

Quand les forêts font tomber la pluie

Les forêts sont plus que des puits de carbone et des refuges pour la biodiversité : grâce à l'évapotranspiration, elles fabriquent de la pluie. Cette eau rend de multiples services, notamment pour la sécurité alimentaire mondiale.

[Alice Bomboy](#)

20 décembre 2025 à 11h35

Évoquez le terme « forêt », et deux images vous viennent en tête. Celle d'un monde verdoyant et fourmillant d'espèces sauvages. Ou celle, plus pragmatique, d'un immense puits de carbone, réservoir naturel absorbant les excès de notre civilisation, dont les activités saturant notre atmosphère en CO₂. Une autre image aurait toute sa place : celle de forêts capables de donner naissance à des pluies, formant de véritables « rivières volantes invisibles », permettant entre autres d'arroser les terres agricoles mondiales, comme le souligne un récent article [publié dans Nature Water](#).

À la base de ces ondées forestières, l'évapotranspiration, au cours de laquelle l'eau est transportée depuis le sol vers l'atmosphère grâce aux plantes. Après avoir été captée par les racines, puis avoir circulé dans le xylème, un grand réseau de vaisseaux faits de cellules mortes permettant d'acheminer la sève brute jusqu'aux feuilles, l'eau est relâchée à leur surface au niveau de stomates, sortes de petites portes s'ouvrant ou se refermant en fonction des conditions climatiques extérieures.

« Ce phénomène est en tous points fascinant, s'enthousiasme Jean-Martial Cohard, chercheur à l'Institut des géosciences de l'environnement, à Grenoble (Isère). De l'eau s'évapore, alors qu'il n'y a bien évidemment pas d'ébullition. Dans l'atmosphère, la pression partielle de la vapeur d'eau est très inférieure à celle de l'eau liquide. Du fait de cette différence de pression, les molécules d'eau liquide ne demandent qu'à passer en phase vapeur, ce qui se produira si une source externe d'énergie est apportée, comme le rayonnement solaire, et ce, jusqu'à ce que l'air soit saturé en vapeur d'eau. À des échelles micrométriques, les stomates régulent ces flux d'eau par des processus physiologiques en réaction aux conditions environnementales. »

Arrivée précoce des pluies

Souvent, sur les clichés représentant la jungle amazonienne ou le bassin du Congo, d'épaisses masses nuageuses enveloppent la canopée : celles-ci proviennent de la vapeur d'eau issue de ce processus d'évapotranspiration et qui, une fois condensée, devient ainsi visible. *« Les mécanismes permettant à cette humidité forestière, et plus largement végétale, d'exister, sont connus depuis le XVIII^e siècle. Mais il a fallu attendre les années 1970 pour que leur importance soit objectivée : [des études](#) montrèrent que près de la moitié des précipitations arrosant l'Amazonie centrale provenait d'eau qui avait évapotranspiré de la forêt elle-même*, raconte Henrique de Melo Jorge Barbosa, de l'université du Maryland, aux États-Unis. *Ce fut une révolution dans notre compréhension du cycle hydrologique amazonien. »*

Les pluies issues de la transpiration forestière préconditionnent l'atmosphère à former les orages typiques de la mousson.

Camille Risi, chercheuse au Laboratoire de météorologie dynamique

Dans cette région, les pluies débutent deux ou trois mois avant que des vents saisonniers ne commencent à apporter de grandes quantités d'air humide océanique, marquant le début de la saison des pluies, de novembre à avril. Des données tirées d'observations satellitaires avaient déjà montré que cette arrivée précoce des pluies semblait coïncider avec un verdissement accru de la forêt, résultant d'un déploiement massif de nouvelles feuilles – une corrélation qui laissait les spécialistes soupçonner que cette humidité prématurée émanait du processus d'évapotranspiration de la végétation. En théorie.

