

« Attribuer » les variations climatiques observées



© IRD/J.-M. Porte

Construction d'une route pour l'exploitation du bois en Papouasie-Occidentale, Indonésie.

La déforestation est un facteur important du réchauffement climatique d'origine anthropique.

En 25 ans, la part dominante du réchauffement mesuré depuis le début de l'ère industrielle dans l'atmosphère et dans l'océan est désormais attribuée aux émissions d'origine anthropique et non à la variabilité naturelle du climat. Au fil des rapports du Giec, la responsabilité des activités humaines est passée de incertaine (1990) à possible (1995), puis probable (2001), très probable (2007) jusqu'à extrêmement probable (2013). Ces certitudes scientifiques sont le fruit d'un long travail d'« attribution » des variations climatiques observées pour déterminer la part des forçages anthropiques, des forçages naturels et de la variabilité naturelle.

Les composantes des variations climatiques

La part des forçages anthropiques

La confirmation d'une origine principalement anthropique du réchauffement climatique à l'échelle globale et régionale s'appuie, d'une part, sur les réseaux d'observations du réchauffement climatique et, d'autre part, sur une modélisation du climat de plus en plus élaborée. Les modèles reproduisent en effet les tendances observées de la température sous l'effet de l'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre. L'influence des

Éruption du volcan Cotopaxi (Quito, Équateur) en août 2015. Les émissions de poussières et de gaz volcaniques dans la haute atmosphère contribuent à la variabilité climatique naturelle.



© IRD/O. Dangles

activités humaines se détecte aussi à partir d'autres indicateurs comme les changements dans le cycle global de l'eau, le recul des neiges et des glaces, l'élévation moyenne du niveau des mers, l'amplification des vagues de chaleur dans certaines régions, etc.

La part des forçages naturels

Pendant, les forçages naturels (rayonnement solaire, éruptions volcaniques) agissent aussi sur la variabilité du système climatique. D'après les mesures satellites disponibles depuis 1978, l'énergie solaire reçue par la planète peut en effet être modulée, d'environ 0,1 %, par les variations de l'activité du soleil lui-même, au cours de cycles d'environ 11 ans. Les éruptions volcaniques modifient également la quantité d'énergie solaire reçue par la Terre, surtout celles qui se produisent aux tropiques et dont la colonne éruptive projette – suffisamment haut en altitude pour atteindre la stratosphère – des quantités considérables de gaz riches en soufre. Les particules fines d'aérosols volcaniques formées dans la stratosphère peuvent recouvrir en quelques mois l'ensemble du globe et perturber le rayonnement solaire à cause de leur pouvoir réfléchissant.

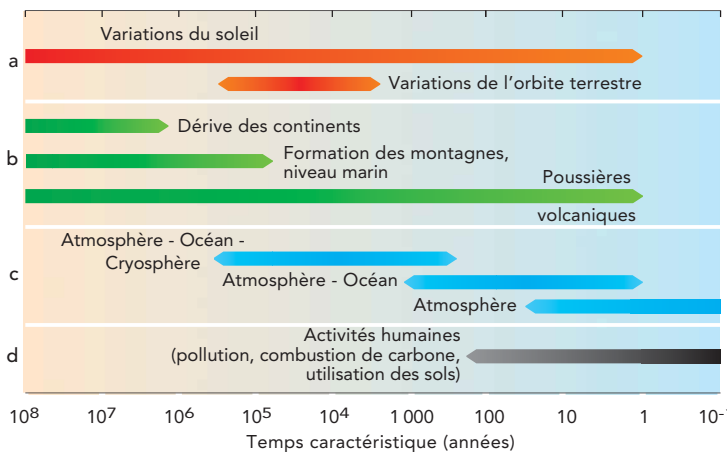


Figure 12. Depuis un siècle, les forçages anthropiques s'ajoutent aux forçages naturels. Aux niveaux a et b sont distingués les forçages externes au système climatique, en c les variations internes au système et en d, les effets anthropiques. Source : BARD, 2006.

