

**ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE DU PACIFIQUE SUD**  
**CLIMATIC ENVIRONMENT OF THE SOUTH PACIFIC**

Jacques MERLE  
Centre ORSTOM de Nouméa,  
BPA5 Nouméa Cédex, Nouvelle-Calédonie

**SOMMAIRE**

- 1 - Importance du climat dans le Pacifique
- 2 - Signaux climatiques affectant le Pacifique Sud
  - Le climat moyen du Pacifique Sud.
  - ENSO
  - Le réchauffement global
  - L'oscillation décennale.
  - Les paléoclimats du Pacifique
- 3 - Impacts des changements climatiques sur l'environnement du Pacifique Sud
  - Conséquences de l'élévation du niveau de l'océan sur les pays du Pacifique Sud.
  - Conséquences du réchauffement des eaux superficielles sur la vie océanique
  - Conséquences du réchauffement sur les événements météorologiques extrêmes.
  - Conséquence des variations climatiques sur les précipitations et la ressource en eau.
  - Conséquences des variations climatiques sur l'agriculture.
  - Conséquences des changements climatiques et de la démographie sur les zones côtières
- 4 - Contribution française à la connaissance de l'environnement climatique du Pacifique Sud
  - Les acteurs de la recherche
  - Les principaux résultats français.

**RÉSUMÉ**

L'environnement climatique du Pacifique Sud est conditionné par "l'extrême océanité" de la région et l'interaction étroite entre l'atmosphère et l'océan qui conditionne la vie et l'ensemble des paramètres environnementaux des pays insulaires. Les deux principaux phénomènes climatiques qui affectent la région sont : ENSO (El Nino and Southern Oscillation) et le réchauffement global.

Ces deux signaux climatiques, facteurs principaux de la variabilité climatique, font sentir leurs actions sur l'élévation du niveau moyen de l'océan qui à terme peut mettre en cause l'existence même de certains archipels), sur les modifications de la vie océanique et de son exploitation, sur la fréquence et l'intensité des cyclones, sur l'alternance des sécheresses et des périodes humides, sur la production agricole, et sur la santé des lagons et des formations récifales.

La France s'est intéressée très tôt, depuis les années 50, à l'environnement climatique et à son impact sur les conditions de vie des territoires français et des états de la région. Plusieurs organismes - ORSTOM, CEA, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Muséum National d'Histoire Naturelle, IFREMER, Météo-France, Université Française du Pacifique - ont contribué à des recherches sur l'environnement climatique du Pacifique Sud plaçant notre pays parmi les plus actifs dans la région, devant les autres pays européens. Ces recherches contribuent à la connaissance générale de la circulation océanique de l'océan Pacifique, de ses relations intimes avec l'atmosphère, de la productivité biologique associée de ses eaux, des flux de carbone à l'interface mer-atmosphère et de l'écologie des milieux lagunaires et récifaux.

L'avenir devra être fait de choix d'objectifs cohérents, susceptibles de permettre de poursuivre l'effort entrepris en le focalisant sur des thèmes scientifiques porteurs pour le développement des pays de la région, à partir des territoires français, en recherchant une plus grande synergie entre les équipes scientifiques, les organismes, les autorités territoriales et les postes diplomatiques.

**Mots Clés :** Climat, océan Pacifique, océanographie, environnement, projets futurs

**ABSTRACT**

The climatic environment of the South Pacific region is characterised by the intense ocean atmosphere interaction which impacts the life and all other environmental parameters of the region. Two main phenomena are conditioning the climate variability of the region : El Nino and the Southern Oscillation (ENSO) and the Global warming. These two components of the climate changes are affecting the sea level rise, the life in the ocean, the frequency and intensity of hurricanes, the occurrence of droughts and floods, the agricultural potentiality, the health of coastal regions including lagoons and reefs.

French governmental institutions started around 1950, to study the climate, the ocean and their impact on the french territories and on the other foreign countries. These french institutions including : ORSTOM, the French Atomic Agency (CEA), the French National Museum History, IFREMER, METEO-FRANCE and the Pacific French University, are the most active in the region among other european and foreign institutions. The researchs are contributing to the knowledge of the large scale circulation of the ocean and its interaction with the global atmosphere, the marine life, the carbon flux exchange with the atmosphere, the ecology of lagoons and reefs.

The future should take advantage of these past successes to focus on scientific objectives which could help the development of the states of the region through the french territory. A better coordination between the French scientific teams, Institutions, political authorities and diplomatic representants should be sought.

**Key words :** Climate, Pacific, ocean, oceanography, environment, future project.

**1. IMPORTANCE DU CLIMAT DANS LE PACIFIQUE**

L'océan Pacifique est le plus grand du monde. Il couvre 175 millions de Km<sup>2</sup> représentant 40% de la surface des eaux libres de la terre. Dans sa partie tropicale il s'étend sur une distance représentant plus de la moitié de la circonférence de la planète. Par ailleurs, sa partie occidentale tropicale se caractérise par des températures de surface toujours supérieures à 28°C sur une profondeur de plusieurs centaines de mètres faisant de cette partie du monde le réservoir thermique principal de la planète dans lequel l'atmosphère puise son énergie (fig.1). C'est dans cette région que les interactions océan-atmosphère sont les plus intenses générant des variations climatiques qui affectent l'espace Pacifique lui-même, mais aussi la planète tout entière.

Les pays du Pacifique sont des îlots de peuplements immergés dans cet univers fluide. L'océanité domine et conditionne toutes les composantes de l'environnement et de la vie. Dans la région Pacifique, l'océan, le climat et leurs variations auront donc une influence dominante sur les autres composantes de l'environnement et sur la vie des hommes qui l'habitent.

Cet exposé présente les principaux phénomènes climatiques affectant l'océan Pacifique (chapitre 2), leurs impacts sur l'environnement (chapitre 3), la part française dans ces études (chapitre 4), enfin les enjeux de la recherche future et l'esquisse d'une stratégie française (chapitre 5).

**2. SIGNAUX CLIMATIQUES AFFECTANT LE PACIFIQUE SUD.**

Le climat moyen du Pacifique est caractérisé par l'extrême "océanité" de la région. Cependant il subit des variations, au delà des variations saisonnières qui ne sont pas véritablement climatiques. La variabilité du climat de l'océan Pacifique est grande faisant alterner, par régions, des périodes de sécheresse intense avec des périodes très humides. On a tenté de mettre en évidence des signaux climatiques, plus ou moins différenciés, qui se caractérisent par une fréquence particulière de cette variabilité climatique.

Le plus connu et le plus caractéristique de l'océan Pacifique est ENSO (El Nino and Southern Oscillation) qui possède une fréquence de 2 à paléoclimats 4 ans et affecte spectaculairement la région équatoriale. Il existe aussi une oscillation décennale de période voisine de 10 ans qui affecte alternativement chacun des hémisphères. C'est un sujet d'étude actuel.

Le réchauffement global n'est pas à proprement parler un signal car il ne possède pas de fréquence identifiée. C'est une tendance au réchauffement observée depuis le début du siècle et qui semble s'accélérer depuis quelques années. Il n'est pas encore possible d'affirmer avec certitude que ce phénomène est naturel ou s'il a pour origine l'activité industrielle moderne.

Enfin l'étude des paléoclimats du Pacifique, à travers les marqueurs des coraux, nous renseignera sur les oscillations à plus long terme du climat du Pacifique. Ces études paléoclimatiques aideront peut être à comprendre les oscillations à plus courtes fréquences du climat actuel et elles pourront être mise en relation avec l'histoire des grandes migrations humaines et des modes de vie des populations du Pacifique.

Avant de décrire ces différents signaux climatiques, les caractéristiques du climat moyen du Pacifique sud doivent être présentés.

## 2.1. Le climat moyen du Pacifique Sud.

Le climat d'une région se définit par la moyenne sur une période de 30 ans et plus, de l'ensemble des paramètres atmosphériques définissant le temps tel qu'il est observé par chacun et prédit par les météorologues. Ces paramètres sont principalement : la pression atmosphérique, la température, le vent, les précipitations, la nébulosité (ou couverture nuageuse).

Le Pacifique Sud comme toutes les régions intertropicales s'étend entre une zone de basses pressions située au voisinage de l'équateur (entre 10° N et 10°S) et une zone de haute pression centrée sur le parallèle 30°S. Entre ces deux zones soufflent les Alizés de Sud-Est générés par le gradient méridien de pression.

Il existe néanmoins dans ce schéma des différences entre l'Est et l'Ouest : les basses pressions équatoriales sont plus basses à l'Ouest (région Nord de l'Australie et Indonésie) ; au contraire les hautes pressions tropicales sont plus élevées à l'Est et atteignent un maximum dans la région Sud de la Polynésie Française et l'île de Pâques. Il existe donc également un gradient zonal de pression affectant toute la région Pacifique de l'équateur à 30° S.

