

El Niño

# Enfant modèle

El Niño survient tous les deux à sept ans dans le Pacifique tropical et s'accompagne de violentes perturbations climatiques. Modéliser pour comprendre et prévoir cette anomalie climatique complexe, tel est le défi scientifique que tentent de relever les chercheurs de l'IRD.

Les épisodes El Niño se suivent, mais ne se ressemblent pas... Si celui de 1982-83 avait été considéré comme le plus fort du xx<sup>e</sup> siècle, l'événement de 1997-98 a surpris par son intensité et son caractère dévastateur : sécheresse et incendies en Indonésie et en Australie, inondations en Amérique du Sud, en Afrique de l'Est et dans le golfe du Mexique. La communauté scientifique se mobilise activement depuis plus de vingt ans pour observer, tenter de comprendre et de prévoir cette perturbation majeure. Les années 1980 ont vu le déploiement d'un important arsenal d'observation avec le programme TOGA, plaçant le Pacifique tropical sous surveillance. Les données ainsi recueillies servent à élaborer et alimenter des modèles pour étudier le phénomène El Niño et pour tenter d'anticiper les effets parfois désastreux qu'il peut avoir sur l'économie des pays tropicaux.

## Comprendre...

« Les modèles conceptuels reposent sur des équations simplifiées en fonction des processus physiques que l'on veut mettre en évidence. Ils permettent de tester de nouvelles hypothèses sur la dynamique d'El Niño », explique Boris Dewitte, océanographe à l'IRD (Nouméa). Les chercheurs de l'IRD collaborent avec des océanographes et des météorologues d'autres instituts pour contribuer à l'élaboration de modèles complexes, tels les modèles couplés de circulation générale. « Ces modèles tiennent compte des interactions océan-atmosphère. Ils sont les seuls actuellement à pouvoir nous permettre d'aborder un nouveau thème

de recherche : la modulation basse fréquence d'El Niño, c'est-à-dire la façon dont les caractéristiques du phénomène (fréquence, amplitude...) varient sur des périodes de 10 ans, voire plus longues. » L'objectif est de comprendre pourquoi certaines décennies sont marquées par des événements El Niño rapprochés (décennie 1990) ou plus espacés (décennie 1980), sachant que les caractéristiques d'un El Niño varient d'un événement à l'autre.

## ... et prévoir

« Il existe 3 types de modèles de prévision d'El Niño : les modèles simplifiés - les plus nombreux -, les modèles complexes et les modèles hybrides. Soit, en tout, une bonne douzaine en fonction actuellement », explique Boris Dewitte.

Les modèles dits « simplifiés » se sont en fait pour leurs deux composantes, océanique et atmosphérique. Le premier de ces modèles, élaboré par les climatologues américains Stephen Zebiak et Mark Cane, date de 1986. Encore utilisé aujourd'hui, il fonde ses calculs sur les anomalies de vents et de températures de la surface de l'océan par rapport aux moyennes saisonnières. Les systèmes de prévision complexes utilisent des modèles de circulation générale associés à une méthode d'assimilation de données qui permet de disposer de conditions initiales réalistes. À l'heure actuelle,

seuls quelques pays<sup>1</sup> possèdent un tel système, extrêmement lourd et onéreux à mettre en œuvre. Quant aux modèles hybrides, comme celui qui est utilisé à la Scripps Institution of oceanography (San Diego, États-Unis), l'océan y est représenté par un modèle de circulation générale et l'atmosphère par un modèle statistique simple, ce qui réduit le coût de calcul sur ordinateur. En matière de recherche, l'accent est encore mis aujourd'hui sur la sophistication de ces modèles particulièrement souples d'utilisation. L'amélioration des méthodes d'assimilation de données en océanographie est également en plein essor et constitue notamment un axe important du projet français MERCATOR<sup>2</sup>, auquel participe l'IRD. « À Nouméa, nous utilisons un système de prévision "simplifié" qui a fait ses preuves lors de l'événement de 1997-1998. Il nous a permis d'annoncer la mise en place de l'événement El Niño 2002/2003 dès le mois de mars 2002 », précise Boris Dewitte. Soit bien avant que les centres internationaux ne s'accordent à peu près tous, en juin, sur le retour possible d'El Niño. Peu après Noël 2001, un fort coup de vent d'ouest a fortement perturbé l'équilibre océanique, plaçant le système