La part de la variabilité naturelle

Enfin, la variabilité interne du système climatique, système par nature chaotique, est constamment à l'œuvre et peut venir atténuer ou renforcer les effets des forçages anthropiques et naturels. Au sein de cette variabilité interne, les modes de variabilité, comme par exemple le phénomène El Niño, ont de forts impacts, en particulier dans la zone intertropicale. Cette variabilité peut par exemple se traduire par un refroidissement du Pacifique. En effet, la modulation de l'**oscillation décennale du Pacifique** est en grande partie responsable du ralentissement du réchauffement atmosphérique global observé entre 1998 et 2012, ceci par un transfert plus important de chaleur de la surface vers la subsurface de l'océan Pacifique tropical. Ce ralentissement avait été mis en exergue par les climato-sceptiques pour contester l'origine anthropique du changement climatique. De fait, le réchauffement climatique n'est pas uniforme dans le temps. Suite au ralentissement observé ces derniers 15 ans, il est probable qu'il s'accélère au cours des prochaines décennies, conséquence de la restitution vers l'atmosphère d'une partie de l'excès de chaleur stockée dans l'océan.

Des changements difficiles à attribuer aux échelles locales

Dans ce contexte, la difficulté est de pouvoir « attribuer » l'origine d'un changement observé, en particulier à l'échelle locale, soit à l'impact de l'effet de serre anthropique, soit aux forçages naturels, soit à la variabilité interne naturelle du climat, soit encore aux

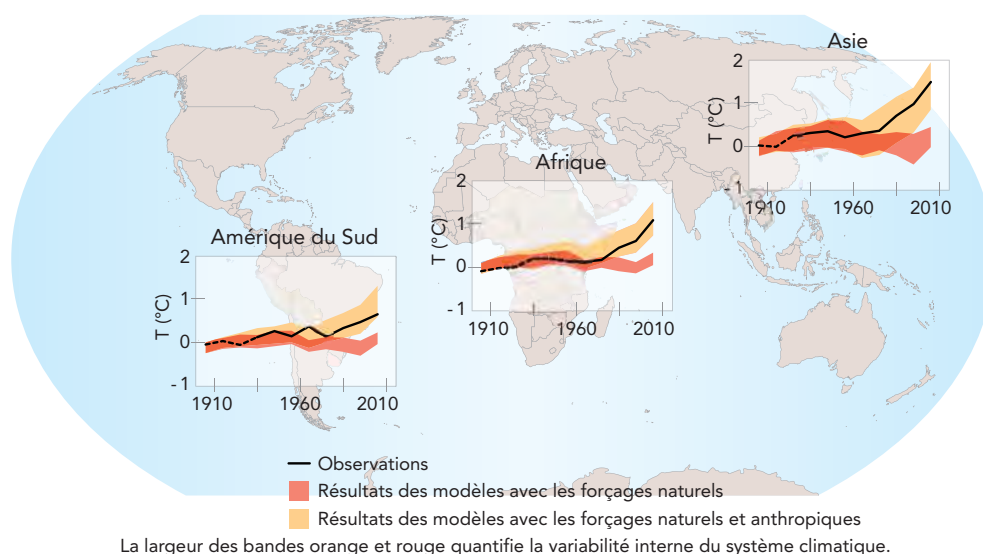


Figure 13. Exemple de méthode pour attribuer le réchauffement climatique observé. L'écartement des courbes rouge et orange montre l'effet du forçage anthropique. La trajectoire des observations est incluse dans l'enveloppe orange, ce qui confirme l'impact anthropique sur l'évolution de la température. Source : Giec, 2013.

activités anthropiques plus localisées, comme la déforestation par exemple. L'approche générique « détection-attribution » combine donc observations et simulations, de manière à déterminer, d'une part, si une évolution observée peut être expliquée par un ou plusieurs forçages externes et dans quelles proportions, et à valider, d'autre part, la cohérence entre les observations et les résultats de simulations climatiques.

Variabilité climatique en zones intertropicales

Les variations climatiques à l'échelle régionale sont complexes à interpréter, en particulier pour la zone intertropicale où certains modes de variabilité ont un fort impact. Ces modes sont présents à différentes échelles de temps : intrasaisonnière (comme l'oscillation Madden-Julian), interannuelle (comme le phénomène El Niño) et multidé-cennale (comme l'oscillation multidé-cennale de l'Atlantique ou l'oscillation décennale du Pacifique). Les variations ou fluctuations du climat s'organisent en effet selon des modes de variabilité préférentiels, en fonction du contexte dynamique régional de l'océan et de l'atmosphère.

