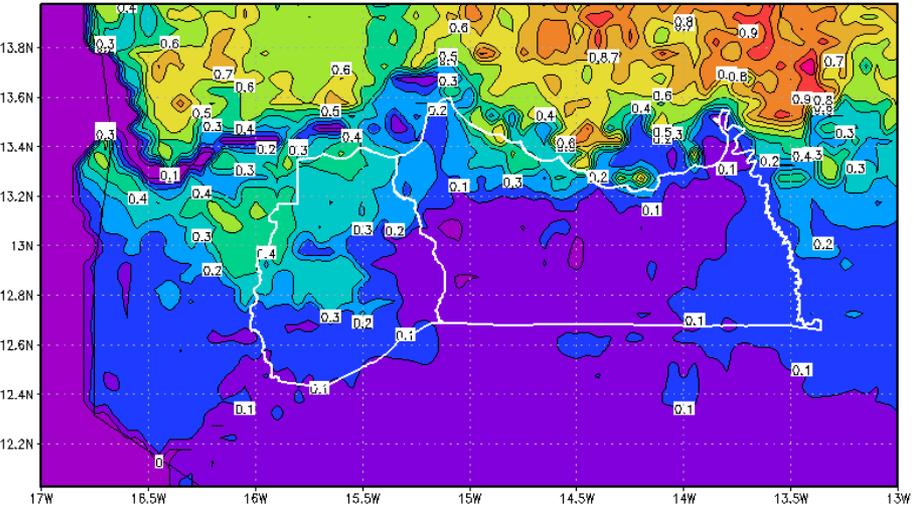
(PAPSEN 2015 – Données poste pluviométrique de Sédhiou)

La saison agricole

Début moyen de saison (période 1981-2013) en jours juliens (160: 9 juin, 170: 19 juin)



Coefficient de régression linéaire de la fin de saison



(PAPSEN 2015 - Données CHIRPS - Période 1981-2013)

La saison agricole

Date de début, de fin et longueur de la saison

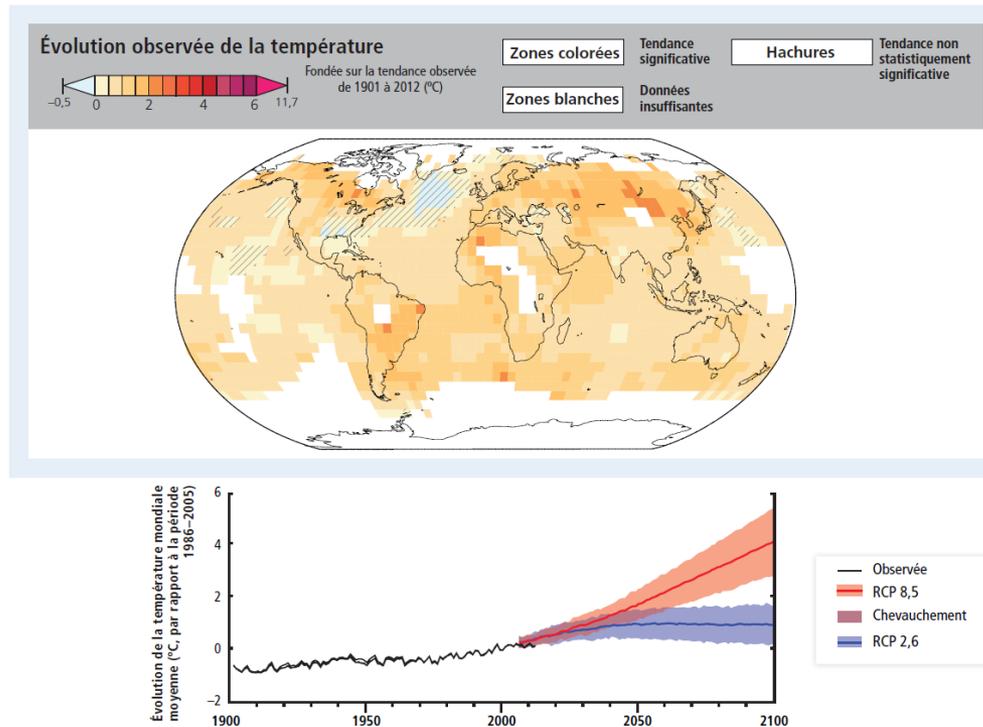
Indices	Début	Fin	Longueur
Moy. 1996-2002	7/6	16/11	162
Moy. 2009-2012	13/6	22/11	163
Pente	0.03	0.32	0.29
Corrélation	0.03	0.45	0.22
Tau de Kendall	0.07	0.27	0.08
2-sided p-value	0.62	0.05	0.59
Score	25.00	93.00	27.00
Var(Score)	2291.67	2292.33	2297.00
Dénominateur	346.98	346.98	348.99
Probabilité	38%	95%	41%

