

accompagné dans son ascension par les moustiques et les maladies qu'ils véhiculent.

Au XIX^e siècle, en Afrique, les colons européens s'installèrent dans les montagnes plus fraîches pour échapper à l'air malsain (*mal aria*) des marécages où sévissaient les moustiques ; ces refuges disparaissent aujourd'hui. On signale des insectes et des infections qu'ils véhiculent à de hautes altitudes en Amérique du Sud, en Amérique centrale, en Asie, dans l'Est et le centre de l'Afrique. Depuis 1980, on a trouvé des moustiques *Aedes aegypti* au-dessus de 1 600 mètres dans les hauts plateaux du Nord de l'Inde et à 2 000 mètres, dans les Andes, en Colombie. Leur présence augmente le risque de dengue et de fièvre jaune. Des cas de dengue ont été signalés à 1 500 mètres d'altitude, à Taxco, au Mexique. Ces alertes peuvent indiquer l'extension du territoire de certaines maladies.

Les opportunistes aiment les successions d'extrêmes

La variabilité climatique croissante qui accompagne le réchauffement menace plus que l'augmentation des températures. Par exemple, des hivers chauds suivis d'étés chauds et secs (résultat probable d'un réchauffement de l'atmosphère) favorisent la transmission de l'encéphalite de Saint-Louis et d'autres infections qui touchent régulièrement les oiseaux, les moustiques urbains et les humains.

Une telle séquence aurait été la cause de l'émergence du virus *West Nile* à New York, en 1999. Personne ne sait comment ce virus s'est introduit aux États-Unis, mais l'une des explications raisonnables de sa persistance et de son extension est l'effet du climat sur les moustiques *Culex pipiens*, responsables de la transmission. Ces moustiques urbains pondent leurs œufs dans les sous-sols humides, les gouttières, les égouts et les mares d'eau polluée.

On suppose que l'hiver doux de 1998-1999 permit à de nombreux moustiques de survivre jusqu'au printemps, qui fut précoce ; en raison de la sécheresse du printemps et de l'été, les zones de reproduction se sont confondues avec celles où les matières organiques nutritives étaient concentrées ; des prédateurs de ces moustiques, tels que les chrysopes carnées

et les coccinelles, qui auraient contribué à limiter les populations de moustiques ont péri. La sécheresse regroupa également les oiseaux sur des points d'eau plus restreints et moins nombreux, également fréquentés par les moustiques.

Une fois les moustiques contaminés par le virus, la vague de chaleur qui accompagna la sécheresse accéléra la maturation virale à l'intérieur des insectes. Comme les moustiques infectés se nourrissent de sang, ils contaminèrent les oiseaux en un rien de

temps. Par cette contamination croisée entre oiseaux et moustiques, le nombre de moustiques infectés explosa, ainsi que le nombre d'êtres humains contaminés. Les pluies torrentielles de la fin août apportèrent de nouvelles flaques pour la reproduction de *Culex pipiens* et d'autres moustiques, augmentant encore les populations de vecteurs du virus.

D'autres vecteurs de maladies se reproduisent rapidement et prospèrent dans des conditions climatiques perturbées ne convenant pas à des

