

# Variations Climatologiques des indices liés à la Cyclogenèse

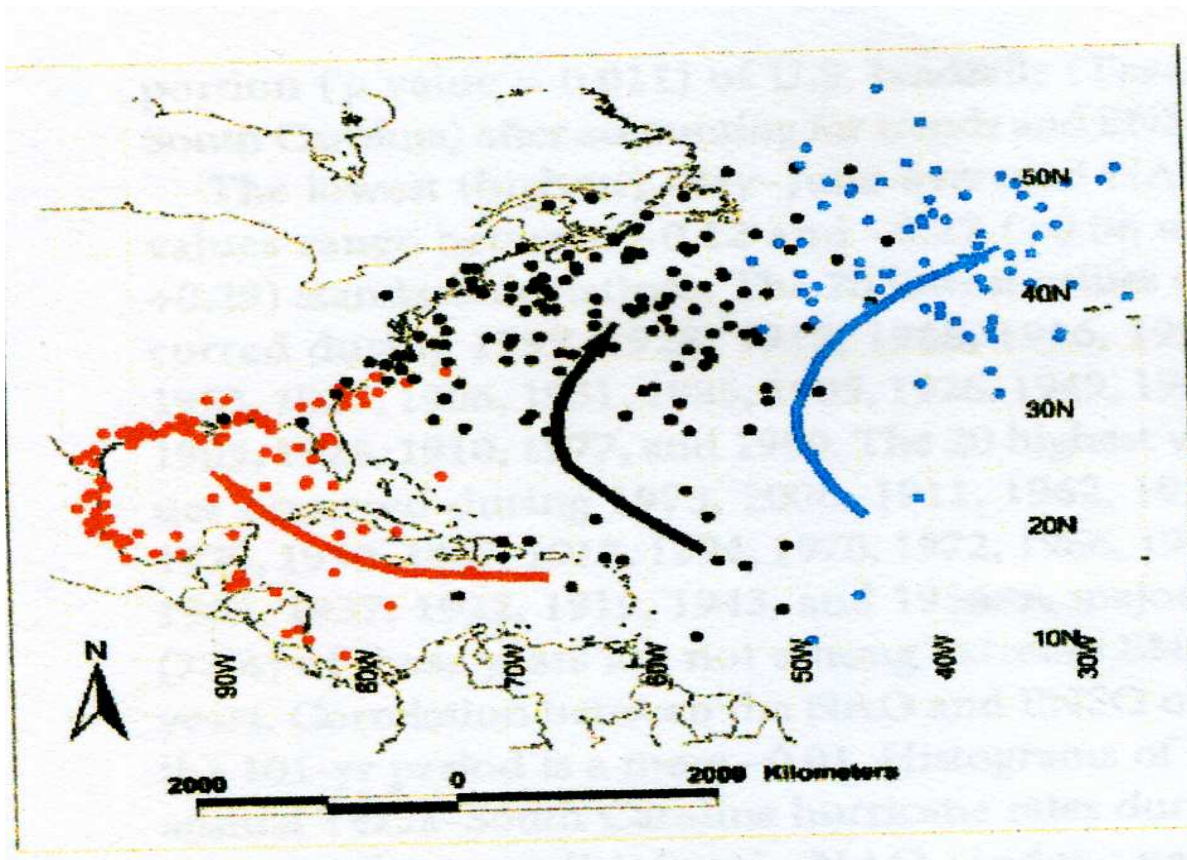
Cas de l'Océan Atlantique Nord et du Bassin Caribbéen.

C Asselin de Beauville

S. Conil

## Cyclones cat. 3, 4 et 5 (1974-2004)

Bassin	75-84	85-94	95-04
Atlantique nord	18	14	38
Pacifique nord ouest	71	104	98
Océan indien sud	33	44	53
Pacifique nord est	44	57	36
Pacifique sud ouest	20	32	22



Le point de départ de notre recherche a été cette étude de James B. Elsner « tracking Hurricanes » ( AMS/BAMS 2003).

Il est en effet important pour nous de connaître les conditions qui favorisent une traversée de l'archipel des Petites Antilles par une perturbation tropicale où un ouragan.

# Les Indices pouvant être retenus en première analyse

Les ouragans ont une sensibilité aux conditions relatives :

À la température de l'océan.

À la pression de surface.

Au cisaillement vertical de vent

À la vorticité, la convergence ainsi que la stabilité statique des basses couches. Ils sont enfin influencés par télé connections avec des phénomènes de plus grande ampleur comme le phénomène El Ni o ou le NAO.

Nous avons plus particulièrement retenu en première analyse l'influence de ces deux phénomènes sur les ouragans par rapport à la traversée de l'archipel des Petites Antilles.

E James B. Elsner ont fait débuter leur étude en 1944 à l'aide de la base de données « Hurdal » en prenant comme valeur du SOI la moyenne des trois mois principaux de la saison cyclonique (c'est-à-dire août, septembre, octobre (ASO)) pour le SOI et les mois de mai et juin pour le NAO ( MJ).

Les auteurs mettent en relief la relation ci-dessous qui montre l'influence du phénomène El Niño ainsi que celle du NAO. De plus un de ces deux paramètres auraient une influence sur la courbure des trajectoires cycloniques.

Les trajectoires auraient un rayon de courbure beaucoup plus faible donc une trajectoire plus rectiligne ( ce qui amènerait ces phénomènes à traverser l'archipel) lorsque le SOI a une valeur positive et le NAO une valeur négative. Pour ces chercheurs le SOI est plus en rapport avec le développement des ouragans tandis que le NAO serait plus en rapport avec la trajectoire?

Qu'en est t'il réellement ?

$$\log(\hat{\lambda}_{SM}) = 16.237 - 0.008 \times \text{Year} + 0.343 \times \text{SOI} - 0.219 \times \text{NAOI}, \quad (1)$$

# Recherche d'une régression

Nous avons tenté de notre côté de rechercher une régression du type suivant:

$$\log(n) = A + B \cdot \text{SOI} - C \cdot \text{NAO}$$

Avec les éléments dont nous disposons nous avons adopté le schéma suivant:

$$\log(n) + 2 = 1,587 - 0,842 \cdot \text{SOI} + 0,546 \cdot \text{NAO}$$

Vérification du nombre de phénomènes ayant traversés l'archipel suivant cette formule.

Pour certains cas le nombre de phénomènes est déterminé à 0,5 près mais ce résultat n'est pas constant et des erreurs plus importantes ne permettent pas de le considérer comme fiable surtout pour les cas où  $n$  est  $> 2$ .

**L'oscillation nord atlantique(NAO)** est un phénomènes météorologiques connus depuis assez longtemps. Il régit les hivers d'Europe du nord, qui seront alors soit humides et chauds soit froids et secs.

L'origine de ce phénomène ne semble pas complètement élucidé de nos jours.

L'intérêt pour notre propos se porte davantage sur l'une de ses conséquences, c'est-à-dire **les variations de positions et la force de l'anticyclone des Açores**. La position de cet anticyclone joue en effet un rôle sur le couloir cyclonique atlantique (diapositive suivante). Il est également important de s'interroger sur les modifications qui peuvent naître de l'influence d'un réchauffement climatique?

Des hypothèses émises laissent penser que la NAO est une réponse à de lents changements des températures planétaires?

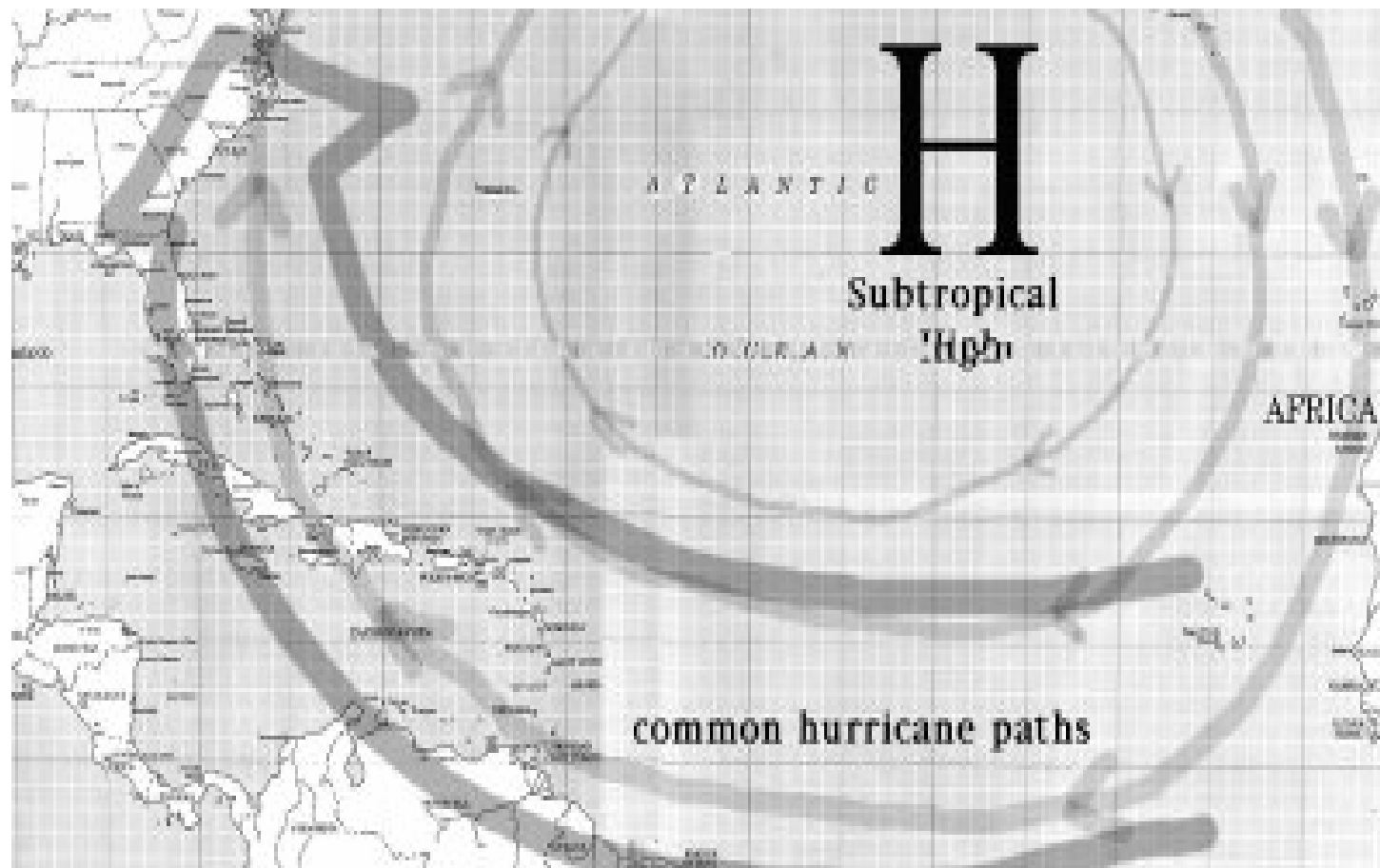
Donc de ce fait L'oscillation nord atlantique est une part importante des études sur le changement du climat.

Plus précisément, la NAO lie l'intensité de la dépression d'Islande à la force et l'extension de l'Anticyclone des Açores.

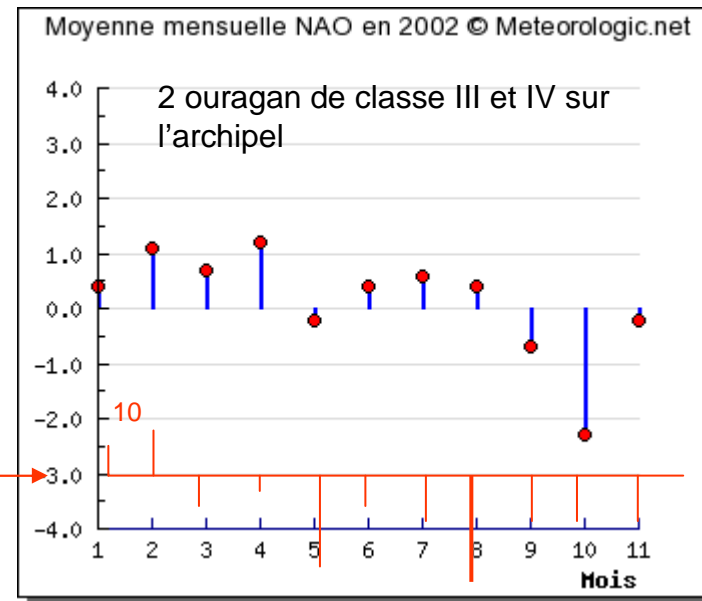
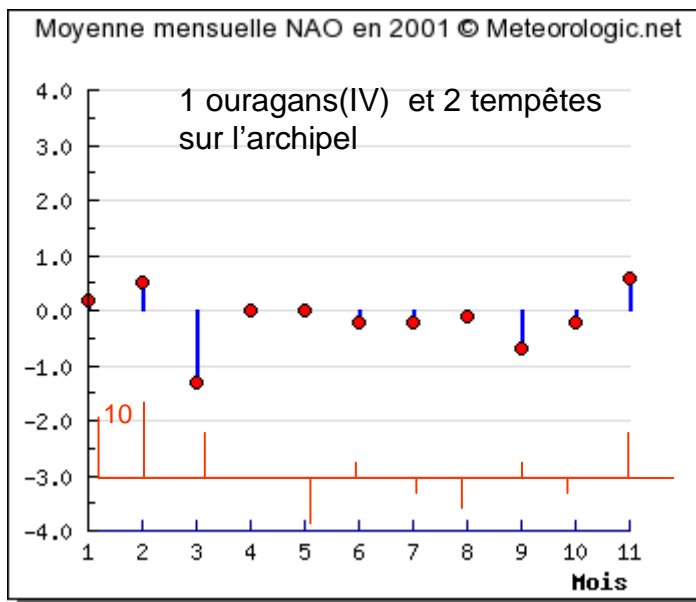
On parle de phase positive lorsque les deux centres d'action se renforcent (creusement de la dépression d'Islande, gonflement et intensification de l'Anticyclone des Açores) ou de phase négative lorsque les deux s'affaiblissent simultanément

## Influence du centre de haute pressions atlantiques sur les trajectoires cycloniques

Un anticyclone des Açores qui gonfle et s'étend déplace théoriquement le couloir cyclonique qui se trouve en sa bordure.



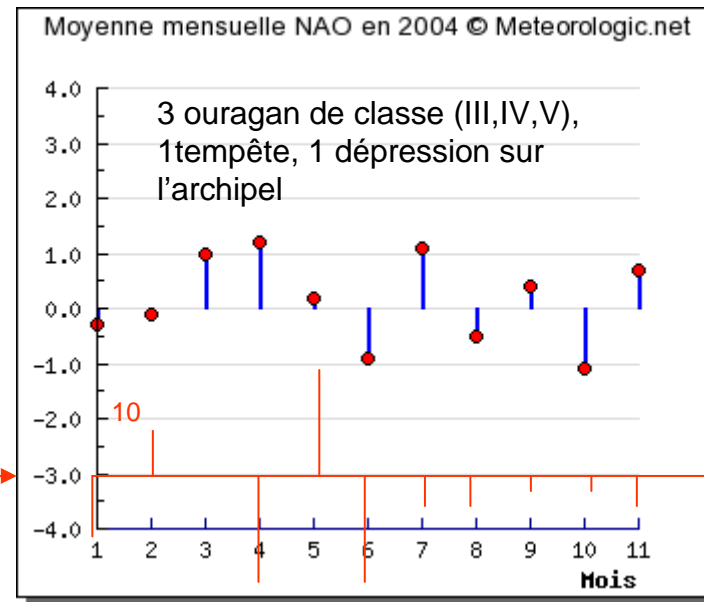
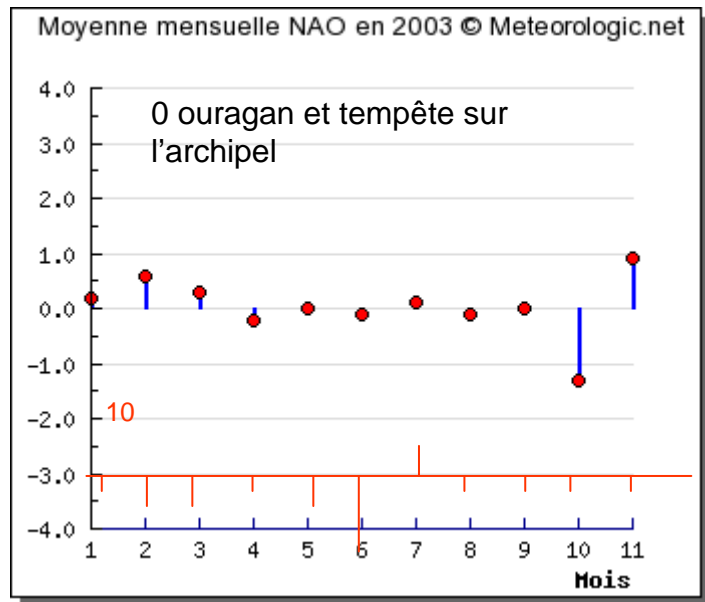
Il nous a donc paru intéressant dans un premier temps de regarder pour les six dernières années passées l'évolution des paramètres NAO et SOI (phénomène El Niño) en prenant en compte le nombre de perturbations ayant traversées l'archipel des Petites Antilles chaque année.



SOI

Année 2001: les très faibles valeurs de la NAO ont été associée à des faibles valeurs du SOI un ouragan de classe IV est apparu en octobre. Les tempêtes ont été identifiées en août et octobre.

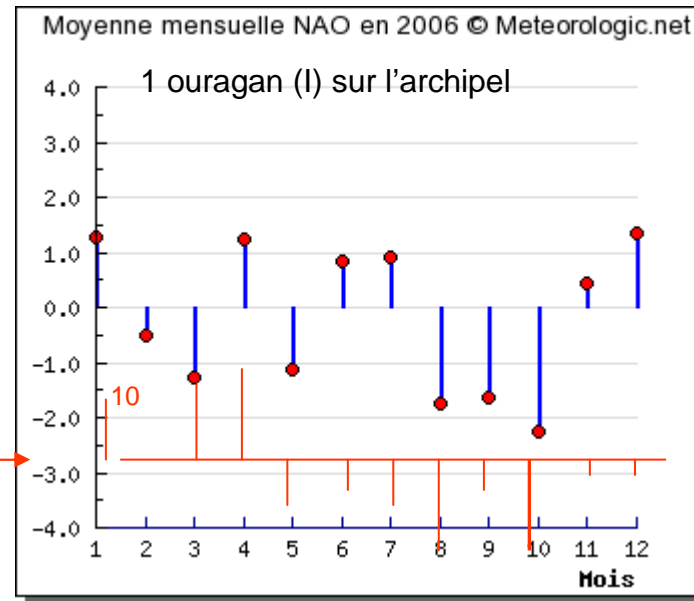
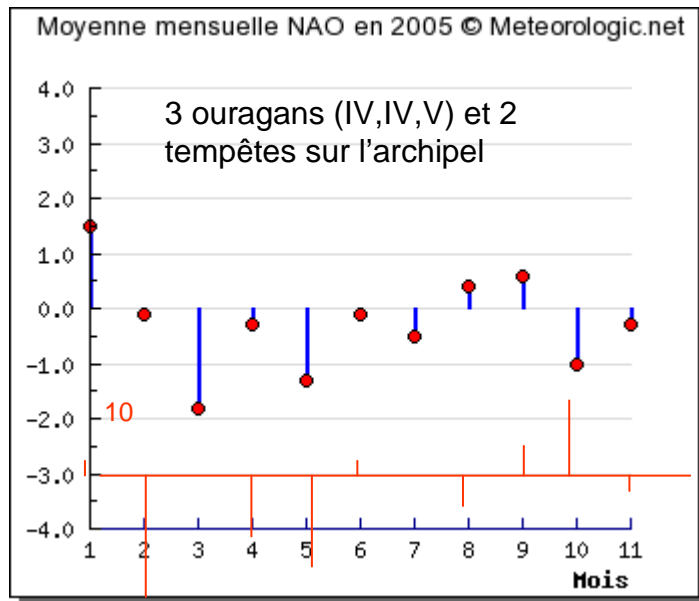
Année 2002: C'est une année particulière, les valeurs négatives du SOI auraient du jouer un rôle plus inhibiteur, les ouragans de classe III et IV ont traversé l'archipel au mois de septembre; la NAO était négative ainsi que le SOI.



SOI

Année 2003: Le calme sur l'archipel des Petites Antilles; la NAO et le SOI ont des valeurs négatives où proches de zéro durant la saison cyclonique à l'exception de la NAO négative au mois d'octobre.

Année 2004: La saison est fortement agitée les indices NAO ont des valeurs différentes de zéro tandis que les indices SOI sont proches de zéro ou négatifs durant la saison cyclonique.