Des [scientifiques ont eu l'occasion de le vérifier en 2017](#). Grâce aux données récoltées [par Aura](#), un satellite appartenant à la Nasa et dédié à l'analyse chimique de l'atmosphère, ils ont remarqué que l'humidité présente au-dessus des forêts (on parle d'« eau verte ») en amont de la saison des pluies était plus « lourde » que l'humidité s'évaporant habituellement des océans (« eau bleue »), à l'origine de l'essentiel des précipitations de la mousson.

La signature de l'évapotranspiration

Chaque molécule d'eau est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Mais chacun de ces atomes peut exister sous différentes formes, appelées isotopes, dont le poids diffère en fonction de leur nombre de neutrons (les particules de charge nulle à l'intérieur d'un atome). Quand l'eau s'évapore à la surface océanique, elle laisse derrière elle les molécules comprenant du deutérium, un isotope lourd de l'hydrogène – la vapeur océanique est alors plus légère. Les plantes, quand elles évapotranspirent, ne font pas cette distinction : l'eau qu'elles rejettent au niveau de leurs stomates a la même composition isotopique que celle qu'elles ont puisée dans le sol.

À lire aussi

[Quand les arbres sèment des « graines de nuages »](#)

25 novembre 2023

Bien que cette technique reste approximative, les signatures isotopiques différentes entre l'eau « verte » et « bleue » ont conforté les scientifiques dans leur hypothèse : l'humidité qui s'accumule précocement au-dessus de l'Amazonie serait bien d'origine forestière – car plus « lourde », c'est-à-dire plus chargée en deutérium que ne l'est son homologue océanique.

Les effets de cette humidité forestière anticipée ne s'arrêtent pas là. Pour que les pluies diluviennes typiques de la mousson se mettent à tomber, il faut que l'air soit très humide. « *Il se passe la même chose en été sous nos latitudes*, explique Camille Risi, chercheuse au Laboratoire de météorologie dynamique, à Paris, et coautrice de cette étude. *Lorsque l'air est instable, des parcelles d'air humide se réchauffent à proximité du sol et s'élèvent. En altitude, elles se refroidissent et condensent, formant des nuages de type cumulus.* »

Mais l'air, autour de ceux-ci, reste trop sec : les gouttelettes nuageuses s'évaporent et les nuages disparaissent. En mourant, ils humidifient malgré tout l'atmosphère. « *Au fur et à mesure des cycles d'apparition et de disparition des nuages, l'atmosphère finit par être suffisamment chargée en vapeur d'eau, un orage se forme et de grandes quantités de pluies sont produites*, poursuit la spécialiste. *On observe ces mêmes mécanismes en Amazonie : les pluies issues de la transpiration forestière préconditionnent l'atmosphère à former les orages typiques de la mousson.* »

Une pluie essentielle à l'agriculture

Alors que le changement climatique fait peser toujours plus de menaces sur la sécurité alimentaire mondiale, une question restait mal étudiée : cette humidité forestière a-t-elle un impact quantifiable sur la production agricole ? L'humidité d'origine forestière, soumise à différents mouvements des masses d'air dans l'atmosphère, ne reste en effet pas cantonnée au-dessus des forêts qui l'ont relâchée.

« *La vapeur d'eau peut rester confinée dans la couche limite de notre atmosphère, épaisse d'environ un kilomètre au-dessus de la surface, et retomber en précipitations locales, à quelques dizaines de kilomètres, dans la journée*, précise Jean-Martial Cohard. *Exportée en dehors de cette couche et poussée par le vent, elle peut aussi se déplacer bien plus loin et générer des pluies. Celles-ci pourront être transpirées une nouvelle fois par la végétation et précipiter, encore et encore. Finalement, des masses d'eau considérables sont déplacées grâce à ces "rivières volantes" et peuvent avoir des impacts régionaux, voire continentaux.* »

Une équipe de scientifiques vient justement de croiser des données de façon inédite : celles sur les déplacements d'humidité dérivée des forêts et les zones où celle-ci tombe en pluie ; et celles relatives au réseau agricole, qui précisent quelle culture est pratiquée dans quelle zone, combien d'eau elles nécessitent et comment les récoltes sont acheminées sur le marché international.

