

# Le cycle mondial de l'eau et ses répercussions naturelles

---

Henri Rougier

Avec l'air, l'eau est le principal agent externe qui modifie inlassablement la forme et la structure de la surface terrestre.

À l'état de vapeur, l'eau existe dans l'atmosphère, suite à l'évaporation continue qui se produit à la surface des océans, des mers et des lacs. La condensation dans l'atmosphère donne naissance aux nuages, qui se déversent en pluie.

Arrivée au niveau du sol, une énorme partie de l'eau s'évapore à nouveau et remonte dans l'atmosphère. Une autre partie pénètre à travers les interstices du sol et, en s'accumulant dans le sous-sol, fournit l'alimentation des nappes souterraines, ces dernières réapparaissant à l'air libre sous forme de sources. Enfin une dernière partie des eaux pluviales s'écoule directement sur le sol. Cette eau de ruissellement forme le chevelu hydrographique par lequel les torrents deviennent des rivières, lesquelles alimentent les fleuves qui restituent l'eau à la mer, où elle s'évaporerait, bouclant ainsi ce que l'on désigne communément par « cycle de l'eau ».

Le thème de l'eau est l'un des plus importants en ce début du <sup>xxi</sup>e siècle car, au fur et à mesure que la population de la Terre augmente, la demande en eau s'accroît. Or l'eau est une ressource qui n'est pas aussi inépuisable qu'il y paraît et on constate de plus en plus de déséquilibres entre les quantités disponibles et la consommation par les hommes.

La géographie de l'eau sur la planète apparaît sous tant de facettes qu'il ne peut être question de tout traiter compte tenu des limites de pagination de ce livre. C'est pourquoi un choix a été nécessaire qui essaie, dans les divers chapitres qui suivent, de faire au mieux le tour de la question.

Il convient de se poser des questions simples : où est l'eau ? d'où vient-elle ? que fait-elle ? où va-t-elle ? Le cycle de l'eau permet de mieux comprendre ses actions sur et dans le sol. La torrencialité et ses effets constituent un thème essentiel dans une large aire de la planète : il s'agit de comprendre un phénomène mais aussi de s'interroger sur l'action des hommes vis-à-vis de lui.

L'eau est également au service des hommes : sous forme liquide ou solide, elle est un réservoir de puissance. Partout où cela est possible, des aménagements spécifiques ont pour mission de produire une énergie électrique à laquelle les hommes font de plus en plus appel. Mais de tout temps également, l'eau a été utilisée pour l'irrigation et, contrairement à ce que l'on imagine, pas uniquement dans les pays méditerranéens ou semi-arides. L'eau possède aussi une valeur touristique : les lacs, les cascades sont autant de lieux attractifs.

À diverses échelles spatiales, l'eau nous révèle une présence que l'on ne soupçonne pas toujours : certaines montagnes, sans qu'elles soient pour autant bien élevées, constituent un remarquable impluvium, d'où irradie un chevelu hydrographique impressionnant.

Dans un cas contraire, l'eau est aussi invisible (karst) ou a une action pernicieuse (glissements de terrain). Elle peut être dévastatrice tant en plaine qu'à la montagne.

Mais elle tient aussi et surtout une grande place dans les diverses approches de l'aménagement territorial : cela va du monde amphibie de la Camargue et de bien d'autres deltas à la parure que son passage peut donner aux villes (Paris, Berlin et tant d'autres).

Point n'est besoin d'en ajouter : l'eau est partout dans notre vie et nos pensées. Elle est un enjeu majeur qu'il appartient au géographe d'étudier sous toutes ses formes. Les pages qui suivent espèrent contribuer à une connaissance meilleure d'un élément dont la banalité n'est qu'une apparence bien trompeuse.

# Chapitre 1

## L'eau à la surface de la terre

---

La lecture d'une carte des quantités moyennes annuelles de précipitations à la surface des terres émergées de la planète fait immédiatement apparaître l'existence d'une zone humide de part et d'autre de l'équateur. C'est dans cette tranche des basses latitudes que se situent les régions pluvieuses les plus vastes du globe. On constate également que les quantités diminuent en allant de l'équateur vers les pôles mais au voisinage du tropique du Cancer (par exemple au Turkestan, en Arabie et au Sahara), une bande de minima ressort nettement. Dans l'hémisphère Sud (Australie, Kalahari), la même observation s'opère. Plus au nord et plus au sud, la diminution des quantités vers les hautes latitudes est à corrélérer avec une baisse progressive de l'évaporation elle-même en rapport avec le refroidissement généralisé de l'atmosphère. Celle-ci voit dans ses couches inférieures une diminution très marquée du taux de vapeur d'eau.