Ce gradient zonal de pression est un des éléments, dans la zone équatoriale, de ce que les météorologues nomment "la cellule de Walker". Celle-ci est composée en surface d'une circulation atmosphérique d'Est en Ouest associée au gradient zonal de pression précité, et qui converge vers la zone de basses pressions de la région du Pacifique équatorial ouest s'étendant du nord de l'Australie à l'ensemble de l'Indonésie. Dans cette région, la couverture nuageuse est importante et les pluies intenses. Au dessus de cette région pluvieuse et chaude, des mouvements convectifs ascendants très intenses sont observés. En altitude au contraire (altitude 10 kms ; pression 200 mb) on observe une circulation des vents en sens inverse : d'Ouest en Est. Sur la partie est à l'autre extrémité de l'océan Pacifique, au dessus de la zone de hautes pressions de l'île de Pâques, la circulation atmosphérique est descendante. On a ainsi bouclé une cellule de circulation dans un plan équatorial (cellule de Walker) qui joue un rôle fondamental dans le climat du Pacifique Sud (Fig. 2). Des perturbations de la circulation de cette "cellule de Walker" sont associées aux phénomènes ENSO décrit plus loin.

Les températures de l'air et de l'océan suivent le schéma général précédent décrit pour la pression atmosphérique et le vent. Il existe un gradient thermique méridien moyen entre la région équatoriale où les températures moyennes de l'air et de l'eau sont supérieures à 25°C, avec un faible contraste saisonnier, et la région tropicale (vers 30°S) où les températures sont nettement plus fraîches en hiver austral (Juin-Septembre) (21°C pour l'océan et 19°C pour l'air en Nouvelle-Calédonie par exemple). Mais il existe aussi un gradient zonal de température qui différencie les régions Ouest et Est du Pacifique ; ce gradient est surtout très marqué pour la température de surface de l'océan. Les régions Ouest (nord Australie, Indonésie) sont caractérisées par des températures océaniques élevées en toutes saisons (supérieures à 28°C). C'est la chaudière planétaire mentionnée plus haut (Fig. 1). A l'Est, au contraire, dans la région équatoriale, les eaux de surface de l'océan peuvent être très fraîches (inférieures à 20°C par exemple dans la région des îles Galapagos) ; ceci est dû à un phénomène de remontée d'eaux froides profondes de la masse océanique vers la surface (upwelling en anglais). Ce phénomène est très important ; il est un des moteurs de la circulation générale atmosphérique : "Cellule de Walker" décrite précédemment et il conditionne les perturbations de cette circulation dans le phénomène ENSO.

## 2.2. ENSO

ENSO, abréviation de (El Nino et Southern Oscillation) désigne le phénomène météo-océanique dominant du Pacifique Sud qui conditionne une large fraction de la variabilité climatique interannuelle. "El Nino" est la manifestation océanique du phénomène caractérisée par un réchauffement anormal des eaux habituellement froides de la région située au large des côtes du Pérou et de l'Equateur. "L'oscillation Australe" est la manifestation atmosphérique du phénomène qui se caractérise par une téléconnexion (relation à distance) des champs de pressions atmosphériques entre l'Est et l'Ouest du Pacifique.

Le météorologue allemand J. Bjerknes fut le premier à associer le réchauffement océanique près des côtes du Pérou à une vaste oscillation du système océan-atmosphère affectant l'ensemble de la région Indo-Pacifique. Il montra qu'il existait une corrélation négative entre la pression atmosphérique superficielle de la région située au nord de l'Australie et de l'Indonésie et la pression atmosphérique de la région située aux environs de l'île de Pâques et de Tahiti. Lorsque la pression atmosphérique est plus basse que la moyenne pendant plusieurs mois sur la région Australie-Indonésie, elle est, au contraire plus élevée que la moyenne à 10 000 kilomètres de là, dans l'océan Pacifique central (vers l'île de Pâques et Tahiti). Ces oscillations de la pression atmosphérique sont aussi corrélées aux variations de la température de surface de l'océan dans la région située au large des côtes du Pérou et de l'Equateur, siège d'El Nino. Lorsque l'index de

l'oscillation Australe, qui se définit par la différence de pression au niveau de la mer entre Darwin (nord de l'Australie) et l'île de Pâques, est à son minimum, l'anomalie thermique chaude caractéristique d'El Nino apparaît au large du Pérou et de l'Equateur.

Depuis le début des années 1950, on dispose de moyens d'observation suffisants, qui ont permis d'étudier une quinzaine de phénomènes El Nino associés à l'oscillation Australe. Le plus important du siècle est apparu au cours de l'été 1982 et s'est développé tout au long de l'année 1983 avec une intensité jamais observée jusqu'alors. Son impact climatologique a été considérable et a attiré l'attention des médias pendant plusieurs mois. Ces phénomènes et les événements climatologiques qui leur sont associés ne se sont pas tous déroulés exactement suivant les mêmes schémas; toutefois, des caractères leur sont communs, qui permettent d'en présenter un scénario type.

Le scénario le plus vraisemblable actuellement repose sur un mécanisme simple (fig. 3). Les vents alizés de sud-est, lorsqu'ils soufflent de façon prolongée, entraînent une accumulation d'eaux chaudes dans le Pacifique ouest et une élévation du niveau de la mer. Dès que les vents tombent, l'eau accumulée a tendance à s'écouler en retour vers le Pacifique est. Ce retour peut être facilité par une onde équatoriale (onde de Kelvin) qui est issue d'une déformation de la surface de séparation entre les eaux chaudes superficielles et les eaux froides plus profondes.

Les eaux chaudes qui se répandent à l'est et qui constituent le phénomène "El Nino" proprement dit, influencent à leur tour la basse atmosphère en faisant chuter la pression atmosphérique; c'est ce qui se passe dans la région de l'île de Pâques et de Tahiti où la pression atmosphérique est habituellement élevée, affaiblissant ainsi encore plus l'index de l'oscillation australe et donc l'intensité des alizés. Le phénomène a donc tendance à s'emballer par cette rétroaction positive. On est au coeur de la phase chaude d'ENSO appelée généralement période "El Nino". Puis ces eaux chaudes sont évacuées le long des côtes américaines vers le sud et vers le nord; les eaux froides réapparaissent au large du Pérou et à l'Equateur ramenant des conditions de pression normales; la pression remonte sur la région de l'île de Pâques et de Tahiti renforçant l'oscillation australe; les alizés s'intensifient. On bascule sur l'épisode froid d'ENSO qualifié quelquefois à tort de normal, qui voit des alizés intenses accumuler de nouveau des eaux chaudes sur le bord ouest du Pacifique dans la région de l'Indonésie et du nord de l'Australie.

Les conséquences climatologiques de ces oscillations entre un pôle chaud et un pôle froid sont très importantes pour la région du Pacifique sud. En situation normale (Pôle froid d'ENSO), les régions ouest Pacifique sont bien arrosées. Lors d'un "El Nino" (pôle chaud d'ENSO), la zone pluvieuse se déplace vers l'est dans le Pacifique central et oriental. Ainsi en 1983, l'Indonésie et le nord de l'Australie ont été touchés par la plus grande sécheresse jamais observée. Par contre, des pluies diluviennes ont affectées le Pacifique central notamment les îles Marquises où 2.400 mm d'eau sont tombés en 3 mois (Fig. 4.).

La Nouvelle Calédonie est soumise à l'influence alternée de ces oscillations d'ENSO. Les périodes sèches comme celle qui dure depuis 1992 sont associées à El Nino (pôle chaud d'ENSO).

### 2.3. Le réchauffement global

Depuis le début du siècle la température moyenne du globe s'est accrue de plus de 0,5°C parallèlement à une élévation du niveau moyen des océans d'environ 0,1 m. Cette élévation est la conséquence du réchauffement par dilatation des couches supérieures de l'océan (effet stérique). Ce changement climatique à long terme est appelé réchauffement global. Il a tendance à s'accélérer et surtout des simulations de modèles ont montré que ce réchauffement peut être la conséquence d'une intensification de l'effet de serre due à l'accroissement de la concentration des gaz, tels que le gaz carbonique, le méthane et l'ozone, produits par l'activité industrielle.

Quelque soit la cause du phénomène: évolution naturelle ou conséquence directe de l'activité industrielle, le réchauffement global de l'air se communique à l'océan pour en augmenter la température et par voie de conséquence pour élever son niveau moyen. Les conséquences du réchauffement global sont donc particulièrement importantes pour les régions du pacifique sud immergées dans le milieu océanique. Le réchauffement des eaux de surface de l'océan perturbe la vie océanique et accroît la possibilité de cyclones. L'élévation du niveau des océans a un caractère dramatique car elle menace l'existence même de certaines îles, archipels et états de la région. Les impacts, du réchauffement global seront examinés au chapitre 3.

