

ENTRETIEN José Antonio Marengo Orsini

# TEMPS d'incertitudes

Pour le climatologue, la société perçoit les changements climatiques mais a du mal à adopter des mesures adaptatives

Marcos Pivetta | PORTRAIT Léo Ramos Chaves

PUBLIÉ EN NOVEMBRE 2018

**N**é à Lima, le climatologue José Antonio Marengo a suivi une formation en physique et météorologie au Pérou avant de partir faire un doctorat et deux stages de postdoctorat aux États-Unis, où il a vécu huit ans. Puis il est venu s'installer, il y a plus de 20 ans, à Vale do Paraíba (dans la région qui fait partie de l'état de São Paulo). Il a travaillé pendant 15 ans au Centre de prévision du temps et d'études climatiques (Cptec) de l'Institut national de recherches spatiales (Inpe) à Cachoeira Paulista, où il est devenu le coordinateur scientifique de la prévision climatique. En 2011, il est devenu le coordinateur général du Centre des sciences du système terrestre (CCST), également relié à l'Inpe. Spécialiste en modélisation climatique et en changements climatiques, Marengo a contribué au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dès la moitié des années 1990, quand l'entité a diffusé le deuxième de ses cinq célèbres rapports.

La grande maîtrise de ces thèmes l'a amené à être choisi en 2014 pour diriger le secteur de recherche et développement du Centre national de surveillance et d'alertes contre les ca-



**ÂGE** 60 ans

**SPÉCIALITÉ**

Modélisation  
et changements  
climatiques

**INSTITUTION**

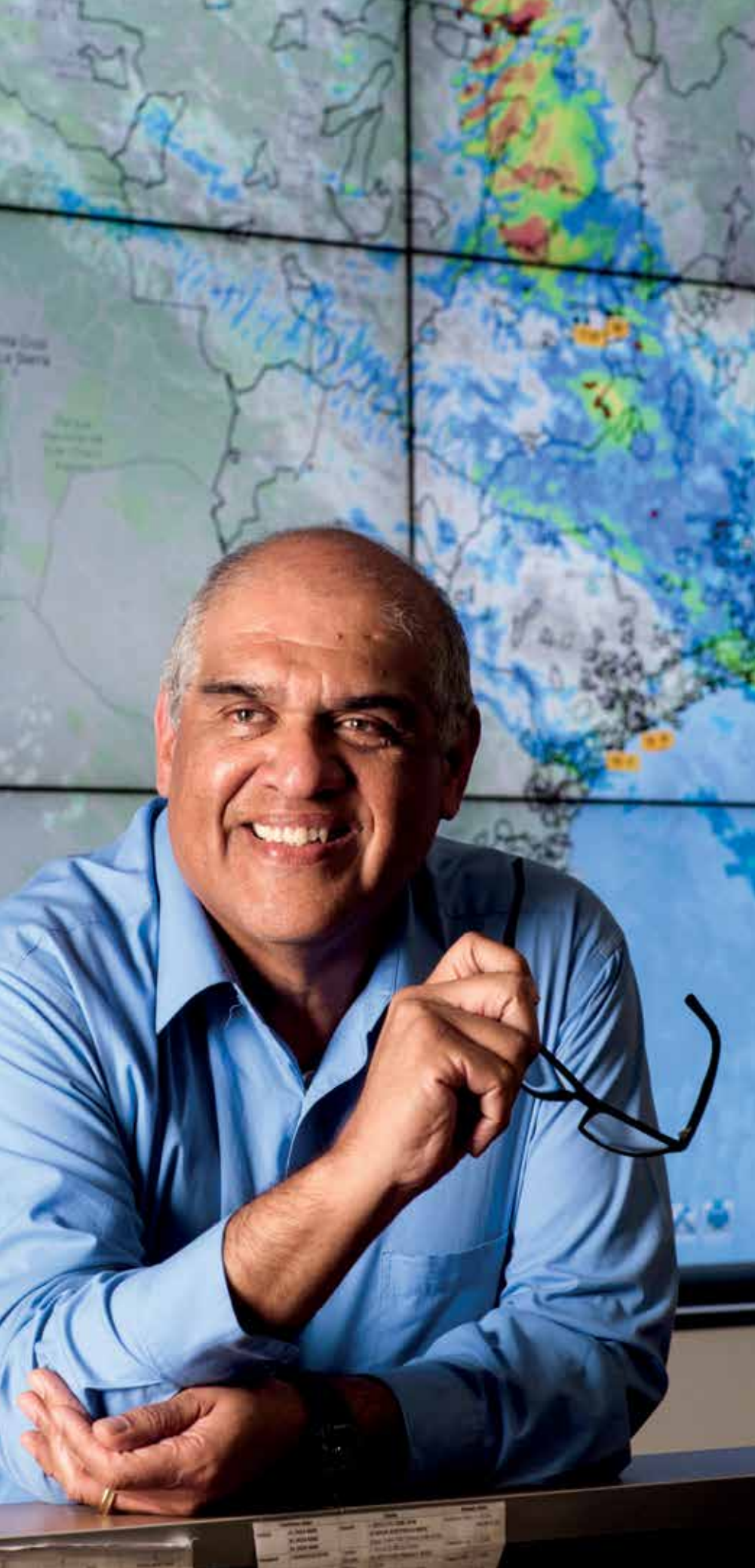
Centre national de  
surveillance et d'alertes  
contre les catastrophes  
naturelles (Cemaden)