Par ailleurs, la répartition des précipitations à la surface de la Terre doit être mise en parallèle avec celle des pressions : la comparaison de la carte des isobares avec celle des pluies nous enseigne que les volumes reçus de part et d'autre de l'équateur coïncident avec une zone de « calmes ». Hors des aires montagneuses, les maxima se produisent au voisinage des zones de dépressions persistantes (minimum d'Islande) ou temporaires (Asie méridionale avec la mousson d'été). Lorsque les vents générés par les dépressions barométriques se heurtent aux continents, les quantités de précipitations peuvent être passablement élevées. Tel est le cas en Écosse et en Norvège, tout comme en Colombie britannique, où certaines régions de l'île de Vancouver, totalisent jusqu'à 4 mètres par an. Dans les Ghâtes occidentales, en Annam ou en Chine, les hauteurs de pluie sont considérables, en liaison avec la présence de reliefs élevés.

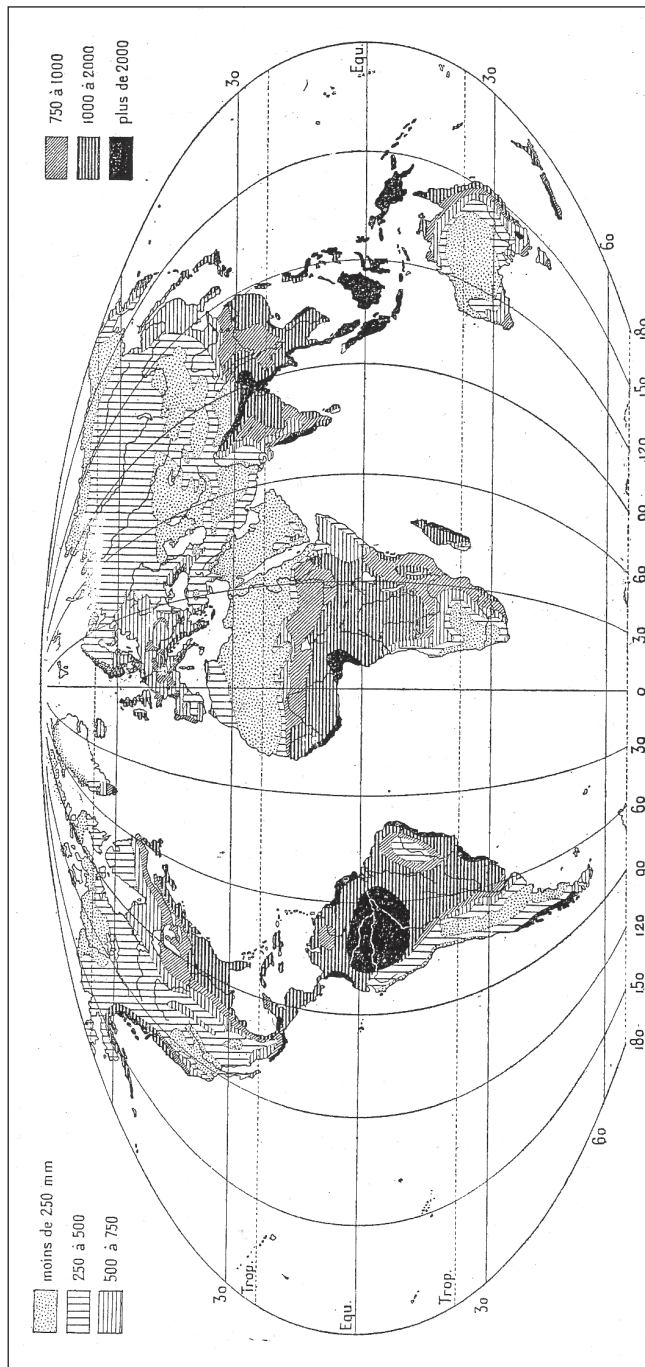


Schéma 1. Répartition des sommes moyennes annuelles de précipitations à la surface des continents

Ainsi on peut en conclure que les précipitations sont en lien étroit avec le relief, la direction des vents et la répartition des terres émergées. À cela s'ajoute l'incidence de la pression barométrique.

