

Dans le Pacifique tropical, circulation océanique et circulation atmosphérique sont étroitement liées, chacune réagissant rapidement aux fluctuations de l'autre.

En temps normal

1 Les alizés, ces vents qui soufflent d'est en ouest, repoussent les eaux de surface du Pacifique vers l'Australie et les Philippines, créant à l'ouest du Pacifique un réservoir d'eau chaude – zone rouge sur le schéma – où la température et le niveau de la mer sont plus élevés qu'à l'est du bassin.

2 En traversant l'océan, ces vents se chargent d'humidité, qu'ils libèrent sous forme de fortes pluies sur ce réservoir d'eau chaude.

3 A l'autre extrémité, le long des côtes du Chili et du Pérou, des eaux froides, riches en sels nutritifs, remontent à la surface (phénomène appelé "upwelling") et favorisent, entre autres, la multiplication des anchois.

La surface de la mer est plus élevée à l'ouest, en Asie, qu'à l'est, le long des côtes sud-américaines. La thermocline (frontière séparant les eaux chaudes de surface et les eaux froides profondes) est inclinée dans le sens opposé (plus haute à l'est).

Lorsqu'El Niño se réveille

1 Des vents d'ouest apparaissent à l'extrémité est du bassin et repoussent le réservoir d'eau chaude vers le centre du Pacifique équatorial. Les alizés s'affaiblissent, voire disparaissent.

2 La zone des précipitations et des cyclones se déplace également vers l'est, provoquant des pluies

abondantes sur les îles du centre du Pacifique, puis de nombreuses inondations sur la côte ouest de l'Amérique du Sud.

3 La thermocline se redresse. Les eaux froides ne peuvent plus remonter le long des côtes du Chili et du Pérou (absence d'"upwelling"). Les eaux restent chaudes et, avec la disparition des sels nutritifs, les espèces marines se raréfient brutalement.

Les pentes de la surface de la mer et de la thermocline se redressent pour se rapprocher de l'horizontale.

En situation la Niña

1 Il y a renforcement des alizés qui, en réduisant le réservoir d'eau chaude, créent des conditions plus froides que la normale dans le Pacifique Tropical. Le climat est plus sec au large des côtes américaines.

2 La zone des précipitations se positionne plus à l'ouest, avec des pluies abondantes sur l'Indonésie.

3 Il y a intensification de l'upwelling le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud ; les anchois prolifèrent.

La surface de la mer est encore plus élevée à l'ouest qu'à l'est. La pente de la thermocline s'accroît aussi, s'enfonçant à l'ouest et se relevant encore plus à l'est.

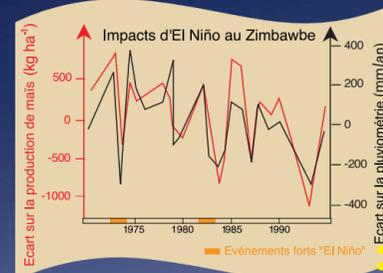
El Niño 1997-98, l'événement du siècle

Ecart de température par rapport à la moyenne. Températures – en °C – relevées dans le Pacifique équatorial, à l'ouest des îles Galapagos.

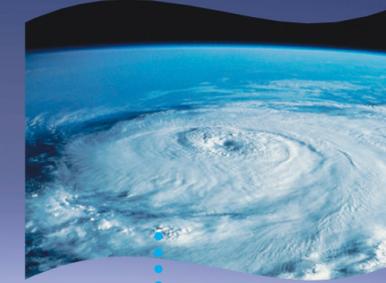


Episodes chauds El Niño, épisodes normaux et épisodes froids La Niña se succèdent dans le Pacifique tropical. D'intensité variable, ces anomalies de température et de niveau de la mer entraînent des transferts d'énergie thermique considérables entre océan et atmosphère, et affectent le climat de toute la planète.