Le défi consiste à éviter de considérer les flux d'humidité comme des marchandises à échanger ou à contrôler.

Henrique de Melo Jorge Barbosa, de l'université du Maryland

[Leurs résultats](#) révèlent l'importance des précipitations nées de la canopée pour irriguer les champs nourrissant l'humanité : grâce à leurs pluies, les forêts soutiendraient 18 % de la production agricole mondiale et 30 % des exportations mondiales. Les zones agricoles de 155 pays recevraient également jusqu'à 40 % de leurs précipitations en provenance de forêts implantées dans d'autres pays.

Rivières volantes transfrontalières

C'est le cas des forêts brésiliennes qui, en plus d'arroser les terres agricoles de leur propre pays, fournissent aussi des pluies au Pérou, en Bolivie, en Équateur, au Paraguay, en Uruguay et en Argentine. Ces pays exportent leurs productions agricoles vers l'Europe, l'Asie, l'Afrique et l'Océanie, rendant de fait ces régions dépendantes des forêts brésiliennes. Exemple non moins éloquent : celui de l'Ukraine, dont la production agricole est très dépendante de l'humidité fournie par les forêts de son voisin et actuel agresseur, la Russie.

« Ces chiffres sont tout à fait novateurs, estime Henrique de Melo Jorge Barbosa. Les précédentes recherches se limitaient à dire que la déforestation pouvait réduire les pluies sur les zones situées dans la direction du vent, ou que les forêts contribuaient aux précipitations régionales. Là, ces idées se sont transformées en chiffres et nous permettent d'appréhender la conservation des forêts comme une question de sécurité alimentaire mondiale, et non plus uniquement par le prisme écologique : les forêts, notamment tropicales, implantées en particulier dans les pays en voie de développement, font partie de l'infrastructure cachée qui soutient l'agriculture mondiale et son commerce. »

Inscrire le sujet des « rivières volantes » et leur protection à l'agenda politique international présente des avantages évidents, comme d'encourager de nouvelles formes de coopération, de financement et de responsabilité partagée entre pays interdépendants.

« Il y a aussi des risques, prévient le spécialiste américain. Les “rivières volantes” pourraient finir par être considérées comme des atouts stratégiques, ce qui entraînerait des tensions si les choix d'utilisation des terres d'un pays menaçaient l'agriculture d'un autre pays dépendant des précipitations. Le défi consiste à éviter de considérer ces flux d'humidité comme des marchandises à échanger ou à contrôler, et les traiter plutôt comme des services climatiques partagés qui nécessitent une gestion collective. »

À lire aussi

[Face au dérèglement climatique, les arbres ont de la ressource... génétique](#)

19 juillet 2025

La comparaison avec la situation actuelle sur les rives du Nil est tentante : l'Éthiopie vient d'y inaugurer un immense barrage que son voisin égyptien qualifie de *« menace existentielle »* pour son approvisionnement en eau. Des pays, détenteurs de forêts, pourraient-ils avoir l'idée saugrenue de construire des « barrages atmosphériques » ? Peu de chance d'y parvenir : hormis quelques expériences de taille limitée et aux impacts incertains d'[ensemencement des nuages](#), qui consiste à injecter différentes substances dans l'atmosphère afin de provoquer des précipitations locales, les pluies restent globalement dirigées par des dynamiques atmosphériques, et non la géo-ingénierie humaine.

« Il serait tout aussi aberrant qu'un pays abatte ses forêts dans le but de garder l'eau qui tombe dans ses nappes ou dans ses rivières, plutôt que de la laisser s'échapper chez un voisin, juge Jean-Martial Cohard. Les “rivières volantes” déplacent l'eau sur de grandes distances, mais par petits pas. Elles bénéficient donc d'abord aux pays qui possèdent les grandes forêts avant de traverser la frontière. »

[Alice Bomboy](#)