### 2.4. L'oscillation décennale.

Ce signal climatique, récemment mis en évidence, n'est mentionné ici que parce qu'il est un sujet de recherche actuel qui peut donner lieu dans un avenir proche à des programmes de recherche auxquels la France soit amenée à participer. Il affecte alternativement chaque hémisphère dans son ensemble. Il semble particulièrement marqué dans l'océan Atlantique et serait

un des moteurs de la sécheresse actuelle du Sahel en Afrique.. Dans l'océan Pacifique, il a été décelé dans la circulation océanique affectant le Kuro Shivo au Japon, et il modulerait avec une fréquence de 10 ans l'ensemble des conditions climatiques du Pacifique sud y compris celles résultant du signal ENSO à plus haute fréquence.

## 2.5. Les Paléoclimats du Pacifique

Les changements climatiques ont une influence déterminante sur la biologie de l'écosystème récifale ainsi que sur la morphologie, la structure et le volume des bioconstructions.

Inversement l'étude de ces constructions récifales passées à travers des marqueurs bien déterminés, offre la possibilité de reconstituer les niveaux moyens de l'océan et leur température de surface avec une étonnante résolution permettant de distinguer des variations annuelles et interannuelles pour la période s'étendant depuis la dernière glaciation (- 18.000 ans) jusqu'à la période actuelle.

Ainsi ont été mises en évidence des variations climatiques à longues périodes ayant affecté l'océan Pacifique pendant la dernière déglaciation (de -18.000 ans à nos jours) et remettent en cause des scénarios conventionnels antérieurs. Ainsi les températures de surface de l'océan de la région du VANUATU auraient été de 5° à 7°C inférieures aux températures actuelles à l'époque du dernier maximum glaciaire. A Nouméa également, les températures océaniques étaient beaucoup plus froides avec des contrastes saisonniers plus marquées; par ailleurs, des changements extrêmement brutaux de température (plusieurs degrés par siècle) et de niveau moyen de l'océan (plus de 1 cm/an de remontée au moment de la déglaciation), amènent à se poser des questions sur l'origine anthropogénique ou naturelle du réchauffement actuel de vitesse bien inférieure.

Ces changements climatiques ont eu des incidences profondes sur la vie des hommes et leurs peuplements à ces époques. Il peut être très important de comprendre comment les sociétés humaines ont réagi à ces changements.

Des études sont en cours sur ces sujets et des programmes peuvent être proposés dans un avenir proche pour la région du Pacifique sud où des massifs coralliens anciens parsèment l'ensemble du domaine océanique offrant autant de points d'observation.

## 3. IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT DU PACIFIQUE SUD.

Les impacts de la variabilité du climat dans le Pacifique sont liés à l'évolution de l'atmosphère et du milieu liquide océanique lui-même, la région étant dominé par cet environnement marin.

Parmi les impacts liés à l'évolution de l'océan on distinguera :

- les conséquences de l'élévation du niveau moyen de l'océan.
- les conséquences du réchauffement des eaux superficielles sur la fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes (cyclones).
- les conséquences du réchauffement de ces eaux sur la vie océanique et son exploitation.

Parmi les impacts liés directement à l'évolution de l'atmosphère on distinguera :

- les conséquences des variations climatiques sur les précipitations et la ressource en eau.
- les conséquences des variations climatiques sur certaines productions agricoles.

Enfin, on distinguera des impacts qui sont liés aux changements climatiques mais pour lesquels interviennent de façon déterminante des facteurs humains comme la surpopulation :

- les conséquences du réchauffement et de la pollution côtière sur les lagons : eutrophisation, érosion.

### 3.1. Conséquences de l'élévation du niveau de l'océan sur les pays du Pacifique Sud.

L'élévation du niveau moyen de l'océan (après filtration des composantes de la marée et des événements météorologiques) est générale sur l'ensemble des côtes du Pacifique. Depuis le début du siècle, les chiffres indiquent des valeurs variables par archipels : depuis un minimum de 0,6mm/an en Micronésie jusqu'à 3,8 mm/an aux Hawaii. Cette élévation apparente du niveau des eaux le long des côtes n'est pas seulement due à une élévation générale du niveau de la masse liquide océanique mais aussi à des mouvements isostasiques du socle continental sur lequel reposent ces îles. Il est très difficile, en raison de la faible durée des enregistrements souvent inférieurs à 20 ans, de dégager une tendance précise indépendante de ces mouvements tectoniques particuliers; néanmoins, on estime que cette élévation générale moyenne du niveau de l'océan est dans le Pacifique de l'ordre de 0,5 mm/an comme sur l'ensemble de la planète. Elle est due principalement à l'expansion de la colonne liquide océanique sous l'effet de l'accroissement de sa température, conséquence de la tendance au réchauffement global du climat.

Il est très difficile d'affirmer avec certitude que cette élévation actuelle du niveau de l'océan, liée à un réchauffement observé depuis un siècle, est la conséquence directe d'un accroissement de l'effet de serre induit par l'activité industrielle ou seulement la manifestation d'un cycle d'évolution naturel à long terme.

#### • L'existence d'États menacés.

Néanmoins, dans l'hypothèse où ce phénomène serait la conséquence de l'activité industrielle, le débat est très vif parmi les gouvernements des petits pays insulaires du Pacifique qui ont tendance à surestimer le péril et à demander des comptes (et des dédommagements) aux pays industriels du nord, principaux responsables de l'émission de gaz à effet de serre.

Il faut reconnaître que certains chiffres ont de quoi effrayer. Les projections pessimistes des modèles de prévision de l'élévation du niveau des océans, dans l'hypothèse d'une émission constante des gaz à effet de serre égale à l'actuelle, sont de l'ordre de 0,5 m dans 50 ans (*in* : International Panel on Climate Changes). Certains atolls ont une altitude ne dépassant pas 3 mètres ; plusieurs nations tels que les îles Marshall, Kiribati, Tuvalu et Tokelau peuvent être rayées de la carte du monde au cours du prochain siècle. Certes les populations concernées ne représentent que quelques dizaines de milliers d'individus qui pourraient assez aisément être accueillies ailleurs ; mais l'impact médiatique de plusieurs états souverains disparaissant subitement de la surface de la terre pourrait être énorme s'il était prouvé que cette disparition soit la conséquence directe de l'activité industrielle de l'homme.

Mais les enregistrements paléoclimatiques indiquent que de très importantes variations du niveau moyen de l'océan ont marqué les derniers millénaires dans l'océan Pacifique. Il y a 18.000 ans lors du dernier maximum glaciaire le niveau moyen des océans était d'environ 120 mètres plus bas que le niveau actuel. Puis il est remonté rapidement pour atteindre un niveau plus élevé que le niveau actuel de quelques mètres il y a environ 5.000 ans. Depuis 2-3000 ans, le niveau des océans a tendance à baisser, mais avec des mouvements de haut et de bas s'étendant sur plusieurs siècles. Par exemple, entre 750 et 1300 ans après J.C. le niveau moyen s'éleva, puis il redescendit pendant le petit âge glaciaire entre 1300 et 1800. Enfin, depuis 1800 on est entré dans une nouvelle période de remontée qui coïncide avec le développement industriel de l'humanité sans qu'il soit possible d'affirmer avec certitude que cette dernière remontée est due à des causes naturelles ou anthropogénique.

#### • Une dégradation accrue des zones côtières.

Au delà de la réduction de la surface des terres émergées ou de leur disparition dans certains cas, l'élévation du niveau des océans, a des conséquences sur les zones côtières.

Le niveau d'eau salée dans le sous-sol des atolls s'élèvera avec l'élévation du niveau de l'océan et poussera vers la surface la lentille d'eau douce qui aura tendance à s'évaporer.

Une réduction des surfaces côtières et de la disponibilité d'eau douce aura des conséquences sur les possibilités agricoles de nombreuses îles où les zones littorales sont les seules où la culture est possible.

Enfin les événements météorologiques extrêmes qui s'accompagnent d'une élévation momentanée du niveau de l'océan, de plusieurs mètres quelquefois lors de cyclones, auront un effet dégradant accru sur les zones côtières jusqu'ici inaccessibles à ces invasions soudaines.

### 3.2. Conséquences du réchauffement des eaux superficielles sur la vie océanique et son exploitation.

La vie océanique est majoritairement dépendante des conditions thermiques de l'océan. En second lieu la salinité interviendra mais elle est dans une moindre mesure dépendante d'un changement climatique. Enfin la structure dynamique de l'océan : intensité des courants, turbulences, zones frontales et de convergence qui peut être modifiée lors d'un changement climatique, aura également une influence sur la vie océanique.

#### • Vie et mort des coraux - Le phénomène de blanchiment.

Les coraux croissent convenablement dans les eaux d'une température comprise entre 26° c et 30°c. Au delà de 30°c les coraux se séparent des algues qui sont leurs partenaires indispensables et leur donnent leurs couleurs habituelles.