Heurs et malheurs du phénomène El Niño



La sécheresse affecte l'Indonésie et la Papouasie-Nouvelle Guinée ; de nombreux incendies ont détruit plus de 2 millions d'hectares de forêt. Les dommages ont été évalués à 4,4 milliards de dollars, avec de nombreuses victimes du fait des maladies et de la malnutrition.



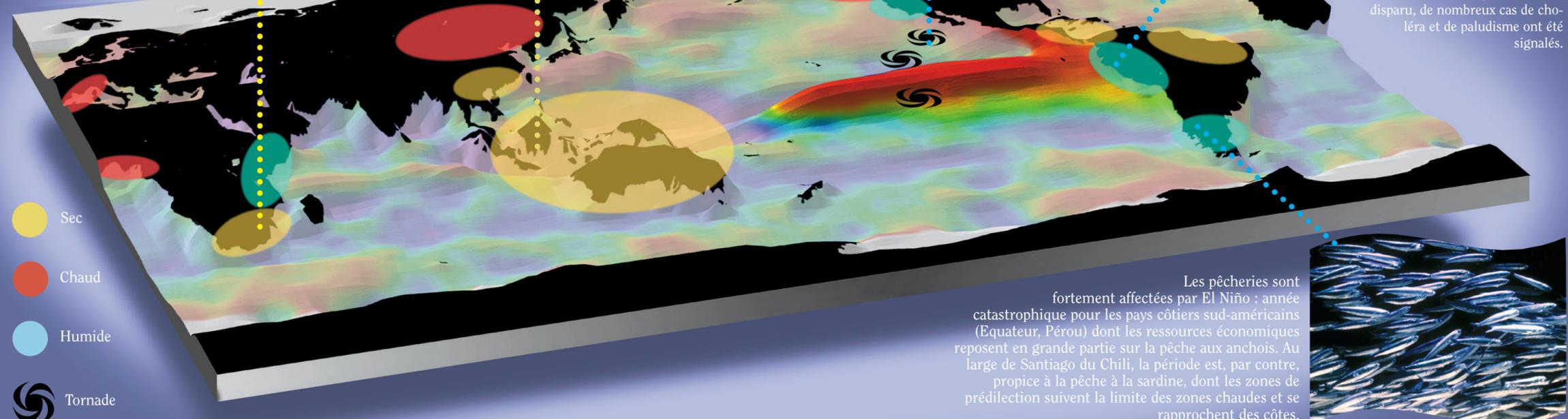
La zone des précipitations et des cyclones se déplace vers le centre du Pacifique. L'activité cyclonique est réduite sur les Caraïbes et un hiver plutôt doux s'installe sur une partie du continent nord-américain et sur le Japon.



Les côtes de l'Equateur et du nord du Pérou ont subi une période très pluvieuse, recevant entre 350 et 775 mm de pluie en décembre 1997 et janvier 1998 (15 fois plus que la norme annuelle). Les pluies ont provoqué des inondations, des crues soudaines, des glissements de terrain, ainsi que la destruction de nombreuses routes, maisons et cultures. Au Pérou, les dégâts sont évalués à 3,6 milliards de dollars. Des centaines de personnes ont disparu, de nombreux cas de choléra et de paludisme ont été signalés.

Un temps exceptionnellement chaud en Afrique australe a provoqué une baisse de moitié de la récolte de maïs au Zimbabwe, soit une perte de 130 millions de dollars. L'épisode El Niño a affecté les récoltes de cacao de Côte d'Ivoire (15% en moins). Mais, dès fin août 1997, le marché boursier anticipait le phénomène et le prix de la fève atteignait 1 900 dollars la tonne, son plus haut cours depuis 1988.

Les pêcheries sont fortement affectées par El Niño : année catastrophique pour les pays côtiers sud-américains (Equateur, Pérou) dont les ressources économiques reposent en grande partie sur la pêche aux anchois. Au large de Santiago du Chili, la période est, par contre, propice à la pêche à la sardine, dont les zones de prédilection suivent la limite des zones chaudes et se rapprochent des côtes.