On aboutit ainsi à la constatation d'un cycle de l'eau : l'élément liquide, évaporé à la surface des mers et océans, mais également des lacs et autres régions humides, demeure suspendu dans l'atmosphère sous forme de vapeur jusqu'au moment où s'opère une condensation qui, en formant les nuages, provoque l'occurrence des précipitations. L'eau s'écoule alors à la surface du sol ou s'infiltré pour ressortir en sources et l'évaporation se produit à nouveau.

La quantité d'eau sur la Terre reste relativement constante, mais son emplacement et son état en sont variables : quand les précipitations se produisent sous forme de neige, la quantité correspondante peut rester stockée pendant des siècles dans un glacier pour ensuite fondre et regagner la mer ou l'océan. Cependant, cet échange continu qui caractérise le cycle de l'eau peut comporter de nombreuses variantes. Les précipitations peuvent s'évaporer partiellement durant leur chute : la chaleur dégagée par les concentrations urbaines fournit un exemple caractéristique de ce phénomène. En cas de chute de neige, il peut arriver qu'une ville en soit totalement indemne et ne reçoive que de la pluie, tandis que la campagne environnante se pare d'un blanc manteau. Une part des précipitations peut également s'évaporer dès son contact avec le sol, comme suite à la chaleur que celui-ci dégage.

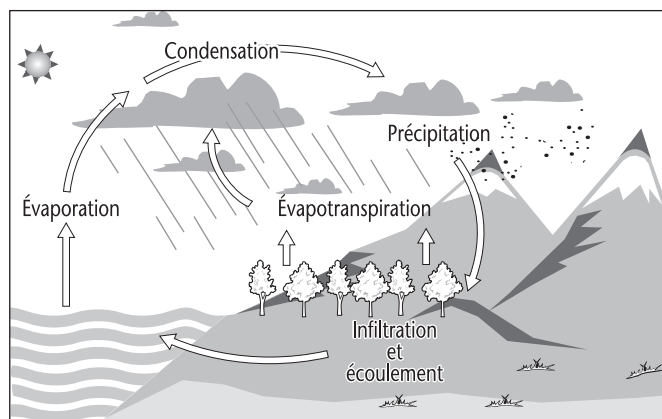


Schéma 2. Écoulement, infiltration, évaporation

Cette chaleur (même si elle n'apparaît que très relative!) agit en sorte que lorsqu'il neige, on peut observer un film aqueux à la surface du sol : quelle surprise, en déblayant la neige, de constater que l'herbe qu'elle a recouvert demeure verte et encore en croissance!

Une autre partie de l'eau s'infiltré dans le sol puis les roches et va rejoindre les eaux souterraines avant de ressortir pour une part par les émergences. Parfois même, les sources peuvent être sous-marines, à l'exemple de ce que les plongeurs peuvent constater le long de la côte du massif des Calanques entre Marseille et Cassis.

Mais l'essentiel des eaux reçues sur Terre s'écoule par les ruisseaux, fleuves et rivières pour rejoindre les masses marines.

L'écoulement superficiel direct dépend de la forme et de la quantité des précipitations, de la valeur de la pente, du type de sol, de la couverture végétale ainsi que du niveau des eaux souterraines. C'est la conjonction de ces facteurs qui permet d'expliquer le régime d'une rivière, c'est-à-dire les conditions qui commandent son débit et les variations annuelles de celui-ci.

Lorsque les précipitations tombent sous forme pluvieuse, l'écoulement superficiel augmente en quantité et en vitesse au fur et à mesure que la pluie devient plus intense et que le temps pendant lequel elle tombe s'accroît. À l'inverse, la neige provoque un écoulement superficiel différé. Quand arrive le printemps et qu'elle fond, il est fréquent que se produise une saturation du sol. Et si, à ce moment-là, le sous-sol est encore gelé, il se comporte en couche imperméable et va ainsi faire augmenter l'écoulement en surface puisque l'infiltration est entravée. Il y a là une origine assez fréquente des crues de printemps, dont certaines rivières canadiennes nous fournissent un exemple stéréotypique : au Manitoba, les crues désastreuses de la Red River s'expliquent souvent par la fonte rapide des précipitations neigeuses alors que la surface du sol est encore gelée.

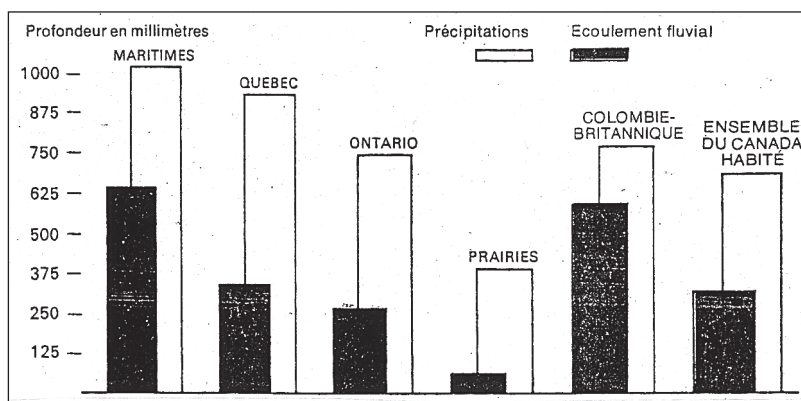


Schéma 3. Précipitations et écoulement superficiel dans les régions habitées du Canada (moyenne sur une longue période)

Alors que les pentes abruptes accélèrent l'écoulement superficiel, en plaine, l'eau dispose de davantage de temps pour s'infiltrer dans le sol. Il faut ajouter à ce fait le rôle de la végétation qui ralentit l'écoulement et le répartit plus régulièrement au long de l'année car elle utilise plus d'eau mais aussi retient le sol sur les pentes, la litière des débris organiques agissant comme une éponge. Ainsi, les conditions les plus favorables à l'écoulement fluvial sont les précipitations copieuses, les sols minces et au maximum imperméables, une couverture végétale peu épaisse et une pente abrupte. Toutefois, ces conditions n'empêchent en rien que l'écoulement ait tendance à être irrégulier avec une abondance pendant les périodes pluvieuses et des débits infimes en cas de sécheresse.

Dans le paysage, les eaux courantes constituent des réseaux de drainage qui peuvent s'étaler sur des superficies considérables. De tels bassins versants présentent un chevelu hydrographique dense à l'intérieur des lignes de partage des eaux qui les séparent des bassins versants mitoyens.

Les échines de « hautes terres » séparant les talwegs du cours d'eau principal et de ses affluents constituent les interfluves. Les lignes de partage des eaux quant à elles peuvent voir s'opposer des bassins versants dirigeant leurs écoulements vers des mers différentes. Ainsi à quelques dizaines de kilomètres au nord du lac Léman, les eaux prennent d'un côté la direction de la Méditerranée et de l'autre celle de la mer du Nord.

Mesurée habituellement en m/s, la vitesse d'écoulement de l'eau dépend bien évidemment de la pente du lit du cours d'eau. Mais pas seulement: le frottement provenant de la rugosité de la roche et des terrains formant le fond et les berges de la rivière agit comme un ralentisseur.

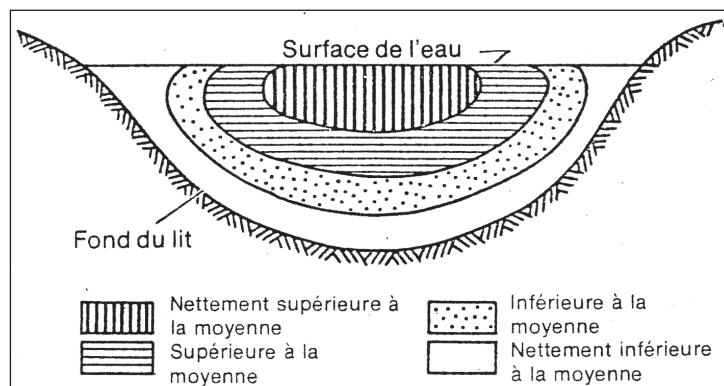


Schéma 4. Vitesses d'écoulement des différentes parties d'un cours d'eau

Par commodité, on utilise souvent la notion de vitesse moyenne d'une section de cours d'eau, ceci, dans la mesure du possible en ayant un même niveau de remplissage si l'on veut procéder à une comparaison avec d'autres cours d'eau.