

Distinguer changement climatique et réchauffement climatique, Comment le cycle de l'eau et le cycle du carbone se complètent

Daniel Hofnung

Le problème climatique devient de plus en plus préoccupant avec les étés caniculaires, la sécheresse dans de nombreuses régions, les événements climatiques violents qui causent des pertes matérielles et parfois humaines. L'explication unique donnée habituellement est « le réchauffement climatique ».

Cette question a été, depuis une trentaine d'années, l'objet de nombreuses conférences et de plusieurs accords internationaux largement signés. La Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, adoptée à New York le 9 mai 1992, a indiqué que « l'activité humaine a augmenté sensiblement les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère », ce qui « renforce l'effet de serre naturel » amenant « un réchauffement supplémentaire » de la surface terrestre et de l'atmosphère, ce dont risquent de « souffrir les écosystèmes naturels et l'humanité ». L'objectif de la Convention « est de stabiliser [...] les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. »

Dès la première conférence, le changement climatique a été ainsi considéré comme une conséquence du réchauffement lié à l'augmentation du taux de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et la perturbation anthropique du climat a été assimilée au réchauffement.

Il en a résulté le Protocole de Kyoto (11 décembre 1997), et les Conférences des parties (Conferences of the Parties – COP) dont la dernière, la 27^e, s'est tenue en Égypte du 6 au 18 novembre 2022. Toutes ont eu pour objectif de stabiliser puis réduire les émissions de gaz à effet de serre pour éviter la « perturbation anthropique du climat ». La conférence de Paris (COP 21, décembre 2015) a pris acte qu'en dépit des efforts d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, une partie du changement climatique ne pourra être évitée, et qu'à la stabilisation et à l'atténuation de la hausse de température doivent s'ajouter des mesures d'adaptation au changement climatique.

À la veille de la COP 27, de nombreux responsables ont considéré que l'objectif des 1,5° ne pourra pas être atteint, tout en multipliant les renoncements aux objectifs qu'ils avaient eux-mêmes décidés.

En France, la loi de transition énergétique pour la croissance verte (octobre 2014) s'est placée dans le cadre de ces accords internationaux. Elle prévoit de réduire de 40 % les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030 et de les diviser par 4 pour 2050. La consommation énergétique primaire d'énergies fossiles doit diminuer de 30 % en 2030 par rapport à 2012, fixée comme référence. La part d'énergies renouvelables utilisées dans tous les modes de transports en 2020 est fixée à 10 % de la consommation finale d'énergie en 2020 et de 15 % en 2030, ce qui concerne les biocarburants, considérés comme des énergies renouvelables.

La réalité en France pour la réduction des émissions de gaz à effets de serre a été de 23,1 % en 2021, compte non tenu des importations, par rapport à 1990¹ (hors transports internationaux et changement d'utilisation des sols, qui devraient représenter environ 3 % en plus), et la consommation finale d'énergie renouvelable dans les transports en 2020 a été de 9,2 %²

¹https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89missions_de_gaz_%C3%A0_effet_de_serre_en_France

Les objectifs de réduction mondiale des émissions fixés de conférence en conférence ne sont généralement pas atteints. Notre climat est-il condamné à un réchauffement difficile à maîtriser ?

Il faut au préalable poser une question : « les perturbations anthropiques du climat » sont-elles *seulement en rapport avec le réchauffement climatique* ou existe-t-il d'autres causes ? Et ensuite vient une autre question : le cycle du carbone est-il la seule explication du changement climatique actuel, le cycle de l'eau est-il impliqué et comment ?

La question du rôle du cycle de l'eau sur le climat a été posée en 2008 par un groupe d'hydrologues slovaques, dont Michal Kravčík, et un chercheur tchèque dans le domaine de l'environnement, Jan Pokorný, auteur de nombreux articles scientifiques. Ils ont publié « Water for the Recovery of the Climate, A New Water Paradigm »³, où ils mettent en avant le rôle de l'évaporation des plantes pour rafraîchir l'atmosphère et la nécessité de lutter contre le ruissellement et de favoriser l'infiltration de l'eau là où elle tombe.

Ce concept a été appliqué avec succès lors du programme de la République slovaque en 2010-2011 de « revitalisation des paysages et gestion intégrée des bassins versants », en réponse aux inondations catastrophiques sur le bassin du Danube en 2010. Le programme a été adopté par



Petits ouvrages de ralentissement des eaux dans la forêt de Granc-Petrovce. Photo Jérôme Derigny.

l'Assemblée nationale slovaque le 27 août 2010, et a donné lieu à 7 700 emplois saisonniers (en général de 6 mois) et à la réalisation de dizaines de milliers de petits ouvrages dans des vallons où de forts ruissellements avaient été constatés, pour ralentir l'eau et l'infiltrer. Des retenues ont été

2 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables-2022/21-->

3 Michal Kravčík, Jan Pokorný, J. Kohutiar, M. Kováč, E. Tóth – Water for the Recovery of the Climate A New Water Paradigm sur www.waterparadigm.org. J'en ai fait un condensé en français sur <https://blogs.attac.org/paix-et-mutations/article/pour-un-nouveau-paradigme-de-l-eau>

réalisées avec des troncs d'arbres et branchages, non étanches, parfois par des petits barrages en terre, des fossés... Le résultat fut que lors des pluies très importantes de 2011, aucune inondation n'a été constatée là où ces ouvrages avaient été réalisés et que la végétation y avait été favorisée.