Données poste pluviométrique de Sédhiou

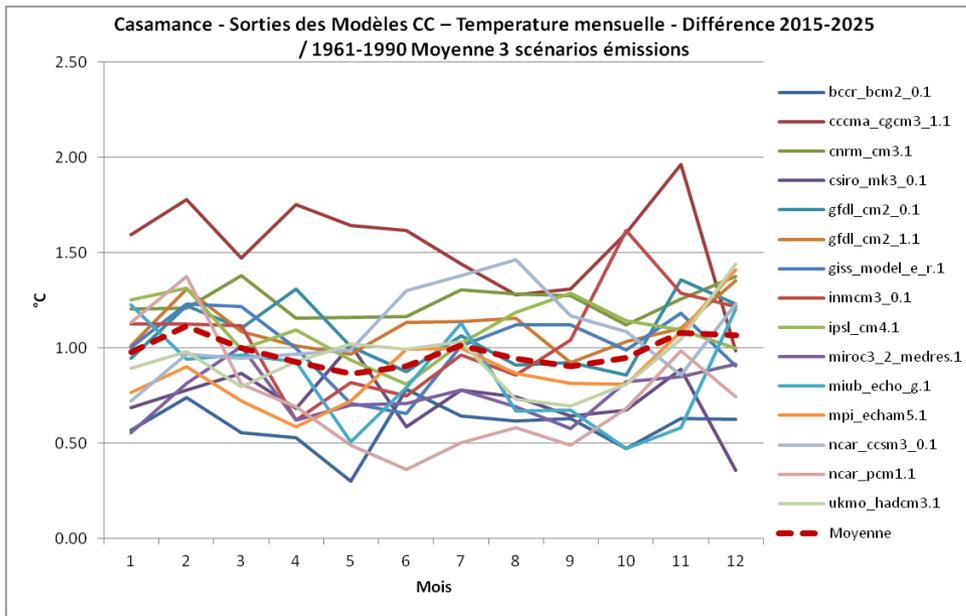
Indices	Sédhiou		
	Début	Fin	Longueur
Moy. 1998-2012	13/6	18/11	158
Moy. 1998-2002	17/6	13/11	149
Moy. 2009-2012	11/6	26/11	168
Pente	-0.4	1.4	1.8
Corrélation	-0.2	0.6	0.7
Kendall tau	-0.27	0.39	0.56
2-sided p-value	0.18	0.05	0.01
Score	-28.00	40.00	58.00
Var(Score)	405.33	405.33	405.33
Dénominateur	103.49	103.49	103.49
Probabilité	82%	95%	99%

