



## COMMENT NOTRE CLIMAT A-T-IL DÉJÀ CHANGÉ ?

Ria Sarkar<sup>1\*</sup>, René Orth<sup>2</sup> et Martha M. Vogel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Rutgers University, Piscataway, NJ, United States

<sup>2</sup>Department of Biogeochemical Integration, Max Planck Institute for Biogeochemistry, Jena, Germany

<sup>3</sup>Man and the Biosphere Programme, Division of Ecological and Earth Sciences, Natural Sciences Sector, UNESCO, Paris, France

Il est facile de voir que le climat de la Terre est en train de changer. Les scientifiques s'accordent à dire que les changements climatiques qu'ils observent sont principalement causés par les humains, surtout à cause des gaz à effet de serre émis en brûlant des combustibles fossiles. Le changement climatique a de graves conséquences : fonte des glaciers, élévation du niveau des mers, augmentation des vagues de chaleur, des incendies et des sécheresses, diminution du rendement des cultures vivrières et disparition d'écosystèmes. Nous pouvons suivre l'évolution du climat de la Terre en mesurant la température moyenne de la planète. Dans cet article, nous présenterons le concept de climat et examinerons comment le climat de la Terre a changé au cours des dernières décennies. Nous concluons en expliquant l'Accord de Paris, un traité que les nations ont rédigé pour travailler ensemble afin de limiter le réchauffement climatique et d'éviter les impacts les plus dangereux.

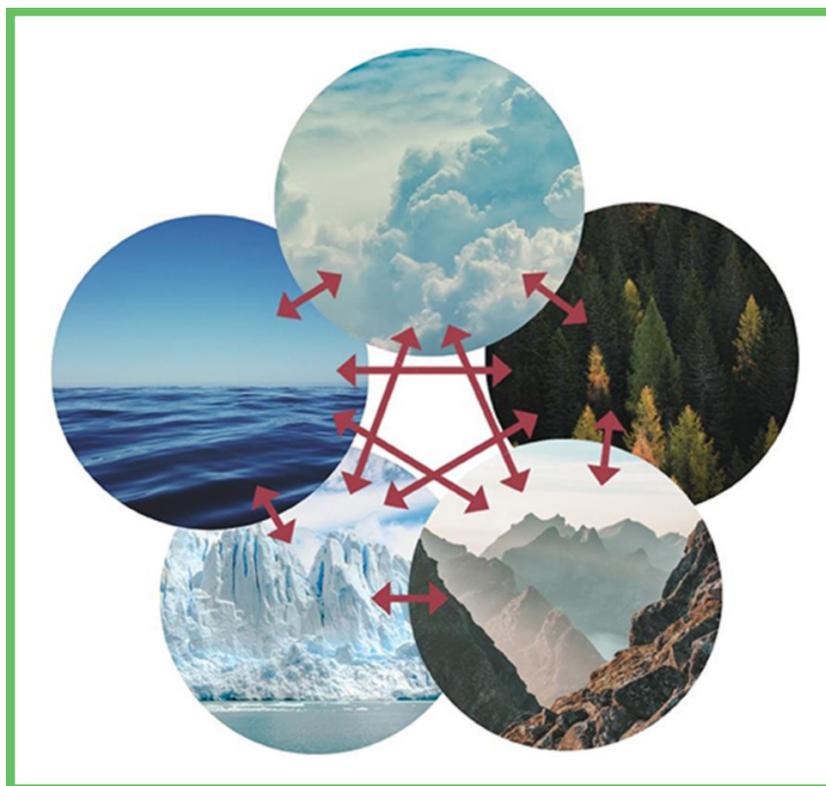
### DISTINGUER LE CLIMAT DU TEMPS QU'IL FAIT

Nombreux sont ceux qui pensent que nous devons protéger les humains du changement climatique *pour le futur*. Mais le climat de la Terre a déjà changé et continuera probablement à le faire dans les années à venir [1]. Quels types de changements continueront à se produire ? Avant d'entrer dans les détails, nous devons d'abord expliquer ce que nous entendons par les termes "climat" et "changement climatique". Le **système**

## SYSTÈME CLIMATIQUE.

Combinaison de tous les domaines affectant notre climat, y compris l'atmosphère (air), l'hydrosphère (eau), la cryosphère (glace), la lithosphère (sol et roche) et la biosphère (organismes vivants).

**climatique** de la Terre comprend cinq composantes principales : l'atmosphère, c'est-à-dire l'air autour et au-dessus de nous ; l'hydrosphère, c'est-à-dire l'eau liquide des océans, des rivières, des sols et des lacs ; la cryosphère, c'est-à-dire la neige et la glace, y compris les glaciers et la banquise ; la pédosphère (sol) et la lithosphère, c'est-à-dire les couches de sols et de roches qui se trouvent sous nos pieds ; et la biosphère, qui contient des êtres vivants tels que les animaux, les plantes et les êtres humains (**Figure 1**).



**Figure 1.** Le système climatique de la Terre comporte plusieurs composantes en interaction. Les émissions de gaz à effet de serre, qu'elles proviennent de sources naturelles ou d'activités humaines, affectent par conséquent toutes les composantes du système climatique par le biais de leurs interactions (Crédit d'image : Femkenilene, [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_system#/media/File:Climate-system.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_system#/media/File:Climate-system.jpg)).

**TEMPS (MÉTÉO).** État de la température, de l'ensoleillement, de la pluie, de la neige et du vent dans un certain lieu et à une date donnée.

**CLIMAT.** Moyenne des conditions météorologiques sur plusieurs années.

**CHANGEMENT CLIMATIQUE.** Changements de température, de pluie, de vent et d'ensoleillement, qui se produisent lentement mais régulièrement, de sorte qu'ils peuvent passer inaperçus pendant quelques années, mais deviennent apparents après quelques décennies.

Les éléments du système climatique interagissent les uns avec les autres. Par exemple, les nuages forment de la pluie (atmosphère) qui tombe sur le sol (pédosphère) et est ensuite absorbée par les plantes (biosphère). Pour se faire une idée de l'état du système climatique, les scientifiques mesurent les propriétés du climat : la température, les précipitations (pluie, neige, grêle, etc.), le niveau de la mer et la taille des glaciers. Tout changement dans l'atmosphère qui se produit au cours des heures ou des jours est appelé "**temps**" ou météo, tandis que le **climat** décrit le temps sur des périodes plus longues, généralement de l'ordre de 30 ans ou plus. En comparant les mesures récentes avec des données du passé, nous pouvons étudier le **changement climatique**.

Les changements du climat peuvent être naturels, par exemple à la suite d'éruptions volcaniques qui peuvent réduire la lumière solaire arrivant à la Terre, ou à la suite de changements dans l'activité du Soleil ou dans la

#### GAZ À EFFET DE SERRE.

Composants de l'air qui sont invisibles mais qui diminuent la perte de chaleur de la surface de la Terre vers l'espace.

#### TEMPÉRATURE MOYENNE

**MONDIALE.** Moyenne des températures de l'air à la surface des terres et des températures de surface des océans.

distance de la Terre par rapport au Soleil. Mais le changement climatique peut également être causé par les humains. Les humains modifient le climat en brûlant des combustibles fossiles, par exemple avec les voitures (carburant à base de pétrole), les avions (carburant à base de pétrole), le chauffage (à base de pétrole ou de gaz) ou les centrales électriques (à base de charbon ou de gaz). Cette combustion libère dans l'atmosphère des gaz, comme le dioxyde de carbone, qui retient une partie de la chaleur émise par la Terre comme le ferait une couverture. Ce phénomène réchauffe notre planète. Les scientifiques s'accordent à dire que les changements de climat observés depuis 1850 avec la révolution industrielle, sont principalement dus aux activités humaines et qu'ils n'ont pas une origine naturelle.

### COMMENT LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PEUVENT-ELLES MODIFIER LE CLIMAT MONDIAL ?

Les combustibles fossiles sont constitués de deux éléments : l'hydrogène et le carbone. Leur combustion produit de l'énergie et libère dans l'atmosphère des **gaz à effet de serre**, dont le dioxyde de carbone. Dans l'atmosphère, ces gaz retiennent la chaleur et en renvoient une partie vers la Terre, au lieu de la laisser s'échapper dans l'espace. Ainsi, les gaz à effet de serre réchauffent notre planète. Sans dioxyde de carbone dans l'atmosphère, la Terre serait gelée. Les gaz à effet de serre permettent donc à notre planète d'être suffisamment chaude pour permettre la vie mais, s'ils sont en trop grande quantité, le réchauffement peut être trop rapide et avoir des conséquences graves !

En effet, comme de plus en plus de combustibles fossiles sont brûlés, le dioxyde de carbone s'accumule dans l'atmosphère. Une fois émis, il se répand dans toute l'atmosphère, quels que soient les pays qui l'ont rejeté. Le dioxyde de carbone reste dans l'atmosphère pendant des centaines, voire des milliers d'années ! L'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère entraîne une hausse de la **température moyenne mondiale** (qui correspond à la température moyenne de l'air à la surface des terres et des océans). La température moyenne mondiale est calculée à partir de mesures effectuées en de nombreux endroits de la planète et, récemment, à partir d'observations par satellite. L'augmentation de la température moyenne mondiale provoque des vagues de chaleur, des sécheresses, des incendies de forêt et des tempêtes plus intenses, ainsi que la fonte des glaciers et la diminution des chutes de neige. C'est un problème qui concerne l'ensemble de la Terre, la végétation et les animaux dont les êtres humains. Même si les émissions de gaz à effet de serre étaient réduites aujourd'hui, le dioxyde de carbone persistant dans l'atmosphère maintiendrait la Terre trop chaude... et si nous continuons à émettre du dioxyde de carbone, le changement climatique va encore s'accélérer. Heureusement, le système climatique atténue les changements d'origine humaine : environ la moitié

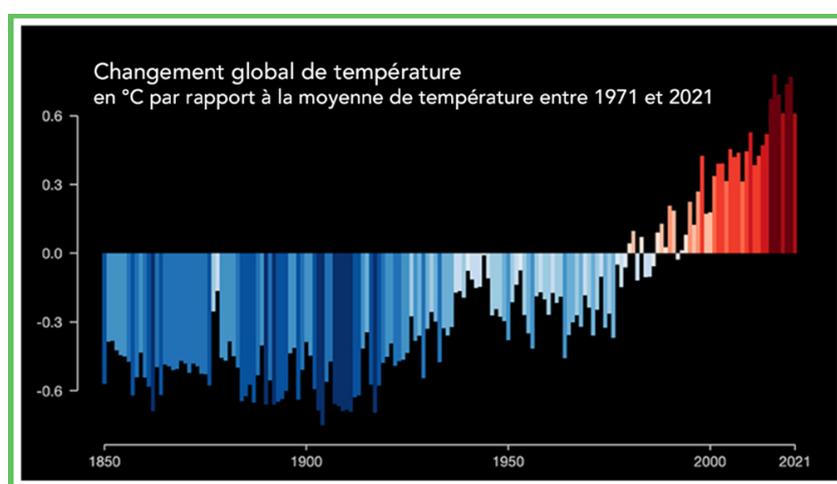
des émissions de dioxyde de carbone d'origine humaine reste dans l'atmosphère et contribue à la hausse des températures, tandis que l'autre moitié est absorbée par les océans et la biosphère. Cependant, nous ne pouvons pas être sûrs que cela continuera à fonctionner de la même manière dans le futur. Par exemple, les eaux océaniques plus chaudes stockent moins de gaz et la végétation est menacée par les sécheresses et les incendies de forêt.

## QUELS CHANGEMENTS DE TEMPÉRATURE AVONS-NOUS OBSERVÉS ?

Chaque barre de l'**histogramme** de la **Figure 2** représente la température moyenne mondiale d'une année. Les barres sont disposées de gauche à droite en fonction des années, de 1850 à 2020. Les barres des dernières années sont rouges, ce qui montre que les températures sont beaucoup plus élevées aujourd'hui qu'elles ne l'étaient au début du vingtième siècle. Tu peux consulter le réchauffement de ta région sur le [site](#)).

### HISTOGRAMME.

Représentation graphique permettant de représenter la répartition de données par intervalles de valeurs.



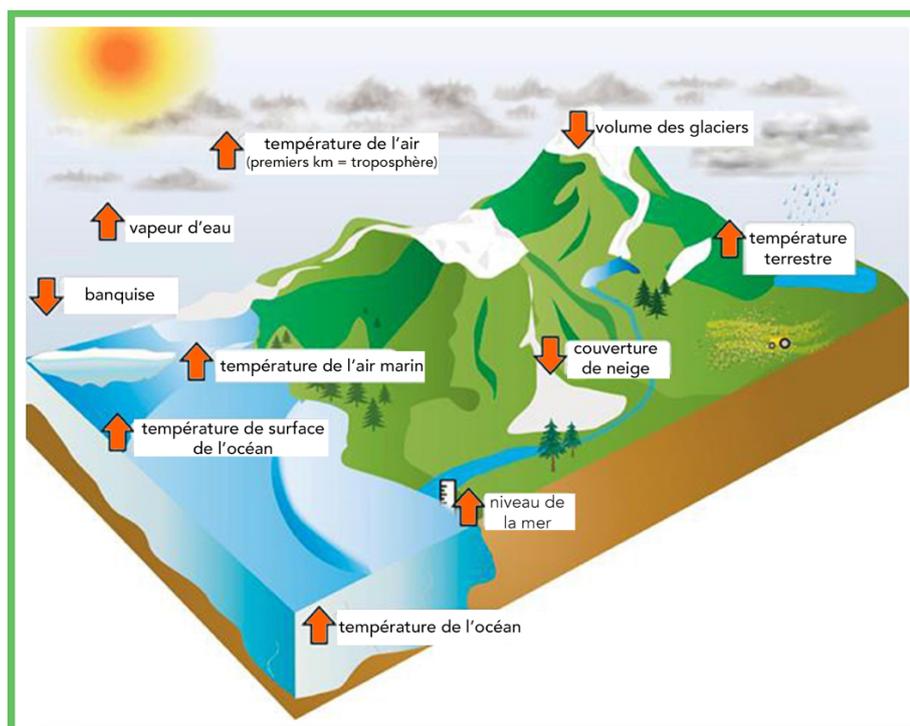
**Figure 2.** La température moyenne de la Terre augmente. Les couleurs des barres représentent la température moyenne de chaque année par rapport à une période de référence allant de 1971 à 2000. On voit qu'entre 1901 et 2020 les barres de la température moyenne mondiale passent du bleu au rouge au cours des années les plus récentes, ce qui illustre l'augmentation de la température moyenne mondiale (Crédit d'image : <https://showyourstripes.info/c/globe>).

L'augmentation de la température moyenne mondiale correspond à la forte augmentation des émissions de dioxyde de carbone qui a commencé pendant la révolution industrielle. En 2020, la température moyenne mondiale était supérieure d'environ 1,25°C à ce qu'elle était entre 1850 et 1900 (voir [ici](#)). Si on fait la moyenne sur 30 ans, la température moyenne mondiale actuelle est supérieure d'environ 1°C à ce qu'elle était au milieu des années 1800.

## POURQUOI L'AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE LA PLANÈTE EST-ELLE PRÉOCCUPANTE ?

L'augmentation de la température moyenne mondiale due aux émissions de gaz à effet de serre a des conséquences néfastes non seulement pour le climat, mais aussi pour les humains et la nature.

Toutes les régions du globe subissent les effets du changement climatique (Figure 3). Par exemple, l'air plus chaud peut contenir plus de vapeur d'eau, ce qui peut entraîner des pluies plus abondantes, provoquant des glissements de terrain et des crues soudaines. D'un autre côté, certaines régions connaissent des conditions plus sèches, ce qui peut entraîner des vagues de chaleur et des sécheresses dangereuses. Des conditions chaudes et sèches peuvent provoquer des incendies de forêt, comme ceux qui ont récemment détruit des habitations et des habitats dans le sud de l'Europe, sur la côte ouest des États-Unis et en Australie. L'augmentation des températures moyennes mondiales peut également avoir un impact sur les écosystèmes, notamment sur les migrations des poissons, les récifs coralliens et les forêts.



**Figure 3.** Comment le système climatique de la Terre évolue-t-il ? L'augmentation des températures dans un climat en cours de changement entraîne une diminution de la couverture neigeuse, de la banquise et des glaciers et, par conséquent, une augmentation de la quantité d'eau dans les océans, ce qui fait monter le niveau de la mer. En même temps, les températures plus élevées fournissent plus d'énergie pour l'évaporation de l'eau, ce qui augmente la quantité de vapeur d'eau dans l'air. Note que la température des océans est une mesure de l'ampleur du réchauffement de l'océan (crédit d'image : [ici](#)).

Malheureusement, lorsqu'il s'agit de ressentir les effets du changement climatique, certaines populations sont plus exposées que d'autres. Par exemple, les peuples qui vivent sur des îles ou sur des côtes situées à seulement quelques mètres au-dessus du niveau de la mer (ou même en dessous) pourraient voir leurs maisons et leurs moyens de subsistance menacés. C'est déjà le cas dans les petits États insulaires de l'océan Pacifique et de la région des Caraïbes, ainsi que dans certaines régions de deltas très peuplées en Asie. De même, les habitants de l'Afrique subsaharienne, dont beaucoup souffrent déjà de la faim et de la pauvreté,

seront davantage touchés par les inondations, les sécheresses, les vagues de chaleur et les tempêtes.

## QUE FAIT-ON POUR LIMITER LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?

Partout sur la Terre, nous observons déjà les effets du changement climatique. Pour éviter les conséquences les plus dangereuses de ce changement, nous devons immédiatement réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il est également important que nous nous préparions aux effets du changement climatique que nous ne pouvons pas éviter : l'augmentation des vagues de chaleur et des sols plus secs en été, la diminution de la couverture neigeuse en hiver et l'augmentation de l'intensité des tempêtes en toutes saisons.

Bien qu'il n'y ait aucun réchauffement climatique « sans danger », et que toute émission supplémentaire de gaz à effet de serre augmentera le réchauffement et ses effets néfastes, un réchauffement entre 1,5 et 2°C est devenu « le point d'ancrage » du débat public [2]. L'Accord de Paris est un traité conclu entre la plupart des pays du monde pour limiter le réchauffement climatique. Il s'est fixé pour objectif de maintenir la température moyenne mondiale bien en dessous d'une augmentation de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle, en visant 1,5°C. Pour atteindre cet objectif de température, les pays signataires de l'Accord de Paris doivent maintenant mettre en œuvre des solutions pour réduire et, à terme, arrêter les émissions de gaz à effet de serre.

Alors toi, quelle différence peux-tu faire, et quelle importance peut avoir cette contribution d'une seule personne ? Les contributions individuelles pour limiter le changement climatique sont étonnamment efficaces. Prenons l'exemple de la fonte de la banquise que le réchauffement climatique provoque à cause des émissions de dioxyde de carbone. Chaque tonne de dioxyde de carbone émise (le poids d'une petite voiture) entraîne la perte de 3 m<sup>2</sup> de la surface de banquise arctique [3]. Les émissions annuelles de dioxyde de carbone varient d'un pays à l'autre : 2,2 tonnes par personne au Brésil, 5,5 tonnes au Royaume-Uni et 16 tonnes aux États-Unis. Cela signifie qu'aux États-Unis, chaque personne est "responsable" de la fonte de 48 m<sup>2</sup> de glace par an, soit environ la surface d'un appartement. En procédant à de petits changements comme (1) réduire les voyages en voiture et en avion, ou en les remplaçant par des déplacements en vélo ou en train, (2) remplacer les vieux appareils électriques par des appareils plus efficaces qui consomment moins d'énergie, et (3) utiliser le chauffage et la climatisation uniquement en cas de besoin, nous pouvons tous aider à protéger le climat de la Terre, à la fois en réduisant notre propre contribution aux émissions de gaz à effet de serre et en servant de modèle aux autres. Ce n'est qu'en travaillant ensemble que nous pourrons ralentir le réchauffement climatique et préserver la Terre pour les générations futures.

**ACCORD DE PARIS.** Contrat signé par 196 pays en 2015 à Paris. Ces pays s'engagent à prendre des mesures pour limiter le réchauffement climatique en dessous d'une augmentation de 2°C des températures moyennes mondiales.

## Matériel supplémentaire

- <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
- <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913>
- <https://unfccc.int/process/conferences/pastconferences/paris-climate-change-conference-november-2015/paris-agreement>

## Pour en savoir plus

- [What Do We Mean by “Climate” and “Climate Change”?](#)
- [The Impacts of Climate Change](#)
- [What Can We Do to Address Climate Change?](#)

## RÉFÉRENCES

[1] Hartmann, D. L., Klein Tank, A. M. G., Rusticucci, M., Alexander, L. V., Brönnimann, S., Charabi, Y., et al. 2013. “Observations: Atmosphere and surface,” in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, et al. Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press. Available online at: <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> (accessed February, 2021).

[2] Knutti, R., Rogelj, J., Sedláček, J., and Fischer, E. M., 2016. A scientific critique of the two-degree climate change target. *Nat. Geosci.* 9:13–8. doi: 10.1038/ngeo2595

[3] Notz, D., and Stroeve, J. 2016. Observed Arctic sea-ice loss directly follows anthropogenic CO<sub>2</sub> emission. *Science.* 354:747–50. doi: 10.1126/science.aag2345

## VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par *Frontiers for Young Minds* (doi : 10.3389/frym.2023.716536 ; Sarkar R, Orth R and Vogel M (2023) How Has Our Climate Changed Already?. *Front. Young Minds.* 11:716536).

**TRADUCTION** : Nicole Pasteur, Association Jeunes Francophones et la Science

**ÉDITION** : Jean-Marie Clément, Association Jeunes Francophones et la Science

**MENTOR SCIENTIFIQUE** : Ula Hibner, Association Jeunes Francophones et la Science

## JEUNE ÉDITRICE :

### GARANÇE, 17 ANS

Je suis en terminale bilingue Italien/Français dans un lycée international. Je me préoccupe de la politique nationale et internationale en particulier les politiques environnementales. Les relations internationales m'intéressent également beaucoup. Je suis passionnée par la littérature, l'histoire et la cuisine. J'aime analyser des œuvres littéraires ou artistiques

pour les mettre en relation avec le monde contemporain et les sociétés actuelles.

## ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

**SOU MIS** le 28 mai 2021; **ACCEPTÉ** le 20 février 2023;

**PUBLIÉ EN LIGNE** le 16 mars 2023.

**ÉDITEUR** : Robin Matthews

**MENTORS SCIENTIFIQUES** : Florence Awino , Rafeah Wah

**CITATION** : Sarkar R, Orth R and Vogel M (2023) How Has Our Climate Changed Already?. *Front. Young Minds.* 11:716536. doi: 10.3389/frym.2023.716536

### DÉCLARATION DE CONFLITS D'INTÉRÊT.

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

### DROITS D'AUTEURS :

Copyright © 2023 Sarkar, Orth and Vogel

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation, distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

## JEUNES EXAMINATEURS

### KAZIM, 13 ANS

Kazim est un élève malaisien de 13 ans. Il s'intéresse principalement aux jeux et à l'exploration des technologies numériques. Les sciences, l'anglais et l'éducation sportive sont ses matières préférées. Il aime beaucoup le football de rue.

### PRICE, 14 ANS

Price adore inventer des histoires et elle a également écrit un livre (Ms. Wasteson and the waste empire). Elle aime la gymnastique, l'athlétisme, le volley-ball et le basket-ball. Elle est courageuse et pleine d'entrain. Price aime aussi passer du temps avec sa famille et est très créative. À l'école, elle fait partie d'une "équipe verte" qui œuvre pour la protection de l'environnement. Elle aime les débats et se passionne pour les études afin de devenir une militante contre les injustices sociales.

### PROVIDENCE, 10ANS

Providence est la plus jeune de quatre filles. Elle est enjouée et vive. Providence est curieuse, bavarde et aime poser des questions amusantes qui font rire les autres. Elle aime se faire de nouveaux amis et voyager.

Providence adore les expériences scientifiques. Au cours de ces expériences, elle peut détruire, réparer ou recycler des objets ménagers. Dans le cadre de cette aventure, Providence a réparé un haut-parleur abîmé. Mais après avoir travaillé des semaines, elle a transformé les fils du haut-parleur en corde à sauter. Elle est passionnée de musique et de sport, notamment de volley-ball.

## **AUTEURS**

### **RIA SARKAR**

Ria Sarkar est doctorante au Département des sciences de la terre et des planètes de l'Université Rutgers. Actuellement elle étudie des changements dans la quantité d'eau océanique qui s'enfonce de la surface de l'océan Atlantique Nord vers les profondeurs de la formation des eaux profondes de l'Atlantique Nord depuis la dernière période glaciaire, il y a environ 20 000 ans, et sur la manière dont cet enfouissement de l'eau a pu entraîner d'autres changements climatiques depuis lors. Elle travaille également comme guide touristique pour le Musée de géologie de l'Université Rutgers et le bus Rutgers Science Explorer. [\\*rs1069@eps.rutgers.edu](mailto:rs1069@eps.rutgers.edu)

### **RENÉ ORTH**

René Orth est climatologue et s'intéresse aux interactions entre l'hydrologie, la végétation et le climat. Il dirige un groupe de recherche sur ce sujet à l'Institut Max Planck de biogéochimie à Léna, en Allemagne. Il s'intéresse en particulier aux situations de sécheresse quand la teneur en eau du sol influe sur le fonctionnement des plantes. Dans ces conditions, la surface du sol peut influencer les conditions météorologiques par le biais de la quantité d'évaporation et de la quantité de chaleur réfléchie. Ce phénomène est particulièrement important en cas de canicule ou de sécheresse. Il utilise des modèles climatiques et des mesures pour mieux comprendre ces relations.

### **MARTHA M. VOGEL**

Martha M. Vogel est climatologue et a travaillé dernièrement pour le programme de l'UNESCO sur l'Homme et la Biosphère (MAB). Elle est spécialisée dans les températures extrêmes et les vagues de chaleur. Elle s'intéresse en particulier aux sécheresses, aux vagues de chaleur et à leurs impacts, ainsi qu'à leur évolution dans un monde qui se réchauffe. Elle a conseillé le groupe de travail de l'UNESCO sur le changement climatique et a travaillé sur les effets des vagues de chaleur dans les réserves de la biosphère, ainsi que sur la diffusion des connaissances sur le climat auprès des citoyens et des hommes politiques.