Ces dernières années on a observé en maints endroits du Pacifique, particulièrement le Pacifique sud, un phénomène de blanchiment des coraux. Les colonies coralliennes prennent brutalement des couleurs très vives, passant du bleu lumineux au rose et au jaune fluorescents. Le corail semble fleurir et conjointement un blanchiment apparaît aux extrémités de ses bran-

ches. Dans les semaines suivantes des algues filamenteuses s'installent sur le corail blanchi signifiant que celui-ci est définitivement mort.

Des observations de blanchiment des coraux ont été faites dans les îles de la Société sur 500 kms de récif barrière par les chercheurs du centre ORSTOM de TAHITI. D'autres régions du Pacifique sont également touchées. De tels phénomènes avaient déjà été observés antérieurement lors des épisodes chauds du phénomène "El Nino" de 1982-83 où les températures des eaux superficielles des régions équatoriales centrales et orientales du Pacifique avaient augmentées de plus de 4°C. L'océan Atlantique a aussi été le théâtre de ce phénomène à partir des années 70 où des anomalies thermiques marquées ont affecté les Caraïbes.

Il est possible d'associer ce phénomène de blanchiment et de mort des coraux à l'élévation générale de la température des eaux superficielles des océans tropicaux, elle-même étant une conséquence du réchauffement global de la planète; néanmoins les observations sont encore trop fragmentaires pour dresser une cartographie exacte du phénomène et établir avec précision sa relation avec le réchauffement des eaux et du climat. Il est possible que d'autres facteurs, liés ou non à ce changement climatique global, aient une influence négative sur la santé des coraux.

#### • Ressources halieutiques - Pêche.

La vie à l'intérieur de l'océan est directement dépendante de l'état océanique auquel s'ajoute près de la surface l'effet direct de l'atmosphère comme l'effet du vent.

Des deux signaux climatiques principaux affectant l'océan Pacifique sud : ENSO et le réchauffement global, seul le premier a des effets marqués et relativement bien connus sur le milieu vivant océanique. Les conséquences biologiques d'un réchauffement global sont encore du domaine des spéculations.

**L'impact d'ENSO sur les écosystèmes marins** a été remarqué depuis des siècles par les pêcheurs des côtes du Pérou, de l'Equateur et du Chili. Les eaux chaudes qui masquent les remontées d'eaux profondes, froides et riches en sels nutritifs, inhibent la productivité planctonique et réduisent ainsi la disponibilité de nourriture pour la chaîne alimentaire constituée des espèces marines conduisant aux poissons qui peuvent être pêchés. Par ailleurs, les modifications thermiques océaniques qui s'opèrent durant un phénomène ENSO affectent le comportement de nombreuses espèces qui auront tendance à suivre les eaux leur offrant un confort thermique optimum associé à une disponibilité de nourriture. Pendant El Nino, ces migrations s'effectuent en général le long des côtes américaines nord et sud déplaçant ainsi les zones de pêches traditionnelles de plusieurs centaines, voir plusieurs milliers de kilomètres. Par ailleurs, des quantités importantes de poissons pourront s'enfermer dans des poches d'eau réduites de température favorable augmentant ainsi leur capturabilité. C'est cette vulnérabilité accrue des populations de poisson à une pêche intensive et parfois "miraculeuse" qui est la plus dangereuse à terme pour la démographie de l'espèce et le renouvellement de sa population.

Un facteur physique également déterminant pour les populations marines affectées par un épisode El Nino est la modification du cycle saisonnier qui peut perturber le développement et le comportement des espèces dont le cycle saisonnier est le repère fondamental pour la faune et la flore d'une région.

**L'impact du réchauffement global sur les écosystèmes marins** ne devrait pas modifier leur composition mais seulement faire évoluer leur zone d'extension en suivant le déplacement des isothermes. Le réchauffement des eaux océaniques est globalement corrélée avec la latitude ce qui implique une expansion des habitats depuis les tropiques vers les pôles. Néanmoins si le réchauffement s'accélère, on peut s'interroger sur la capacité d'adaptation des biotopes à ces changements rapides.

La répartition et l'abondance des différentes populations marines seront plus affectées par les modifications de la structure dynamique de l'océan (courants) que par le réchauffement lui-même. Il est donc difficile actuellement d'indiquer pour les régions du Pacifique sud les directions dans lesquelles des changements de biotopes océaniques pourraient s'opérer sous l'effet d'un réchauffement global des eaux océaniques (à l'exception des coraux - voir paragraphe précédent).

Le réchauffement aura aussi des conséquences sur l'échange de carbone à l'interface air-océan.

Les océans sont en général un puit pour le gaz carbonique atmosphérique en excès et contribuent ainsi à la régulation du cycle du carbone qui peut rétro-agir sur le changement climatique lui-même. La vie océanique agit comme une "pompe biologique" du gaz carbonique atmosphérique. Les régions équatoriales Pacifique sont cependant une source de CO<sup>2</sup> pour l'atmosphère car les hautes températures favorisent un dégazage des eaux de surface; Quoiqu'il en soit, le rôle de l'océan Pacifique équatorial dans l'équilibre planétaire du carbone est primordial et justifie d'importants programmes de recherche actuels (JGOFS-FLUPAC-chapitre 4.2.2).

### 3.3. Les conséquences du réchauffement des eaux superficielles sur les événements météorologiques extrêmes.

Les cyclones tropicaux sont un élément important de l'environnement du Pacifique Sud par leur capacité destructrice qui conditionne en partie l'agriculture, l'habitat et l'ensemble des conditions de vie de nombreux archipels qui en sont menacés.

Une des conditions nécessaires, parmi les plus importantes, à l'apparition des cyclones est une température de surface de l'océan supérieure à 27°C. Tout réchauffement des eaux de surface, lors d'un épisode ENSO ou plus durablement associé au changement global, contribuera à accroître le risque cyclonique. On a pu vérifier cette affirmation au cours des événements ENSO récents. En 1983, lors du "l'El Nino du siècle", la Polynésie Française habituellement épargnée par ce phénomène, a été frappée par 6 cyclones particulièrement violents qui dévastèrent certains atolls et notamment Mururoa. Des anomalies thermiques de 4 à 5 degrés centigrades par rapport aux conditions normales affectaient en effet cette région qui présentait alors des conditions favorables (température voisine de 28-30°C) au développement de cyclones.

Si la tendance au réchauffement global actuelle se maintient, la fréquence des cyclones doit continuer à s'accroître dans la région centrale du Pacifique sud. cette fréquence n'est pas proportionnelle à l'accroissement de la température mais peut s'accélérer avec le réchauffement. par ailleurs l'aire océanique potentiellement favorable au développement de cyclones s'étendra en suivant l'extension des isothermes de surface 27-28° c vers les pôles et en direction du Pacifique central, notamment vers la Polynésie.

Il est frappant de constater que ces dernières années une cyclogenèse accrue et presque habituelle se manifeste en Polynésie alors qu'elle était exceptionnelle auparavant.

### 3.4. Conséquences des variations climatiques sur les précipitations et la ressource en eau

Les précipitations sur l'ensemble du Pacifique Sud, jusqu'à des latitudes très septentrionales (30°S), sont fortement corrélées avec le phénomène ENSO. Les épisodes chauds d'ENSO, encore appelés " El Nino" au sens large, correspondent à des déficits pluviométriques importants sur tout l'ouest Pacifique incluant : la côte est de l'Australie, l'Indonésie, la Papouasie, les îles Salomon, le Vanuatu, la Nouvelle Calédonie. A l'inverse, les régions centrales et orientales du Pacifique : Tuvalu, Kiribati, Polynésie Française sont plus arrosées. Les précipitations peuvent varier dans un rapport de 1 à 3 entre une année sèche et une année arrosée, conditionnant dans des proportions considérables les récoltes et l'état des réserves en eau potable des nappes phréatiques. La prévision des oscillations climatiques ENSO, quelques mois ou un an en avance, peut donc être un élément déterminant de planification et de gestion des ressources pour de nombreux petits états de la région pour lesquels l'eau douce et l'agriculture traditionnelle influencent directement de nombreux secteurs de leur économie.

Le réchauffement global aura aussi un effet sur les précipitations et donc les ressources en eau douce de la région. Le cycle de l'eau et notamment l'évaporation et les précipitations seront intensifiés par le réchauffement de l'air et de l'océan. Les enregistrements les plus longs de la région ne permettent pas de déceler une tendance à l'accroissement des précipitations moyennes car cette évolution à long terme, de faible amplitude, est masquée par l'oscillation ENSO qui domine le cycle hydrologique de la région.

### 3.5. Les conséquences des variations climatiques sur l'agriculture.

On distinguera encore les fluctuations de courte période, (telle que celles de type ENSO), qui font alterner des épisodes (années) pluvieux ou secs, de forte amplitude et qui sont potentiellement prévisible de la tendance au réchauffement à très longue période, de faible amplitude, et aux effets sur le cycle hydrologique à la limite du décelable.