Le phénomène El Niño

En raison de son impact global, le phénomène El Niño, aussi appelé oscillation australe ou Enso, constitue le principal mode de variabilité du climat global. Aux latitudes tropicales, El Niño se caractérise en particulier par des réchauffements importants des eaux de surface équatoriales dans l'océan Pacifique oriental, tous les 2 à 7 ans. Ces épisodes chauds sont parfois suivis d'événements froids (La Niña). Pendant les épisodes chauds, les alizés (vents de secteur est soufflant sur la bande équatoriale) sont plus faibles qu'en temps normal. Les interactions océan-atmosphère permettent à ce type de situation de perdurer un an, voire plus, avec des répercussions dans tout le bassin Pacifique (qui représente quasiment la moitié de la surface de la Terre). El Niño produit par exemple des épisodes de sécheresse en Indonésie ou de fortes précipitations au Pérou. Il influence également les bassins Atlantique et Indien et peut conduire à des phases de sécheresses ou d'inondations persistantes dans l'ensemble des systèmes de moussons (fig. 14).

Les oscillations océaniques décennales

À l'échelle décennale, l'alternance de phases chaudes et froides, semblables à celles provoquées par El Niño, est également observée dans l'océan Pacifique. Comparée à El Niño, cette oscillation décennale du Pacifique a un signal spatial plus large dans le Pacifique tropical et oscille avec une échelle de temps de 20 à 30 ans.

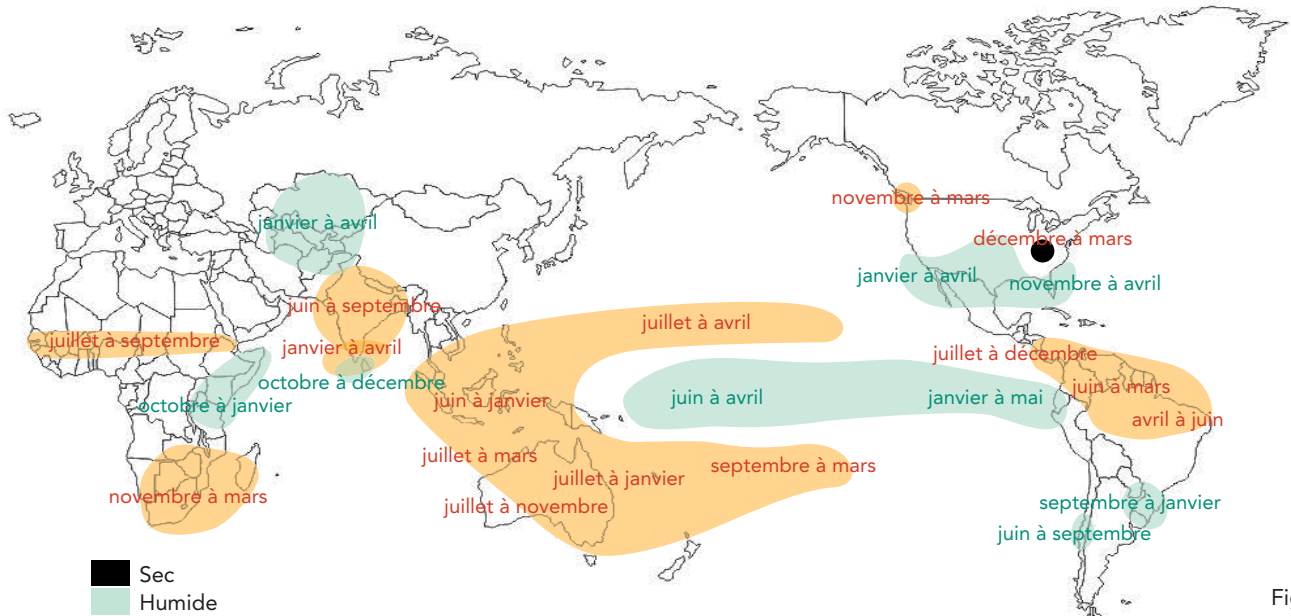


Figure 14.
Les impacts climatiques globaux du phénomène El Niño.

Source : ROPELEWSKI et HALPERT, 1989



Crue au Pérou, 2012.
En amont de la ville d'Iquitos, le rio Ucayali, branche-mère de l'Amazone, a érodé la rive sur une centaine de mètres et inondé les villages alentours.