océan-atmosphère dans les conditions favorables au déclenchement de ce qui sera le premier El Niño du XXI<sup>e</sup> siècle. À partir de juillet 2002, le modèle développé à Nouméa a prévu que cet événement serait modéré à fort. « Aujourd'hui<sup>3</sup>, nous sommes dans une phase décroissante du phénomène. Les conditions sont telles, que les modèles actuels ne s'accordent pas sur l'évolution prochaine de ce nouvel épisode » remarque Boris Dewitte. Patience, El Niño n'en est pas à son premier caprice. ●

## Contact

B. Dewitte  
Boris.Dewitte@cnes.fr

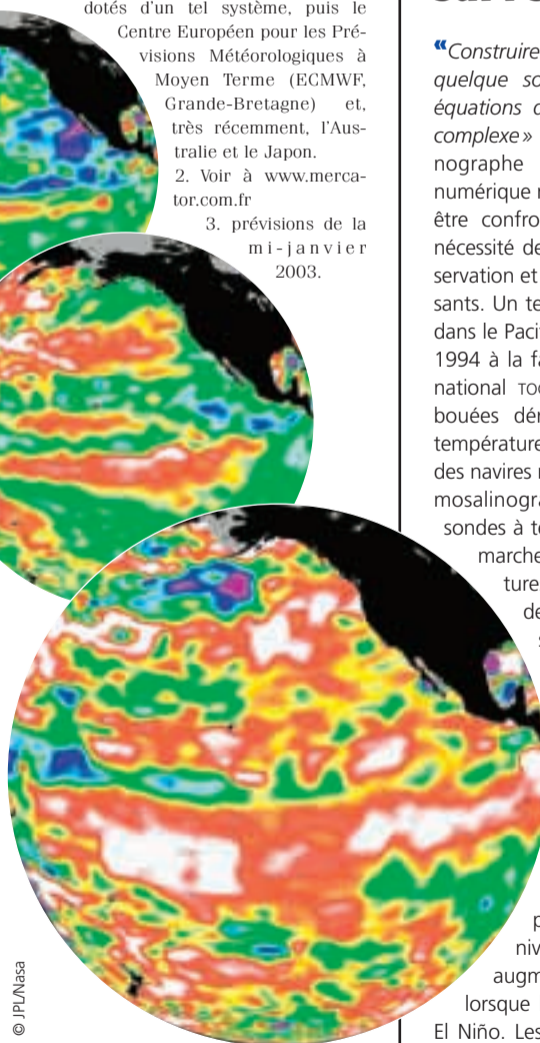
1. Les États-Unis sont les premiers à s'être dotés d'un tel système, puis le Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (ECMWF, Grande-Bretagne) et, très récemment, l'Australie et le Japon.
2. Voir à [www.mercator.com.fr](http://www.mercator.com.fr)
3. prévisions de la mi-janvier 2003.

## La pincée de sel qui change El Niño...

On savait que le déclenchement d'un événement El Niño impliquait la combinaison de plusieurs facteurs, tels les températures de surface et les coups de vents d'ouest de l'océan Pacifique tropical. Mais c'était sans compter sur le rôle joué par la salinité de l'océan dans la mise en place du phénomène. Faute de pouvoir établir ses effets amplificateurs ou réducteurs sur les interactions entre l'océan et l'atmosphère, ce paramètre n'a pas été pris en compte dans les modèles de prévision. Pourtant, la salinité influe sur la genèse et le déroulement d'El Niño, sous la forme d'une couche « barrière de sel » caractéristique du Pacifique tropical ouest. Cette couche se localise entre la thermocline, la limite supérieure des eaux froides profondes, et la base de la couche de mélange de surface, plus chaude. Elle agit comme un isolant en limitant la création, sous l'effet du vent, du mélange vertical entre les deux couches. Les scientifiques de l'IRD et de Météo-France à l'origine de cette étude ont utilisé un modèle couplé océan-atmosphère complexe pour déterminer précisément le rôle de la barrière de sel. L'absence de celle-ci, simulée numériquement, modifie la réponse de l'océan aux coups de vents d'ouest : le déplacement des eaux chaudes vers l'est diminue et la longueur d'action des vents d'ouest est atténuée. Résultat : l'amplitude d'El Niño faiblit, voire disparaît. « L'enfant terrible du Pacifique » serait donc sensible à une pincée de sel... Mieux connaître les caractéristiques de cette barrière de sel du Pacifique tropical Ouest permettra sans aucun doute d'améliorer les prévisions d'El Niño à partir des modèles couplés complexes. ●