**FORMATION**

Formation universitaire  
en physique et  
météorologie de  
l'Université Nationale  
Agraire, de Lima,  
Pérou (1981), Doctorat  
en météorologie  
de l'Université de  
Wisconsin-Madison,  
USA (1991)

**PRODUCTION  
SCIENTIFIQUE**

188 articles scientifiques



Marengo dans la salle de surveillance des catastrophes naturelles du Cemaden

tastrophes naturelles (Cemaden), organisme du Ministère de la science, de la technologie, des innovations et des communications (MCTIC), situé à São José dos Campos. Parmi d'autres activités, le Cemaden surveille 24h/24 des zones à risque de 957 communes brésiliennes classées vulnérables aux catastrophes naturelles. Parallèlement à cette activité, Marengo donne des cours de météorologie et de science du système terrestre à l'Inpe (niveau 3<sup>e</sup> cycle), participe à des groupes de recherche nationaux et internationaux et produit des travaux et des rapports scientifiques.

Amène, au langage rythmé par l'accent et quelques mots d'espagnol, le climatologue donne son point de vue sur la perception qu'ont les populations et les gouvernements des changements climatiques et de leurs conséquences possibles.

***Pourquoi êtes-vous venu travailler au Brésil ?***

Je suis diplômé de l'Université Nationale Agraire de Lima, qui a un programme universitaire [*bacharelado*] de 5 ans en météorologie et physique. J'ai choisi ce domaine parce que mon père était technicien en météorologie et qu'il travaillait pour le Ministère de l'agriculture. Au Pérou, après les 5 années du *bacharelado* il faut écrire une thèse pour devenir ingénieur en météorologie. J'ai fait ma thèse sur l'Amazonie. C'est à partir de là que mon intérêt pour la région a commencé. Le choix du thème de la thèse se fait pendant la dernière année de la *graduação* [1<sup>er</sup> cycle]. À cette époque, au début des années 1980, j'ai eu entre les mains un travail d'Eneas Salati (alors professeur du Centre d'énergie nucléaire dans l'agriculture de l'Université de São Paulo, Piracaba) sur le recyclage en Amazonie, qui avait été publié à la fin des années 1970. Cela a attiré mon attention parce que le Pérou est aussi un pays amazonien. J'ai fait un master en ressources hydriques dans la même université, où j'ai été professeur pendant presque 7 ans.