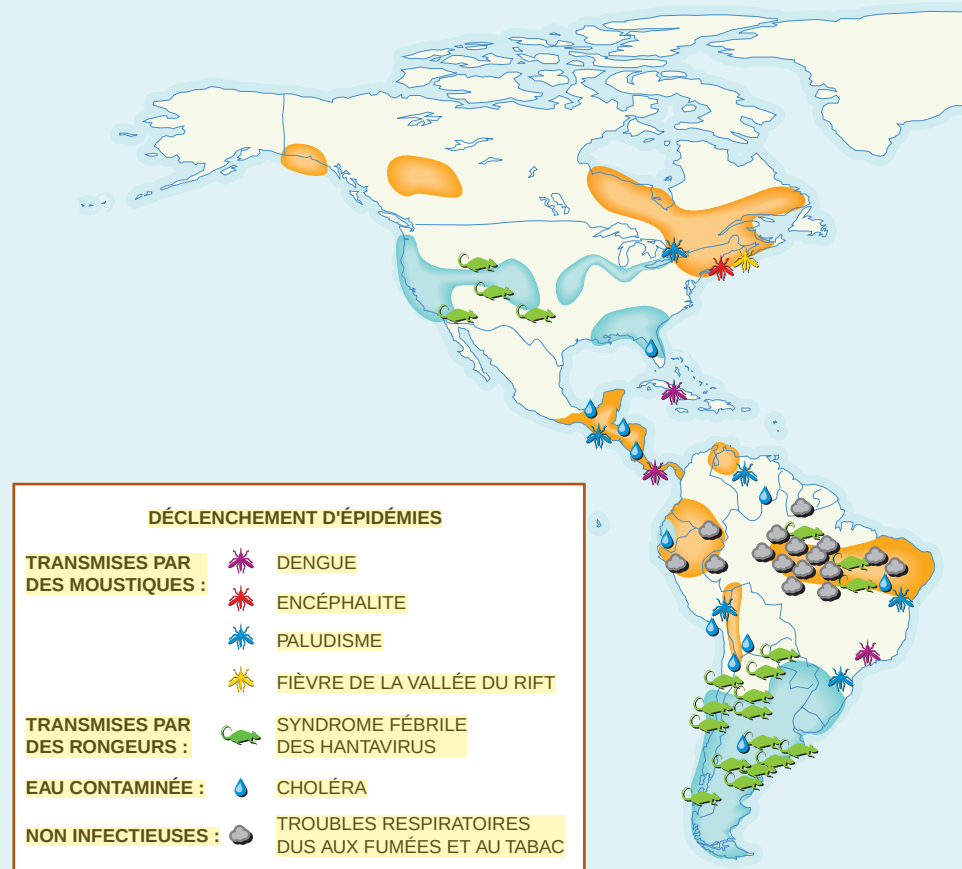
Le message d'El Niño

L'étude des sous-systèmes éclaire souvent le fonctionnement des systèmes compliqués. Ainsi, les chercheurs qui s'inquiètent des conséquences du réchauffement de la planète sur la santé évaluent les manifestations d'El Niño, qui engendre des anomalies climatiques identiques à celles que l'on prévoit pour un monde en réchauffement. Les conclusions ne sont pas rassurantes.

«El Niño» est un phénomène océanique qui prend naissance tous les cinq ans environ, dans le Pacifique, au niveau des Tropiques. Au large du Pérou, l'océan devient exceptionnellement chaud et le reste pendant des mois, avant de retourner à la normale ou de devenir très froid (La Niña). Il en résulte des changements atmosphériques qui accompagnent les évolutions du Pacifique vers des conditions plus chaudes ou plus froides.

Pendant un événement El Niño, l'eau qui s'évapore des eaux surchauffées de l'Est du Pacifique conduit à des pluies anormalement fortes dans certaines régions d'Amérique du Sud et d'Afrique ; pendant ce temps, d'autres zones d'Amérique du Sud et d'Afrique, et des

Bryan Christie, d'après NOAA Climate Prediction Center, <http://climate2.med.harvard.edu/enso/disease.html>



espèces plus spécialisées. Dans les années 1990, la variabilité du climat amena une nouvelle maladie transmise par les rongeurs : le syndrome fébrile dû aux hantavirus. Cette infection mortelle peut passer des animaux à l'homme lorsque les gens respirent les particules virales dissimulées dans les sécrétions et les excréments des rongeurs. Des sécheresses de longue durée entrecoupées de pluies torrentielles expliquent l'apparition chez l'homme de la maladie dans le Sud-Ouest des États-Unis en 1993.