- Sec
- Chaud
- Humide
- Tornado

Le satellite TOPEX/POSEIDON révèle l'El Niño du siècle !

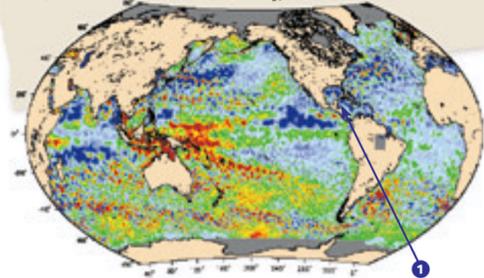
El Niño pris au berceau

Entre février et avril 1997, les observations de TOPEX/POSEIDON mettent en évidence un gonflement important des eaux dans le Pacifique central (une élévation du niveau de la mer de plus de 10 centimètres), se déplaçant vers l'est.

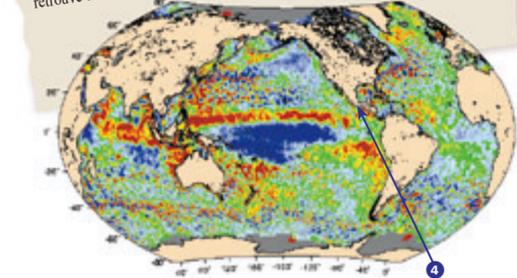
Le phénomène se développe au fil des mois, avec un maximum d'amplitude au niveau de la côte. En juillet 1997, la signature d'El Niño est claire. Cette élévation, en rouge sur la carte représente une accumulation d'eaux chaudes. Une sécheresse anormale se déclare sur l'Asie du sud-est.

Le pacifique sous haute surveillance

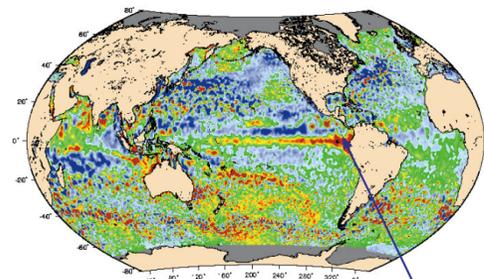
TOPEX/POSEIDON a permis de suivre l'évolution du phénomène et de mesurer son niveau exceptionnel pendant l'hiver boréal, plus de 20 centimètres d'anomalie. En juin 1998, la surface de la mer retrouve son niveau normal, et en juillet 1998, TOPEX/POSEIDON décelé des conditions favorables à un événement de type La Niña, qui se développe en 1999. Et en 2000, l'océan retrouve à nouveau son niveau normal.