Données TRMM 1998-2012

Les scénarios du changement climatique

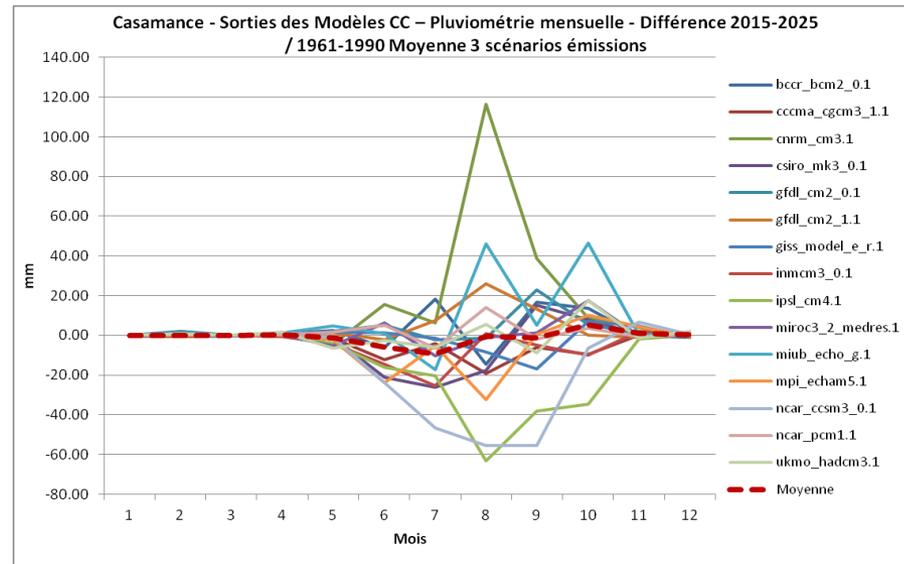


Variations observées et projetées de la moyenne annuelle de la température à la surface du globe. Ces cartes servent à traduire notre compréhension actuelle des risques liés au changement climatique décrits dans le rapport complet (GTII RE5). Elles illustrent les changements de température observés à ce jour et le réchauffement projeté dans un scénario d'émissions élevées et ininterrompues et de mesures d'atténuation ambitieuses. (GIEC, 2014)



Variation mensuelle de température prévue pour la Moyenne-Haute Casamance période 2015-2025 par rapport à la période 1961-90 : tous les modèles et moyenne - Valeur moyenne 3 scénarios d'émissions

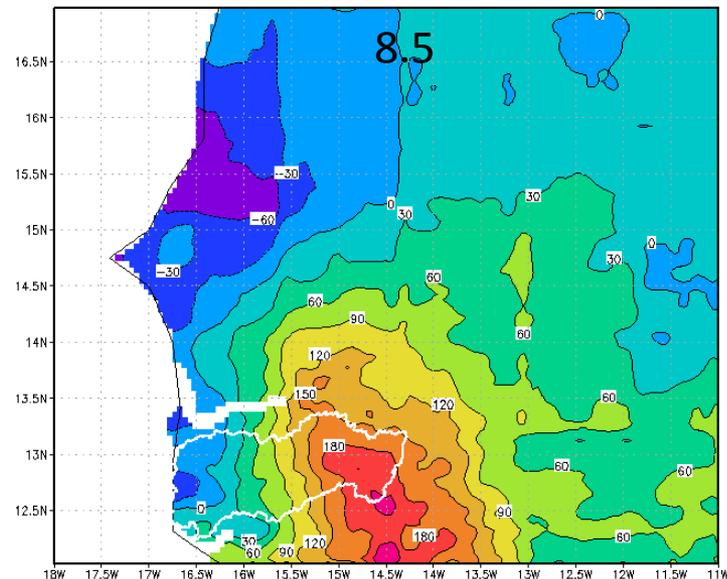
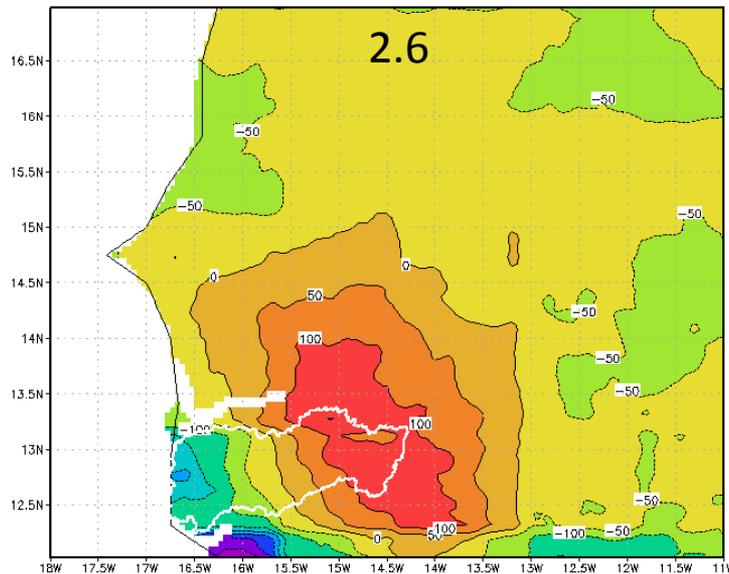
Variation mensuelle des précipitations prévues pour la Moyenne-Haute Casamance période 2015-2025 par rapport à la période 1961-90 – Toutes les modèles et moyenne - Valeur moyenne 3 scénarios d'émissions