## Contact

Ch. Maes  
Christophe.Maes@cnes.fr



Ces images du satellite Topex / Poséidon montrent, de haut en bas, les variations de hauteur de l'océan, en juin, août et décembre 2002. Le niveau augmente en phase El Niño (rouge).

## En savoir plus

<http://noumea.ird.nc/ECOP/site/ecopfr/elniño.htm>  
[www.pmel.noaa.gov/tao/](http://www.pmel.noaa.gov/tao/)  
[www.jason.oceanobs.com/](http://www.jason.oceanobs.com/)

## Entre niño et niña

El Niño constitue la phase chaude d'un système de fluctuation climatique global appelé ENSO (*El Niño - Southern Oscillation*), propre au Pacifique tropical mais dont les effets affectent toute la planète. S'il se manifeste tous les deux à sept ans par l'augmentation de la température de surface du Pacifique équatorial, la phase froide - la Niña - se traduit par un abaissement de ces températures. Ces variations thermiques sont étroitement liées à l'oscillation de la pression atmosphérique entre la Polynésie française et le nord de l'Australie. Cette fluctuation est associée à des anomalies de vents qui déplacent le long de l'équateur une énorme masse d'eau chaude maintenue habituellement à l'ouest du bassin par les alizés. Lors d'un événement El Niño, ceux-ci faiblissent et les vents d'ouest poussent anormalement ces eaux chaudes et les fortes précipitations qui les accompagnent, vers l'est. Simultanément, cette perturbation induit dans l'océan un « train d'ondes » équatoriales qui se propage dans le même sens. Leur arrivée sur les côtes latino-américaines stoppe l'*upwelling* qui refroidit habituellement la région côtière. En « ricochant » sur les côtes, ces ondes et leurs courants associés repartent en sens inverse, vers l'ouest, repoussant le réservoir d'eaux chaudes finalement plus à l'ouest que sa position de départ. La côte indonésienne reçoit de fortes précipitations tandis qu'à l'est du bassin, les eaux sont à nouveau refroidies. La Niña succède ainsi à El Niño, etc. ●

## Haute surveillance

« Construire un modèle, c'est donc en quelque sorte mettre la nature en équations de manière plus ou moins complexe » remarque Joël Picaut, océanographe à l'IRD<sup>1</sup>. Une simulation numérique n'est valable que si elle peut être confrontée à la réalité, d'où la nécessité de disposer de réseaux d'observation et de recueil de données puissants. Un tel réseau a été mis en place dans le Pacifique tropical entre 1985 et 1994 à la faveur du programme international TOGA<sup>2</sup>: 70 bouées fixes, des bouées dérivantes qui mesurent les températures de surface et les courants, des navires marchands équipés de thermosalinographes de surface et de sondes à tête perdue qui réalisent, en marche, des profils de températures de l'océan jusqu'à 800 m de profondeur... Les données sont transmises en temps réel aux scientifiques qui bénéficient également de celles fournies par les satellites franco-américains TOPEX/Poséidon (depuis la mi-1992) et Jason I (depuis fin 2001). L'imagerie satellite permet notamment de suivre très précisément l'évolution du niveau de l'océan, qui peut augmenter de près de 30 cm lorsque l'eau est chaude, en phase El Niño. Les mesures physiques *in situ* s'avèrent donc indispensables pour alimenter les modèles, les tester et réaliser des études fines de processus dans le cadre d'ENSO. ●

## Contact

Joël Picaut  
Joel.Picaut@cnes.fr

1. UR065 - LEGOS (Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales), Toulouse.
2. TOGA : Tropical Ocean and Global Atmosphere.