Le cycle ENSO fait déjà l'objet, dans de nombreux pays, d'une prise en charge par les services gouvernementaux qui prodiguent des conseils aux agriculteurs dans le but d'optimiser les cultures en prévision d'épisodes pluvieux ou secs. C'est le cas du Pérou, de l'Equateur, du Brésil et d'autres pays du Pacifique. Au Pérou par exemple on alternera la culture du coton en période sèche à la culture du riz en période humide. Des résultats quantifiables sur le plan économique ont été obtenus en s'appuyant sur ces prévisions qui devront bientôt passer du domaine expérimental au domaine opérationnel sur l'ensemble de la région Pacifique.

Pour ce qui concerne l'impact du réchauffement global sur les modifications à apporter à l'agriculture des pays du Pacifique sud, on en est réduit à quelques spéculations. On peut seu-



lement dire que certaines régions seront plus humides et d'autres plus sèches et que les contrastes spatiaux (de région à région) et temporels (de périodes à périodes pour une région) seront plus marqués, donnant des risques de désertification et d'inondations plus grands. Par ailleurs, si le taux d'accroissement de gaz carbonique dans l'atmosphère se maintient, il aura un effet positif sur la croissance des plantes mais modifiera certainement leur physiologie (croissance trop rapide pour arriver à maturité dans de bonnes conditions).

D'une façon générale l'adaptation des pratiques agricoles aux changements des paramètres climatologiques principaux que seront la disponibilité en eau, la température, l'ensoleillement, le taux de CO<sub>2</sub> dans l'air, voire l'intensité du vent, se fera dans deux directions principales :

- changer de type de culture. Par exemple remplacer le coton par le riz en fonction de l'hygrométrie; c'est ce que fait le Pérou pour s'adapter au cycle ENSO.
- faire des adaptations génétiques des espèces ; on pratique cela de façon industrielle pour le maïs par exemple.

Deux facteurs négatifs résultant d'un changement durable du climat vers un réchauffement seront aussi d'une grande importance et doivent être notés, ce sont :

- l'érosion accrue et le lessivage des sols consécutifs à l'intensification des précipitations, et à l'accentuation des contrastes climatiques.
- le développement de parasites (insectes, bactéries) généré par des climats plus humides.

### **3.6. Les conséquences des changements climatiques et de la démographie sur les zones côtières et lagunaires.**

L'activité humaine est responsable de modifications majeures de l'environnement marins côtier. Si à cette perturbation s'ajoute un changement climatique dans le sens d'un réchauffement, des risques graves pour les milieux lagunaires se font jour, connus sous les appellations d'eutrophisation et d'hypersédimentation.

Les milieux insulaires du Pacifique sud sont particulièrement exposés à ces risques qui ne sont que pour partie la conséquence de variations climatiques, mais aussi celle d'un facteur humain perturbateur essentiel qui marque notre époque : l'explosion démographique. Néanmoins, un réchauffement marqué et durable exacerberait ces phénomènes. L'impact des changements climatiques doit donc aussi être pris en compte dans les programmes d'études futurs de ces phénomènes d'eutrophisation et d'hypersédimentation.

## **4. LA CONTRIBUTION FRANÇAISE À LA CONNAISSANCE DE L'ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE DU PACIFIQUE**

La frontière entre le climat et les autres domaines de l'environnement est difficile à tracer tant le climat par son impact conditionne les autres composantes des sciences de l'environnement.

Cette revue s'étendra donc au delà des études climatiques sensu stricto pour prendre en compte l'ensemble des recherches menées en océanographie physique dont la finalité est principalement climatique.

### **4.1. Les acteurs.**

Plusieurs organismes de recherche Français contribuent depuis 50 ans à la connaissance de l'environnement climatique du Pacifique sud.

Après les pionniers des années 50, une nouvelle génération de plusieurs centaines de chercheurs est arrivé à partir des années 60, appartenant principalement à l'ORSTOM, au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA), à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE), au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), à l'IFREMER (ex CNEXO), sans oublier la Météorologie Nationale devenue METEO-FRANCE, et maintenant l'Université Française du Pacifique (UFP).

L'ORSTOM s'est implanté dans le Pacifique dès sa création après la 2ème Guerre mondiale en 1946 par l'installation à Nouméa de l'Institut Français d'Océanie (IFO) qui s'est immédiatement soucié de problèmes d'environnement. Mais c'est seulement à partir de 1956 que des opérations d'océanographie physique (participation aux campagnes internationales EQUAPAC) peuvent être rattaché plus directement à des études contribuant à la connaissance de l'environnement climatique du Pacifique sud. Actuellement, il existe 3 centres ORSTOM dans le Pacifique dont deux (Nouméa et Papeete) mobilisent au total environ 20 personnes sur l'étude des relations entre l'océan et le climat et 20 autres personnes sont engagées sur des sujets touchant à l'impact du climat sur les autres disciplines de l'environnement.

Le CEA et ses centres associés : le laboratoire de Géophysique (LDG), le Service Mixte de Sécurité Radiologique (SMSR) et le Service Mixte de Contrôle Biologique (SMCB) se sont progressivement implantés à partir de 1962 en Polynésie Française. Bien qu'ils n'aient pas pour mission particulière l'étude de l'environnement et du climat, ils y contribuent notamment par des campagnes océanographiques qui permirent de décrire la circulation océanique du Pacifique central associé aux événements climatiques ENSO. Par ailleurs, les contrôles radiologiques, chimiques et biologiques effectués sur l'ensemble de la région apportèrent des informations utiles dans les domaines de l'écologie, la géochimie, la pollution.

L'École Pratique des hautes Etudes et le Muséum National d'Histoire Naturelle est implantée à Moorea en Polynésie Française. Cette antenne scientifique mène des études sur l'environnement, le milieu récifal, l'écologie et l'utilisation rationnelle des écosystèmes insulaires. Il n'existe pas de programme d'étude directe de l'environnement climatique mais l'impact des changements climatiques sur le milieu corallien et insulaire est pris en compte.

L'IFREMER s'est implanté dans le Pacifique pour développer deux programmes, l'un sur les nodules polymétalliques, l'autre sur l'aquaculture. Ces domaines sont éloignés de l'environnement climatique: néanmoins l'IFREMER a également pour mission de gérer les moyens lourds de la communauté nationale en océanologie. A ce titre, l'IFREMER a permis à d'autres organismes, notamment l'ORSTOM, d'utiliser des navires de recherche pour des opérations directement liées à la recherche climatique (participation au programme international TOGA par exemple).

METEO-FRANCE déploie un dispositif important en Nouvelle Calédonie, à Wallis et en Polynésie Française pour assurer la prévision météorologique sur ces territoires. Bien que la recherche ne soit pas une priorité de ces équipes outre-mer, des études climatologiques ont été menées à partir des données recueillies dans les stations d'observations des territoires. Ces stations d'observation sont une source d'information essentielle pour la connaissance de la climatologie locale; par ailleurs, des équipes de recherche de l'Etablissement d'Etude et de Recherche Météorologique (EERM) de Métropole, ont participé à de grandes opérations internationales de recherche dans la région Pacifique (Programme TOGA-COARE).

L'Université Française du Pacifique (UFP) implantée depuis 1987 sur deux sites : en Polynésie Française et en Nouvelle-Calédonie, est un nouveau partenaire potentiel des équipes de recherche travaillant sur l'environnement en général et l'environnement climatique en particulier. Pour le moment, les enseignants-chercheurs de l'UFP ne touchent que marginalement à des recherches sur l'environnement et le climat mais cet établissement universitaire en développement pourrait présenter un potentiel de recherche intéressant pour l'avenir.

#### 4.2. Les principaux résultats français.

Une présentation exhaustive de toutes les contributions françaises à la connaissance de l'environnement climatique du Pacifique Sud est impossible. Nous présenterons les contributions les plus marquantes dans le domaine de l'environnement climatique *sensu stricto* pour les études d'impact des changements climatiques sur les autres domaines de l'environnement, nous renvoyons le lecteur aux autres articles de cet ouvrage.

Les recherches françaises concernant la connaissance du climat sont presque toutes du domaine de l'océanographie physique et seulement 3 organismes ont contribué à ces recherches. La contribution majoritaire est celle de l'ORSTOM dans ses deux centres principaux : Nouméa et Papeete, METEO-FRANCE pour ses études climatologiques sur la région et le CEA qui a contribué à des recherches sur la circulation générale océanique dans le Pacifique Central.

##### 4.2.1. Connaissance de la circulation océanique et du climat.

La connaissance de la circulation océanique qui déplace des quantités gigantesques de chaleur d'un bord à l'autre de l'océan Pacifique, est essentielle à la compréhension des mécanismes générateurs du climat et ultérieurement à sa prévision.