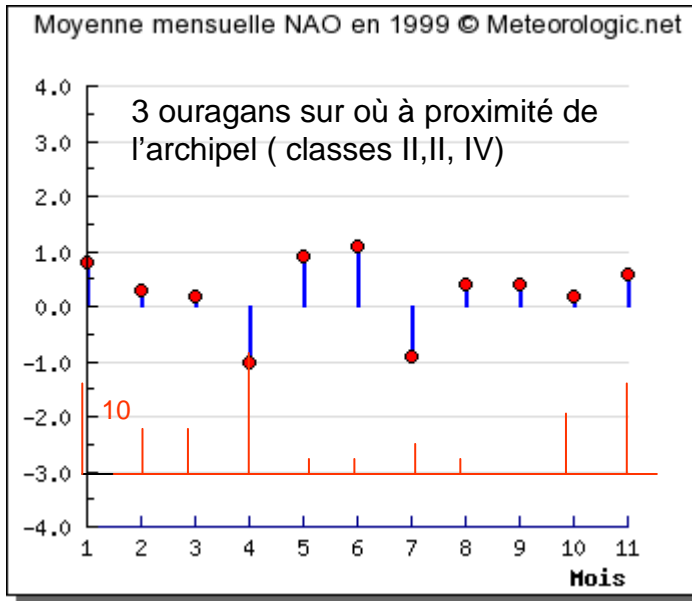


SOI

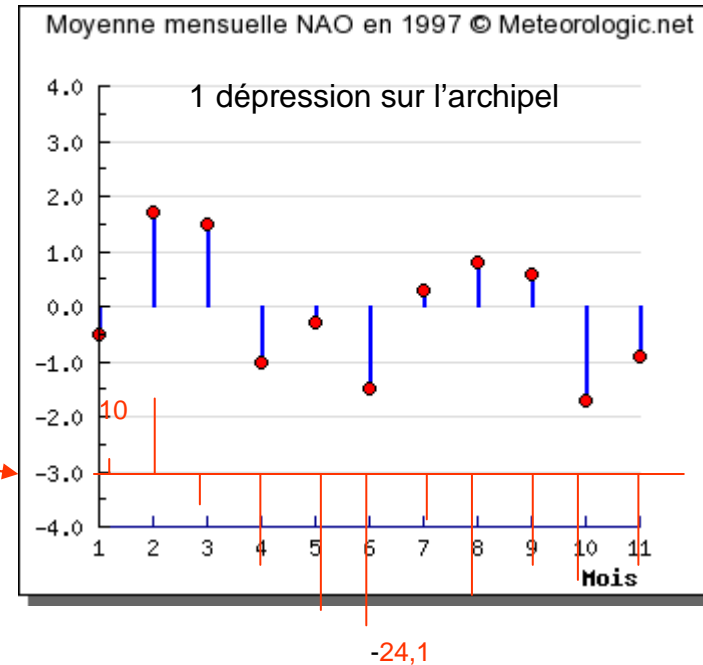
El Niño modéré (valeurs négatives du SOI).

On constate une grande différence entre les valeurs des indices NAO et SOI entre 2005 (année record) et 2006 (année très calme). L'année 2006 se caractérise principalement par des valeurs négatives du SOI durant la saison cyclonique, la NAO est également fortement négative durant cette période; on trouve un seul phénomène cyclonique sur l'archipel, le SOI a joué certainement un rôle prépondérant.

## Cas d'années particulières : 1999 l'année de Leny et l'année 1997 ( El Niño puissant).



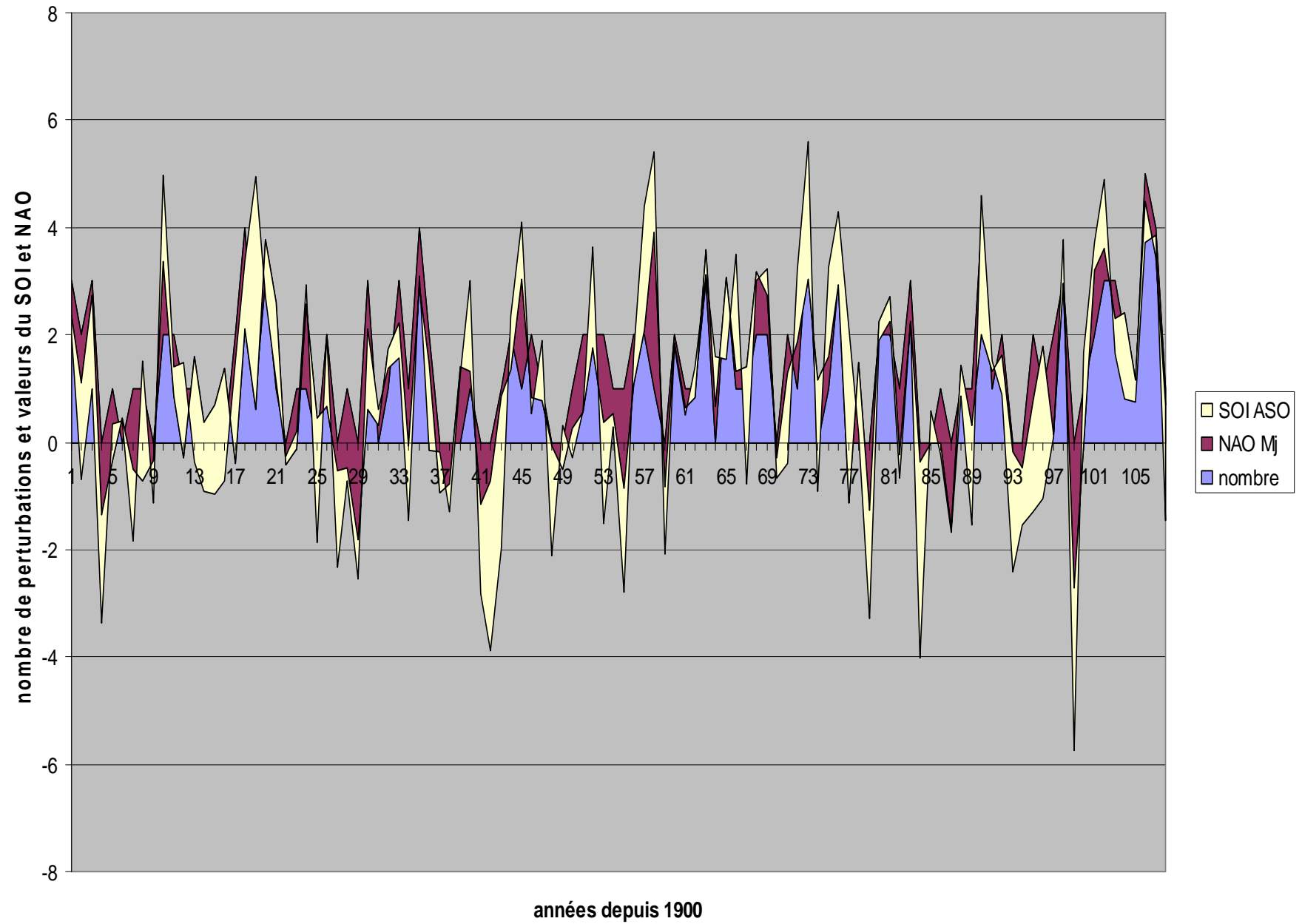
SOI



L'année 1997 se caractérise par un phénomène EL Niño fort, tandis qu'en 1999 on est plus tôt dans se que l'on nomme les phases » La Niña »

Après cet examen préliminaire des six dernières années nous avons donc étendu cette étude à toute la base de donnée sur les ouragans depuis ( 1850) en réalité on prendra surtout les 100 dernières années à partir de 1900 à nos jours.