En 1992, Reginald et Nicholas Newell ont introduit le concept de « rivières aériennes de vapeur » pouvant transporter en Amazonie une quantité de vapeur d'eau très proche du débit du fleuve Amazone, soit 165 millions de kilos par seconde ⁴. En 1994, Yong Zhu et Reginald E. Newell du Massachusetts Institute of Technology ont publié « Rivières atmosphériques et bombes » (Atmospheric rivers and Bombs)⁵ où ils mettent en avant le rôle de flux atmosphériques de vapeur d'eau parfois très denses lors des événements climatiques violents. Ces flux sont liés à des masses d'air humide d'origine marine. Des mesures ont été faites au Colorado par le laboratoire Boulder de la NOAA un kilomètre au-dessus du sol, la rivière de vapeur était si humide qu'elle transportait 50 millions de litres de vapeur par seconde, équivalent à une canalisation de 100 m de diamètre où l'eau circulerait à 50 km/h.⁶

Une quantité d'études ont été publiées sur le sujet, depuis les années 1990⁷. Même si elles impliquent le cycle de l'eau, les phénomènes qu'elles décrivent restent étroitement liés au réchauffement climatique.

En 2007, un concept nouveau a été formulé par Anastassia Makarieva et Victor Gorskov de l'université de Saint-Petersbourg : la pompe biotique, qui décrit comment la dépression due à la condensation œau-dessus des colonnes de vapeur l'eau évaporées au-dessus des grandes forêts aspire l'air humide de la mer, et crée une alimentation supplémentaire en humidité des rivières aériennes de vapeur.⁸

Renato Donato Nobre a appliqué ensuite cette théorie à l'Amazonie⁹, en expliquant comment l'actuelle déforestation était en train de tarir les rivières aériennes de vapeur, ce qui a des conséquences sur tout le climat du versant est (océan Atlantique) de l'Amérique du Sud.

Les publications sur le sujet se sont multipliées et une nouvelle étude de plus d'une vingtaine de chercheurs des cinq continents, en 2017, a montré comment l'évapotranspiration des forêts contribue à rafraîchir le climat.¹⁰

Et, en juillet 2021, s'appuyant sur de nombreux travaux (dont plusieurs parmi ceux cités ici), le programme des Nations unies pour l'environnement a publié « Travailler avec les plantes, les sols et l'eau pour refroidir le climat et réhydrater les paysages de la Terre »¹¹, où il indique que « 40 à 60 % de la pluie tombant sur terre provient de l'humidité générée par l'évapotranspiration terrestre » et que « les changements locaux de forêts ou de prairies en terres cultivées réduisent

4Reginald E. Newell, Nicolas E. Newell, Yong Zhu and Courtney Scott, 1992 Tropospheric rivers ? A Pilot Study, Geophysical Research Letters ,cité par Antonio Donato Nobre The future Climate of Amazonia

5 Zhu, Yong; Reginald E. Newell (1994). "[Atmospheric rivers and bombs](#)" (PDF). [Geophysical Research Letters](#). **21** (18): 1999–2002.

6 Richard A. Kerr, Rivers in the Sky Are Flooding The World With Tropical Waters – Science Vol 313 28 July 2006

7Atmospheric rivers sur Wikipedia

8A. M. Makarieva and V. G. Gorshkov - Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land <https://hess.copernicus.org/articles/11/1013/2007/>

9A. D. Nobre The Future Climate of Amazonia https://wwf.panda.org/wwf_news/?232041/The-Future-Climate-of-Amazonia

10David Ellison and alt - Trees, forests and water : Cool insights for a hot world – Elsevier Research paper - Global Environment Change

11Programme des Nations-Unies pour l'Environnement Note prospective 025 - août 2021 <https://www.unep.org/fr/resources/document-orientation/travailler-avec-les-plantes-les-sols-et-leau-pour-refroidir-le>

l'évapotranspiration terrestre », ainsi « la disparition des forêts peut également entraîner une diminution des précipitations et un allongement des saisons sèches à l'échelle locale »

En se basant avant tout sur le cycle de l'eau, il arrive à des conclusions qui apportent une perspective nouvelle. Le texte du PNUE précise : « La destruction continue des forêts, la détérioration des sols, la perte subséquente du stockage de l'eau dans les sols et la réduction de la rétention d'eau dans les espaces naturels perturbent la circulation de l'eau dans et à travers l'atmosphère. Cette perturbation provoque des changements majeurs dans les précipitations qui pourraient entraîner une diminution des précipitations et une augmentation des sécheresses et des températures dans de nombreuses régions du monde, et une aggravation du changement climatique. »

Les plantes – en particulier les arbres – jouent un rôle fondamental, qui ne se limite pas au stockage de carbone. Le rétablissement des cycles d'humidité atmosphérique est essentiel et est lié à la présence de végétation. L'arrêt de la déforestation, l'augmentation de la reforestation, le changement de nos pratiques agricoles en développant l'agroforesterie sont nécessaires.