### **Ensuite vous êtes allé suivre un doctorat aux États-Unis.**

J'ai obtenu une bourse de la National Science Foundation, des États-Unis, et je suis allé à l'Université de Wisconsin-Madison. J'y suis resté 4 ans et j'ai écrit une thèse sur l'Amazonie et la modélisation climatique. Puis j'ai suivi un postdoctorat de 2 ans à l'Université Columbia et à l'Institut Goddard de la Nasa à New York, où j'ai travaillé encore plus sur la modélisation climatique. Après j'ai fait un autre postdoctorat de 2 ans à l'Université d'État de Floride sur le climat tropical. Mon thème d'étude pendant cette période était le climat du Sahel, la partie semi-aride de l'Afrique entre le désert du Sahara, au nord, et la savane, au sud. Après 8 années passées aux États-Unis, je voulais rentrer en Amérique du Sud. Mais à cette époque (la moitié des années 1990) le Pérou était en pleine crise terroriste. L'Argentine n'était pas une bonne solution pour moi parce qu'elle ne développait pas mon domaine de recherche en modélisation du climat. Carlos Nobre [climatologue de l'Inpe] m'a invité à venir au Brésil comme boursier du CNPq [Conseil national de développement scientifique et technologique]. J'étais célibataire, je suis venu et j'ai fini par rester. Je me suis marié et j'ai un fils brésilien. Je ne pars plus d'ici.

### **Vous aviez une connexion spécifique avec le Brésil ?**

Moi non, c'est Carlos Nobre qui en avait une. Dans le Wisconsin, j'ai étudié de 1987 à 1991. En 1988, mon directeur de recherche a invité Carlos à donner une conférence. Je connaissais ses articles et lui les miens. Il m'a demandé où j'irais après mon doctorat et il m'a encouragé à venir au Brésil. Mais je ne savais pas exactement ce que j'allais faire. Je pensais rester aux États-Unis, mais je savais que ce serait compliqué d'avoir une position stable dans une université. Plus tard, quand j'ai fini le postdoctorat, j'ai à nouveau parlé à Carlos et je lui ai demandé s'il se rappelait de notre conversation. Il m'a invité à venir au Brésil. Je suis venu travailler au Cptec, où je suis resté de nombreuses années.

### **Que faisiez-vous au Cptec ?**

Nous avons commencé à développer la partie d'études climatiques, à faire plus de recherches sur El Niño [réchauffe-



## **La pluie intense n'est pas une catastrophe naturelle, ce qui l'est ce sont ses impacts sur une population vulnérable**

ment des eaux de l'océan Pacifique qui provoque des changements climatiques] et à travailler avec la modélisation pour la prévision saisonnière du climat. Avec le temps, le gouvernement fédéral s'est intéressé à ces thèmes et s'est rendu compte de la nécessité de parler davantage des impacts des changements mondiaux. En plus, le GIEC a reçu en 2007 le Prix Nobel de la Paix et cela a entraîné un regain d'intérêt pour le thème des changements climatiques et de ses impacts au Brésil. J'ai fait partie de l'équipe d'auteurs du Brésil qui a élaboré le rapport du GIEC de 2007. L'Inpe a créé le Centre des sciences du système terrestre en 2008. J'ai dirigé le centre de 2011 à 2014 et nous avons notamment commencé à travailler sur la question de la vulnérabilité de la population à des événements extrêmes et des possibilités d'adaptation face à ces changements. J'aime beaucoup cette thématique. C'est à cette époque qu'ont commencé à surgir plusieurs études sur les catastrophes naturelles. Ensuite, après la tragédie dans la région montagneuse de l'état de Rio de Janeiro en janvier 2011 [pluies suivies de glissements de terrain qui ont tué plus de 900 personnes], le gouvernement fédéral a créé dans l'urgence le Cemaden. Nous avions des superordinateurs dans le pays et il fallait faire quelque chose pour évi-

ter ce type de désastres. Comme j'avais beaucoup travaillé sur les événements climatiques extrêmes, j'allais pouvoir aider à la surveillance et la gestion de risques de catastrophes naturelles.