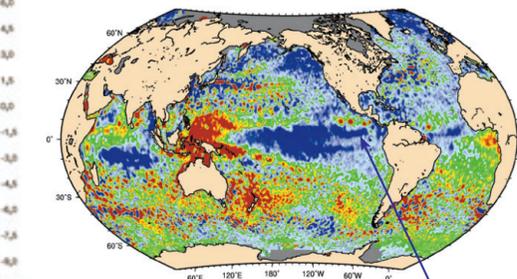
Février 1997



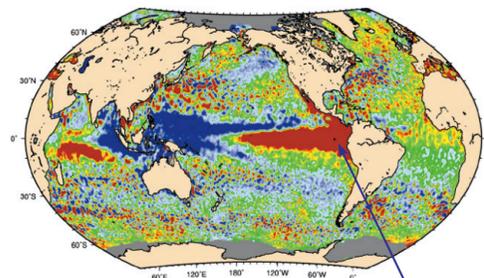
Juillet 1998



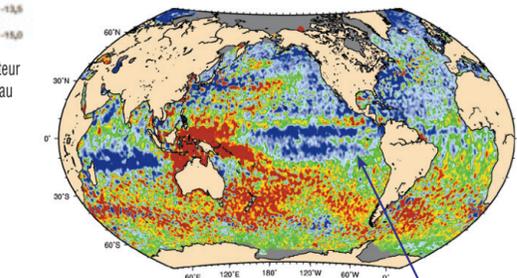
Avril 1997



Avril 1999



Novembre 1997



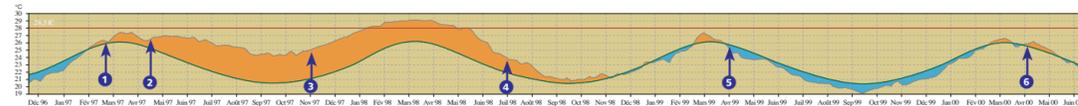
Avril 2000



Hauteur d'eau

Le niveau de la mer monte, la température aussi.

La température de surface relevée dans le Pacifique équatorial, à l'ouest des îles Galapagos, s'écarte fortement de la température saisonnière au cours de l'été boréal (plus de 5°C au-dessus de la normale). Ce n'est qu'avec l'apparition de ces anomalies de température que se mettent en place les variations de vent et l'interaction entre océan et atmosphère. La température de 28,5°C est la limite au-dessus de laquelle peut se déclencher la convection atmosphérique qui annonce des périodes de fortes pluies sur les côtes de l'Equateur et du Pérou.



— Température normale — Température en dessous de la normale — Température au-dessus de la normale

Comprendre et prédire El Niño

Anticiper, alerter et protéger

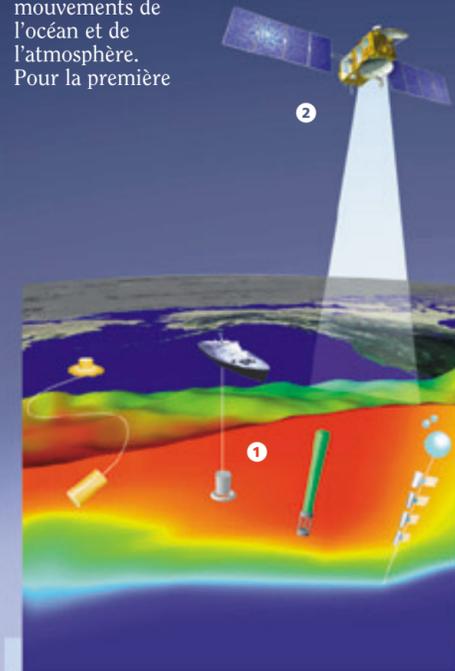
Depuis les années 1990, un système d'observation *in situ* a été mis en place dans le Pacifique et de nouveaux satellites performants scrutent en permanence l'ensemble des océans. El Niño 1997-1998 fut le premier événement suivi de très près. La mission TOPEX/POSEIDON a montré que l'altimétrie précise par satellite permet de reconnaître les caractères généraux d'un tel phénomène plusieurs mois à l'avance.

Les réseaux d'observation ont offert la possibilité de tester et d'affiner les connaissances scientifiques et les modèles numériques du climat, représentation mathématique des mouvements de l'océan et de l'atmosphère. Pour la première

fois, les climatologues ont fourni des prévisions saisonnières sur le plan mondial. Si on ne peut éviter les caprices climatiques d'El Niño, les recherches sur sa prévision et sur ses impacts doivent permettre de le prédire et de réduire ses effets néfastes.

Mettre en place un système d'alerte est nécessaire à la gestion des risques naturels, qu'il s'agisse de :