Les approches différentes des causes du changement climatique amènent à des différences dans les conclusions.

1. L'approche suivant le cycle du carbone

Le réchauffement climatique provoque des événements climatiques violents, la réduction des émissions de gaz à effet de serre est la solution au réchauffement climatique.

En suivant la démarche initiée par le traité de Kyoto, l'influence des forêts sur le réchauffement climatique est envisagée du point de vue du cycle du carbone, c'est-à-dire du carbone stocké dans les arbres et les sols suite à la photosynthèse. Le réchauffement climatique doit amener une augmentation de l'évaporation sur les océans, donc une plus grande humidité moyenne – très différenciée suivant les régions, les régions subtropicales et méditerranéennes pouvant connaître une baisse de la pluviométrie, qui augmenterait par contre dans les moyennes et hautes latitudes, avec un radoucissement des températures.¹²

Suivant cette approche, selon Jean Jouzel, si la vapeur d'eau est le principal gaz à effet de serre « on n'agit pas directement sur la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère par nos activités, mais indirectement on influence cette quantité... comme la surface de l'océan est plus chaude, il y a plus d'évaporation, et donc de vapeur d'eau dans l'atmosphère », ce qui « amplifie le réchauffement climatique »¹³. Dans *L'Origine du monde*, Marc-André Selosse résume bien l'analyse du GIEC au sujet de la vapeur d'eau : « quels gaz contribuent à l'effet de serre ? La vapeur d'eau (l'eau sous forme gazeuse) a le plus grand rôle (60 %) : mais sa présence, régulée par les évaporations et les précipitations, est peu influencée par les activités humaines et contribue peu au changement climatique actuel »¹⁴. Le rôle de la vapeur d'eau n'est considéré que pour son rôle en tant que gaz à effet de serre, à l'origine du réchauffement climatique.

Le rôle des forêts, et plus largement de la végétation, est vu comme un moyen de stocker du carbone – donc d'en réduire le taux dans l'atmosphère pour limiter le réchauffement climatique. Suivant l'approche au niveau du cycle du carbone, les diverses conséquences du changement climatique sont liées au réchauffement climatique : la perte de biodiversité est perçue à travers les

¹²Hervé le Treut, Jean-Marc Jancovici, *L'effet de serre Allons-nous changer le climat* - Flammarion 2004

¹³Jean Jouzel, *Climats passés, climats futurs* CNRS éditions 2019

¹⁴Marc-André Selosse, *L'origine du monde – Actes Sud* 2021

perturbations de la reproduction des animaux dues au réchauffement¹⁵ ou à la difficulté des plantes et des animaux à s'adapter à un réchauffement si rapide¹⁶, la multiplication et l'intensification des phénomènes extrêmes sont analysées comme conséquences du réchauffement lié à l'effet de serre¹⁷, de même que l'intensification des ouragans tropicaux et l'élévation du niveau des mers et leur acidification¹⁸.

2. L'approche suivant le cycle de l'eau et du carbone

Elle concerne le changement climatique avec assèchement des sols et événements climatiques violents, l'arrêt de la déforestation, la reforestation et le changement des pratiques agricoles comme solutions pour rétablir le cycle de l'eau.

Si maintenant on se place dans l'optique du cycle de l'eau, la vapeur d'eau intervient de plusieurs manières au niveau du climat :

- Par l'évapotranspiration des végétaux en générant sur place du *rafraîchissement*. On a ici un effet inverse du réchauffement climatique. Le phénomène est connu, un jour d'été, la température est toujours inférieure d'autour de deux degrés environ sous des arbres ou en forêt par rapport à la température dans un lieu découvert. Cette évaporation joue sur le climat local : elle ne réduit la température que localement. Au niveau thermodynamique, c'est la chaleur latente d'évaporation stockée dans la vapeur d'eau qui va former les nuages. Lorsque ceux-ci se transforment en pluie, cette chaleur est libérée, au-dessus des nuages. *Au niveau thermique global, le bilan est donc nul*, le cycle de l'eau a joué un rôle d'ascenseur à chaleur, la prenant sur la végétation près du sol et la rendant ailleurs dans la haute atmosphère. Mais il y a eu un rafraîchissement au niveau local.
- Si maintenant on considère les échanges thermiques suivant la couverture du sol, la proportion de rayonnement solaire utilisée pour la photosynthèse dans un champ densément planté est de 1 %. Cette énergie est utilisée pour dissocier deux molécules d'eau et une de