### **Peut-on dire que les catastrophes naturelles sont toujours associées à des événements climatiques extrêmes ?**

Un phénomène météorologique extrême, comme une pluie intense, n'est pas une catastrophe. Dans ce cas, la catastrophe ce sont les impacts de la pluie sur une population vulnérable à ce phénomène extrême. Il n'y a pas de population au milieu de l'Amazonie. Une pluie très forte à cet endroit ne provoque aucune catastrophe parce qu'il n'y a pas de personnes qui y vivent, ou très peu. Au Brésil, les catastrophes qui ont de lourdes conséquences, comme les inondations, les crues, les glissements de terrain ou les sécheresses, ont lieu dans les régions Sud-Est, Sud et Nord-Est, là où la concentration de personnes est la plus grande. Il faut développer plus d'études sur le risque de catastrophes dans des futurs scénarios possibles du climat. Est-ce que la vulnérabilité à ce type d'événement sera la même dans quelques décennies, est-ce que la situation va empirer ou s'améliorer ? Nous devons travailler avec des scénarios d'adaptation aux changements du climat et de diminution de risque. C'est notre objectif avec le MC-TIC et le Ministère de l'environnement.

### **La société brésilienne est convaincue des changements climatiques et de leurs risques ?**

La nature nous envoie des signaux ici et dans le monde entier. Les extrêmes climatiques sont chaque fois pires. Il suffit de se rappeler de la grande sécheresse du nord-est qui a commencé il y a six ou sept ans, des sécheresses et des crues en Amazonie. Les personnes perçoivent que le climat change, il y a même des blagues là-dessus. Nous essayons toujours d'expliquer que les changements climatiques sont un processus naturel mais que ce processus est accéléré par l'action humaine. Ce n'est pas l'homme qui change le climat. Mais avec l'augmentation des gaz à effet de serre et de la déforestation, le rôle de l'homme dans ce processus est de plus en plus important. Les personnes ne l'ont pas encore bien compris. Peut-être qu'elles ne comprennent pas



Le climatologue (cercle) dans un cours de physique théorique à Trieste (Italie), en 1985

la base théorique qui se trouve derrière les changements, l'attribution de causes de ces changements que nous, scientifiques, avons adopté. Le message principal – le climat est en train de changer – est compris maintenant. Il n'est pas nécessaire d'attendre jusqu'en 2050 pour que ce soit clair. Les étés et les hivers sont plus intenses. Les personnes âgées peuvent mourir à cause de vagues de chaleur. Cela s'observe déjà en Europe où la population est mieux adaptée au froid.

### **Quelles sont les grandes vulnérabilités du Brésil ?**

Ces aspects ne sont évalués que depuis peu. Pendant un certain temps, le Brésil a lutté pour l'atténuation des changements, pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre en pensant que ces mesures donneraient lieu à des crédits carbone qui apporteraient plus d'argent pour la recherche. Cela n'a pas eu lieu. Les vulnérabilités au Brésil dépendent de chaque région. Le Nord-Est est confronté à des sécheresses récurrentes et la population ne s'est pas encore adaptée à cette situation. L'Israël a le même climat que le Nord-Est, mais la différence c'est qu'il s'est habitué à vivre avec des périodes sans pluie et qu'il possède une technologie avancée d'irrigation qui lui permet de s'adapter à l'absence de pluie. La vulnérabilité a une origine physique mais aussi sociale : la population peut ou non s'adapter et habiter dans des zones exposées et hautement vulnérables à des glissements de terrain ou à des crues urbaines ou rurales. Autrement dit, elle peut ou non être vulnérable aux catastrophes naturelles. Dans la région métropolitaine de São Paulo, par exemple, une

puissance économique de 20 millions d'habitants, il y a eu pénurie d'eau entre 2014 et 2016, et par voie de conséquence le début d'un rationnement. Dans ce cas, les modèles climatiques ont indiqué que cette sécheresse à São Paulo a été un phénomène naturel mais qu'elle pourra se répéter à l'avenir.