L'arrivée d'un premier navire de recherche au centre ORSTOM de Nouméa en 1952 ouvrait une période exploratoire qui dura jusqu'en 1970. Elle fut suivie par une période d'observation systématique qui permit le diagnostic de l'évolution du système de circulation intertropical dans ses relations avec des événements climatiques interannuels (El Nino). Depuis 1985 nous sommes entrés dans une phase d'études de processus pour tenter de comprendre et si possible de prévoir l'évolution du système couplé Océan-Atmosphère dans le cadre d'un grand programme de recherche international : TOGA (Tropical Ocean and Global Atmosphere).

##### La période exploratoire (1950-1969)

L'exploration systématique de la Mer du Corail et du pourtour néo-calédonien à partir de 1952

fut étendue vers les régions équatoriales à partir de 1965 avec l'arrivée d'un véritable navire océanographique le N.O. Coriolis. A cours de son voyage de conduite de Panama à Nouméa en 1964, le N.O. Coriolis réalisa la première description de la structure thermique équatoriale de l'ensemble du pacifique au cours de la campagne Alizé. Cette campagne reste une observation de référence, universellement citée. Avec le N.O. Coriolis, l'ORSTOM entrepris de 1966 à 1971 la description de l'évolution de la structure thermique, dynamique et chimique du système de circulation subtropical et équatorial du Pacifique Sud-Ouest. Il y eut de nombreuses campagnes (BORA, CYCLONES, DANAIDES, CARIDE, GORGONES...)

La découverte de la permanence du Sous-Courant Equatorial à des longitudes où il n'avait jamais été observé auparavant et surtout sa relation étroite avec le régime variable des vents de surface, révélèrent le couplage intime liant l'atmosphère et l'océan dans la bande équatoriale. ces observations furent essentielles pour comprendre plus tard le rôle de la circulation océanique équatoriale, notamment sur son bord ouest, dans le phénomène climatique ENSO.

Parrallèlement, la région tropicale fut explorée jusqu'à 20°S. Des courants inconnus jusqu'alors furent découverts et nommés, notamment le Contre Courant Tropical Sud. leurs caractéristiques hydrologiques et leur variabilité saisonnière furent décrites. En 1971-1972, deux campagnes (FOC 1 et 2) furent organisées dans la région nord de la Nouvelle Guinée aux confins de l'océan Indien et du Pacifique pour chercher l'origine du Sous-Courant Equatorial, et expliquer ses caractéristiques hydrologiques et sa dynamique.

Cette phase exploratoire s'est également prolongée vers le Pacifique central, en Polynésie, avec les campagnes DIADÈME, ATOLL, BRISANT réalisées dès 1966-67 par l'ORSTOM à la demande du Centre d'Expérimentation du Pacifique. le CEA entreprenait des campagnes océanographiques, également en Polynésie, avec le navire océanographique N.O. Marara pour étudier la circulation océanique et surveiller d'éventuelles pollutions radioactives à partir des sites expérimentaux atomiques. Dix campagnes, entre l'Equateur et 30°S au voisinage du 140° méridien de longitude Ouest on permis de préciser la circulation superficielle et les masses d'eau associées.

#### **La mise en place de l'Observatoire (1970-1990).**

A partir de 1969, un réseau de collecte d'information fut mis en place depuis Nouméa et Tahiti sur les navires de commerce, permettant de décrire la variabilité de la température et de la salinité de surface, reflet des conditions hydroclimatiques, sur l'ensemble du Pacifique.

La somme des connaissances ainsi accumulées en deux décennies sur le Pacifique tropical et équatorial, et notamment sur sa région ouest où prend naissance le phénomène El Nino, servit de fondement au programme international TOGA. Ce programme a pour objectif d'observer, de comprendre, et si possible de prévoir l'évolution du système couplé de l'océan tropical et de l'atmosphère globale. Pour ce faire, un système d'observations systématiques des couches supérieures de l'océan Pacifique a été mis en place; les équipes françaises, à partir de Nouméa et de Papeete, y participèrent majoritairement établissant ainsi en collaboration avec les Etats-Unis, une surveillance continue de la structure thermique de l'ensemble du Pacifique.

En 1982, le groupe de Nouméa a pris l'appellation de "Groupe SURTROPAC" (SURveillance TRans-Océanique du PACifique) et parrallèlement celui de Tahiti l'appellation de "Groupe SURTROPOL" (SURveillance TRans-Océanique de POLynésie). A partir de 1985, toujours dans le cadre du programme international TOGA, des relevés de température et de salinité et des mesures directes de courant ont été réalisés deux fois par an sur le méridien 165°E; ces mêmes campagnes permirent, en collaboration avec les USA, de maintenir une série de bouées fixes qui émettent en temps réel des observations de température (de 0 à 500 m de profondeur) et de vent transmises par satellite. Ces observations ont permis de mettre en évidence les mécanismes fondamentaux à l'origine de la variabilité saisonnière et interannuelle du Pacifique tropical ouest dans laquelle s'inscrit "El Nino".

Dans le Pacifique central, en Polynésie, des lâchers de bouées dérivantes équipées de chaînes thermiques et d'un système de positionnement instantané par satellite, résultat d'une coopération ORSTOM, CNRS et CEA, complétèrent le dispositif français d'observation pour TOGA

#### **Les recherches en cours (depuis 1990).**

Depuis les années 90 on peut dire qu'on est entré dans une phase d'études de processus et de prévision du phénomène ENSO.

La mise à jour des processus impliqués dans l'oscillation océan-atmosphère qui embrasse périodiquement l'ensemble du Pacifique, a conduit à mettre sur pied, à l'intérieur de TOGA, un grand programme sur le Pacifique Equatorial nord-ouest. Ce programme, dans lequel est impliqué la France avec les Etats-Unis, l'Australie, la Chine, le Japon, l'Indonésie, est appelé CO-

ARE (Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment) Son objectif principal est d'élucider les processus physiques qui sont à l'origine des échanges entre les masses d'eaux chaudes du Pacifique ouest et les perturbations atmosphériques qui s'y produisent. Ce réservoir d'eaux chaudes est un centre d'action essentiel pour le phénomène ENSO. La France a organisé à Nouméa en Juin 1989, le premier symposium international de programmation TOGA/COARE auquel ont participé une centaine de scientifiques de plus de 20 pays présentant 80 communications.

Le groupe de Nouméa est également sélectionné, parmi d'autres équipes scientifiques françaises et américaines, pour piloter le projet spatial franco-américain TOPEX/POSEIDON. Ce projet a pour objectif de déterminer la circulation océanique superficielle et sa variabilité à partir de l'observation de la topographie dynamique absolue de la surface de l'océan à l'aide d'un altimètre embarqué sur un satellite.

Parallèlement à ces observations de processus, des modèles numériques simulant les couches supérieures de l'océan directement soumises à l'action du vent, sont mis en place. Ces modèles permettent de vérifier certaines hypothèses physiques. Ils permettront également d'optimiser le dispositif d'observation nécessaire à la description de l'évolution de l'océan. Enfin, plus tard, des modèles couplés océan-atmosphère, nourris des observations continues atmosphériques et océaniques, permettront de prévoir à l'avance le signal climatique ENSO.

La prévision d'ENSO est un enjeu important pour le Pacifique sud soumis principalement à cette oscillation climatique. Des projets pour mettre en place un réseau opérationnel de prévision existent. Compte tenu de l'effort de recherche français accompli jusqu'ici et des ambitions françaises dans la région, il serait peu cohérent d'être absent de cette entreprise (cf. chapitre 5).

#### **4.2.2. Connaissance de la production de matière vivante et des flux de carbone échangés à l'interface océan-atmosphère.**

Parallèlement à l'étude des variations des masses d'eau, des études de la production planctonique et de son impact sur la structure de l'écosystème pélagique ont été entreprises dans le Pacifique occidental.

Cette production planctonique est en rapport direct avec la fixation de carbone atmosphérique à travers un mécanisme général appelé "pompe biologique de carbone" qui est un composant déterminant des changements climatiques à venir ; en effet, le gaz carbonique en excès dans l'atmosphère qui est responsable, croit-on, de l'intensification de l'effet de serre, est néanmoins réabsorbé partiellement par l'océan. L'étude des mécanismes de cette réabsorption est menée par l'ORSTOM depuis les années 1980.

Un grand programme, PROPPAC, a été mené à partir de 1983 pour décrire les apports en sels nutritifs et les biomasses (phyto- et zooplanctoniques) accompagnant les oscillations climatiques ENSO. L'ensemble des données montre une réponse de l'ensemble des paramètres chimiques et biologiques aux variations de l'hydrologie associée à ENSO.