D'abord, une sécheresse régionale réduisit les points d'eau des prédateurs des rongeurs, comme les rapaces (hiboux, aigles, faucons de prairie, faucons à queue rouge et faucons crécelles), les coyotes et les serpents. Puis la sécheresse fit place à des pluies exceptionnellement fortes, au début de l'année 1993 ; les rongeurs trouvèrent une manne sous la forme de sauterelles et de pignons de pins. Ils se multiplièrent rapidement, ce qui permit au virus, qui était resté inactif ou isolé dans un petit groupe, d'infecter de nom-

breux rongeurs. Quand la sécheresse revint durant l'été, les animaux recherchèrent leur nourriture dans les habitations et infectèrent les êtres humains. À l'automne 1993, le nombre des rongeurs avait diminué, et l'épidémie s'était éteinte.

Les épisodes ultérieurs du syndrome dû aux hantavirus ont été limités, en partie parce que les autorités sanitaires préviennent suffisamment tôt les populations menacées afin qu'elles intensifient leur lutte contre les rongeurs et qu'elles évitent tout

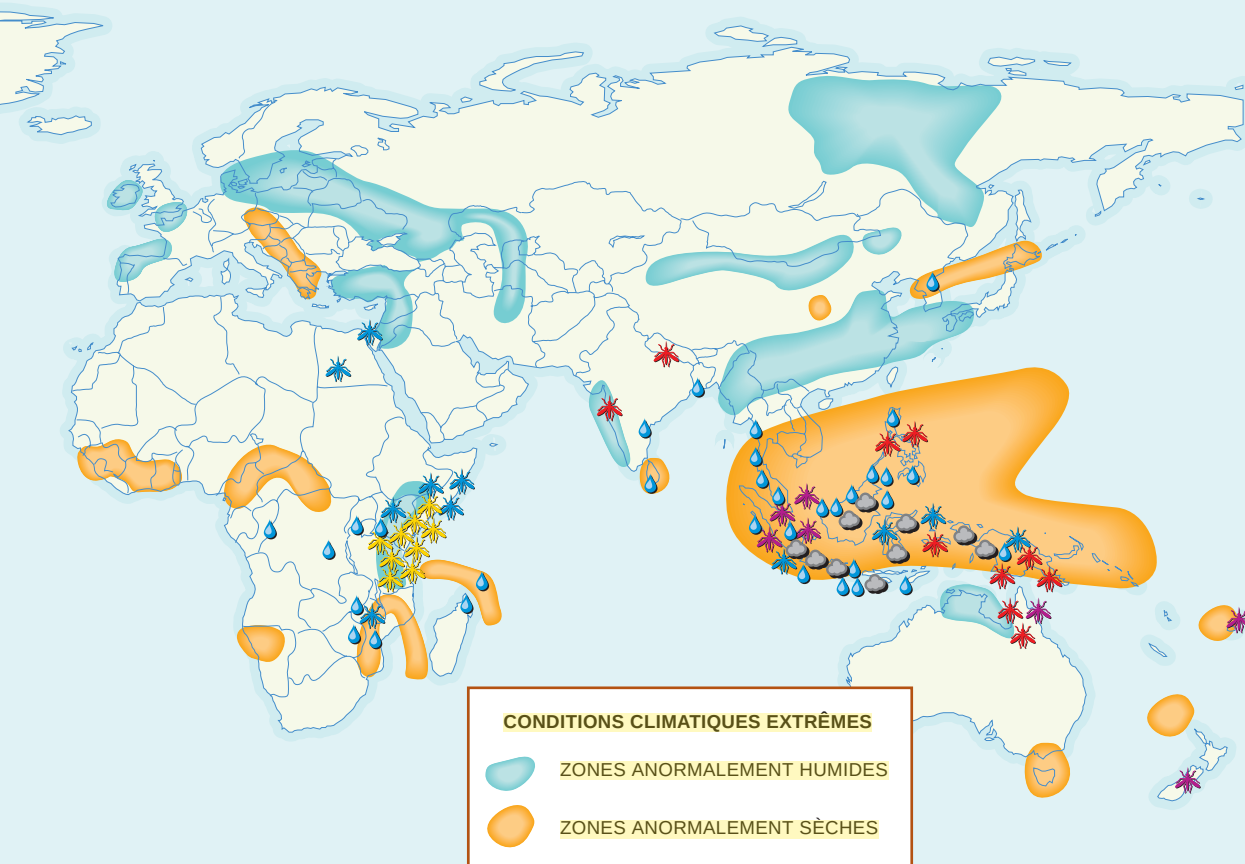
régions du Sud-Est asiatique et de l'Australie, souffrent de sécheresse. Des changements de pression atmosphérique au-dessus du Pacifique tropical ont aussi des effets de rebond tout autour du Globe, produisant généralement des hivers plus doux dans les régions Nord des États-Unis et dans l'Ouest du Canada. Pendant un épisode La Niña, les modèles climatiques dans les zones touchées peuvent évoluer vers des extrêmes opposés.