### **Ne peut-on pas attribuer, même partiellement, la crise hydrique de São Paulo aux actions humaines ?**

Des études sur la responsabilité des phénomènes climatiques extrêmes commencent à apparaître. Elles sont plus compliquées en termes statistiques et de modélisation. Dans le Sud-Est, il y a eu 47 jours sans pluie entre janvier et février 2014. Normalement, cette séquence de jours dure entre 11 et 15 jours. C'est un phénomène météorologique que nous appelons blocage atmosphérique. Une bulle d'air chaud se forme et l'humidité qui vient d'Amazonie ne réussit pas à entrer dans la région. Elle fait demi-tour et repart vers les états d'Acre ou de Rondônia. En janvier 2014, il y a eu là un record de pluie et un record de sécheresse à São Paulo. Et à cette occasion, les fronts froids venant du sud, avec des pluies, n'ont pas réussi à arriver jusqu'au sud-est et sont restés là. Il y a des études qui tentent de voir si ce phénomène météorologique a été la conséquence de l'activité humaine ou non. Jusqu'à présent, il n'y a rien de conclusif. Mais il est possible d'affirmer que la crise hydrique de la région métropolitaine de São Paulo, en particulier en 2014, a été due à la sécheresse – une sécheresse aggravée par l'augmentation de la population et la consommation d'eau pendant un été excessivement chaud.

### **La modélisation climatique arrive à séparer ce qui est naturel de ce qui est influencé par l'homme ?**

Avec un modèle, il est possible de tout faire. Certains incluent seulement la variabilité naturelle du climat, d'autres comprennent aussi la variabilité anthropique ou une combinaison des deux. Si l'on utilise un modèle avec seulement la variabilité naturelle et que l'on s'aperçoit qu'il n'explique pas ce qui est observé dans la nature, nous procédons à une autre approche. Nous utilisons un modèle où nous mettons les effets que nous attribuons à l'augmentation des gaz à effet de serre et nous comparons pour voir si le résultat est similaire à ce qui est effectivement observé. Si ce modèle parvient à expliquer la situation, nous adoptons l'idée que l'action de l'homme a un effet sur le phénomène climatique analysé. Nous réalisons évidemment un traitement statistique pour voir si cette influence humaine est significative. Dans le cas spécifique de la sécheresse du Sud-Est, je n'ai pas encore vu d'articles disant si elle avait été anthropique ou naturelle. Rien ne montre que les 47 jours sans pluie générés par le blocage atmosphérique aient une cause anthropique. Peut-être que la crise hydrique en soi a eu des causes anthropiques, mais pas le manque de pluie.

### **Dans quel sens ?**

La température moyenne de l'été 2014 était de près de 2°C au-dessus de la normale. Les réservoirs se sont vidés rapidement et la population de São Paulo n'arrête pas d'augmenter. Même s'il avait plu un peu, ce n'aurait pas été suffisant pour stopper la crise hydrique. Certains centres de recherche des États-Unis et du Royaume-Uni disent que les vagues de chaleur intense et les étés extrêmes en Europe qui se répètent depuis quelques années auraient une cause humaine évidente, en lien avec le réchauffement global. C'est très difficile d'attribuer un événement particulier à une tendance à long terme. Des études sur l'attribution des changements climatiques apparaissent dans le monde entier, c'est une nouvelle ligne de recherche. Elles sont importantes parce qu'elles peuvent montrer aux décideurs l'importance des activités humaines. Comme je l'ai dit, le processus est naturel mais les activités humaines l'aggravent.

### **Quel est le degré de fiabilité des modèles climatiques ? Jusqu'à quel point peut-on extrapoler le climat futur ?**

Nous utilisons les modèles développés par les centres climatiques du monde entier, y compris du Brésil, qui contribuent aux rapports du GIEC. Le modèle est une représentation mathématique de la réalité. Tout le processus est représenté par des systèmes d'équations qui sont résolus avec un superordinateur. Mais les différents centres de modélisation – d'Europe, d'Asie, d'Amérique latine, d'Australie, d'Afrique du Sud et des États-Unis – ont chacun leur propre modèle, développé par leurs chercheurs. Tous ces modèles sont utilisés pour projeter le climat futur jusqu'en 2050 et 2100. Pour certaines zones et pour certaines variables du climat, les modèles convergent. Tous les modèles indiquent une réduction de pluies pour l'est de l'Amazonie et le Nord-Est, et une augmentation de pluies pour le sud du Brésil, le nord de l'Argentine et les côtes nord du Pérou et de l'Équateur. La tendance des modèles est la même, seules les valeurs obtenues sont un peu différentes. Dans des régions comme le Centre-Ouest et le Sud-Est, certains modèles montrent plus de pluies et d'autres moins. D'où des incertitudes. Si on me demande s'il va plus pleuvoir ou moins pleuvoir à Brasília au cours des prochaines décennies, je dois répondre que cela dépend du modèle adopté. Certains signalent une augmentation de pluies, d'autres une diminution. Sur la question de la température, tous les modèles indiquent un réchauffement global et régional. Tous, sans exception. Il existe un plus grand degré de certitude sur la température que sur les pluies. C'est pour cela que l'on parle tellement de réchauffement global.

### **Vous avez cité l'est de l'Amazonie. Qu'indiquent les modèles sur le climat futur à l'ouest de cette région ?**

Dans les modèles utilisés dans le cinquième rapport du GIEC, il a été question d'une augmentation des pluies à l'ouest de l'Amazonie. La représentation de la forêt est meilleure dans les modèles actuels que dans les anciens. Cela nous amène à penser que les modèles sont peut-être en train de s'améliorer, qu'ils se rapprochent davantage de la réalité. Projeter le climat futur n'est pas une chose facile, parce qu'il y a des incertitu-



La déforestation en Amazonie est un frein au combat contre les changements climatiques

des qui ne peuvent pas être supprimées. Nous ne devons pas oublier qu'aucun modèle dans le monde n'est capable de représenter la réalité à 100 %. Le modèle parfait n'existe pas.

### **C'est une erreur de voir l'Amazonie comme une région unique du point de vue climatique ?**

Nous pourrions parler de trois situations différentes. Il y a l'est de la région, qui est près de l'embouchure du fleuve Amazone ; l'ouest, près de la Colombie et du Pérou, qui est plus pluvieux ; et le sud de l'Amazonie, où il y a l'état du Mato Grosso et ledit arc de la déforestation. Pour le sud de l'Amazonie, le consensus entre les modèles climatiques est moindre. Des études disent que la déforestation dans cette région va entraîner moins de pluies et d'autres parlent de plus de pluies. Pourquoi est-ce qu'il pourrait y avoir plus de pluies ? Quand une zone est déboisée, il y a des secteurs sans forêt qui en côtoient d'autres avec une forêt préservée. Le contraste génère un type de brise qui produirait des pluies sur les bords. C'est un détail régional que les modèles à grande échelle ne captent pas. C'est pour cela que nous utilisons aussi des modèles régionaux, qui offrent plus de détails.

### **Quelle est la résolution du modèle régional de l'Inpe ?**

Pour toute l'Amérique du Sud et l'Amérique Centrale, il réussit à prévoir le climat d'une zone équivalant à un carré de 40 sur 40 kilomètres (kms). Mais pour certaines superficies du Brésil, comme le Sud-Est, cette résolution peut atteindre un carré de 5 sur 5 kms.