nombre de perturbations ayant traversées l'archipel en fonction du SOI et du NAO

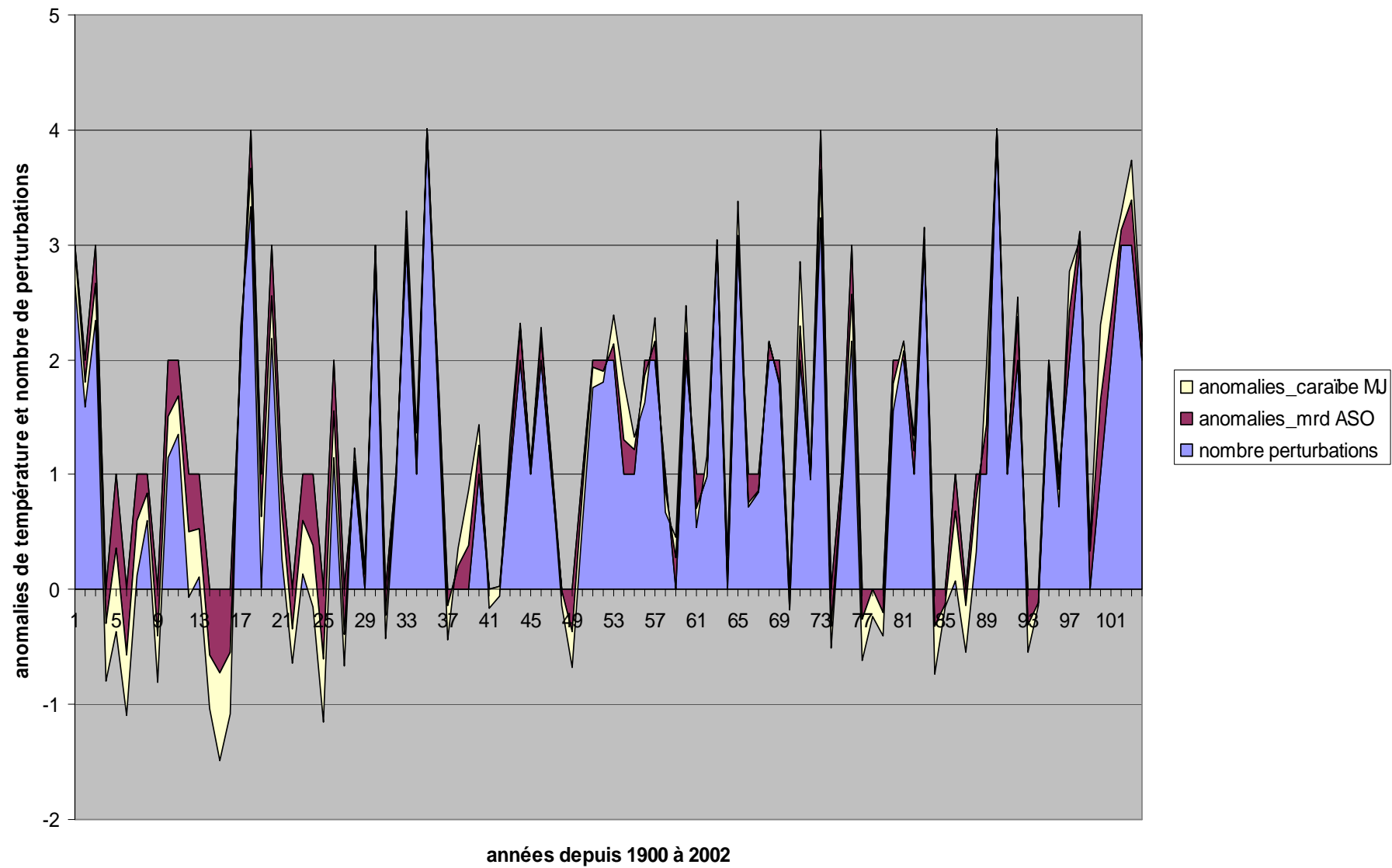


# Première conclusion

Ce graphique montre bien l'influence prépondérante du phénomène El Niño (SOI négatif). L'influence du NAO est plus délicate à interpréter. Un passage de plusieurs perturbations sur l'Archipel des Petites Antilles semble corrélé avec des phases de la NAO positive ce qui serait dans le sens d'un renforcement de l'anticyclone des Açores. Ceci est d'autant mieux marqué quand le SOI est également positif ( phase Niña). L'archipel serait donc plus vulnérable dans les phases SOI+ et NAO+ et davantage à l'abri dans les phases SOI- et NAO-.

Il a paru intéressant d'aller plus loin dans cette étude et de d'examiner le nombre de perturbations ayant traversées l'archipel comparativement aux anomalies de température de la fenêtre atlantique 10-20nord, -20 - 60 ouest ( zone dite « mrd » ) ainsi que la fenêtre relative à la mer des Caraïbes.

nombre de perturbations ayant traversées l'archipel en fonction des anomalies de température



# Deuxième Conclusion

L'analyse des écarts de température aussi bien pour l'océan atlantique que la mer des Caraïbes montre bien que l'archipel est directement menacé lorsque les écarts sont positifs et protégés si ceux-ci sont négatifs. Se pose alors la question du lien avec le phénomène El Niño lors des écarts négatifs?

# DISCUSSION

On note cependant que la fin du XX<sup>e</sup> siècle est dominée par l'alternance de périodes décennales qui privilégient les phases négatives du NAO dans les années 50 à 60 et positives depuis. Ces trente dernières années se rapprochent du début du siècle, où une certaine persistance en phase positive était également décelable, mais contrastent par les fortes valeurs de l'indice (7 parmi les 10 valeurs les plus élevées au cours des 150 dernières années ont été enregistrées depuis 1980).

Le réchauffement global tendrait à ce que l'on ait de plus en plus de phases NAO positives .

[http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/biblio/pigb15/06\\_oscillation.htm](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/biblio/pigb15/06_oscillation.htm)