© IRD/W. Santini



Rizières inondées dans le lit du Niger. Dune de Gao, Mali. Il est difficile de prévoir l'évolution des précipitations au Sahel, alors que les populations sont plus qu'ailleurs tributaires des pluies.

Le rôle de la variabilité climatique interne dans la reprise des pluies au Sahel

La reprise partielle des pluies à partir de la décennie 1990 au Sahel est-elle attribuable au changement climatique ou reste-t-elle dans le cadre de la variabilité climatique interne ? Les observations couvrant le XX^e siècle et le début du XXI^e siècle montrent que cette transition est pilotée principalement par l'oscillation multidécennale de l'Atlantique (AMO en anglais) et par l'oscillation décennale du Pacifique (PDO en anglais). Plus précisément, la reprise pluviométrique correspond à des renversements de phase dans l'Atlantique (de négative à positive) et dans le Pacifique (de positive à négative). En effet, la phase positive de AMO, c'est-à-dire un réchauffement de l'Atlantique nord, est favorable aux pluies sahéliennes, et la phase positive de PDO, c'est-à-dire un réchauffement du Pacifique, est défavorable aux pluies. Le signal du réchauffement global des océans, qui est défavorable aux pluies sahéliennes, entre en compétition avec les deux autres modes AMO et PDO, sans les dépasser. Des simulations avec un modèle de climat atmosphérique, tenant compte de ces trois modes, confirment leur impact sur les pluies au Sahel et leur effet de compétition.

Avec l'augmentation du nombre de séries d'observations longues dans l'Atlantique nord, un dernier mode de variabilité a pu être mis en évidence, l'oscillation multidécennale de l'Atlantique, dont les oscillations ont des périodes beaucoup plus longues, pluridécennales. Ce mode alterne entre réchauffement ou refroidissement de tout le nord de l'Atlantique, de l'équateur à la pointe du Groenland.

L'ensemble de ces modes de variabilité, de l'échelle interannuelle à décennale dans l'océan Pacifique et Atlantique, influence de manière significative les variations décennales du régime de précipitations en Amérique du Sud et au Sahel. Mais il joue également sur la fréquence des cyclones dans l'Atlantique tropical et même sur le climat de l'Europe en été. Il est ainsi difficile de séparer le rôle de ces modes de variabilité naturelle de celui dû au réchauffement climatique global (terrestre, océanique) dans les changements climatiques observés dans la zone tropicale depuis 1850.



Avancée d'une ligne de grain pendant la mousson au Niger.

L'influence du changement climatique global sur les modes de variabilité

Les différents modes de variabilité sont relativement bien représentés dans les modèles de climat. Les forçages naturels, voire anthropiques, peuvent influencer sur leur évolution, en excitant préférentiellement certaines phases d'un ou plusieurs de ces modes. Cette influence majeure est documentée sur les derniers 150 ans, période pour laquelle de nombreuses observations instrumentales (météorologiques, océanographiques) sont disponibles. Elle a été étudiée par des méthodes statistiques de détection et d'attribution et en exploitant un ensemble de simulations climatiques avec différents forçages.

Bien que moins documentée, la période plus longue du dernier millénaire offre également un cadre temporel pertinent pour explorer les interactions entre les forçages externes et la dynamique interne du climat. Des simulations climatiques du climat du dernier millénaire et de nombreuses reconstructions des variations de ces modes de variabilité sont actuellement développées par les équipes de recherche. Elles permettent en particulier d'évaluer la part de la variabilité naturelle non forcée par rapport à celles liées aux activités humaines depuis le début de l'ère industrielle.

Ainsi, si la réalité de changement climatique est avérée, les scientifiques restent très prudents, dans la phase actuelle où le forçage anthropique est encore modéré, pour ne pas attribuer de manière excessive toute nouvelle anomalie climatique à l'activité humaine.

Khodri Myriam. (2015).

"Attribuer" les variations climatiques observées.

In : Reinert M., Janicot Serge (ed.), Aubertin Catherine (ed.), Bernoux Martial (ed.), Dounias Edmond (ed.), Guégan Jean-François (ed.), Lebel Thierry (ed.), Mazurek Hubert (ed.), Sultan Benjamin (ed.), Sokona Y. (pref.), Moatti Jean-Paul (pref.).

Changement climatique : quels défis pour le Sud ?

Marseille : IRD, 61-67. ISBN 978-2-7099-2168-8