(PAPSEN 2013 - Données Climatewizard)

Phénomènes météorologiques extrêmes: Les risques de phénomènes météorologiques extrêmes liés au changement climatique — par exemple, vagues de chaleur, précipitations extrêmes et inondations des zones côtières — atteignent déjà un niveau modéré (degré de confiance élevé) et atteindraient un niveau élevé avec une augmentation supplémentaire de la température moyenne globale de 1 °C (degré de confiance moyen). Les risques liés à certains types d'événements extrêmes (par exemple, chaleur extrême) augmentent encore sous l'effet de températures plus élevées (degré de confiance élevé). (GIEC, 2014)

Différence entre la moyenne de la pluviométrie annuelle 1981- 2010 CHIRPS et les Projections des scénarios d'émission (2.6 et 8.5) du modèle *Community Climate System Model v.4 (CCSM4)* pour la période 2020-2040



Les valeurs positives indiquent une précipitation prévue inférieure dans le futur par rapport au présent.

Synthèse des risques climatiques

Climat	Tendance actuelle	Prochaines années	Horizon 2020-2040
Température	Augmentation de la température sur le pays entier	Confirmation de la tendance	Confirmation de la tendance avec un degré de confiance élevé
Pluviométrie	Augmentation du cumul pluviométrique annuelle	Confirmation d'une bonne pluviométrie annuelle	Incertitude sur les précipitations attendues
	Augmentation des jours humides	Degré de confiance moyen à élevé sur la confirmation de la tendance	Degré de confiance faible dans la confirmation de la tendance
	Déplacement des pluies vers la fin de saison	Degré de confiance moyen sur la confirmation de la tendance	Degré de confiance faible dans la confirmation de la tendance
Evapotranspiration potentielle (ETp)	Augmentation de l'ETp sur tout le pays	Augmentation de l'ETp	Confirmation de la tendance avec un degré de confiance élevé

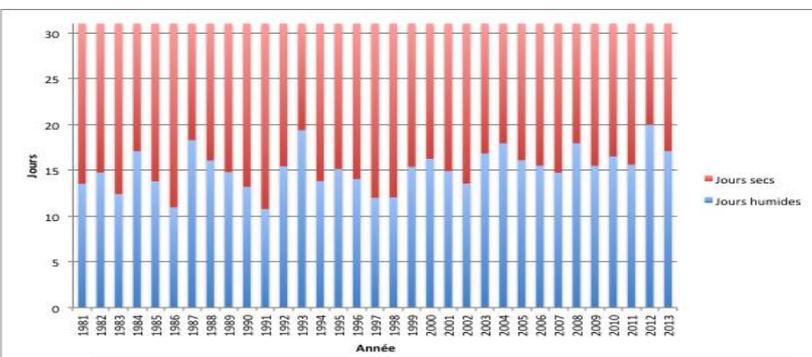
Conclusions et perspectives

Le Sénégal est intéressé par plusieurs changements au niveau climatique. En général on observe une augmentation de la pluviométrie et de la température sur l'ensemble du pays avec des différences liées aux interactions océan/continent.

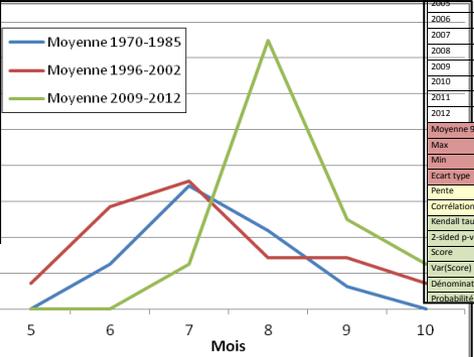
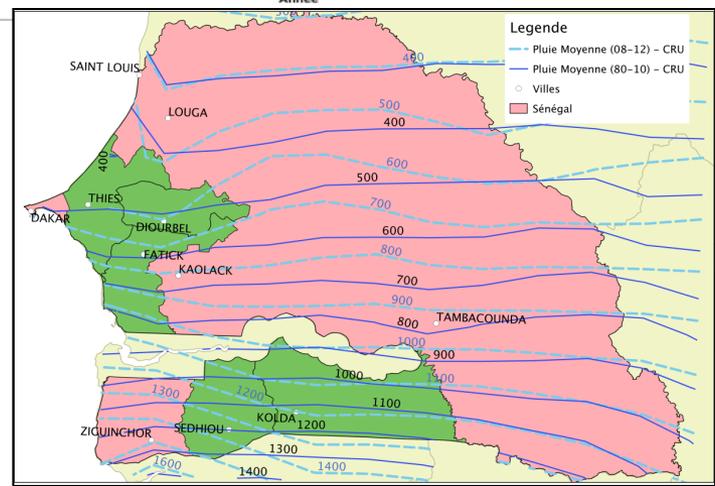
Pour la Casamance on peut synthétiser que la température a une forte probabilité d'augmenter dans le futur, alors que la pluviométrie présente une incertitude majeure. Néanmoins, le scénario le plus probable est que d'ici à 10 ans la pluviométrie va présenter une distribution plus irrégulière et les précipitations auront une distribution déplacée vers la fin de la saison des pluies.

Les sorties des analyses climatiques fournissent une série d'informations qualitatives et quantitatives nécessaires aux utilisateurs finaux.

Le calcul de la probabilité de la période de retour des événements extrêmes et la connaissance des tendances du climat pourront aider les choix variétaux et agronomiques et guider l'optimisation de la production agricole.



Pour plus d'info:
 Maurizio Bacci - m.bacci@ibimet.cnr.it
 Mbaye Diop - mbaye.diop@isra.sn



Année	Pluie annuelle (mm)	Max. pluie 1 j.	Jours plus de 10 mm	Max. jours consécutifs	Max. jours secs consécutifs	Jours plus de 10 mm	Jours plus de 20mm	Jours sup. à RSSP	Jours sup. à RSSP	Max cumulé 5 jours
1998	468.6	61.7	36	4	46	15	11	12	2	94.0
1999	861.5	81.0	61	10	29	26	14	16	6	143.0
2000	595.8	51.0	55	6	34	19	13	13	1	90.9
2001	557.8	60.8	62	9	53	18	7	8	2	114.7
2002	386.6	50.1	49	5	17	13	5	6	1	61.9
2003	476.4	48.2	48	4	38	18	8	8	0	72.1
2004	504.0	64.4	60	7	22	16	7	7	3	127.7
2005	681.9	54.5	55	6	21	23	16	18	1	96.5
2006	569.6	55.2	46	4	46	18	11	11	1	103.7
2007	531.0	124.6	36	6	48	15	6	7	2	173.7
2008	616.6	63.6	51	4	39	16	10	11	2	88.5
2009	675.6	67.9	58	6	26	20	8	9	5	102.1
2010	749.4	93.7	51	5	39	15	11	12	4	154.3
2011	473.8	42.1	43	4	54	18	8	9	0	65.0
2012	653.8	67.3	58	7	40	20	11	14	3	138.7
Moyenne 98-12	586.8	65.7	51.3	5.8	36.8	18.0	9.7	10.7	2.2	108.5
Max	861.5	124.6	62.0	10.0	54.0	26.0	16.0	18.0	6.0	173.7
Min	386.6	42.1	36.0	4.0	17.0	13.0	5.0	6.0	0.0	61.9
Ecart type	123.8	20.9	8.4	1.9	11.7	3.4	3.1	3.5	1.7	33.1
Pente	3.8	0.8	-0.1	-0.1	0.5	-0.1	-0.1	0.0	0.0	1.3
Corrélation	0.14	0.18	-0.04	-0.29	0.18	-0.10	-0.14	-0.05	0.03	0.18
Kendall tau	0.2	0.1	-0.1	-0.2	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.1
2-sided p-value	0.3	0.5	0.6	0.5	0.4	1	0.8	1.0	0.8	0.6
Score	21.0	15.0	-11.0	-15.0	19.0	0	-5.0	2.0	7.0	11.0
Var(Score)	408.3	408.3	404.3	381.0	406.3	394	395.0	403.3	389.0	408.3
Dénominateur	105.0	105.0	103.0	95.6	104.0	99.3	99.9	102.5	97.7	105.0
Probabilité	68%	51%	38%	53%	63%	0%	10%	4%	24%	38%