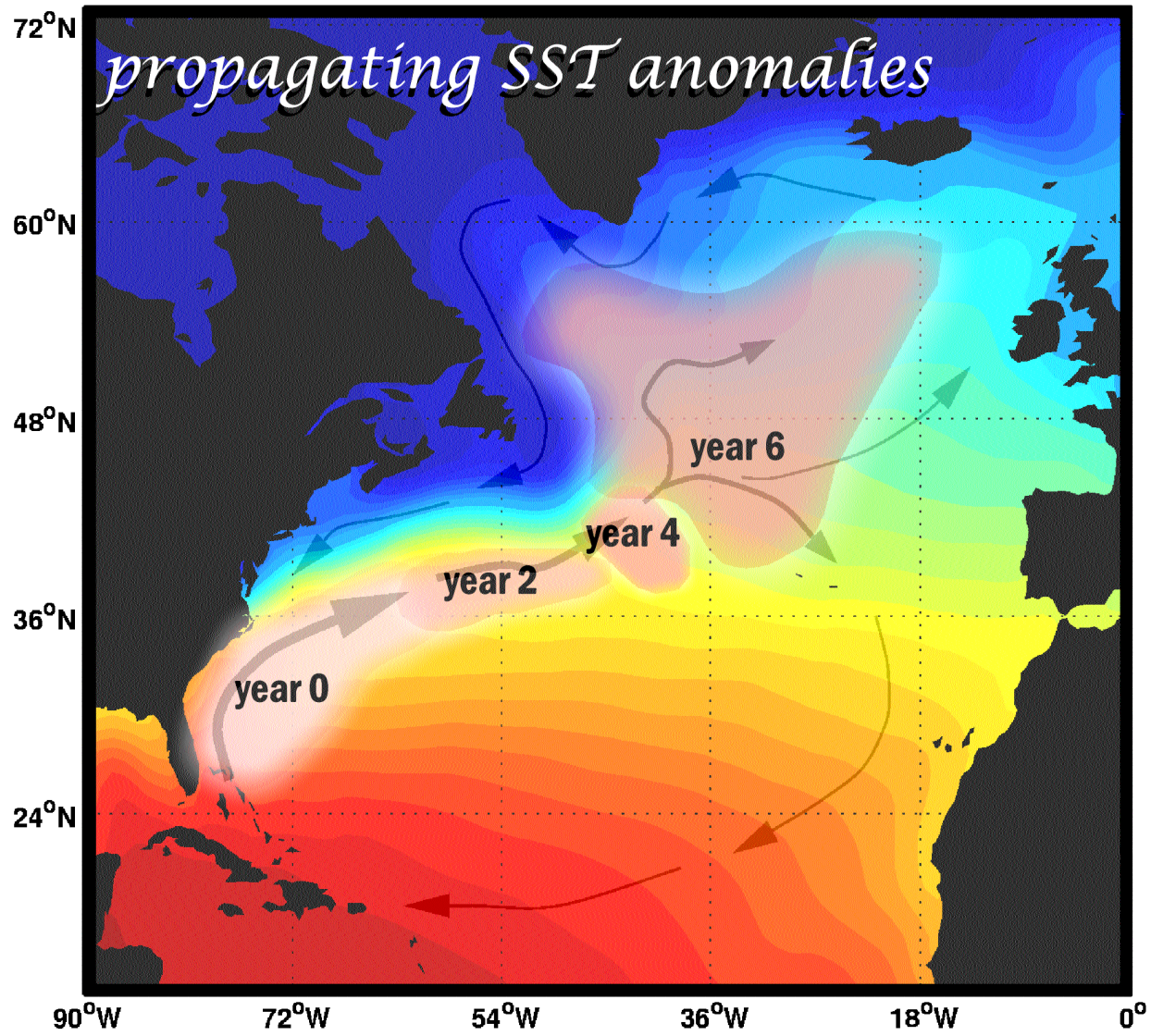
# Le Réchauffement Climatique et la NAO

**Ces trente dernières années ont montré une forte tendance des phases positives persistantes de la NAO.**

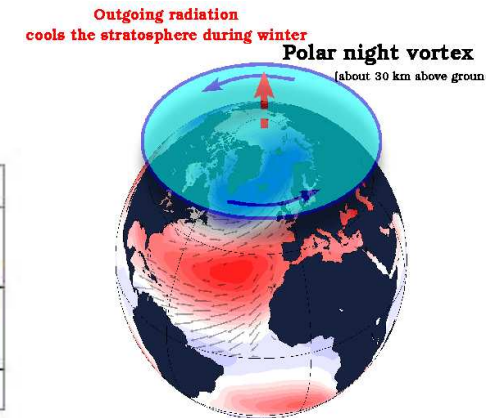
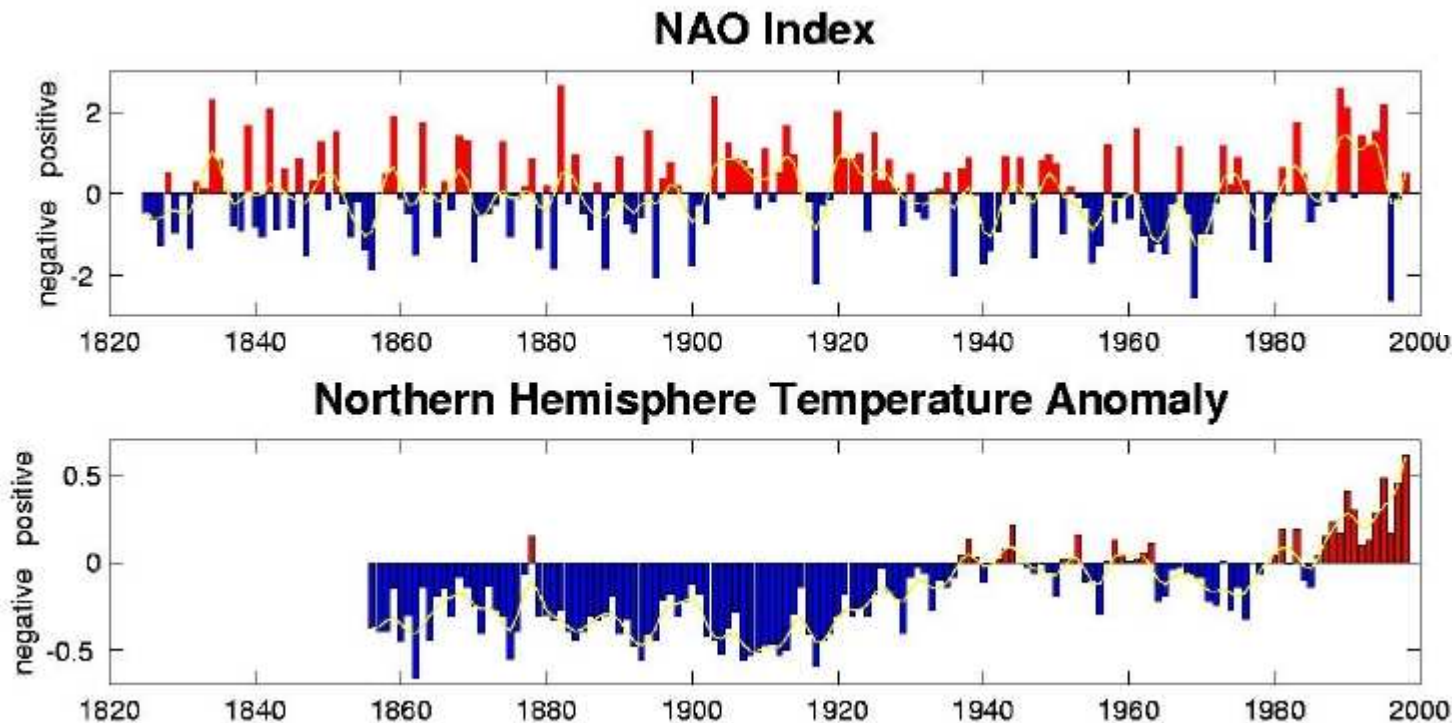
**Cela est-il dû simplement à la variabilité naturelle du climat ou au réchauffement global?**

**A défaut de pouvoir clairement répondre à cette question optons pour l'hypothèse du réchauffement global !**

**Des chercheurs pensent que la NAO est une réponse à de lents changements des températures planétaires, ces changements semblant être plus importants autour de l'équateur.**



# Le N.A.O et le réchauffement Global



scientist argue that changes in the stratospheric circulation can influence the phase of the NAO.

Ozone depletion and increase of CO<sub>2</sub> both result in a strong polar night vortex which might cause the NAO to prefer a positive state.

Will "global warming" cause a persistent positive NAO phase?

Concernant les catégories 4 et 5, les deux régions ayant connu des tendances les plus significatives des deux dernières décennies (Nord-Atlantique, Pacifique Nord-Est) ne montrent pas de tendances claires (47 cyclones sur la période 1986-1995, 48 cyclones sur la période 1996-2006). Concernant l'ensemble des bassins, on trouve une hausse globale de 10% des cyclones de force 4-5. L'essentiel de cette hausse serait due principalement aux cyclones de l'Hémisphère Sud de la fin des années 1980 et du début des années 1990. Depuis 1990, on ne trouve que très peu de changements alors que le réchauffement s'est accéléré.

Il existe une corrélation positive et significative entre l'indice ACE, les températures de surface (SST) et le nombre de cyclones 4-5 pour les bassins Nord-Atlantique et Pacifique Nord-Est. Cette corrélation est en revanche absente des autres bassins cycloniques, ce qui indique que "d'autres facteurs comme l'état d'El Niño, le cisaillement vertical des vents, l'humidité de la troposphère moyenne jouent un rôle critique pour déterminer l'intensité attendue d'une saison cyclonique".

Conclusion de Philip Klotzbach : "Ces résultats indiquent qu'il y a eu très peu de tendance dans l'activité cyclonique des vingt dernières années et qu'une large partie de l'augmentation importante trouvée par Emanuel 2005 ou Webster 2005 est probablement due à la qualité médiocre des bases de données avant le milieu des années 1980".

L'Oscillation Atlantique Nord est le plus grand mode de variabilité climatique dans le Secteur Atlantique et probablement dans l'hémisphère nord entier.

Ses impacts s'étendent jusqu'à la haute atmosphère.

La dynamique du NAO n'est pas entièrement comprise et en particulier sa sensibilité à l'océan ainsi qu'aux courants marins comme celui du Gulf Stream.

Des anomalies océaniques de grande échelle sur le bassin Atlantique sont étroitement liées aux phases de la NAO

Dans les tropiques, l'intensification des alizés due au renforcement de l'Anticyclone des Açores pourrait induire un refroidissement du bassin tropical de l'Atlantique Nord en réponse à une évaporation de surface plus intense. Cela irait davantage dans le sens d'une diminution des risques de perturbations.

**Cependant, après plus de 100 ans de recherche scientifique, les mécanismes fondamentaux régissant la variabilité de l'oscillation nord-atlantique demeurent toujours des mystères. Quelques éléments cependant deviennent plus clairs. Par exemple, il s'avère que le lien entre El Niño et NAO est relativement faible. Il apparaît également plus clairement que certains des modèles actuels de climat ont la capacité de faire des prévisions probabilistes de l'index NAO une saison en avance. Mais pourquoi l'indice NAO est-il devenu plus positif au cours des 30 dernières années ? On spécule que ceci peut être un signe du réchauffement global induit par l'activité humaine, ou bien simplement de la variabilité naturelle du climat dans l'océan Atlantique Nord. En tous cas, en raison de son importance climatique, la NAO est source d'intérêt scientifique**

<http://www.ifremer.fr/lpo/cours/nao/nao9.html>

# Autres tentatives d'analyses effectuées à partir de la base Hurdat, des valeurs du SOI, NAO et la température moyenne d'une zone océanique sur 104 ans

## Summary statistics:

Variabl e	Categorie s	Frequenci es	%
nombre	0	31	29,808
	1	33	31,731
	2	24	23,077
	3	12	11,538
	4	4	3,846

On analyse 104 cas de 1889 à 2002 (manque de renseignements à partir de 2003).

On a ainsi 31 cas où l'archipel n'a pas été traversé par aucun phénomène, 33 cas avec un phénomène, 24 cas avec 2 phénomènes, 12 cas avec 3 perturbations, et 4 cas avec 4 phénomènes. L'année 2005 où il y a eut 5 phénomènes n'a pas été traitée pour le moment par manque de données..

Dans une première analyse nous avons pris en compte le couloir atlantique 6-18 nord et -20 -60 ouest pour les températures moyennes sur les mois d'août, septembre et octobre.

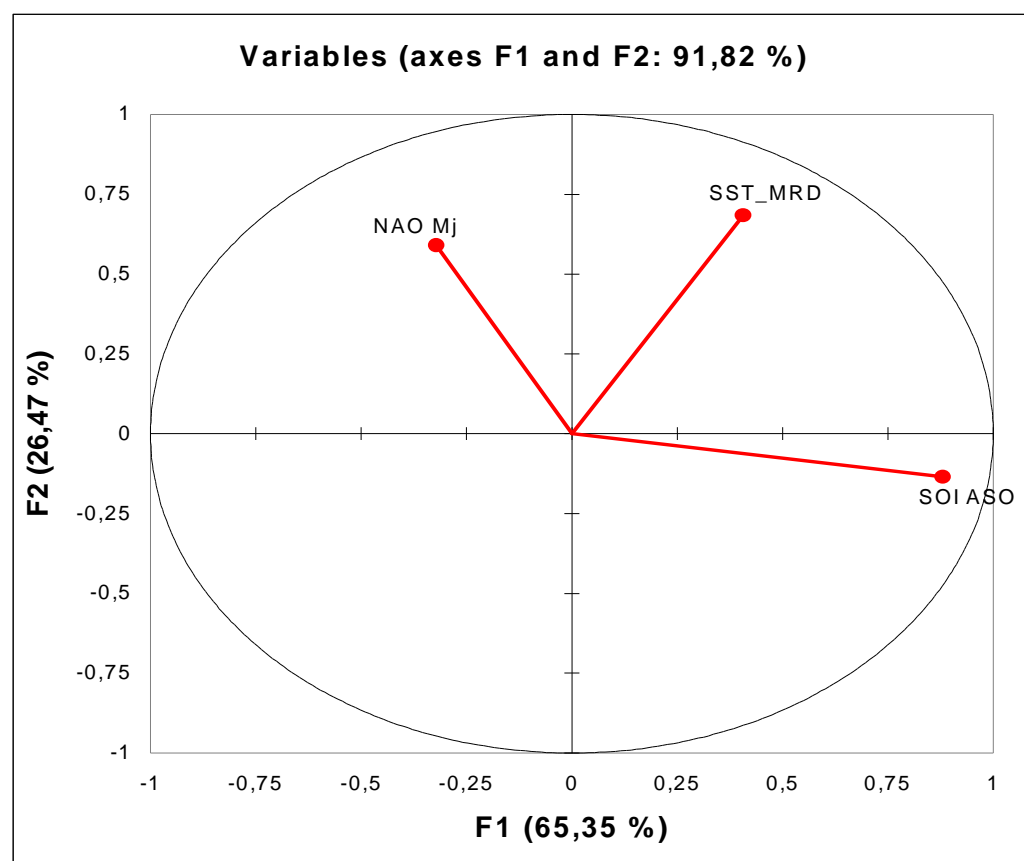
Les indices SOI ont été également moyennés sur ces trois mois d'août, septembre, octobre, tandis que le NAO a été moyenné en première analyse sur les mois qui précèdent la saison cyclonique, c'est-à-dire mai et juin (ref tracking hurricanes by J. Elsner, BAMs march 2003).

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
<b>Eigenvalue</b>	<b>0,221</b>	<b>0,090</b>	<b>0,028</b>
<b>Discrimination (%)</b>	<b>65,351</b>	<b>26,466</b>	<b>8,183</b>
<b>Cumulative %</b>	<b>65,351</b>	<b>91,817</b>	<b>100,00</b>

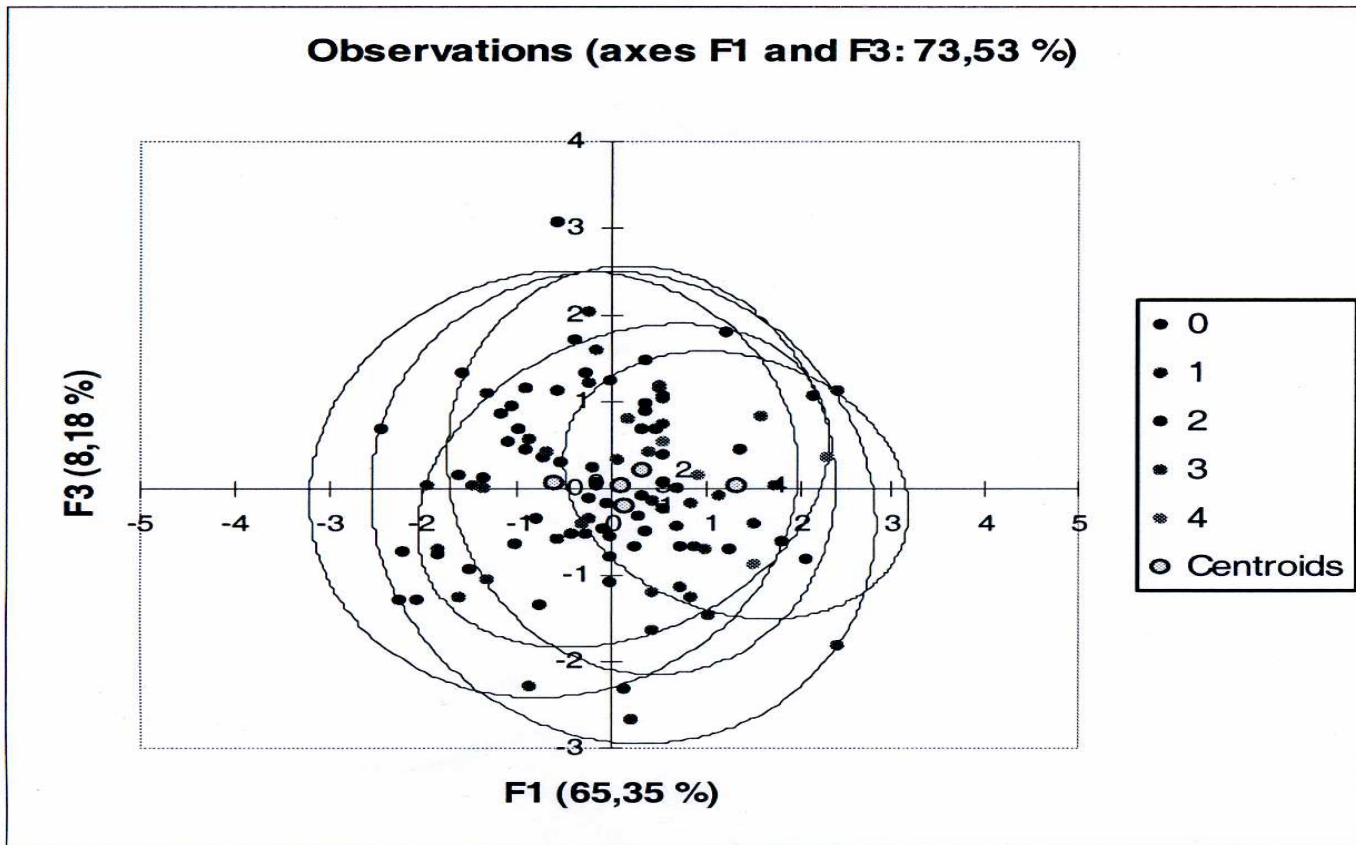
Le tableau ci-contre fournit les valeurs propres et le pourcentage de variance correspondant. Le premier facteur va représenter 65% de la variance, 26% pour l'axe 2 et seulement 8% pour l'axe 3.

Variables/Factors correlations:

	F1	F2	F3
NAO Mj	-0,322	0,591	-0,740
SOI ASO	0,880	-0,135	-0,455
SST_MRD	0,407	0,684	0,605



Le graphique suivant montre que les deux axes F1 et F2 comportent a eux ceux 92% de l'information. L'indice SOI est bien corrélé avec l'axe F1 (0,88), la température du couloir atlantique est moyennement corrélé avec l'axe F2(0,684). L'indice NAO est corrélé négativement avec l'axe F3(-0,74) et n'est pas du tout corrélé avec l'indice SOI.



L'analyse discriminante ne montre pas de séparation nette des nombres de phénomènes par rapport aux trois paramètres choisis.

# Le réchauffement climatique et El Niño

Quel lien y a-t-il entre le réchauffement climatique et El Niño

Il est ainsi difficile aujourd'hui de déterminer l'impact de l'actuel réchauffement climatique sur El Niño.

les effets d'El Niño sur l'Europe semblent se renforcer par suite du réchauffement climatique

El Niño agirait donc comme un révélateur d'une évolution à la hausse des températures sur le globe.

Cette évolution lente, même si elle apparaîtrait dans ce cas comme spectaculaire, masque les risques de bouleversements majeurs et soudains que pourrait nous réserver le changement climatique avant la fin du siècle. Quant aux phénomènes qui vont traverser l'archipel, il nous est pour le moment assez difficile de conclure sur une augmentation ou une diminution. L'exemple le plus frappant est celui de l'année 2006 où les recherches laissaient présager une saison encore active en comparaison de 2005 pourtant il n'en a rien été. Que dire pour 2007 ? Il faut s'attendre à au moins deux phénomènes pouvant traverser notre archipel.

# Références Bibliographiques et Internet

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_\\_Oc\\_ans\\_et\\_climat/\\_Oscillation\\_nord-atlantique\\_3hb.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1__Oc_ans_et_climat/_Oscillation_nord-atlantique_3hb.html)

<http://www.climat-sceptique.com/article-2303152.html>

[North Atlantic Oscillation](#), M. Visbeck, Lamont Doherty Earth Observatory, Université de Columbia, USA [The North Atlantic Oscillation Earth Class](#), M. Visbeck, Lamont Doherty Earth Observatory, Université de Columbia, USA [The North Atlantic Oscillation Thematic Web Site](#), D. B. Stephenson, Université de Reading, GB [North Atlantic Oscillation Data](#), [T. Osborn](#), Climatic Research Unit, GB [The North Atlantic Oscillation](#), CLIVAR Initial Implementation Plan [North Atlantic Oscillation \(NAO\) Indices Information](#), J. Hurrell, National Center for Atmospheric Research, USA