

ATEE
5 FÉVRIER 2026

2049 – Ce que le climat va faire à l'Europe

... Et essayer de penser ce que pourrait signifier agir à la hauteur des enjeux

Nathanaël Wallenhorst

Professeur à l'UCO – Doyen de la faculté d'éducation

Membre de l'Anthropocene Working Group (AWG)

NATHANAËL WALLENHORST

2049

CE QUE
LE CLIMAT
VA FAIRE
À L'EUROPE

Seuil

QUELLES
SERONT NOS
CONDITIONS
D'EXISTENCE
SI NOUS
RESTONS SUR
LA MÊME
TRAJECTOIRE
CLIMATIQUE ?

2049, une démarche unique à 4 piliers :

- 1. Comprendre le système Terre et les points de bascule
- 2. Articuler plusieurs milliers d'articles scientifiques
- 3. Partir de la vie des gens
- 4. Simplifier la science sans réduire ni tordre

2049 = 9 conditions d'existence transformées :

- 1. La non linéarité
- 2. La chaleur mortelle
- 3. La pénurie
- 4. Le dépeuplement
- 5. La contamination
- 6. L'imprévisible
- 7. La faim
- 8. La migration & la guerre
- 9. Le chaos

Condition d'existence n°1 LA NON-LINÉARITÉ

Terre = système complexe = interactions multiples, rétroactions, seuils critiques = réactions non linéaires ou non proportionnelles

Tipping point = moment critique : processus dont les conséquences sont non proportionnelles avec ce qui les a déclenchées (un système change d'état)

Exemple : ballon de baudruche. Volume augmente de façon proportionnelle à l'air injecté (logique linéaire), jusqu'à ce qu'il explose (logique non linéaire)

Tipping points : nombreuses incertitudes + échelles temporelles variables en fonction des éléments de basculement (années à millénaires)

Incertitude ≠ ignorance (exemple : casserole de lait sur le feu)

+1,2 °C = rapprochement *tipping points* (coraux, glace arctique estivale, calottes glaciaires, permafrost, Amazonie et circulations océaniques).

Après *tipping point* = exceptionnel devient normalité (rupture avec conditions stables et prévisibles qui ont permis l'émergence des sociétés)

= Forçages anthropiques des éléments du système Terre

 **Institutions, sciences, éducation** = monde stable et contrôlable (linéaire)

GOUVERNANCE ACTUELLE = INADAPTÉE À CE RÉEL

RÉFÉRENCES

Tipping the scales

[Timothy M. Lenton](#) & [Hans Joachim Schellnhuber](#)

nature climate change
2007

Tipping elements in the Earth's climate system

[Timothy M. Lenton](#), [Hermann Held](#), [Elmar Kriegler](#), [, and Hans Joachim Schellnhuber](#) [Authors Info & Affiliations](#)

PNAS
2008

Climate tipping points – too risky to bet against

The growing threat of abrupt and irreversible climate changes must compel political and economic action on emissions.

By [Timothy M. Lenton](#), [Johan Rockström](#), [Owen Gaffney](#), [Stefan Rahmstorf](#), [Katherine Richardson](#), [Will Steffen](#) & [Hans Joachim Schellnhuber](#)

nature
2019

Global Tipping Points

Edited by
[Timothy M. Lenton](#)

Report 2023

2023

Condition d'existence n°2 LA CHALEUR MORTELLE

Vagues de chaleur estivales européennes = 70 000 décès en 2003, 61 000 en 2022, 47 000 en 2023 (moyenne : 50 000 par an). La létalité de la chaleur s'amplifie avec chaque dixième de degré.

Été 2022, France = David Azevedo, 50 ans, meurt d'hyperthermie après une journée de travail à 42°C

Avril 2024, Bangladesh = Ahsan Habib, enseignant de 37 ans, meurt en classe lors d'une canicule à 42,2°C

 **Chaleur humide** = bloque la transpiration, survie physiologique impossible dès 31-35°C, parfois dès 28°C.

Villes = amplifient le danger (ilot de chaleur : +5 °C nocturnes possibles). Fragilisation écoles, travail, transports, électricité, télécoms.

Balises = +2°C en 2050, +3,5°C en 2100, +5°C en 2150.

+3°C = « Risque catastrophique ». +5°C = « Au-delà de la catastrophe ».

Désertification = moitié des terres agricoles mondiales menacée d'ici 2100

2049 = Désertification du bassin méditerranéen

2049 ≠ climat marocain en Europe

RÉFÉRENCES

Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003

Plus de 70 000 décès en Europe au cours de l'été 2003

Presented by Alain-Jacques Valleron

Jean-Marie Robine ^a   , Siu Lan K. Cheung ^a, Sophie Le Roy ^a, Herman Van Oyen ^b,
Clare Griffiths ^c, Jean-Pierre Michel ^d, François Richard Herrmann ^d

JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY

2008

Comptes Rendus Biologies

Evaluating the 35°C wet-bulb temperature adaptability threshold for young, healthy subjects (PSU HEAT Project)

Daniel J Vecellio ¹, S Tony Wolf ², Rachel M Cottle ², W Larry Kenney ¹   

2022

Increased heat risk in wet climate induced by urban humid heat

Keer Zhang, Chang Cao, Haoran Chu, Lei Zhao, Jiayu Zhao & Xuhui Lee 

nature
2023

Well below 2 °C: Mitigation strategies for avoiding dangerous to catastrophic climate changes

Yangyang Xu  and Veerabhadran Ramanathan   Authors Info & Affiliations

PNAS
2017

Climate change: The 2015 Paris Agreement thresholds and Mediterranean basin ecosystems

JOEL GUIOT AND WOLFGANG CRAMER Authors Info & Affiliations

Science
2016

Condition d'existence n°3

LA PÉNURIE

0,007 % eau disponible pour l'humanité. 1900 : 1,6 M. 2025 : 8 M.

2025 : 4 milliards d'humains : pénurie d'eau au moins 1 mois / an

Hamburger 2 400 L ; jean 10 000 L

Phénomène « sécheresse éclair » = baisse rapide taux humidité sols =
baisse rendements agricole, augmentation incendies

2049 = moitié humanité privée d'eau douce des glaciers + terres agricoles
stérilisées par le sel + villes côtières submergées

 **Pénurie d'eau** = mère des menaces = évaporation des stocks dont la
demande est croissante

Été 2022, Ardèche : Courcouron alimenté quotidiennement par camion-citerne pendant huit mois

Salinisation des terres de Camargue : l'irrigation au Rhône sert à « rincer » le sel qui s'infiltra

Cycle de l'eau « sous stéroïdes » = fontes des calottes, assèchement des
sols avec évaporation amplifiée, pluies diluviennes sur sols imperméabilisés,
baisse recharge des nappes (alternance inondations / sécheresses)

 **Permafrost hémisphère Nord** = contient 2 fois plus de carbone qu'il n'y en
a dans l'atmosphère. Son dégel libère ce carbone.

RÉFÉRENCES

Douville, H. et al. (2021). Water Cycle Changes. Dans: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V. et al. (dir.)]. Cambridge University Press, pp. 1055–1210 (p. 1060).

Christian, J. J. et al. (2021), Global distribution, trends, and drivers of
flash drought occurrence, *Nature communications*, 12, p. 1-11.

World Bank (2016). *High and dry. Climate change, Water and the Economy*.
Water Global Practice.

Turetsky, M. R. et al. (2019). Permafrost collapse is accelerating carbon
release, *Nature*, 569, p. 32-34.

Condition d'existence n°4 LE DÉPEUPLEMENT

« Annihilation biologique sans précédent »

3 moteurs du dépeuplement = prélèvements + anthropisation des milieux + réchauffement climatique

Le hêtre commun, un des feuillus les plus répandus en Europe = « Espèces mortes-vivantes », déjà condamnées par la rapidité du réchauffement

Rythme d'extinction = 10 à 100 fois supérieur au taux naturel

 **Océans** = acidification + désoxygénéation + effondrement stocks poissons + mort des récifs coralliens = fragilisation sécurité alimentaire mondiale

Océans = fragilisation plancton et diminution de la pompe C (non linéaire)

 **Océans** = captent 90% de la chaleur excédentaire du réchauffement = déstabilisation des dépôts d'hydrates de méthane = risque de dégazage (échelle longue)

Juillet 2022, Londres : dôme de chaleur, des martinets noirs tombent du ciel (morts)

Août 1989, Mer Noire : un chalutier ukrainien débarque 22 t de méduses et - de 200 kg d'anchois

Amazonie = source nette de CO₂, trajectoire de savanisation

2049 = Terre appauvrie : moins d'animaux, de forêts, de vie marine

RÉFÉRENCES

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines, *PNAS*, 114 (30) E6089-E6096.

Chuine, I. (2020). Changement climatique et biosphère, Compte rendu de l'académie des sciences, *Géoscience*, 352(4-5), p. 339-354.

Thomas, C. D. et al. (2004). Extinction risk from climate change, *Nature*, 427, p. 145-148.

Ipbes (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, p. 12.

Gleckler, P. J. et al. (2016). Industrial-era global ocean heat uptake doubles in recent decades, *Nature Climate Change*, 6, p. 394-398.

Wieczynski, D. J., Moeller, H. V., Gibert, J. P. (2023). Mixotrophic microbes create carbon tipping points under warming, *Functional Ecology*, 37(7), p. 1774-1786.

Gleckler, P. J. et al. (2016). Industrial-era global ocean heat uptake doubles in recent decades, *Nature Climate Change*, 6, p. 394-398.

Chen, S. et al. (2024). Amazon forest biogeography predicts resilience and vulnerability to drought, *Nature*, 631, 111-117

Condition d'existence n°5

LA CONTAMINATION

Nouvelles entités (plastiques, PFAS, pesticides, métaux lourds...). Absentes du système Terre avant l'ère industrielle : s'infiltrent eau, air, sols et nos corps = contamination systémique

Production de plastiques = pourrait tripler d'ici 2060

Particules fines : 238 000 décès prématurés en Europe tous les ans

« *Plasticenta* » = microplastiques des deux côtés du placenta = exposition prénatale généralisée

 **Changement climatique** = maladies cardiovasculaires, respiratoires, cancers, malnutrition, maladies vectorielles (dengue, paludisme, chikungunya, bilharziose), pathologies mentales, suicides, nouvelles zoonoses.

Réchauffement = augmentation du périmètre des maladies + mutations

Limiter le réchauffement à +1,5 °C (vs +2 °C) éviterait ~153 000 000 décès prématurés

 **Dégel du permafrost** = libération potentielle d'agents pathogènes anciens + relargage de polluants

RÉFÉRENCES

Richardson, K. et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries, *Science Advances*, 9(37).

European Environment Agency (2022). *Air quality in Europe 2022*. UE.

Ragusa, A. et al. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta, *Environment International*, 146, 106274.

van Daalen, K. R. et al. (2024). The 2024 Europe report of the *Lancet* Countdown on health and climate change: unprecedented warming demands unprecedented action, *The Lancet*, 9, e495-e522.

Shindell, D. et al. (2018). Quantified, Localized Health Benefits of Accelerated Carbon Dioxide Emissions Reductions, *Nature Climate Change*, 8, p. 291-295.

Gilichinsky, D. et al. (2008). Bacteria in permafrost. In R. Margesin et al., *Psychrophiles: from Biodiversity to Biotechnology*, Springer, p. 83-102.

Condition d'existence n°6

L'IMPRÉVISIBLE

Europe = entre dans un régime d'événements extrêmes plus fréquents et plus intenses (crues éclair, méga-incendies, tempêtes) ; chaque choc entame la résilience des territoires

1995-2015 = 606 000 personnes décédées + 4,1 milliards blessées ou sans abris ou besoin d'une aide d'urgence (au niveau mondial)

 **Alternance sécheresses/inondations** : atmosphère plus chaude charge le cycle évaporation-précipitation ; sols asséchés, ruissellements, glaciers moins médiateurs en hiver

14 juillet 2021, vallée de l'Ahr (Allemagne) : Meike et Dörte Näkel, viticultrices, emportées par une crue fulgurante, survivent huit heures accrochées à un prunier.

23 juillet 2018, Mati (Grèce) : en 90 minutes, un feu dévore 1 400 hectares et 1650 habitations, piégeant les habitants. 140 morts.

 **Inondations côtières par beau temps**

2049 = destruction des infrastructures

2049 = imprévisibilité au cœur de l'existence = fin des capacités de planification = fragilisation civilisationnelle

RÉFÉRENCES

Nissen, K. M., Ulbrich, U. (2017). Increasing frequencies and changing characteristics of heavy precipitation events threatening infrastructure in Europe under climate change, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, p. 1177-1190.

Center for Research on the Epidemiology of Disasters (2015). The Human Cost of Weather Related Disasters 1995-2015, *UNISDR*.

Valle-Levinson, A., Dutton, A., Martin, J. B. (2017). Spatial and temporal variability of sea level rise hot spots over the eastern United States, *Geophysical Research Letters*, 44(15), p. 7878-7882.

Condition d'existence n°7

LA FAIM

Niche de température humaine = populations humaines concentrées dans un sous-ensemble étroit de régions = températures annuelles moyennes 11-15°C = production de cultures et d'élevages

2070 = jusqu'à 3 milliards de personnes poussées en dehors de cette niche

1/3 population mondiale températures moyennes supérieures à 29°C
(en l'absence de migration) = incompatible avec une vie en société
(aujourd'hui 0,8% surface terrestre a ce type de température (Sahara))

Production agricole = dépend équilibre fragile entre climat et biosphère.
Socle fragilisé par les forçages anthropiques.

Agriculture = tributaire des circulations atmosphériques et océaniques. Leur affaiblissement pourrait provoquer un effondrement de la production alimentaire mondiale (précipitations réduites, refroidissement = baisse productivité végétale)

Rendements agricoles = en baisse structurelle. Depuis 1961 : productivité agricole mondiale - 21%

Risques = chocs simultanés et globaux (ruptures de greniers)

Qualité nutritionnelle = en déclin (dû à l'augmentation du taux de CO₂)

RÉFÉRENCES

Xu, C. et al. (2020). Future of the human climate niche, *PNAS*, 117(21), p. 11350-11355.

Ritchie, P. D. et al. (2020). Shifts in national land use and food production in Great Britain after a climate tipping point. *Nature Food*, 1, p. 76-83.

Van Westen, R. M., Kliphuis, M., Dijkstra, H. A. (2024). New Physics-Based Early Warning Signal shows AMOC is on Tipping Course, *Science Advances*, 10(6), 1-11.

FAO (2009). *How to feed the world in 2050*. UN.

Battisti, D. S., Naylor, R. L. (2009). Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat, *Science*, 323, 5911, p. 240-244.

Gaupp, F. et al. (2020). Changing risks of simultaneous global breadbasket failure, *Nature Climate Change*, 10, p. 54-57.

Condition d'existence n°8

LA MIGRATION ET LA GUERRE

Elévation niveau mer + catastrophes climatiques + perte de terres habitables = déplacements massifs

Fairbourne (Pays de Galles) : décision municipale d'abandonner la digue, 850 habitants déplacés d'ici 2054.

Effondrement prix immobilier + amertume

Nordstrandischmoor (Allemagne) : île inondée jusqu'à 50 fois/an ; 25 habitants réfugiés sur quatre monticules artificiels ; des millions investis pour rehausser — emblème européen des « îles qui disparaissent »

 **Fonte accélérée du Groenland et Antarctique = hausses de +2 à +5 mètres redessinant la carte européenne et mondiale (2150)**

Effets en cascade de ces mobilités = effondrement immobilier, services publics perturbés (écoles, hôpitaux), coûts économiques massifs, tensions sociales, migrations intérieures et transfrontalières, conflits pour les ressources

RÉFÉRENCES

Hansen, J. et al. (2016). Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2 °C global warming could be dangerous, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16, p. 3761-3812.

Melet, A. et al. (2024). Sea Level Rise in Europe: Observations and projections, in: Sea Level Rise in Europe: 1st Assessment Report of the Knowledge Hub on Sea Level Rise (SLRE1), B. van den Hurk et al. (Eds). *Copernicus Publications, State Planet*, 3-slre1, 4.

Franzke, C. L. E. et al. (2022). Perspectives on tipping points in integrated models of the natural and human Earth system. *Environmental Research Letters*, 17, 015004.

Boas, I. et al. (2019). Climate migration myths, *Nature Climate Change*, 9, p. 901-903.

Gemenne, F. (2011). Why the numbers don't add up: A review of estimates and predictions of people displaced by environmental changes, *Global Environmental Change*, 21(1), S41-S49.

Condition d'existence n°9

LE CHAOS

Boucle de rétroaction socio-climatique = spirale où la déstabilisation du système Terre fragilise les sociétés humaines, et où la fragilisation des sociétés humaines empêche l'action climatique, renforçant le déséquilibre planétaire

Modèles économiques dominants (Nordhaus, Dietz) = inadaptés : ils négligent les effets non linéaires, les basculements et les cascades d'effondrements. Sous-estimation du coût réel du climat

 **Inégalités explosives** = concentration patrimoniale, empreintes carbone extrêmes du 1 %, vulnérabilités sociales (enfants à la rue, expulsions), surmortalité des plus pauvres lors des canicules

Risque systémique = désassurabilité croissante, retraits d'assureurs des zones à risque, sinistres climatiques en hausse

Démocraties fragilisées = recul des libertés, réponses autoritaires post-catastrophes, montée des tensions sociales et risques de conflits

Un « risque de déraillement » = anomie et désaffiliation

RÉFÉRENCES

Carleton, T. A., Hsiang, M. (2016). Social and economic impacts of climate, *Science*, 353(6304).

UCCRN (2018). *The Future we don't want. How Climate Change Could Impact the World's Greatest Cities*, UCCRN Technical Report, February.

Kemp, L. et al. (2022). Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios, *PNAS*, 119(34), e2108146119.

Laybourn, L., Evans, J., Dyke, J. (2023). Derailment risk: A systems analysis that identifies risks which could derail the sustainability transition, *Earth System Dynamics* 14, p. 11è1-1182.

NATHANAËL WALLENHORST

2049

CE QUE
LE CLIMAT
VA FAIRE
À L'EUROPE

Seuil

2049 suppose que nous nous posions les vraies questions : on arrête qui ? On arrête quoi ? On arrête quand ?

2049 est là pour que nous tenions la promesse que nous avons faite à nos enfants en les projetant dans l'existence.

La promesse que la vie ensemble, sur la Terre, vaut d'être vécue.