A ces variations d'abondance du plancton, on peut associer de nombreuses autres recherches menées indépendamment les uns des autres. Les Français étaient perçus dans le Pacifique comme des explorateurs "tous azimuts", à l'étonnement souvent de nos partenaires européens moins généreux et de nos partenaires régionaux (Australie, Nouvelle-Zélande, Etats-Unis) parfois irrités d'une "agitation" française aussi soutenue dans une région aussi éloignée de la métropole.

La recherche sur l'environnement et particulièrement l'environnement climatique, peut-être un instrument très efficace pour mettre en place une politique de rayonnement et d'influence française dans la région Pacifique à partir des plateformes que sont les territoires. Mais du fait de l'inévitable restriction des ressources disponibles et dans un souci de plus grande efficacité, une analyse beaucoup plus rigoureuse que par le passé doit être faite de nos objectifs et de nos modes d'intervention sur la région.

Il faudra mettre sur pied des structures de concertation locales qui devront apporter la cohérence nécessaire dans nos entreprises de recherche en permettant notamment de :

- faire des choix de priorités ;
- mettre en synergie les organismes de recherche opérant sur les territoires.
- faciliter l'expression de demandes locales en matière de recherche, par les autorités et les acteurs économiques principaux des territoires ;
- permettre aux représentants des gouvernements étrangers de la région de manifester leurs désirs de coopération scientifique avec les organismes de recherche français à travers les organisations régionales ou indépendamment ;
- coordonner ces activités sur l'étranger avec nos postes diplomatiques.

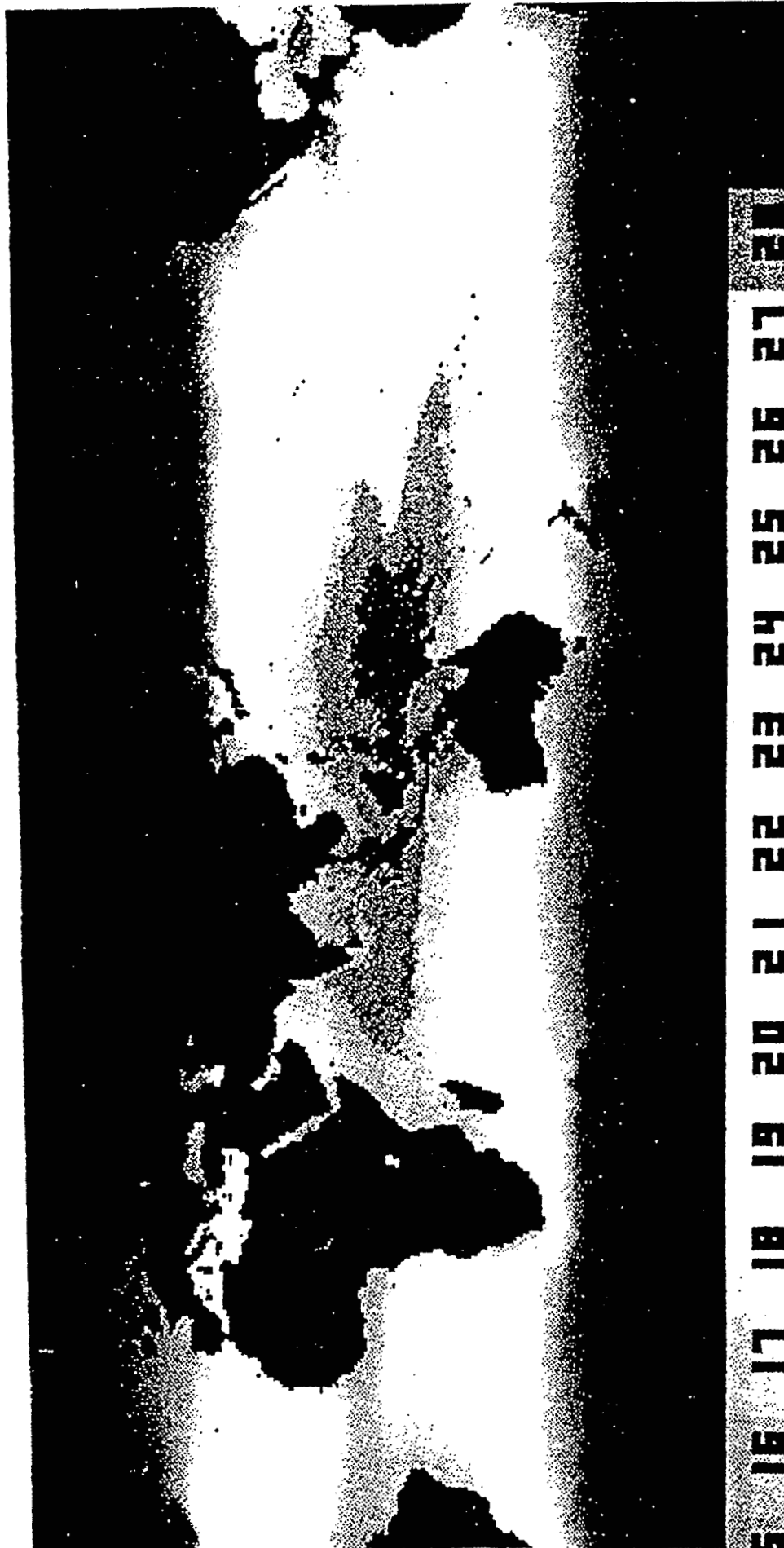


Figure 1 : Température de surface de l'océan mondial. Le réservoir de chaleur planétaire se situe dans la vaste région équatoriale entre l'Est et l'océan Indien, l'Indonésie et l'Australie du Nord, et l'Océan Pacifique

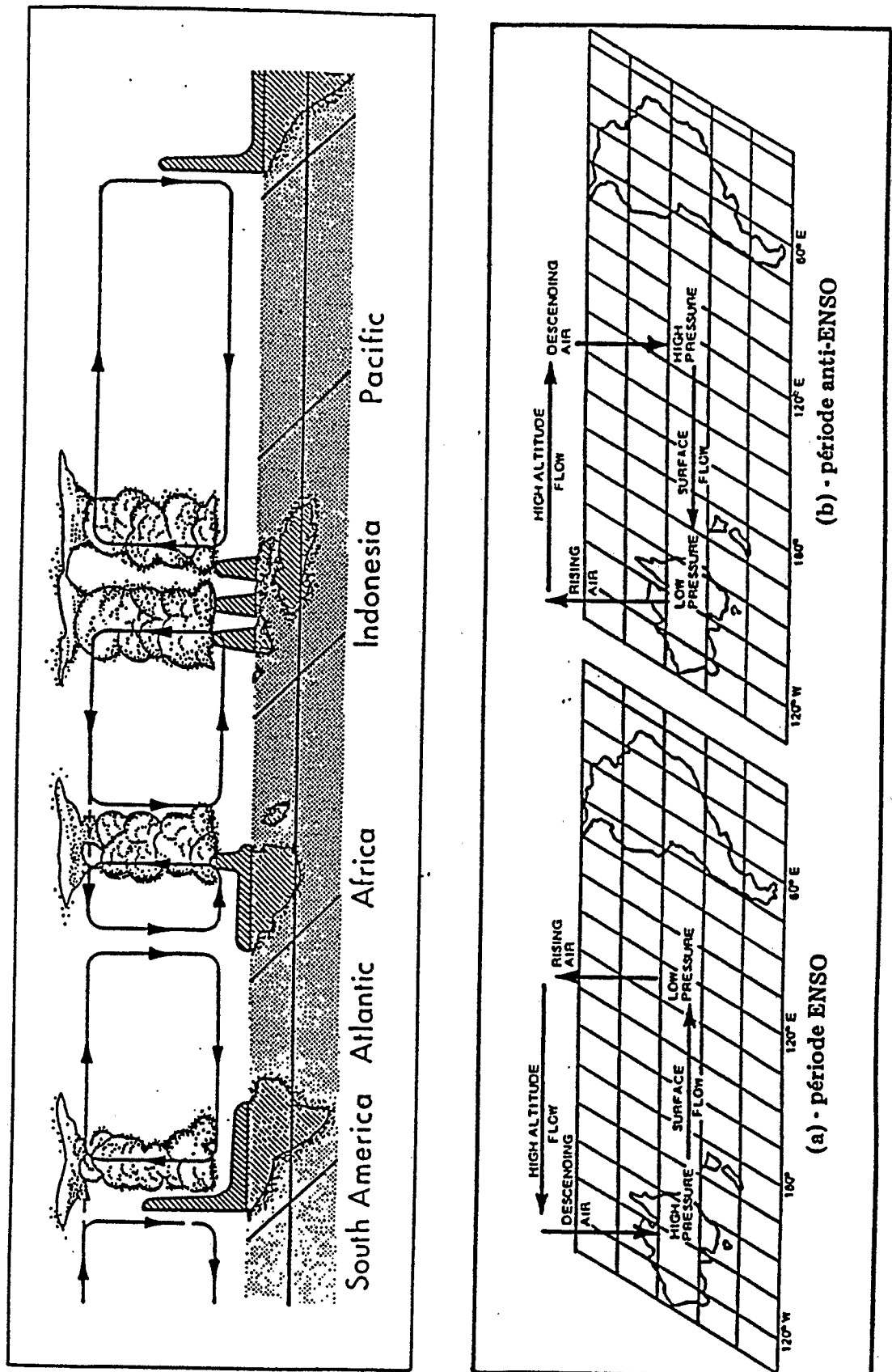


Figure 2 : La circulation atmosphérique sur un plan vertical équatorial. La cellule de Walker en situation "El Nino" et en situation normale "anti El Nino".