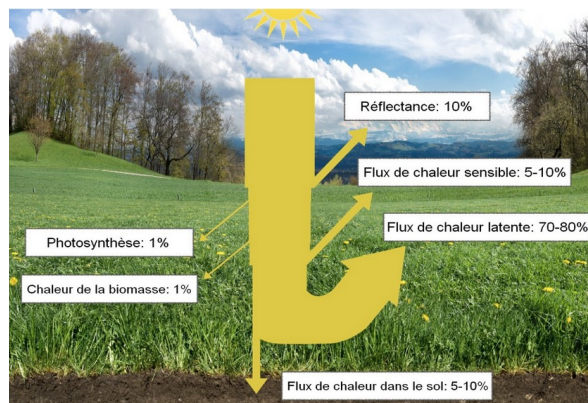


Figure 1: Distribution de l'énergie solaire incidente sur la végétation¹

Fig 1 PNUE travailler avec les plantes, les sols et le climat et réhydrater les paysages sur la Terre¹⁹

15Naomi Klein, Tout peut changer – Actes Sud 2015

16Hervé Le Treut, Jean-Marc Jancovici, op. cité

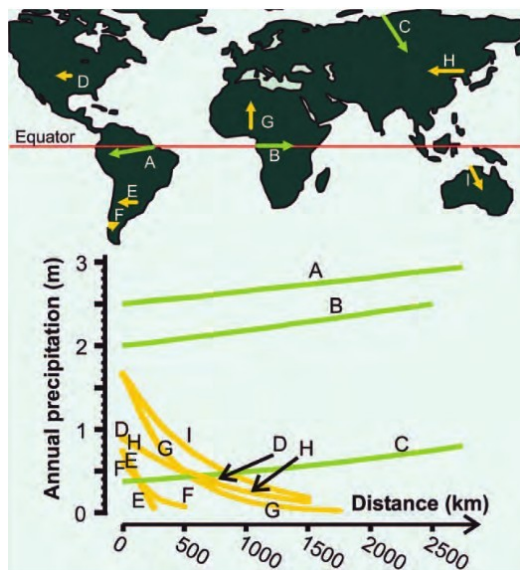
17idem

18 William Nordhaus, le Casino climatique 2019

19 Pokorny J et al. Solar energy dissipation and temperature control by water and plants International Journal of Water 5, 311 (2010)

CO₂ pour former une molécule de glucose, une molécule de dioxygène et une nouvelle molécule d'eau : c'est ainsi que les plantes stockent le carbone tout en produisant de l'oxygène. Une autre partie du rayonnement solaire est réfléchi (10 %), une partie réchauffe l'environnement, une autre chauffe le sol (5-10%) et le reste sert à évaporer de l'eau amenée par les plantes (évapotranspiration 70 à 80 %), c'est la chaleur latente d'évaporation. La répartition est similaire sur une forêt.

- L'évapotranspiration des plantes est de beaucoup le phénomène dominant pour celles-ci. Pour une molécule de CO₂ transformée en oxygène et en glucose, c'est environ 200 molécules d'eau qui sont évaporées²⁰, et un litre d'eau évaporée, c'est à 20°, 1,334 m³ de vapeur d'eau et 0,68 kwh de chaleur latente²¹ de rafraîchissement. Sur une forêt déforestée, à l'inverse, il y aura peu d'évaporation et un maximum de réchauffement du milieu, avec des températures de surface élevées au sol, qu'il soit nu ou couvert d'herbe. Une estimation du réchauffement biophysique (action du rayonnement solaire en fonction de la couverture du sol) par rapport au réchauffement géochimique (effet du CO₂ dans l'atmosphère) a été évaluée à 18 %²². Cette action est locale, fonction de l'occupation du sol et de sa couverture végétale, ou de l'absence de celles-ci. C'est ce phénomène qui explique les températures de surface élevées sur les zones totalement déforestées (« coupes à blanc »), sur les champs de céréales avant la moisson, ou sur les zones urbanisées (« îlots chauds urbains »).



- L'effet de la transpiration des arbres dans les forêts se traduit par des flux de vapeur d'eau, qui vont générer des pluies. Ces flux de vapeur s'ajoutent à l'humidité venant de la mer. Si le couvert forestier est continu depuis la mer, les courants humides pourront être transportés sur des milliers de kilomètres et générer des pluies qui, d'après Douglas Sheil et alt. (voir illustration) s'accroissent avec la distance de la mer, alors que sans forêt, les pluies décroissent presque exponentiellement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer, jusqu'à parfois s'annuler.
- Les courants de vapeur d'eau en haute atmosphère, chargés d'humidité par

l'évaporation des forêts forment des rivières aériennes de vapeur (échelle logarithmique)

accroissement ou déclin des précipitations suivant la présence de forêts qui alimentent les pluies sur les continents, particulièrement dans le cas des grandes forêts (Amazonie, Afrique Centrale, Sibérie, Asie du sud-est)²³.