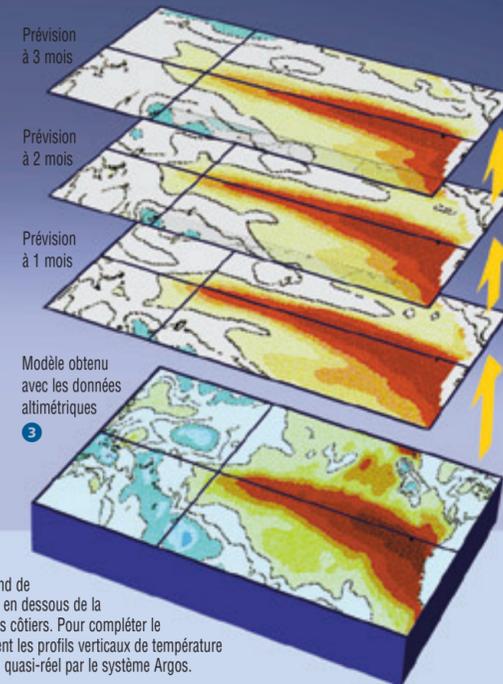
- sensibiliser et informer,
- protéger les populations contre les inondations et les maladies,
- gérer les forêts, les ressources en eau ou autre énergie, l'agriculture (par exemple en développant de nouvelles variétés céréalières résistantes),
- ou de protéger l'environnement et aider l'aquaculture, les pêcheries et la pêche hauturière (par exemple en surveillant les ressources halieutiques).



Le réseau d'observation *in situ* (1) comprend des bouées météo-océaniques ancrées au fond de l'océan (fournissant les conditions atmosphériques en surface et les conditions océaniques en dessous de la surface), des bouées dérivantes (mesurant la température et le courant) et des marégraphes côtiers. Pour compléter le réseau, certains navires de commerce sont équipés de matériel scientifique et échantillonnent les profils verticaux de température au cours de leurs voyages. La plupart des données sont transmises en continu et en temps quasi-réel par le système Argos.

Pour avoir une vue globale du Pacifique, les océanographes utilisent notamment les données altimétriques (2), mesures précises et fiables des variations de la surface des océans, des courants marins, et des changements du contenu de chaleur dans l'océan. D'autres satellites sont utilisés pour observer la température, le vent en surface ou la couleur de l'eau.

L'utilisation de l'ensemble des observations permet d'ajuster en temps réel les conditions initiales et de contraindre les modèles de prévision à rester proche des observations (3).



Pour plus d'information :

- Système d'Observation des Océans Tropicaux : <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/>
- Centres de prévision océan-climat : <http://nic.fb4.noaa.gov/> ; <http://www.ecmwf.int/html/seasonal/forecast/>
- Altimétrie par Satellite : <http://www.aviso.cnes.fr>
- Données océaniques en temps quasi-réel : <http://www.cls.fr/duacs/>

Sources :

- CLS, CNES, CNRS/LEGOS, GSFC, IRD, NASA, NOAA.

L'observation des océans par satellite

Sur les traces d'El Niño

Les pêcheurs péruviens ont remarqué depuis des siècles que, certaines années, au moment de Noël, les eaux de surface sont plus chaudes que la normale.

Cette accumulation d'eaux chaudes perturbe considérablement leurs activités ; elle influe sur l'écosystème local, entraînant une raréfaction brutale des espèces marines. Mais, catastrophes naturelles, sécheresses, inondations, ou encore cyclones tropicaux, sont d'autres événements associés à ce phénomène baptisé El Niño ("l'enfant Jésus"). Que sait-on exactement de lui ? Pouvons-nous le détecter avant qu'il ne frappe ? El Niño 1997-1998 a permis aux scientifiques du monde entier d'analyser et de comprendre ce phénomène complexe

où océan et atmosphère sont en étroite relation. La mission d'altimétrie par satellite TOPEX/POSEIDON est une source riche d'informations ; depuis 1992, elle assure une surveillance continue de l'ensemble des océans, mesurant avec précision les variations de la surface et des courants océaniques.

L'altimétrie par satellite s'avère une aide indispensable à la détection précoce, à l'analyse et au suivi des phénomènes tropicaux à grande échelle. L'objectif ? Déceler le plus tôt possible l'apparition de tels phénomènes climatiques et, surtout, prévoir leur déroulement pour anticiper leurs impacts et réduire leur incidence. Poursuivant la mission TOPEX/POSEIDON à l'aube des années 2000, la série Jason assurera la continuité avec des mesures homogènes et de qualité.

Conception/rédaction : CLS / Création : Actua Design / Edition : CNRS 2000



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES