

**Relation between the ENSO phenomenon (El Niño - La Niña)  
and the rains on the Pacific coast :**  
**from the Center of the Ecuadorian coast  
to the Center of the Peruvian coast**

Bourrel L., Labat D., Alvarado A., Rau P., Pombosa R., Lavado W, Ronchail J., Guyot J.L.

# 1. Introduction

## Equateur

### Impacts du Phénomène ENSO 97/98 en Equateur:

Pertes associées estimées à 3 millions US \$.

Une diminution du PIB de 15 %.

Fortes inondations sur le littoral.

Destruction de 30% des infrastructures.



### Impacts du Phénomène ENSO pour le bassin du Guayas:

Les épisodes El Niño 82/83 et 97/98 affectent respectivement 60 % et 85 % de la superficie totale.

Pertes de production : affectant 60 % de la superficie agricole.



## Pérou

### ENSO El Niño 1997/1998:

Pertes associées estimées à 1 000 millions US\$.

Une diminution du PIB de 12 %.

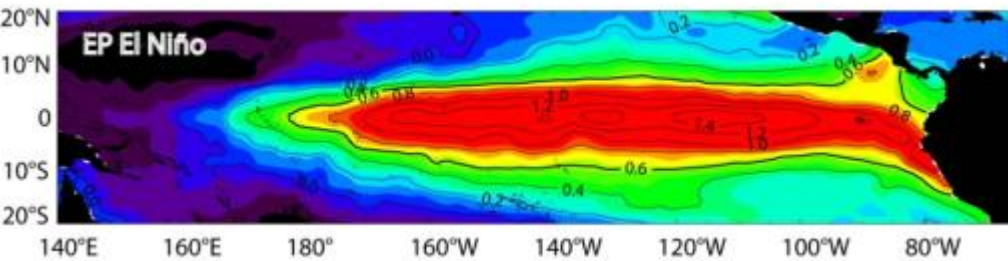
Zone côtière du Nord au Centre affectée par les inondations (800 millions US\$).

Zone des Andes du Sud affectée par la sécheresse (200 millions US\$).



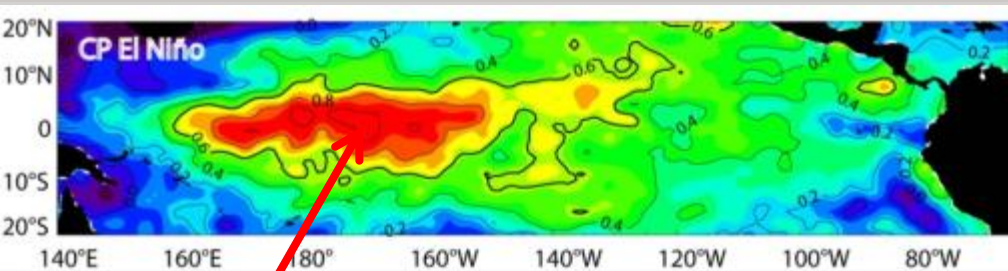
## 2. Le Phénomène ENSO et ses indices

### Événements de type « classique » EP «Eastern Pacific»



l'indice **E** ou **Eindex** décrit les événements extrêmes

### Événements de type Modoki CP « Central Pacific »

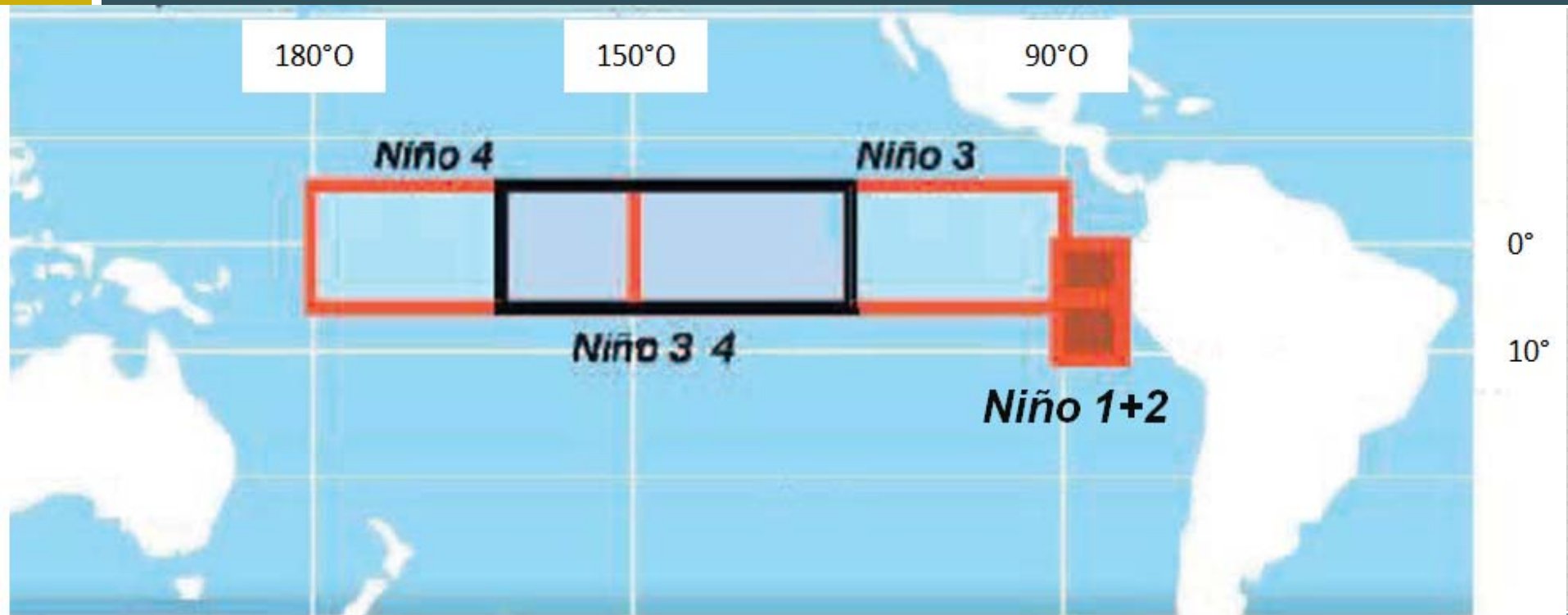


l'indice **C** ou **Cindex** décrit El Niño Modoki (et La Niña)

(Gutierrez E. et al., 2011)

**Réchauffement dans le centre du Pacifique Tropical entouré par des anomalies SST plus froides que la normale**

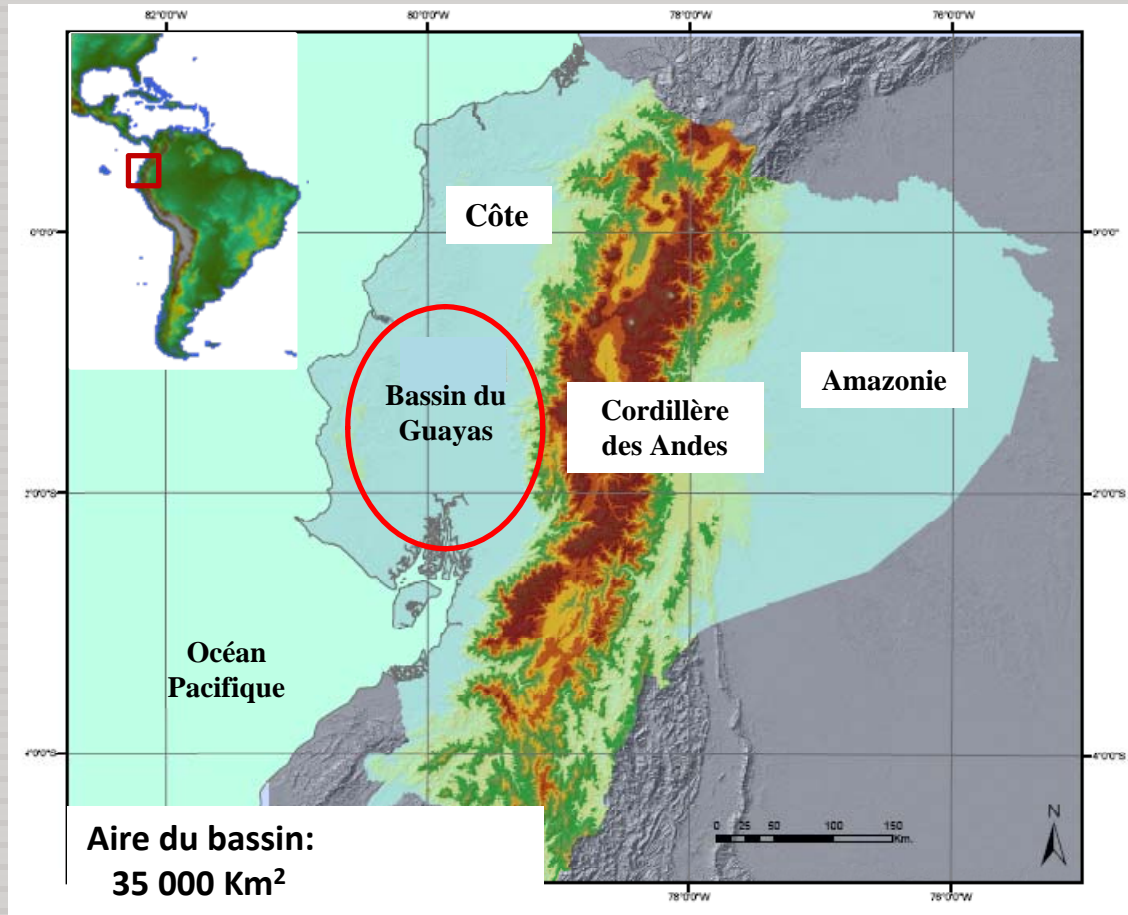
## 2. Le Phénomène ENSO et ses indices



Indices classiques	Indices dynamiques	Indices Atmosphériques	Indices Océanographiques
<b>SST</b> (Sea Surface Temperature, SST1+2, SST3, SST3.4, SST4), <b>SOI</b> (Southern Oscillation Index), <b>MEI</b> (Multivariate ENSO Index)	<b>E et C</b>	<b>MJO</b> (Indice de l'activité de Madden Julian)	<b>AKm1, AKm2</b> (Ondes Kelvin)

# 3. Présentation de la zone d'étude

## Equateur : bassin du Guayas



# 3. Présentation de la zone d'étude

## Equateur : bassin du Guayas

Superficie du Bassin :  
35000 km<sup>2</sup>

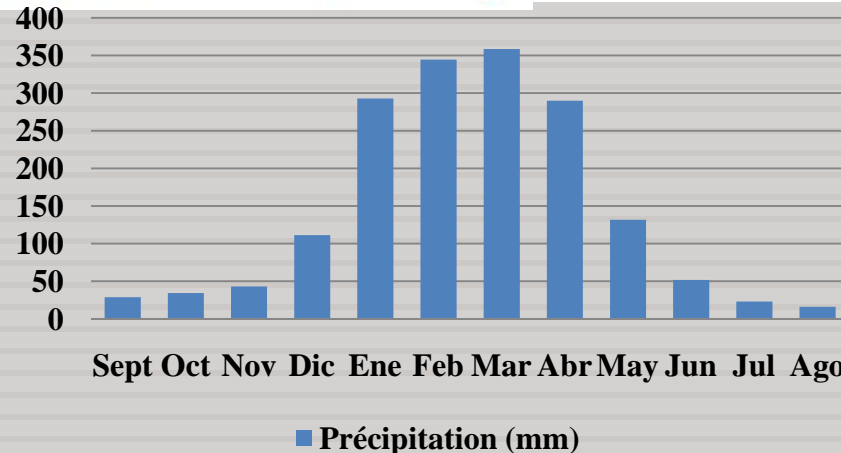
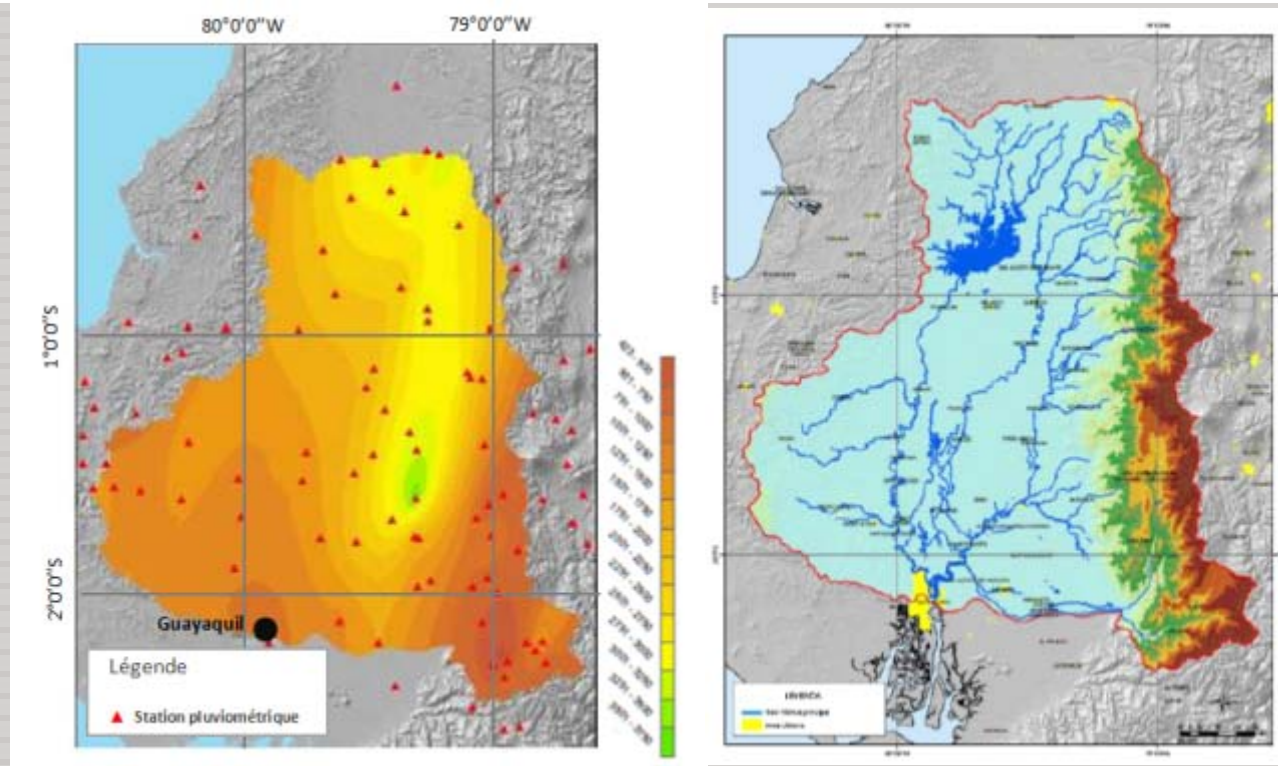
Stations Pluviométriques :  
96 (INAMHI)

Nombre d'années:  
49

Période: 1960 - 2009  
(pas de temps mensuel)

Année Hydrologique:  
Sept. à Août

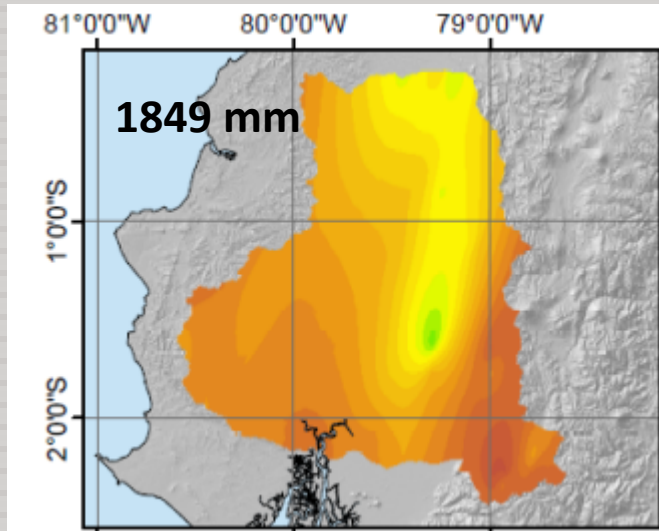
Module 1960 - 2009 :  
1850 mm



# 3. Présentation de la zone d'étude

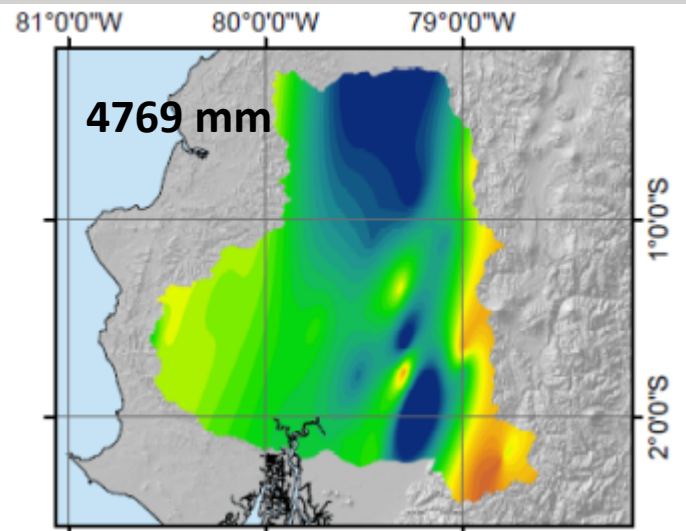
## Equateur : bassin du Guayas

**Normale : 1960 - 2009**



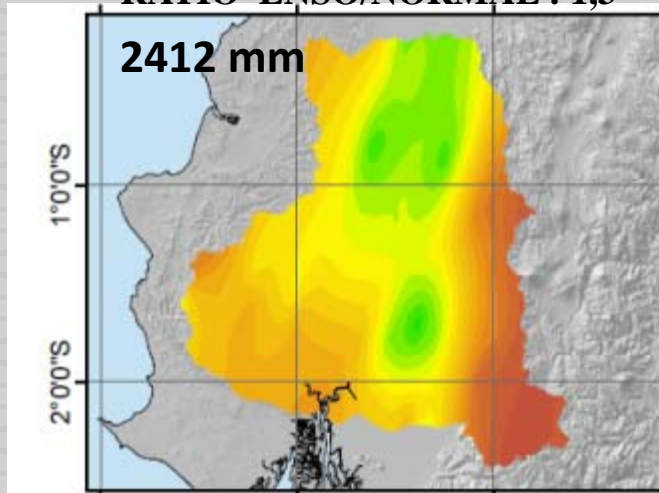
**Episode 1982/1983**

**RATIO ENSO/NORMAL : 2,6**



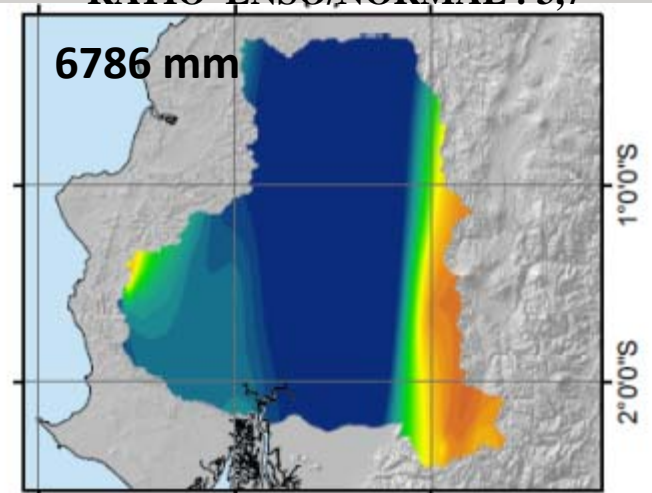
**Episode 1991/1992**

**RATIO ENSO/NORMAL : 1,3**



**Episode 1997/1998**

**RATIO ENSO/NORMAL : 3,7**



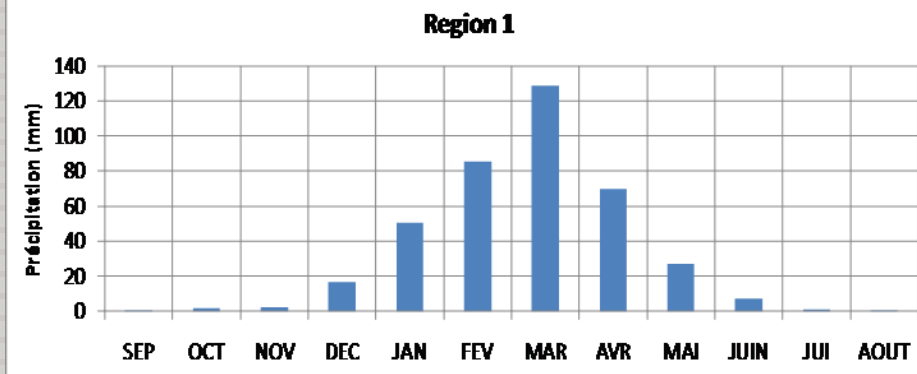
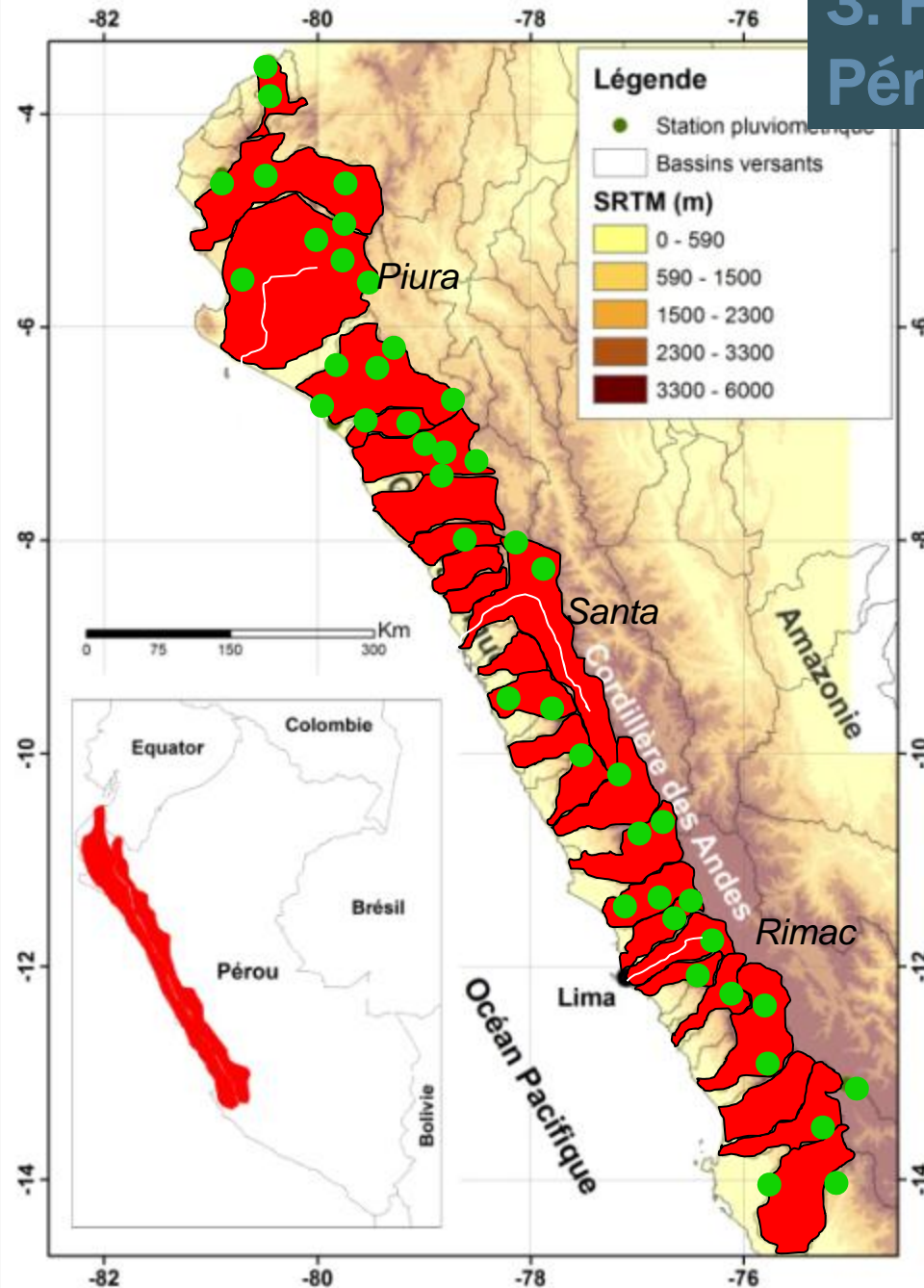
### 3. Présentation de la zone d'étude Pérou : Nord au centre du littoral