20 Anastassia Makarieva No trees no rain Présentation au webinaire du 21/10/2022

21 Jan Pokorny Erasmus project education for Plant Literacy <https://planteducation.eu> présenté au webinaire

No trees no rain du 21/10/2022

22 Alkama R., Cascatti A. 2016 <https://doi.org/10.1126/science.aad7270> cité par Anastassia Makarieva ibid.

23 PNUE ibidem

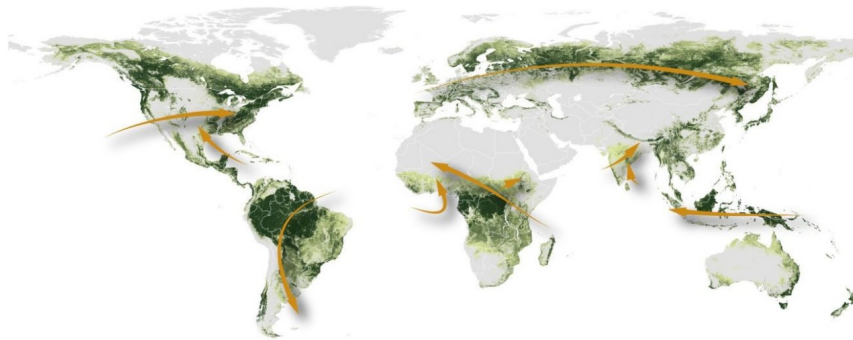


Figure 3 : Les rivières volantes transportent la vapeur d'eau sur de longues distances couvertes par les forêts, qui jouent un rôle essentiel dans la création de cette vapeur, agissant comme une pompe à eau massive en absorbant et en libérant des milliards de litres d'eau sous forme d'humidité.

Graphique: Stefan Schwarzer, UN Environment/GRID-Genève

Illustration : document PNUE cité ci-contre

- La présence ou non de forêts a un effet important sur les précipitations. En cas de déforestation, une diminution de la pluviométrie a été constatée. De nombreux cas ont été étudiés : sur l'île de Bornéo, la déforestation pour planter des palmiers à huile a eu pour conséquence une baisse de la pluviométrie, en même temps qu'une élévation des maxima de température²⁴, deux conditions défavorables pour la culture des palmiers à huile, ce que a amené Douglas Sheil, l'un des auteurs, à parler de pour Bornéo de « suicide à l'huile de palme » dans une interview²⁵. Des études de température de surface sur les zones boisées sont un moyen de visualiser l'évapotranspiration des végétaux. Des études dans le nord-est de la Bohême (Tchéquie) et en Saxe (Allemagne) montrent le déclin de l'évapotranspiration en cas de baisse de la couverture arborée, ou de mauvais état sanitaire de celle-ci, comme cela a été le cas dans les années 1980 avec les dépôts de dioxyde de soufre. À l'inverse, lorsque en 2004 la forêt a été à nouveau en bon état sanitaire, l'évapotranspiration a retrouvé des niveaux importants. Des constatations similaires ont été faites sur la forêt Mau au Kenya, à 150 km au nord-ouest de Nairobi, qui est passée de 5 200 km² en 1986 à 3 400 km² en 2006 en raison de la déforestation, avec une baisse importante de l'évapotranspiration sur les zones déforestées, atténuée sur les plantations d'arbres à croissance rapide.²⁶ La déforestation a eu des conséquences dramatiques : baisse des précipitations, diminution des écoulements causant un manque d'eau au niveau des lacs, des villes et des rivières. Cette zone alimentait 12 rivières et 6 grands lacs, dont le lac Victoria. Le nouveau barrage Sondu-Miri, construit sur la rivière du même nom, n'a jamais pu produire les 60 MW escomptés, suite au manque de pluies ou aux inondations.²⁷
- Une part importante des pluies des continents est recyclée plus loin. L'évapotranspiration du continent Eurasiatique est responsable de 80 % des ressources en eau de la Chine, et la forêt amazonienne contribue à plus de 70 % aux pluies sur le bassin du Rio de la Plata ; la source principale des pluies du bassin du Congo est l'humidité évaporée de l'Afrique de l'Est, particulièrement de la région des grands lacs, et à son tour le bassin du Congo est la source

24 McAlpine C.A. and alt. Forest loss and Borneo's climate *Environ.Res.Lett.* 13 (2018) 044009

25 Voir mon article <https://blogs.attac.org/paix-et-mutations/article/deforestation-et-incendies-en-amazonie-quelles-consequences-pour-le-climat-de>

ainsi que <https://fr.mongabay.com/2019/09/moins-forets-moins-precipitations/>

26 Eiseltova M. and alt. Evapotranspiration – A driving force in landscape sustainability https://www.researchgate.net/publication/221922386_Evapotranspiration_A_Driving_Force_in_Landscape_Sustainability

27 Harper, D., Pokorný, J., Hesslerová, P., Pacini, N., Morrison, Ed-. Infrared images document "how vegetation regulates the temperature and the water cycle in a tropical catchment". SIL XXXII Congress, 4 – 9 August 2013, Budapest, Hungary cité dans mon article <https://blogs.attac.org/paix-et-mutations/article/eau-et-climat-place-aux#nb3>

majeure d'humidité du Sahel. La diminution de l'évaporation suite à la déforestation peut favoriser sous les vents la sécheresse là où les niveaux de précipitation étaient bas.²⁸

- La déforestation amène une réduction des précipitations, qui peut avoir des conséquences économiques comme la baisse des rendements agricoles ou hydroélectriques. La conversion de forêts en pâturages ou en champs cultivés favorise la dégradation des sols, ce qui réduit leur capacité à stocker l'eau et l'infiltration.²⁹
- La déforestation augmente la chaleur sensible sur les zones déforestées et y réduit l'évapotranspiration qui générerait de l'humidité tout en modérant la température. Cela a un effet sur le réchauffement des sols et en conséquence sur la différence de température entre terres et océans. Selon Makarieva et al. Ceci pourrait expliquer le blocage de l'anticyclone lors des vagues de chaleur en été sur le continent Eurasiatique, ainsi qu'un assèchement, un accroissement des vents violents, des inondations et des sécheresses. La perte de forêts primaires en Russie (déforestation, incendies) pourrait jouer un rôle³⁰.
- Planter des arbres dans des zones agricoles avec l'agroforesterie a un effet de rafraîchissement, et la préservation d'espaces verts en ville limite les extrêmes de température.³¹

3. Le rôle de la biodiversité

Les écosystèmes sont sévèrement altérés sur 75 % du milieu terrestre par la déforestation, l'usage des pesticides en agriculture, l'artificialisation des sols, la surpêche, la pollution par les plastiques... Le changement d'usage des terres et de la mer, la pollution met en danger de nombreuses espèces.³² L'usage des intrants agricoles et des pesticides a considérablement réduit les populations d'insectes, y compris les insectes pollinisateurs : la chute du nombre d'abeilles est liée en particulier à l'emploi des néonicotinoïdes. La diminution des haies, des arbres isolés dans les champs vont dans le même sens. Une transition vers l'agroforesterie favoriserait la restauration des écosystèmes.

La biodiversité la plus importante est celle que nous ne voyons pas : les micro-organismes qui assurent la dégradation des végétaux et la reconstitution des sols en créant l'humus. Ceci va des plus gros, les lombrics, à d'autres à peine visibles (collemboles, acariens, nématodes) puis les champignons du sol, avec les réseaux mycorhiziens qui transportent vers les racines eau, nutriments, minéraux et enfin les bactéries du sol qui contribuent à rendre assimilables par les plantes la matière organique dégradée.³³ Leur population est très impactée par les mauvaises pratiques agricoles, ce qui nuit au renouvellement des sols, dont le taux de matière organique a été divisé par deux depuis 1950 sur les sols européens. La population de vers de terre est passée de deux tonnes par hectare à moins de 50 kg par hectare en 50 ans³⁴. Marcel Bouché attribue cette chute sur de nombreux sols au passage des charrues, aux pesticides et au sol nu³⁵.

4. Le rôle des sols et de leur couverture

28 Van der Ent and alt. Origin and fate of atmospheric moisture over continents (2010) <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010WR009127>

29 Eiseltova M., ibidem

30 Makarieva A.M. and alt Vegetation Impact on Atmospheric Moisture Transport under Increasing Land-Ocean Temperature Contrasts

31 Eiseltova M., ibidem

32 <https://www.natura-sciences.com/comprendre/ipbes-perte-biodiversite-mondiale.html>

33 Marc-André Selosse - Jamais seul (Actes sud 2017)

34 Lydia et Claude Bourguignon – Manifeste pour une agriculture durable (Actes sud 2017)

35 Marcel Bouché – Des vers de terre et des hommes (Actes sud 2014)

Les sols sont le support de la croissance des plantes. À de multiples reprises au cours de l'histoire de l'humanité, celle-ci les a détruits en amenant la disparition de l'humus. Dès l'aube de notre civilisation, le labour sur les versants de l'Attique a amené la perte de l'humus emporté dans les vallées par le ruissellement, et la disparition progressive des cultures de céréales sur les pentes, au profit des oliviers, profondément enracinés.

En Mésopotamie, ce sont les siècles d'irrigation qui ont amené la salinisation des sols, compromis les cultures de céréales, puis amené la désertification. En Marussie (Maroc, Algérie, Tunisie) à l'époque de l'Empire romain, le labour a favorisé la perte de la couche supérieure d'humus dans ce qui était le grenier de Rome, après la chute des cultures de céréales dans le Latium. Les déforestations massives de forêts de cèdres pour gagner des terres cultivables puis pour construire la flotte phénicienne avaient préparé l'évolution vers une zone aride. Bien plus tard aux États-Unis, la conquête de l'Ouest a été un abandon périodique de terres épuisées en particulier par la culture du tabac, pour aller chercher des terres fertiles nouvelles plus loin. Et, plus récemment dans les grandes plaines des États-Unis, l'érosion hydrique ou l'érosion éolienne avaient emporté, des épaisseurs de terre superficielle, dont l'humus, sur plusieurs dizaines de centimètres voire plus d'un mètre, comme au cours du Dust Bowl des années 1930. C'est ce qui avait conduit à la naissance de l'agriculture de conservation, pour conserver les sols avec le non-labour et la couverture permanente du sol.³⁶

Un autre exemple est révélateur des conséquences du surpâturage en Afrique : en 1972, les pluies furent absentes dans le Sahel, où la population avait triplé depuis les années 1930 et les troupeaux doublés. Ceux-ci furent décimés lors de la famine qui s'ensuivit, des millions de réfugiés se déplacèrent vers les faubourgs des villes et entre cent mille et un quart de million de personnes moururent de faim. Pourtant, dans le désert sec à la terre craquelée, un pentagone vert fut observé par un satellite de la NASA : c'était une zone clôturée, où était pratiqué le pâturage tournant, où donc le bétail n'avait pas arraché les bases des touffes d'herbe, là où elles repoussent. Preuve que si le déclencheur de la famine avait été le climat, ce qui avait amené un désastre était les mauvaises pratiques agricoles et le surpâturage.³⁷

5. Changer de narratif sur le climat

Reconnaître pleinement le rôle de la perturbation du cycle de l'eau par la modification de la couverture du sol est essentiel : au premier chef, il s'agit de la déforestation, ensuite des mauvaises pratiques agricoles et de l'artificialisation des sols avec l'urbanisation.

Cela diminue l'évapotranspiration des végétaux et la pluviométrie, les extrêmes climatiques sont favorisés. Alors que le réchauffement climatique peut amener des évolutions de pluviométrie dans un sens ou l'autre, suivant la région et la latitude, l'effet de la perturbation du cycle de l'eau est uniforme : une baisse des précipitations, accrue par le réchauffement climatique.

La forêt amazonienne, lorsque le point de basculement sera atteint, se transformera progressivement en savane, avec des îlots de forêt qui disparaîtront peu à peu. La pompe biotique qui attire l'humidité de la mer ne fonctionnant plus, l'humidité qui irrigue le quadrilatère au centre du continent disparaîtrait (c'est la zone à l'ouest de São Paulo, la plus prospère du Brésil et qui regroupe le plus d'activités) et celui-ci devient considérablement plus sec. Dans le pire des cas, le Brésil ressemblerait ensuite à l'Australie actuelle : un grand désert, avec en bordure sur un côté des zones plus humides près de la mer.³⁸

36 David R. Montgomery - The Erosion of Civilizations - University of California Press 2008

37 ibidem

38 Antonio Donato Nobre The Future Climate of Amazonia (2014). Voir aussi l'excellent film produit par Arte « le mystère des rivières aériennes en Amazonie » de Nicolas Tissot. A. D. Nobre y explique l'évolution de la forêt sous le coup de la déforestation, et Anastassia Makarieva présente ses travaux sur la forêt en Sibérie et la théorie de la pompe biotique. Les premières conséquences

Au niveau de la planète, l'assèchement et la progression vers la désertification, différés dans les zones tempérées par le réchauffement des mers, est l'aboutissement ; l'équilibre du climat de notre planète est assuré par la végétation et la vie, qui permettent la reproduction du système vivant et rendent notre planète habitable. Mais cet équilibre est instable, et un autre point d'équilibre est l'évaporation progressive des océans qui existe en deux versions sur les planètes proches : une version froide sur Mars et une version chaude sur Vénus.³⁹ Ces scénarios sont bien pires que les scénarios basés sur le réchauffement climatique.

Se basant sur une analyse fondée essentiellement sur le cycle de l'eau, la note prospective du PNUE indique en conclusion « L'arrêt de la déforestation, l'augmentation de la reforestation et la mise en œuvre de pratiques agroforestières sont obligatoires si nous voulons réussir à éviter une catastrophe climatique »⁴⁰.

En limitant ses objectifs à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le GIEC écarte des causes du changement climatique la perturbation du cycle de l'eau. En conséquence, il considère les solutions à cette perturbation comme relevant de « l'atténuation » du changement climatique, et il ne peut qu'en sous-estimer l'importance de la cause essentielle, la déforestation ; son arrêt complet et immédiat devrait être la toute première exigence. C'est pourtant un objectif bien plus facile à atteindre que la réduction des émissions de gaz à effet de serre. La reforestation et la transition agricole mondiale avec une rupture complète par rapport au modèle agricole actuel seraient ensuite des objectifs faisant l'objet d'échéances à fixer au niveau international.

6. Peut-on sauver les conférences sur le climat ?

Elles piétinent sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre, n'arrivant pas à atteindre les objectifs fixés par la conférence de Paris.

Quant à leur demander de prendre en compte le cycle de l'eau, ce n'est pas conforme à leur fondement même tel qu'il a été gravé dans le marbre au moment de la Convention Cadre sur le changement climatique de 1992, au début du processus des conférences sur le climat, à une époque où le rôle du cycle de l'eau sur le climat n'était sans doute pas connu ou plutôt avait été oublié, car dès la fin du XVIII^e siècle François-Antoine Rauch avait fait le lien entre grand cycle de l'eau et climat, et que peu après, François Arago, au début du XIX^e siècle, avait mis en avant la relation entre forêts et climat⁴¹.

La décision d'inclure le cycle de l'eau doit donc venir des politiques, mais en ont-ils envie et sont-ils conscients : la réponse est non. La société civile est sans doute la seule à pouvoir jouer son rôle. Il est possible, en restaurant le cycle de l'eau localement, de restaurer le climat et même de faire revenir la pluie.

À l'occasion de la COP 27, le Pr. Rajendra Singh et la Pr. Indira Khurana ont publié Rejuvenation of Rivers⁴² où ils montrent comment, en restaurant le cycle de l'eau, une région semi-désertique du Rajasthan est devenue luxuriante en 35 ans et sept rivières qui étaient asséchées y coulent à

visibles sur la zone à l'ouest de São Paulo et sur le débit de la cascade Iguazu sont montrées.

39 Victor Gorshkov, V.V. Gorshkov, Anastassia Makarieva - Biotic regulation of the environment - Springer Praxis éd. 2000, voir aussi le site bioticregulation.ru où l'équilibre instable du climat est montré.

40 PNUE note prospective 25 Ibidem xxiii

41 Les révoltes du ciel – Jean-Baptiste Fressoz, Fabien Locher – Éd. du Seuil 2020

42 Pr. Rajendra Singh Pr. Indira Khurana - Rejuvenation of Rivers – Climate Resilience / Livelihoods / Dignity / Living Examples
<https://himalayaview.org/wp-content/uploads/2022/08/River-Rejuvenation-final.pdf>

nouveau. D'autres expériences existent : la replantation de la forêt le long du Rio Doce au Brésil par Sebastião Salgado et Lélia Wanick Salgado à la place de prairies dégradées et ravineées, qui avaient été créées après une déforestation⁴³ : avec les arbres, l'humidité, les sources autrefois tarées et la biodiversité sont revenus ; en Arabie Saoudite à Al Bayda, le blocage du ruissellement des eaux de pluie et leur infiltration a permis le verdissement d'une zone que le surpâturage avait désertifiée puis a fait revenir les précipitations, en Égypte, le reverdissement du Sinaï doit commencer par la restauration du lac Bardawil, proche de la Méditerranée⁴⁴.

Même avec le réchauffement climatique, la restauration du cycle de l'eau peut amener des pluies et un rafraîchissement du climat par la diminution de la chaleur sensible rayonnée par les sols grâce à l'évapotranspiration des plantes. Une reforestation massive, une transition agricole à l'échelle mondiale, outre restaurer le cycle de l'eau, doivent permettre une restauration des sols, un stockage de carbone par les arbres, les végétaux et les sols dans l'humus, et donc une importante réduction du taux de CO₂ dans l'atmosphère : ainsi, en intégrant la restauration du cycle de l'eau dans les objectifs climatiques, c'est une solution bien plus globale au changement climatique qui devient possible.

Cycle du carbone, cycle de l'eau, biodiversité dans les milieux naturels et dans les sols, l'humanité a tout perturbé et détruit. L'enrichissement d'une poignée de multinationales prédatrices s'est fait sur l'extractivisme massif des ressources naturelles ou fossiles, avec partout la substitution aux mécanismes de la vie des procédés chimiques et industriels procurant des profits.

Les cycles du carbone, de l'eau, biodiversité des milieux naturels et des sols sont intimement liés dans leur fonctionnement. C'est donc *l'ensemble qu'il faut restaurer*, en travaillant « avec les plantes, les sols et l'eau pour refroidir le climat et réhydrater les paysages de la Terre »⁴⁵.

Changement climatique, réchauffement climatique, perturbation du cycle de l'eau et biodiversité sont des facettes d'une même réalité, ils doivent être traités ensemble et non isolément.

Agir avec le vivant et non à sa place ou contre lui, doit permettre de restaurer l'ensemble des cycles de la vie, pour faire à nouveau de notre belle planète bleue un lieu où le vivant s'épanouisse et où il foisonne.

43 Instituto Terra <https://institutoterra.org/>

44 Hydrater la Terre, le rôle oublié de l'eau dans la crise climatique d'Ananda Fitzsimmons, éd. La Butineuse 2021

45 Titre du document du PNUE cité ci-dessus.