

# Les points de bascule climatiques - trop risqués pour parier contre



JEAN-MARC JANCOVICI · JEUDI 28 NOVEMBRE 2019 · TEMPS DE LECTURE ESTIMÉ : 14 MINUTES

**La menace croissante de changements climatiques abrupts et irréversibles doit contraindre à une action politique et économique sur les émissions.**

Article paru dans Nature le 27 Novembre 2019

Auteurs : Timothy M. Lenton, Johan Rockström, Owen Gaffney, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Will Steffen & Hans Joachim Schellnhuber  
<https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>

Légende photo: Un avion survole un glacier dans le parc national du Wrangell St Elias en Alaska. Credit: Frans Lanting/Nat Geo Image Collection

Les politiciens, les économistes et même certains naturalistes ont eu tendance à supposer que les points de bascule (1) du système terrestre - comme la perte de la forêt amazonienne ou de l'inlandsis de l'Antarctique occidental - sont peu probables et mal compris. Cependant, il est de plus en plus évident que ces événements pourraient être plus probables qu'on ne le pensait, avoir des impacts élevés et être interconnectés entre différents systèmes biophysiques, ce qui pourrait engager le monde dans des changements irréversibles à long terme.

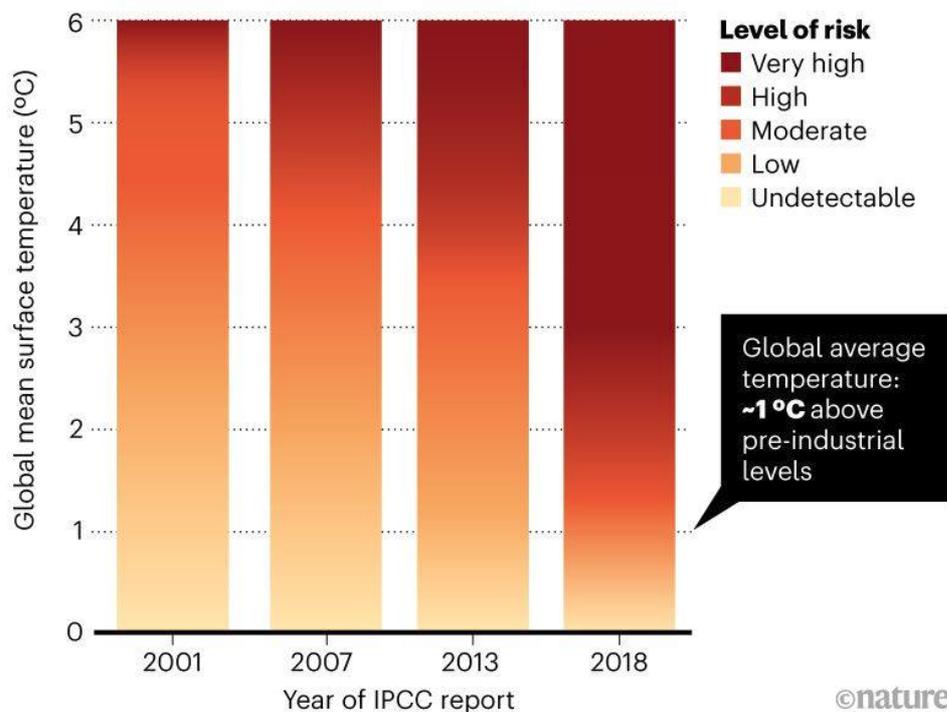
Nous résumons ici les données probantes sur la menace de dépasser les points de bascule, identifions les lacunes dans les connaissances et suggérons des façons de les combler. Nous explorons les effets de changements d'une telle ampleur, la rapidité avec laquelle ils pourraient se produire et la question de savoir si nous avons encore un contrôle sur eux.

Selon nous, la prise en compte des points de bascule contribue à définir que nous sommes dans une situation d'urgence climatique et renforce les appels lancés cette année en faveur d'une action urgente pour le climat - des écoliers aux scientifiques, des villes et aux campagnes.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a introduit l'idée des points de bascule il y a deux décennies. L'époque, ces " discontinuités à grande échelle " du système climatique n'étaient considérées comme probables que si le réchauffement planétaire dépassait de 5 °C les niveaux préindustriels. Les informations résumées dans les deux derniers rapports spéciaux du GIEC (publiés en 2018 et en septembre de cette année) (2 et 3) suggèrent que les points de bascule pourraient être dépassés même entre 1 et 2 °C de réchauffement (voir «Trop près pour le confort»).

## TOO CLOSE FOR COMFORT

Abrupt and irreversible changes in the climate system have become a higher risk at lower global average temperatures.



Source: IPCC

Si les engagements nationaux actuels de réduction des émissions de gaz à effet de serre sont mis en œuvre - et c'est un grand "si" - ils entraîneront probablement au moins 3 °C de réchauffement planétaire. Ceci malgré l'objectif de l'accord de Paris de 2015 de limiter le réchauffement à bien en dessous de 2 °C. Certains économistes, supposant que les points de bascule climatiques sont de très faible probabilité (même s'ils seraient catastrophiques), ont suggéré que le réchauffement de 3 °C est optimal d'un point de vue coûts-avantages. Cependant, si les points de bascule semblent plus probables, alors la recommandation de "politique optimale" de modèles simples coûts-avantages climat-économie (4) est conforme à ceux du récent rapport du GIEC (2). En d'autres termes, le réchauffement doit être limité à 1,5 °C. Cela nécessite une intervention d'urgence.

### Effondrement des glaces

Nous pensons que plusieurs points de bascule de la cryosphère sont dangereusement proches, mais l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre pourrait encore ralentir l'accumulation inévitable des impacts et nous aider à nous adapter.

Les recherches menées au cours de la dernière décennie ont montré que l'échancrure de la mer d'Amundsen dans l'Antarctique occidental pourrait avoir franchi un point de bascule (3) : la " ligne de mise à la terre " où la glace,

l'océan et le substratum rocheux se rencontrent recule de manière irréversible. Une étude modèle (5) montre que lorsque ce secteur s'effondre, il pourrait déstabiliser le reste de la calotte glaciaire de l'Antarctique occidental comme des dominos renversés, entraînant une élévation du niveau de la mer d'environ 3 mètres sur une échelle de temps allant de plusieurs siècles à plusieurs millénaires. Des preuves paléoclimatiques montrent que cet effondrement généralisé de la calotte glaciaire de l'Antarctique occidental s'est produit à maintes reprises dans le passé.

Les dernières données montrent qu'une partie de l'inlandsis de l'Antarctique oriental - le bassin Wilkes - pourrait être également instable (3). Les travaux de modélisation suggèrent qu'elle pourrait ajouter de 3 à 4 m au niveau de la mer sur des échelles de temps supérieures à un siècle.

L'inlandsis du Groenland fond à un rythme accéléré (3). Il pourrait ajouter 7 m de plus au niveau de la mer sur des milliers d'années s'il dépasse un seuil particulier. De plus, à mesure que l'altitude de la calotte glaciaire diminue, elle fond davantage, exposant la surface à de l'air de plus en plus chaud. Les modèles suggèrent que la calotte glaciaire du Groenland pourrait être condamnée à 1,5 °C de réchauffement (3), ce qui pourrait survenir dès 2030.

Ainsi, nous avons peut-être déjà engagé les générations futures à vivre avec une élévation du niveau de la mer d'environ 10 m sur des milliers d'années (3). Mais ce délai est toujours sous notre contrôle. La vitesse de fonte dépend de l'ampleur du réchauffement au-dessus du point de basculement. A 1,5 °C, il pourrait s'écouler 10 000 ans (3) ; au-delà de 2 °C, il pourrait s'écouler moins de 1 000 ans (6). Les chercheurs ont besoin de plus de données d'observation pour déterminer si les calottes glaciaires atteignent un point de bascule, et ils ont besoin de meilleurs modèles limités par les données passées et présentes pour déterminer à quel moment et à quelle vitesse les calottes glaciaires pourraient s'affaisser.

Quelles que soient ces données, des mesures doivent être prises pour ralentir l'élévation du niveau de la mer. Cela facilitera l'adaptation, y compris la réinstallation éventuelle de grandes populations habitant à une faible altitude.

Une autre impulsion clé pour limiter le réchauffement à 1,5 °C est que d'autres points de bascule pourraient être déclenchés à de faibles niveaux de réchauffement planétaire. Les derniers modèles du GIEC prévoyaient une série de changements brusques (7) entre 1,5 °C et 2 °C, dont plusieurs concernaient la glace de mer. Cette glace rétrécit déjà rapidement dans l'Arctique, ce qui indique qu'à 2 °C de réchauffement, la région a de 10 à 35 % de chances (3) de devenir largement libre de glace en été.

### **Limites de la biosphère**

Le changement climatique et d'autres activités humaines risquent de déclencher des points de bascule de la biosphère dans toute une série d'écosystèmes et d'échelles (voir " Donner l'alerte ").

## RAISING THE ALARM

Evidence that tipping points are under way has mounted in the past decade. Domino effects have also been proposed.



Source: T. M. Lenton et al.

Les vagues de chaleur océaniques ont entraîné le blanchissement massif des coraux et la perte de la moitié des coraux d'eau peu profonde de la Grande Barrière de corail d'Australie. Selon les projections, 99 % des coraux tropicaux (2) seraient perdus si la température moyenne mondiale augmentait de 2 °C, en raison des interactions entre le réchauffement, l'acidification des océans et la pollution. Cela représenterait une perte profonde de la biodiversité marine et des moyens de subsistance de l'homme.

En plus de miner notre système de survie, les points de bascule de la biosphère peuvent déclencher un rejet soudain de carbone dans l'atmosphère. Cela peut amplifier le changement climatique et réduire les bilans d'émissions restants.

La déforestation et le changement climatique déstabilisent l'Amazonie - la plus grande forêt tropicale humide du monde, qui abrite une espèce connue sur dix. Selon les estimations, le point de bascule de l'Amazonie pourrait se situer entre 40 % de déforestation et seulement 20 % de perte de couverture forestière (8). Environ 17 % ont été perdus depuis 1970. Le taux de déforestation varie en fonction de l'évolution des politiques. Trouver le point de bascule nécessite des modèles qui intègrent la déforestation et le changement climatique et qui intègrent les réactions au feu et au climat en tant que mécanismes de bascule

en interaction à toutes les échelles.

Le réchauffement de l'Arctique étant au moins deux fois plus rapide que la moyenne mondiale, la forêt boréale subarctique est de plus en plus vulnérable. Déjà, le réchauffement a déclenché des perturbations à grande échelle par les insectes et une augmentation des incendies qui ont entraîné le dépérissement des forêts boréales nord-américaines, ce qui pourrait transformer certaines régions d'un puits de carbone à une source de carbone (9). Le pergélisol de l'Arctique commence à dégeler et à libérer irréversiblement du dioxyde de carbone et du méthane - un gaz à effet de serre qui est environ 30 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub> sur une période de 100 ans.

Les chercheurs doivent améliorer leur compréhension de ces changements observés dans les principaux écosystèmes, ainsi que des points de bascule futurs. Les réserves de carbone existantes et les rejets potentiels de CO<sub>2</sub> et de méthane doivent être mieux quantifiés.

Le budget d'émissions restant à l'échelle mondiale pour une chance sur deux de rester à moins de 1,5 °C du réchauffement n'est que d'environ 500 gigatonnes (Gt) de CO<sub>2</sub>. Les émissions du pergélisol pourraient réduire d'environ 20 % (100 Gt CO<sub>2</sub>) ce budget (10), sans compter le méthane provenant du pergélisol profond ou des hydrates sous-marins. Si les forêts sont proches des points de bascule, le dépérissement de l'Amazonie pourrait libérer 90 Gt CO<sub>2</sub> supplémentaires et les forêts boréales 110 Gt CO<sub>2</sub> supplémentaires (11). Avec des émissions mondiales totales de CO<sub>2</sub> de plus de 40 Gt par an, le budget restant pourrait déjà être être totalement effacé.



Coraux blanchis sur un récif près de l'île de Moorea en Polynésie française dans le Pacifique. Sud Crédit : Alexis Rosenfeld/Getty

### **Cascade globale**

A notre avis, l'urgence la plus évidente serait que nous nous approchions d'une cascade globale de points de bascule qui conduirait à un nouvel état climatique "étuve", moins habitable (11). Les interactions peuvent se produire par la circulation océanique et atmosphérique ou par des rétroactions qui augmentent les niveaux de gaz à effet de serre et la température mondiale. Par ailleurs, de fortes rétroactions nuageuses pourraient causer un point de bascule global (12 et 13).

Nous soutenons que les effets en cascade pourraient être communs. L'an dernier (14), des recherches ont analysé 30 types de changement de régime couvrant le climat physique et les systèmes écologiques, de l'effondrement de la calotte glaciaire de l'Antarctique occidental à un passage de la forêt tropicale humide à la savane. Cela indique que le dépassement des points de basculement dans un système peut augmenter le risque de les franchir dans d'autres. De tels liens ont été trouvés pour 45% des interactions possibles (14).

À notre avis, des exemples commencent à être observés. Par exemple, la perte de glace de mer dans l'Arctique amplifie le réchauffement régional, et le réchauffement de l'Arctique et la fonte du Groenland entraînent un afflux d'eau douce dans l'Atlantique Nord. Cela aurait pu contribuer à un ralentissement de 15 % (15) depuis le milieu du XXe siècle de la circulation de renversement méridional de l'Atlantique (AMOC), un élément clé du transport mondial de chaleur et de sel par les océans (3). La fonte rapide de la calotte glaciaire du Groenland et un nouveau ralentissement de l'AMOC pourraient déstabiliser la mousson ouest-africaine et déclencher une sécheresse dans la région africaine du Sahel. Un ralentissement de l'AMOC pourrait également assécher l'Amazonie, perturber la mousson de l'Asie de l'Est et provoquer une accumulation de chaleur dans l'océan Austral, ce qui pourrait accélérer la perte de glace en Antarctique.

Le paléo-enregistrement montre la bascule global, comme l'entrée dans les cycles de l'ère glaciaire il y a 2,6 millions d'années et leur changement d'amplitude et de fréquence il y a environ un million d'années, que les modèles sont tout juste capables de reproduire. La bascule régional s'est produit à plusieurs reprises au cours et à la fin de la dernière période glaciaire, il y a entre 80 000 et 10 000 ans (les événements de Dansgaard-Oeschger et Heinrich). Bien que cela ne s'applique pas directement à la période interglaciaire actuelle, il souligne que le système terrestre a déjà été instable à plusieurs échelles de temps auparavant, sous un forçage relativement faible causé par les changements de l'orbite terrestre. Aujourd'hui, nous forçons fortement le système, la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et la température globale augmentant à des taux qui sont d'un ordre de grandeur supérieur à ceux de la déglaciation la plus récente.

Le CO<sub>2</sub> atmosphérique est déjà à son niveau d'il y a environ quatre millions d'années, à l'époque du Pliocène. Elle se rapproche rapidement des niveaux observés il y a environ 50 millions d'années - dans l'Eocène - lorsque les

températures étaient jusqu'à 14 °C plus élevées qu'elles ne l'étaient à l'époque préindustrielle. Il est difficile pour les modèles climatiques de simuler de tels états passés de la Terre en "étuve". Une explication possible est que les modèles n'ont pas atteint un point de bascule important : un modèle de résolution des nuages publié cette année suggère que la fragmentation abrupte des stratocumulus au-dessus d'environ 1 200 parties par million de CO<sub>2</sub> aurait pu entraîner un réchauffement planétaire d'environ 8 °C (12).

Certains résultats préliminaires des derniers modèles climatiques - utilisés pour le sixième rapport d'évaluation du GIEC, prévu pour 2021 - indiquent une sensibilité climatique beaucoup plus grande (définie comme la réponse de la température au doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique) que dans les modèles précédents. Beaucoup d'autres résultats sont en attente et d'autres recherches sont nécessaires, mais pour nous, ces résultats préliminaires indiquent qu'un point de bascule global est possible.

Pour résoudre ces problèmes, nous avons besoin de modèles qui capturent une suite plus riche de couplages et de rétroactions dans le système terrestre, et nous avons besoin de plus de données - actuelles et passées - et de meilleures façons de les utiliser. L'amélioration de la capacité des modèles à saisir les changements climatiques abrupts passés connus et les états climatiques "étuve" devrait accroître la confiance dans leur capacité à les prévoir.

Certains scientifiques rétorquent que la possibilité d'une bascule à l'échelle mondiale demeure hautement spéculative. Nous sommes d'avis que, compte tenu de son énorme impact et de son caractère irréversible, toute évaluation sérieuse des risques doit tenir compte des preuves, même si notre compréhension est encore limitée. Pêcher par négligence n'est pas une option responsable.

Si des cascades de bascule préjudiciables peuvent se produire et qu'un point de bascule global ne peut être exclu, alors c'est une menace existentielle pour la civilisation. Aucune analyse coûts-avantages économiques ne nous sera d'un grand secours. Nous devons changer notre approche du problème climatique.

### **Agissez maintenant**

A notre avis, les seuls points de bascule suggèrent que nous sommes dans un état d'urgence planétaire : le risque et l'urgence de la situation sont aigus (voir 'Urgence : faites le calcul').

URGENCE : FAIRE LE CALCUL

Nous définissons l'urgence (E) comme le produit du risque et de l'impératif\*. Le risque (R) est défini par les assureurs comme la probabilité (p) multipliée par le dommage (D). L'impératif (U) est définie dans les situations d'urgence comme le temps de réaction à une alerte ( $\tau$ ) divisé par le temps d'intervention restant pour éviter un mauvais résultat (T).

Ainsi :  $E = R \times U = p \times D \times \tau / T$

Il s'agit d'une situation d'urgence si le risque et l'impératif sont tous deux élevés. Si le temps de réaction est plus long que le temps d'intervention restant ( $\tau / T > 1$ ), nous avons perdu le contrôle.

Ndt : \*Emergency et Urgency se traduisent tous 2 par Urgence j'ai donc choisi de traduire Emergency par "Urgence" et Urgency par "Impératif"

Nous soutenons que le temps d'intervention restant pour prévenir la bascule pourrait déjà avoir été réduit à zéro, alors que le temps de réaction pour atteindre le zéro net est de 30 ans au mieux. Par conséquent, il se peut que nous ayons déjà perdu le contrôle de la question de savoir si la bascule se produit ou non. Une grâce salvatrice est que la vitesse à laquelle les dommages s'accumulent à cause de la bascule - et donc le risque posé - pourrait encore être sous notre contrôle jusqu'à un certain point.

La stabilité et la résilience de notre planète sont en péril. L'action internationale - et pas seulement des mots - doit en tenir compte.

## References

1. Lenton, T. M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **105**, 1786-1793 (2008).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
2. IPCC. *Global Warming of 1.5°C* (IPCC, 2018).
3. IPCC. *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (IPCC, 2019).
4. Cai, Y., Lenton, T. M., & Lontzek, T. S. *Nature Clim. Change* **6**, 520-525 (2016).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
5. Feldmann, J. & Levermann, A. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **112**, 14191-14196 (2015).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
6. Aschwanden, A. *et al. Sci. Adv.* **5**, eaav9396 (2019). [Article](#) [Google Scholar](#)
7. Drijfhout, S. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **112**, E5777-E5786 (2015).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
8. Lovejoy, T. E. & Nobre, C. *Sci. Adv.* **4**, eaat2340 (2018). [Article](#) [Google Scholar](#)
9. Walker, X. J. *et al. Nature* **572**, 520-523 (2019). [Article](#) [Google Scholar](#)
10. Rogelj, J., Forster, P. M., Kriegler, E., Smith, C. J. & Séférian, R. *Nature* **571**, 335-342 (2019). [Article](#) [Google Scholar](#)
11. Steffen, W. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **115**, 8252-8259 (2018).  
[Article](#) [Google Scholar](#)

12. Schneider, T., Kaul, C. M. & Pressel, K. G. *Nature Geosci.* **12**, 163–167 (2019).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
13. Tan, I., Storelvmo, T. & Zelinka, M. D. *Science* **352**, 224–227 (2016).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
14. Rocha, J. C., Peterson, G., Bodin, Ö. & Levin, S. *Science* **362**, 1379–1383 (2018).  
[Article](#) [Google Scholar](#)
15. Caesar, L., Rahmstorf, S., Robinson, A., Feulner, G. & Saba, V. *Nature* **556**, 191–196 (2018). [Article](#) [Google Scholar](#)

(publié par J-Pierre Dieterlen)

33

8 commentaires 29 partages

J'aime

Commenter

Partager

Enregistrer

Les plus pertinents



Votre commentaire...



Super fan

**Jérôme Surget** Il faudrait un vrai effort international , que tout les pays s ' y mettent .... Un effort de guerre quasiment , rationnement et sobriété pour tous ...

J'aime · Répondre · 33 min

1

1 réponse



**Gilles Débat** Interdire les médias, les milliardaires, les intérêts à deux chiffres, les salaires à plus de 20 x, le consumériste, l'obsolescence etc.. Vous voyez bien que c'est impossible !

J'aime · Répondre · 39 min



Super fan

**Jerome Debret** ça fait froid dans le dos... de "super calculateurs" n'arrivent pas à nous dire, avec tous les éléments connus, quand sera l'année où tout sera foutu ? peut-être que l'ordi beug car la date est déjà passée...

J'aime · Répondre · 1 h

3



Super fan

**Debert Phil** surtout parier pour ! sinon ?

J'aime · Répondre · 1 h

1



Super fan

**Thierry Gal** Les mesures contraignantes ne seront jamais prises de façon concertée et internationale. Plus j'y pense, et plus je finis par penser que c'est aux citoyens d'agir: les plus informés doivent faire passer le message aux autres, il faut réduire intentionnellement notre train de vie pour les plus ou moins aisés, acheter tout d'occasion etc...

J'aime · Répondre · 55 min · Modifié

3

2 réponses