L'incidence des maladies transmises par un vecteur ou par l'eau s'élève pendant les années d'El Niño et de La Niña, spécialement dans les zones touchées par les inondations et les sécheresses. Des études à long terme en Colombie, au Venezuela, en Inde et au Pakistan révèlent, par exemple, que le paludisme fait son apparition dans le sillage des épisodes El Niño. À l'Université Harvard, nous avons montré que les régions frappées par les inondations pendant l'épisode El Niño de 1997-1998 (le plus fort du siècle) avaient dû faire face aussi à un ensemble de maladies transmises

par les moustiques, par les rongeurs et par l'eau (*voir carte*). De plus, dans de nombreuses zones sèches, les feux se sont propagés de manière incontrôlée, polluant l'air sur des kilomètres carrés.

El Niño n'est pas seulement annonciateur de troubles à venir ; il est probable qu'il soit le moteur même de ces troubles. Plusieurs modèles climatiques prédisent qu'avec le réchauffement de l'atmosphère et des océans, les phénomènes El Niño deviendront plus fréquents et plus intenses, ce qui signifie que les désastres climatiques qu'ils produisent et les développements de maladies qu'ils encouragent pourraient également s'amplifier.

Le modèle a déjà commencé à évoluer. Depuis 1976, l'intensité, la durée et l'allure des phénomènes El Niño se sont accrues. Et, pendant les années 1990, chaque année a été marquée par un événement El Niño ou La Niña extrême. Ces tendances laissent mal augurer de la santé de l'homme au XXI^e siècle.



contact avec leurs excréments. Hélas, la maladie est maintenant apparue en Amérique latine, où il semblerait qu'elle puisse être transmise d'une personne à l'autre.

Comme le démontre la fin naturelle du premier épisode de l'épidémie due aux hantavirus, des écosystèmes survivent à des situations extrêmes. De plus, les espèces qui vivent dans des conditions climatiques variables doi-

vent s'y habituer ou disparaître. Toutefois, des conditions extrêmes de longue durée et des fluctuations météorologiques de grande amplitude risquent de dépasser ce que l'écosystème peut tolérer. Un réchauffement persistant des océans, par exemple, menace les récifs coralliens, et les incendies de forêt déclenchés par la sécheresse détruisent parfois les habitats forestiers. La nature, en contrôlant les

populations d'animaux nuisibles, nous rend des services sous-estimés ; les écosystèmes, qui fonctionnent bien parce qu'ils comprennent diverses espèces, contribuent à tenir en échec les organismes nuisibles. Quand un réchauffement croissant et des extrêmes météorologiques perturbent les écosystèmes, des populations opportunistes se développent, ce qui favorise la diffusion des maladies.

Le climat et le virus West Nile

Ce schéma retrace comment la tendance au réchauffement et l'alternance de conditions climatiques extrêmes ont aidé le virus *West Nile* à s'établir aux alentours de New York en 1999. On ignore si le virus

est arrivé par l'intermédiaire de moustiques, d'oiseaux ou de voyageurs. Après son introduction, les interactions entre les moustiques et les oiseaux amplifièrent sa prolifération.