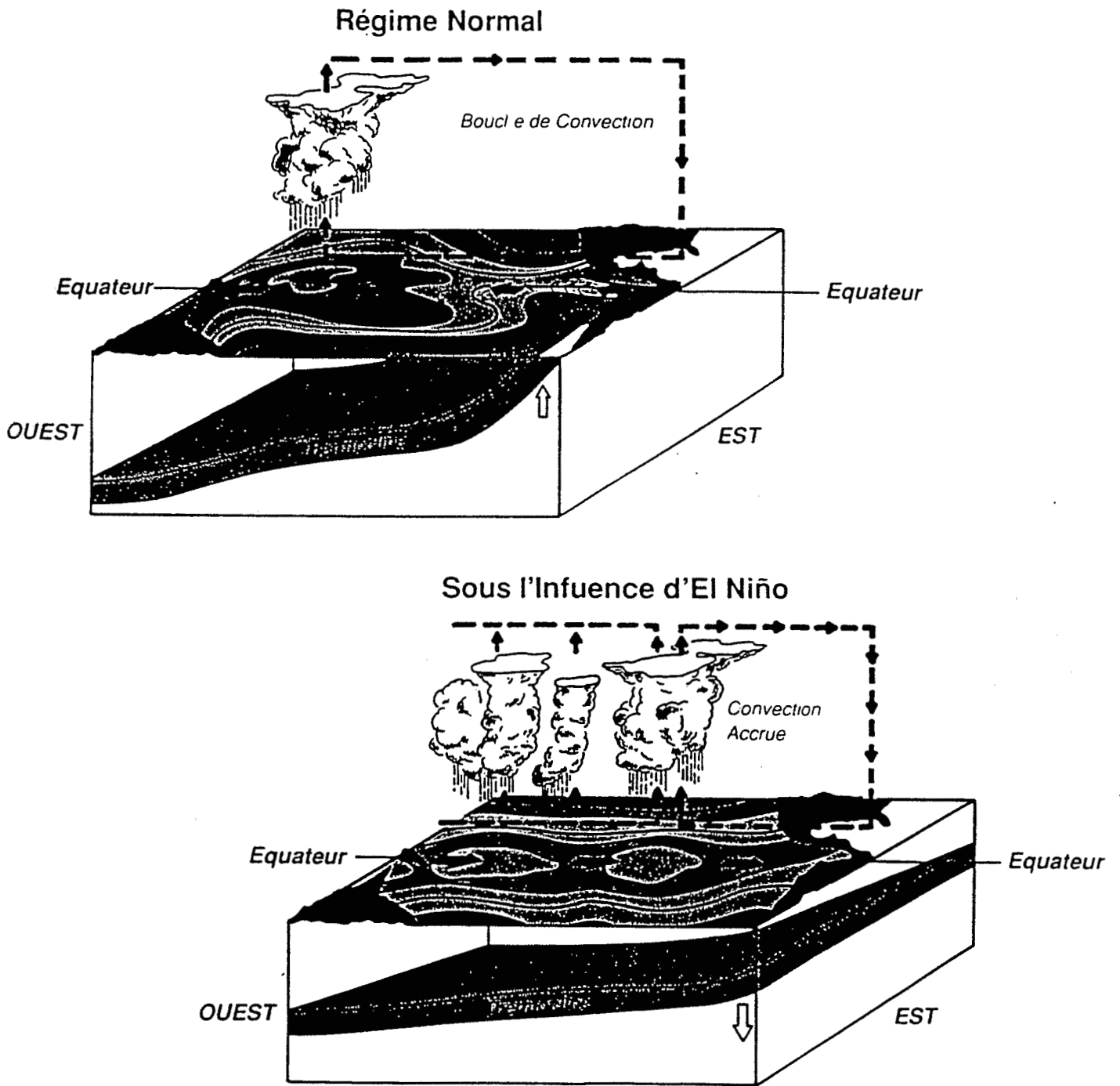
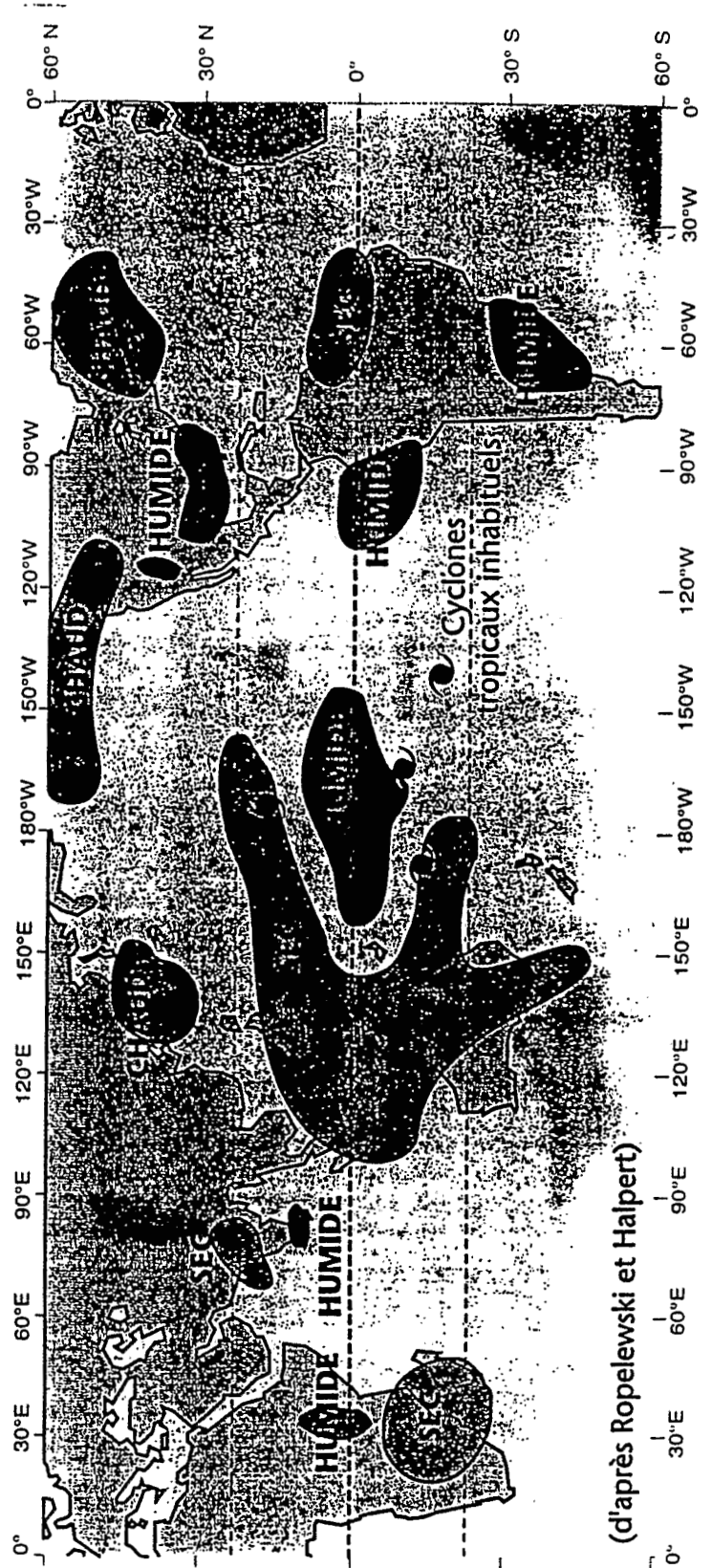


Figure 3 : Les mécanismes générateurs d'ENSO

# VARIATIONS DU CLIMAT PENDANT UN EL NIÑO



(d'après Ropelewski et Halpert)

Figure 4 : Les conséquences climatologiques d'EL Nino



106629



MINISTÈRE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE



*COMPTES RENDUS DU COLLOQUE*

***QUELLE RECHERCHE FRANÇAISE EN ENVIRONNEMENT***

***DANS LE PACIFIQUE SUD ?***

---

***BILANS ET PERSPECTIVES***

*Paris, 28 au 31 mars 1995*

*Michel RICARD, éditeur*



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\*6629 Ex:1