Nous avons fait une étude avec ce niveau de détail à Santos, sur la côte de l'état de São Paulo. Nous avons vu que le port peut ne pas être affecté par les changements climatiques dans le futur, mais la ville subira plus de sécheresses à cause de plus de vents, qui dérivent de tempêtes à proximité de la côte. Nos études ont souligné l'intensification des tempêtes à cet endroit. Nous ne disons pas que le niveau de la mer va monter et engloutir la ville, comme on le voit dans les films sur les catastrophes environnementales. Une petite augmentation du niveau de la mer fera entrer davantage les vagues dans la ville. Il y a déjà des images du ressac qui atteint les trottoirs de la ville et pénètre dans les parkings souterrains des immeubles de Santos. C'est une situation qui a des conséquences graves, surtout si elle devient une habitude à l'avenir. C'est la raison pour laquelle les autorités de Santos sont plus attentives aux études en cours.

### **Ces études à Santos sont les plus détaillées sur les conséquences possibles des phénomènes climatiques au Brésil ?**

Je pense que oui. Nous avons réussi à faire une projection pour la ville avec et sans l'adoption de mesures d'adaptation aux changements climatiques. Nous avons défini ces mesures avec la population locale. Manipuler des écosystèmes, comme revitaliser la mangrove de la ville, est beaucoup moins cher que d'investir dans une infrastructure, comme construire une digue en béton sur la plage. La mangrove agit comme un filtre, une éponge, elle réduit le risque de crues provoquées par la montée du niveau de la mer. À Ponta da Praia, un quartier de



la ville, la suggestion était de construire une digue, mais les habitants n'ont pas voulu d'un mur sur la plage. Ils ont dit que ce serait laid. Pourtant, les études montrent que soit on construit une digue, soit il faudra faire avec les crues.

***Il est encore possible d'éviter que la température moyenne de la planète augmente d'au moins 2 degrés d'ici la fin du siècle ?***

Si tous les pays supprimaient maintenant leurs émissions de dioxyde de carbone, le CO<sub>2</sub>, le monde continuerait de se réchauffer parce qu'une grande quantité de ce gaz est déjà présente dans l'atmosphère. Dans un monde utopique, les forêts et les océans pourraient absorber ce CO<sub>2</sub> et nettoyer l'atmosphère. Malheureusement, ce n'est pas ce qui se passe. Des études révèlent que dans certaines zones l'océan est saturé de CO<sub>2</sub> et qu'il n'arrive pas à absorber plus de gaz. En outre, nous savons que les zones de forêt diminuent. Les personnes coupent des arbres âgés de 50 ou 100 ans et ils disent qu'ils vont compenser en reboisant. L'effet de cette compensation est faible. Si des mesures importantes sont prises, il sera peut-être possible de ralentir le réchauffement global à 1,5 degré, ou au maximum 2 degrés. Sans contrôle du réchauffement, la température mondiale pourra augmenter de plus de 4 degrés et nous entrerons dans ce que l'on appelle les changements climatiques dangereux. Dans ce cas, s'adapter ne sera plus possible.

***Dans certaines parties du monde ?***

Je pense que c'est général. Les personnes disent que si la température augmente beaucoup, elles allument la climatisation. Mais l'appareil a besoin d'énergie électrique, qui dépend de l'hydroélectricité, qui dépend de la pluie. En cas de fortes chaleurs, l'eau s'évapore et ne reste pas dans les usines. Les personnes n'ont pas encore compris la question de l'adaptation. Utiliser un camion-citerne dans la région du Nord-Est seulement pendant l'époque de la sécheresse ne signifie pas adaptation. C'est un palliatif. L'adaptation, c'est quelque chose qui est permanent et qui se prépare. Ce qui peut aider le monde, c'est une augmentation à grande échelle de la zone forestière, qui absorbe les gaz à effet de serre. Il y en a qui pensent qu'injecter du CO<sub>2</sub> dans le sol pourrait



## Qu'un arbre soit coupé légalement ou illégalement, cela ne change rien pour le climat

aider à combattre le réchauffement global. Cela pourrait résoudre le problème atmosphérique et créer un impact géologique. Il y a une recherche sérieuse dans ce domaine, appelé géoingénierie, mais pas encore de résultats concrets montrant que l'intervention fonctionne. C'est un nouveau domaine. Dans les années 1970, quand la modélisation climatique a commencé, personne n'y croyait. Peut-être que ça changera pour la géoingénierie, mais il est encore tôt de miser sur elle.

***Une partie du Brésil est adaptée aux événements extrêmes ?***

Dans une certaine mesure, il semble maintenant que la région métropolitaine de São Paulo s'est adaptée à la crise hydrique. Les autorités disent qu'elles ont amélioré le réseau de distribution d'eau qui était très ancien et qu'elles se sont mises à prendre aussi de l'eau du fleuve Paraíba do Sul. Cette mesure peut être considérée comme un type d'adaptation. Mais quels secteurs peuvent s'adapter à des événements climatiques extrêmes ? Quand il pleut beaucoup dans la ville de São Paulo, les gens n'arrivent pas à se déplacer. Les voitures sont perdues, les camions ne réussissent pas à transporter les denrées alimentaires vers les supermarchés, les bus s'arrêtent, les personnes n'arrivent pas à aller travailler. Cela se répète tous les étés. Cela fait 20 ans que je suis au Brésil et j'ai toujours connu ça.

La ville n'est pas adaptée aux pluies intenses qui ne cessent d'augmenter. Dans le pire des cas, quand l'adaptation n'est pas possible, les personnes peuvent essayer de migrer, comme cela se passe encore dans le Nord-Est.

***Quels sont à votre avis les cas plutôt réussis d'adaptation aux changements climatiques dans le monde ?***

Venise en est l'une d'elles, la ville cohabite avec la lagune depuis longtemps. Mais le meilleur exemple est sans doute la Hollande. La ville d'Amsterdam se situe en dessous du niveau de la mer. Sans la digue pour retenir l'eau, la population meurt. Le pays a grandi en avançant sur la mer. Aujourd'hui, ce processus serait décrit comme une adaptation. Il existe des projections qui indiquent que des tempêtes plus intenses venant de la mer du Nord peuvent atteindre la Hollande. Et si elles dépassent les digues ? Aux États-Unis, il y a eu le cas de l'ouragan Katrina en 2005. Ses vents ont poussé le fleuve Mississippi sur les murs des digues qui protégeaient la Nouvelle Orléans. Ils résistaient à des ouragans de catégorie 3, mais le Katrina était de catégorie 5. La ville a été inondée et 1 500 personnes sont mortes. Cela s'est passé dans un pays dudit Premier Monde.

***Les pays pauvres seront plus affectés par les changements climatiques ?***

Les changements climatiques sont démocratiques. Ils affectent aussi bien les riches que les pauvres. L'agenda environnemental est merveilleux. Mais avec la récente crise économique en Europe et aux États-Unis, il a été relégué au second plan. L'économie basée sur le carbone génère beaucoup d'emplois et les gouvernements préfèrent combattre la crise en encourageant des activités polluantes. C'est pour cela que les États-Unis n'ont pas ratifié le protocole de Kyoto et qu'ils ont abandonné l'accord du climat de Paris. Au Brésil, ce n'est pas très différent, même si le pays est encore signataire des accords internationaux sur le climat. Le Brésil s'est engagé à supprimer la déforestation illégale. Personnellement, je pense qu'il faudrait supprimer la déforestation quelle qu'elle soit, illégale ou légale. Pour le climat, cela ne fait aucune différence qu'un arbre soit coupé légalement ou illégalement. S'il est coupé, il cesse d'être un agent contraire à l'augmentation de l'effet de serre. ■