latitude 3,5°S → 14°S.

26 bassins versants et autour  
de 23 sous-régions en zones  
de plaine littorale.

Aires de bassins < 15 000 Km<sup>2</sup>  
Aire moyenne ~ 4 000 Km<sup>2</sup>

Année hydrologique:  
Septembre – Août  
Période 44 années: 1964 - 2007  
52 stations (SENAMHI)

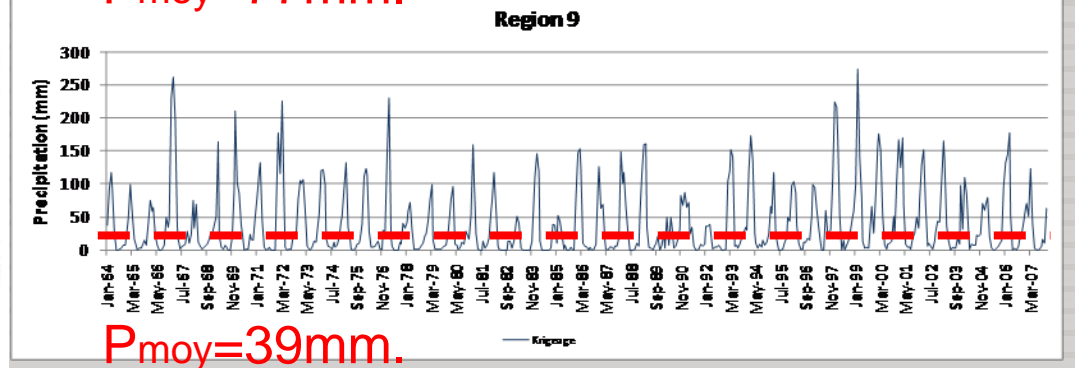
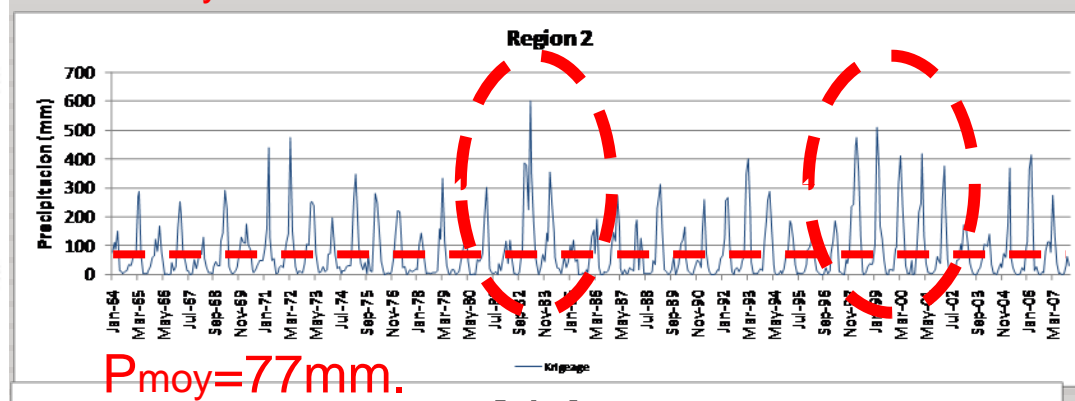
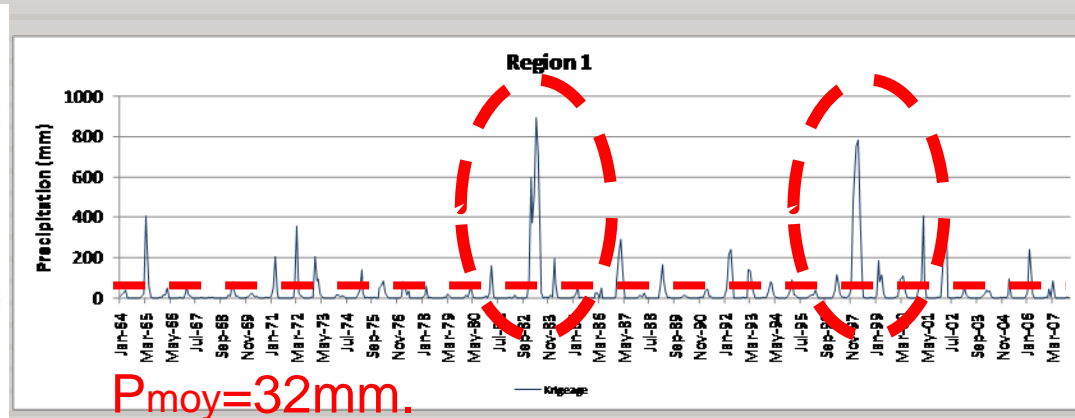
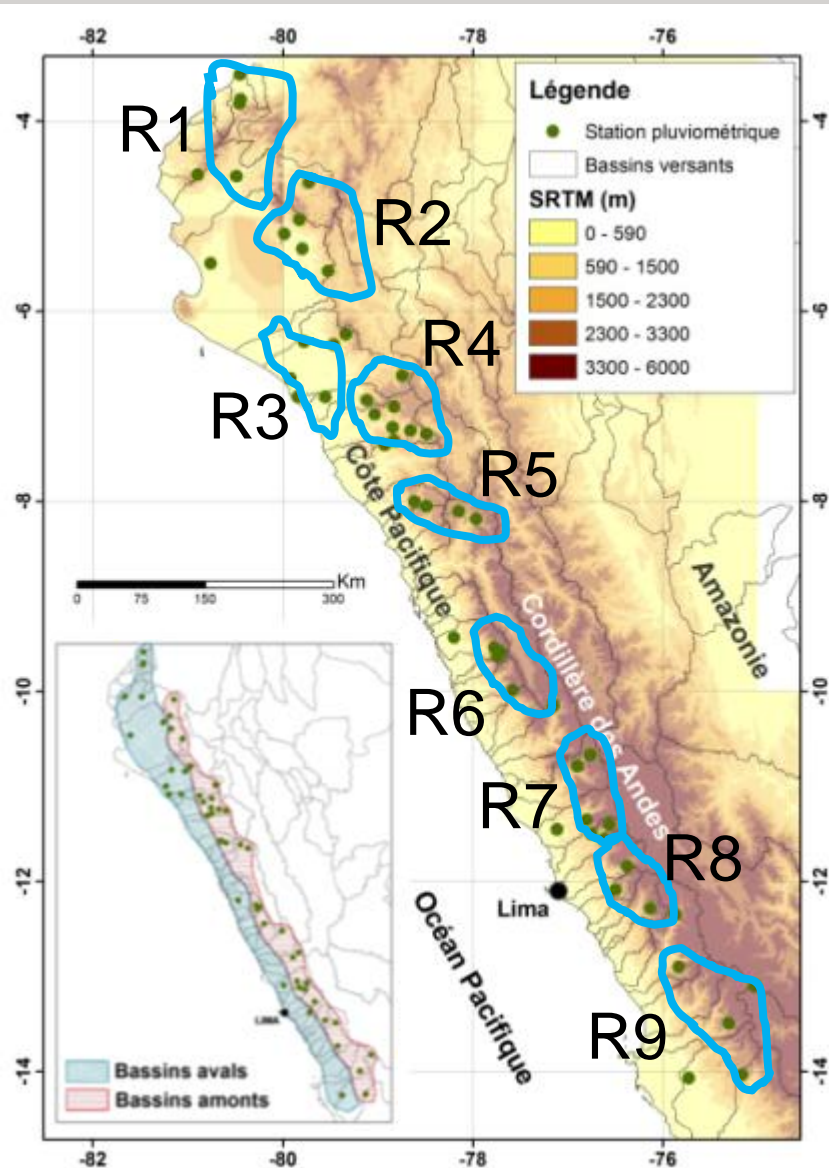




# 4. Résultats et interprétations

## Régionalisation

Vecteur Régional et interpolation krigeage

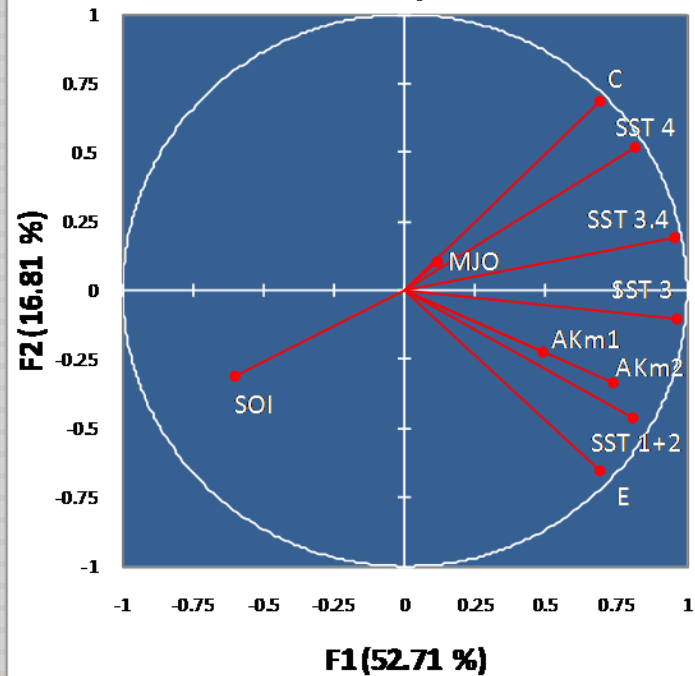


# 4. Résultats et interprétations

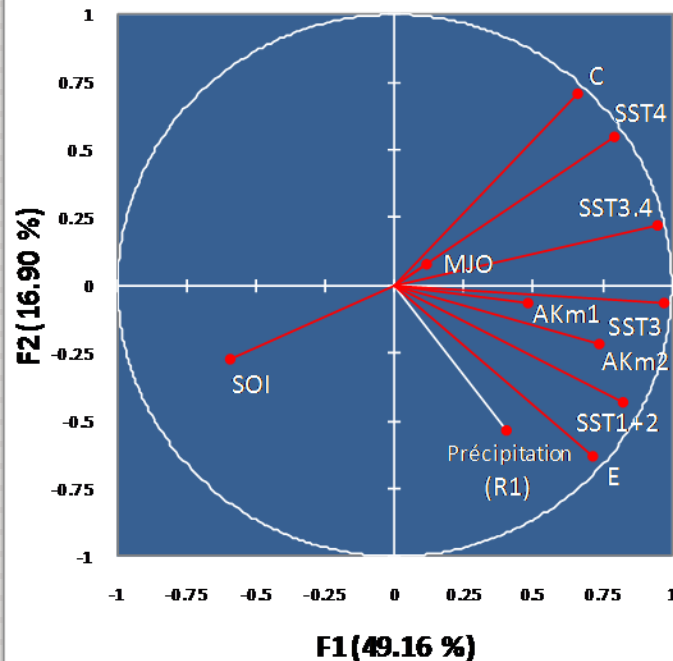
## ■ L'analyse en composantes principales

### ACP Pluies pour 1964-2007 : F1 49.2%, F2 16,9% Région 1

a) Variables (axes F1 y F2: 69.53 %)



b) Variables (axes F1 y F2: 66.06 %)



Coefficient. Corr.  
Indices + pluie

R1	0,41
R2	0,21
R3	0,29
R4	0,01
R5	0,04
R6	-0,02
R7	-0,08
R8	-0,11
R9	-0,12

Les 7 indices ENSO les mieux corrélés avec la composante F1

Indice	SST 1+2	SST 3	SST 4	SST3.4	E	C	Akm2
r*	0,80	0,96	0,81	0,95	0,69	0,69	0,74

\* Coefficients de corrélation obtenus à partir de la composante F1

# 4. Résultats et interprétations

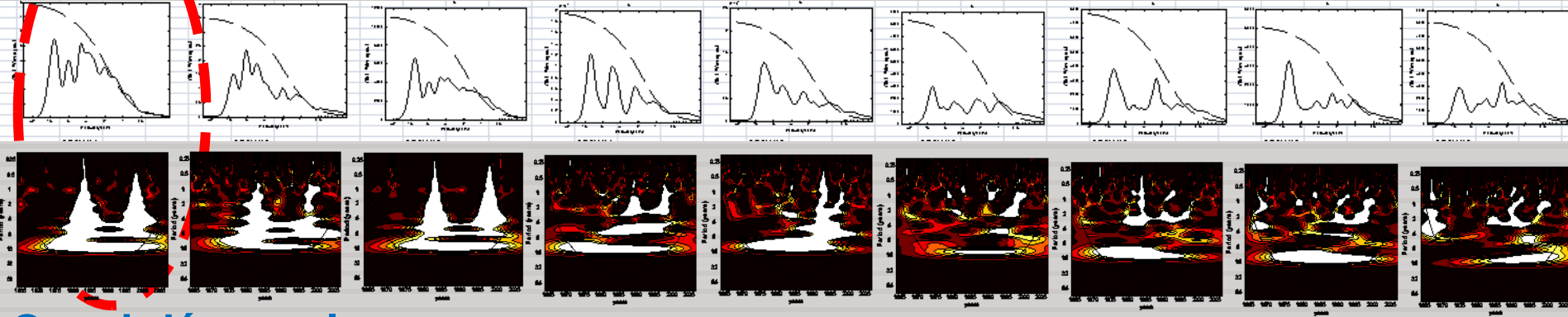
- L'analyse spectrale et en ondelettes des précipitations

Nord

Centre

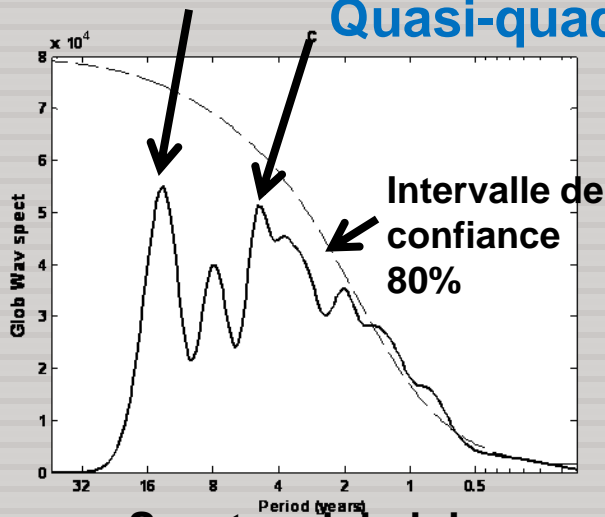
Série complète 1964- 2007

R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9

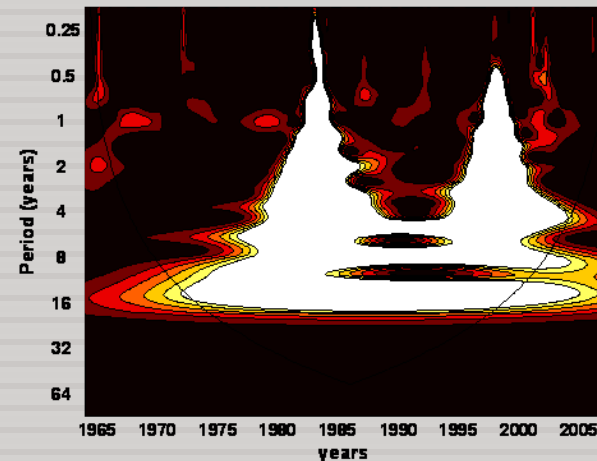


Quasi-décennale

Quasi-quadiennale



Spectre global des ondelettes

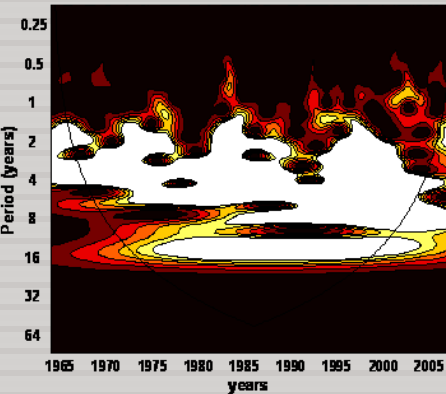


Ondelettes des précipitations

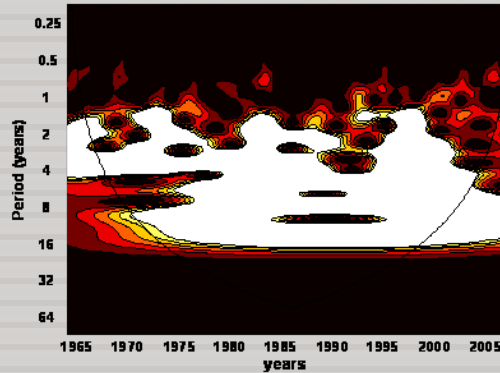
# 4. Résultats et interprétations

## ■ L'analyse spectrale et en ondelettes des indices ENSO

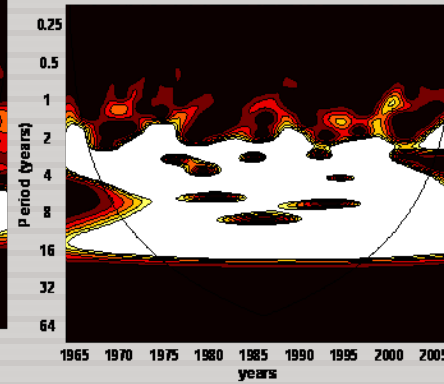
SST 1+2



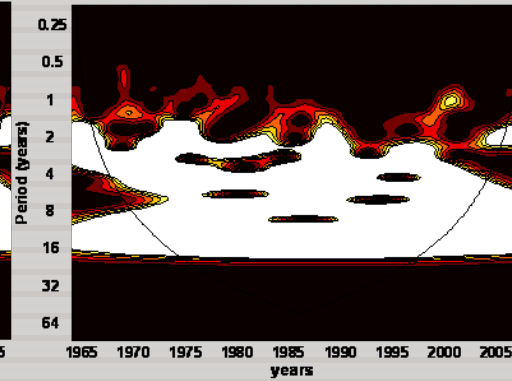
E



SST 4



C

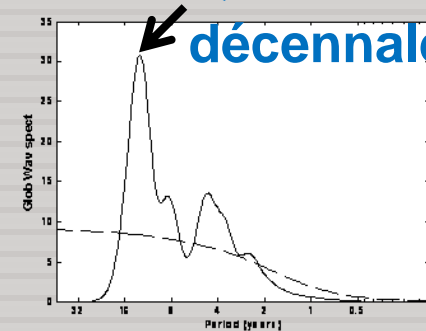
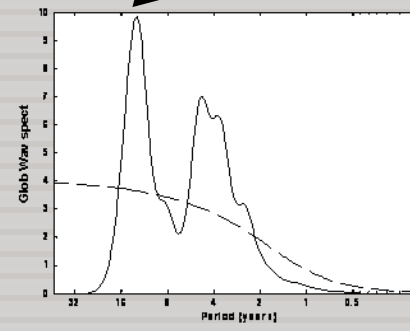
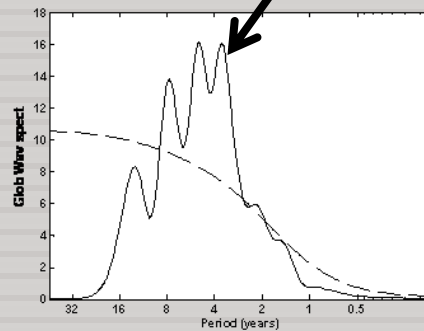
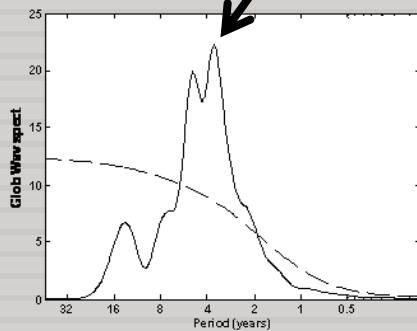


Quasi-quadriennale

Quasi-quadriennale

Quasi-décennale

Quasi-décennale



### Périodicité

Quasi-biannuelle et Quasi-quadriennale  
(dominants dans la ZCI)

Quasi-décennale

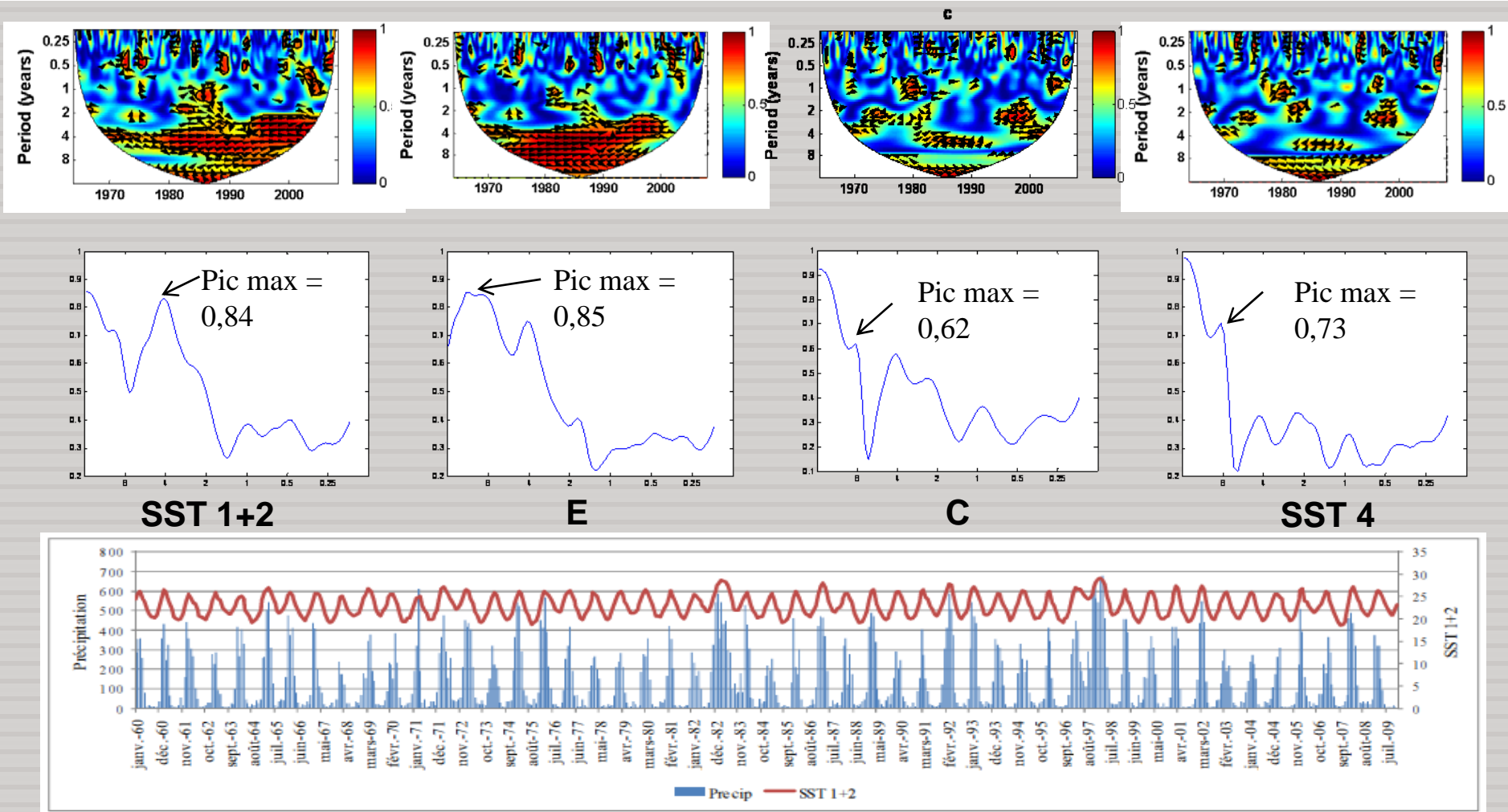
### Indice ENSO

SST 1+2, SST 3, SST 3.4, SST 4, MEI,  
SOI, MJO, E et C, AKm1, AKm2

SST 4, C, SOI

# 4. Résultats et interprétations

## ■ L'Analyse de cohérence en ondelettes



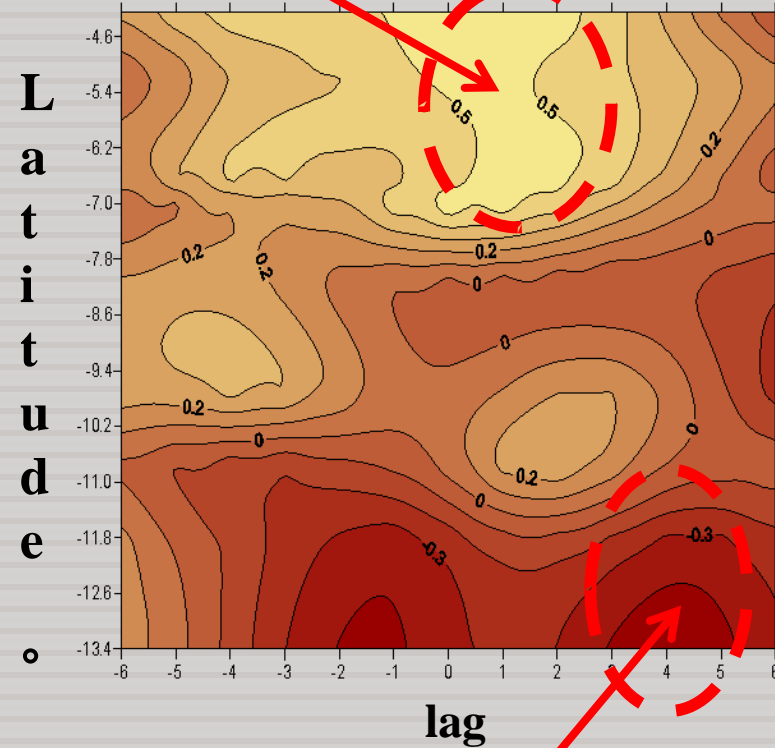
Les paires des indices SST 1+2 et E ; SST 4 et C se comportent de manière similaire vis-à-vis de la pluie.

# 4. Résultats et interprétations

- **Corrélations simples:** Variation du coefficient de corrélation avec décalages -6 à +6 mois selon la latitude

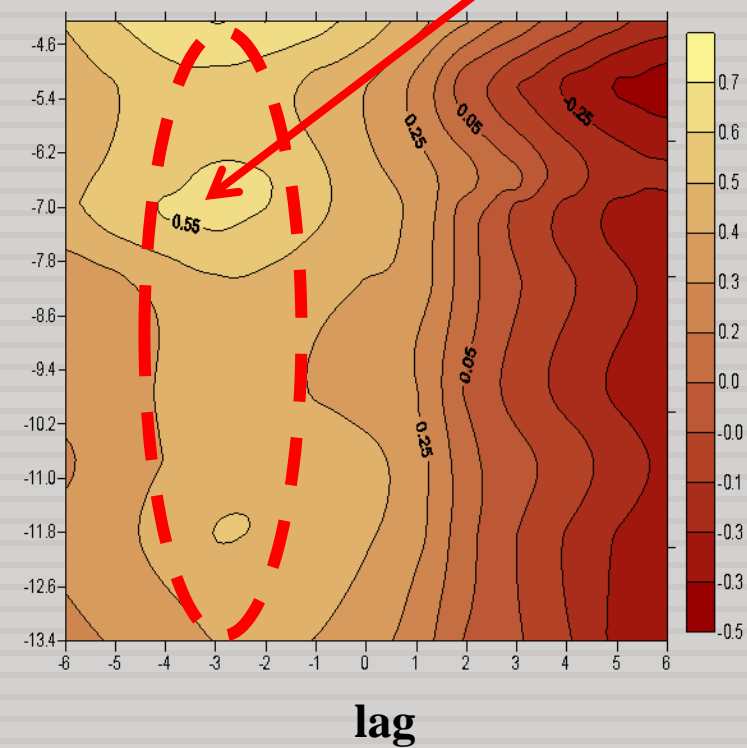
décalage +1  
Nord (+)

1982/1983



1997/1998

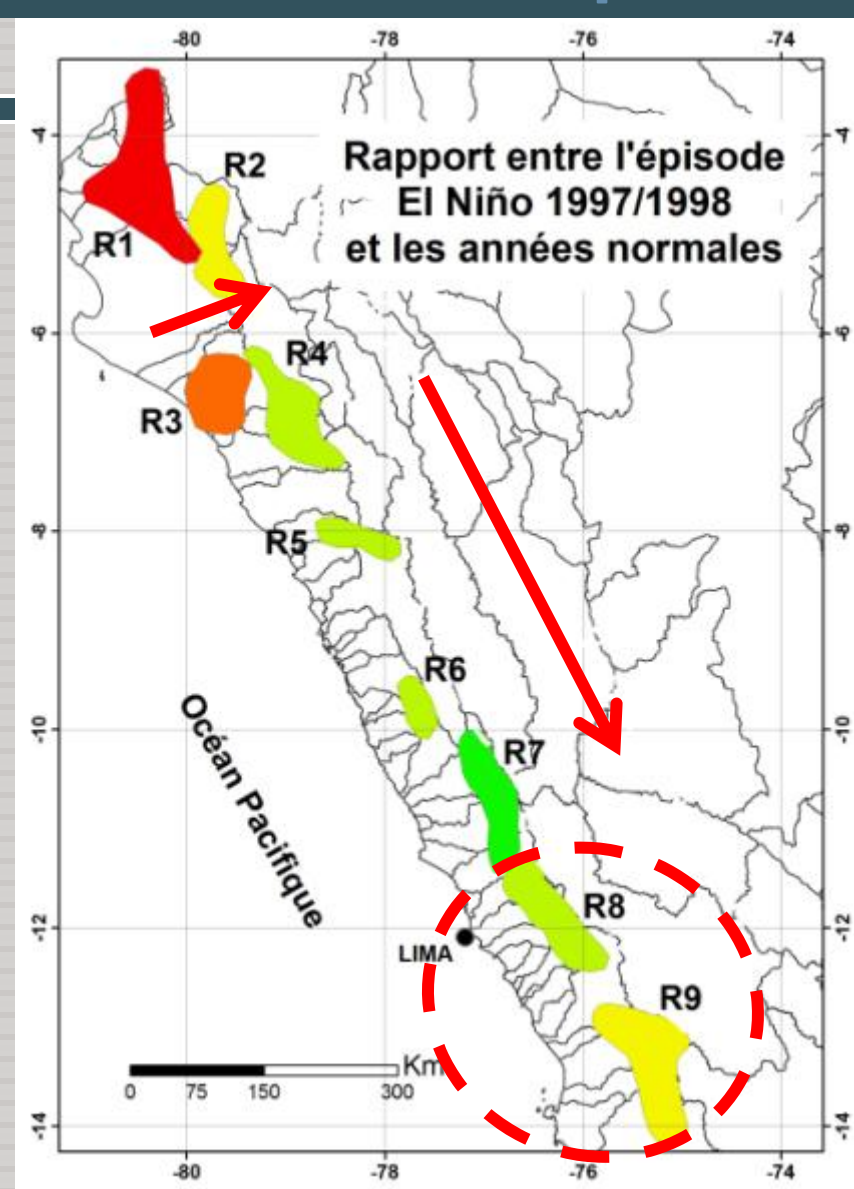
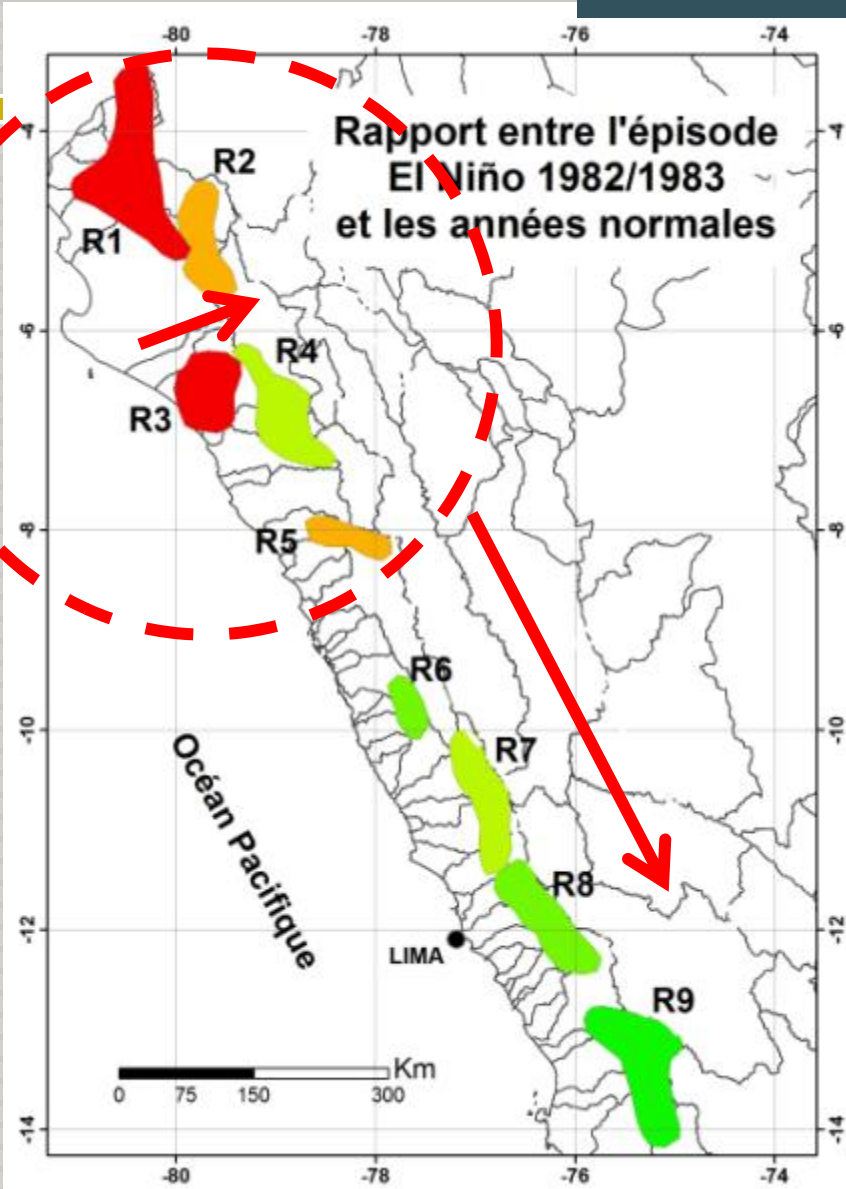
décalage -3  
Nord et Centre (+)



décalage +4  
Centre (-)

Indice E  
(El Niño extrêmes)

# 4. Résultats et interprétations



# 4. Résultats et interprétation

## ■ L'Analyse de corrélation

- **Corrélations multiples:** Modèles de précipitations en fonction de 3 indices ENSO.

$$P_{Ri} = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3$$

Précipitation par région	$a_1$	$X_1$		$a_2$	$X_2$		$a_3$	$X_3$	Coef. Corr. global
$P_{R1} =$	22,1	SST1+2	+	46,7	SST3.4	-	40,9	C	<b>0,52</b>
		<b>0,48</b>			0,29			-0,02	
	39,5	E	+	5,5	SST 3	-	5,1	C	<b>0,51</b>
		<b>0,51</b>			0,39			-0,02	
	43,4	E	-	1,6	SST 4	+	9,2	MJO	<b>0,51</b>
		<b>0,51</b>			0,10			0,05	
	28,1	SST 1+2	+	27,9	SST 3	-	36,1	SST 4	<b>0,50</b>
		<b>0,48</b>			0,39			0,10	

Région	$P_{R2}$	$P_{R3}$	$P_{R4}$	$P_{R5}$	$P_{R6}$	$P_{R7}$	$P_{R8}$	$P_{R9}$
Coef. corr. global	0,43	0,39	0,33	0,25	0,28	0,21	0,24	0,22



# 5. Conclusions et Perspectives

- Résultats similaires entre Sud Equateur et Nord Pérou.
- 9 régions climatiques identifiées entre Nord et Centre du littoral péruvien.
- Trois modes dominants de variation fréquentielle des indices ENSO : quasi-biennale, quasi-quadriennale (dominantes dans la ZCIT) et quasi-décennale.
- Les événements 1982/1983 et 1997/1998 présentent de fréquences quasi-quadriennale et quasi-décennale.
- Cohérences significatives entre les indices SST 1+2, SST 3, SST 4, E, C, AKm1, AKm2, MJO et les précipitations.
- Les paires des indices SST 1+2 et E ; SST 4 et C ; SST 3.4 et C se comportent de manière similaire vis-à-vis des précipitations.
- Modèles entre précipitations et 3 indices ENSO selon la latitude.
- Evaluer la pertinence des indicateurs pour améliorer la prévision climatique et hydrologique, ainsi que pour la validation des modèles climatiques.

**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCION**

