



## COMMENT L'EAU ET LE VENT FACONNENT LA TERRE

René Letolle

Mardi 8 octobre 1991

Mardi 8 octobre 1991, René Letolle, professeur à l'université Pierre et Marie Curie, nous a expliqué "comment l'eau et le vent façonnent la terre".

Monsieur Letolle est déjà venu en 1981 nous parler de "l'extension des déserts à la surface de la terre", en 1982 "des glaciations et des changements de climat depuis un million d'années", et en 1985 de "la glace et des glaciers".

Pour illustrer son exposé il nous a présenté de très nombreuses diapositives.

\*

\* \* \*

L'eau des océans représente 1,5 milliards de Km<sup>3</sup> soit presque la totalité de l'eau à la surface du globe. Deux pour cent existent sous forme de glace et en particulier au Groenland et en Antarctique. Un pour cent de l'eau se trouve à la surface des continents sous forme d'eau douce. C'est elle qui a modelé l'essentiel des reliefs et des paysages. Il y a encore un tout petit peu d'eau dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. Ce sera un des éléments de l'eau des précipitations.

L'eau qui coule à la surface de la terre, l'eau qui est dans le ciel est l'essentiel du moteur qui fabrique les paysages.

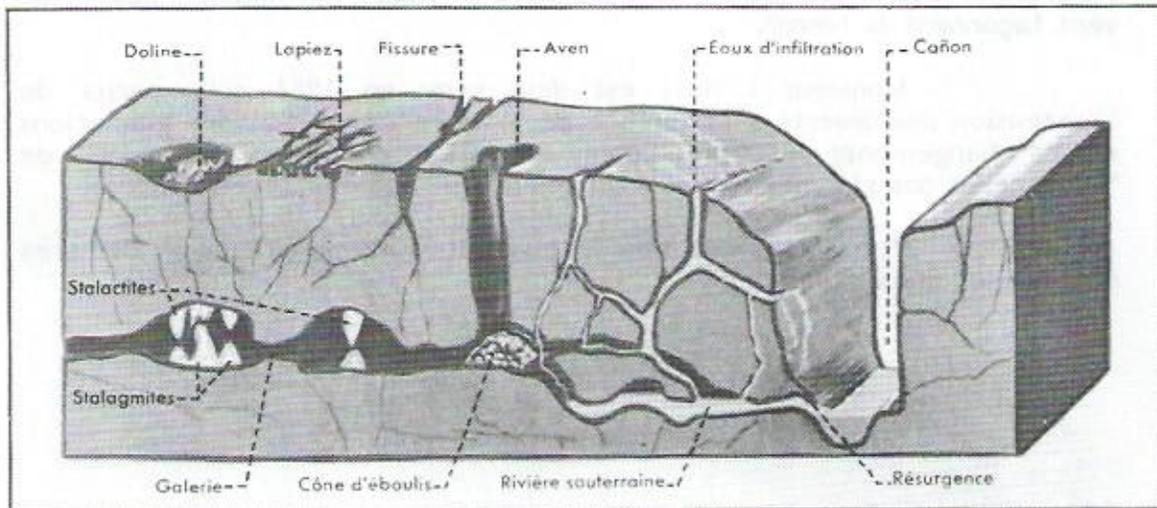
L'eau érode. Cent cinquante milliards de tonnes par an de cailloux, de sable... sont transportés. Vingt cinq milliards de tonnes par an évacués des continents arrivent à la mer et forment le sable dans les deltas et les estuaires.

Par comparaison, et en même temps, l'homme par les diverses exploitations minières et les grands travaux publics, manipule et transforme une masse de matériaux dépassant les 10 milliards de tonnes.

## Action de l'eau liquide -

Lorsque l'on survole un désert en avion, on constate qu'il est rempli d'anciennes vallées fluviales. C'est l'eau essentiellement, qui a fabriqué les paysages du désert.

L'action de l'eau peut être très lente (le Grand Canon), ou très rapide (au nord de la Chine) selon la composition des roches.



*Travail de l'eau en pays calcaire (d'après Rudel).*

*Au fond des dolines, qui sont en forme d'entonnoir, il reste une couche d'argile insoluble, toujours humide, favorable à la végétation et aux cultures. Il en résulte que sur des plateaux crayeux, semi-désertiques, la doline permet l'apparition de véritables oasis de verdure. Les avens sont des cavités béantes provoquées par l'effondrement d'une voûte calcaire. Le cône d'éboulis, présent au fond de chaque abîme, est le résultat de cet effondrement. Si l'érosion est plus intense, on a affaire à un cañon.*

Un des rôles importants de l'homme est de reboiser les terrains qui s'érodent trop. Un des méfaits de l'homme a été de déboiser trop. Il est important maintenant d'essayer de reconstituer le tapis végétal. L'herbe et les racines des arbres empêchent l'eau de ruisseler trop vite et d'emporter le sable et les cailloux, mais lui permettent de s'infiltrer dans le sol et d'être retenue dans les nappes phréatiques;

L'essentiel du transport se fait sous forme de particules et sous forme dissoute. Mais comment se fait le transport des gros blocs ? Comme tout fluide, l'eau possède de l'énergie mécanique (potentielle et cinétique), c'est-à-dire une force d'arrachement et de transport. Cette énergie est proportionnelle à la masse et au carré de la vitesse de l'eau.

Pour que l'érosion "mécanique" se poursuive, il faut que les débris de toutes tailles (blocs, galets, graviers, sables, limons selon la classification des sédimentologues) soient évacués. C'est le cas des crues catastrophiques qui se produisent très rarement et où l'eau est alors capable de transporter des masses considérables. Dès que la vitesse de l'eau des crues diminue, les blocs retombent au fond. Ce transport se fait par étape. Ces blocs vont se heurter, se casser et se transformer en galets, gravillons et sables.

Quand un cours d'eau arrive près de son niveau de base, la mer dans la plupart des cas, il s'enterre sous ses propres sédiments. Son lit sera mal défini. S'il y a une crue, elle pourra retracer un nouveau chenal à travers les anciens dépôts (alluvions).

Les méandres s'expliquent par une irrégularité de répartition de l'énergie dans les sections transversales des cours d'eau : les rives convexes où la vitesse de l'eau est plus grande seront les plus érodées, au contraire, la sédimentation sera plus importante sur les autres.

Mais un jour tout finit par devenir plat, l'eau n'a plus de vitesse et donc plus la force d'éroder. Heureusement pour le façonnage des paysages, le sol bouge. Des rivières inactives sont ainsi redevenues actives. Une rivière qui avait des méandres et dont le lit s'est soulevé peut s'enfoncer sur place. Cela forme des méandres encaissés.

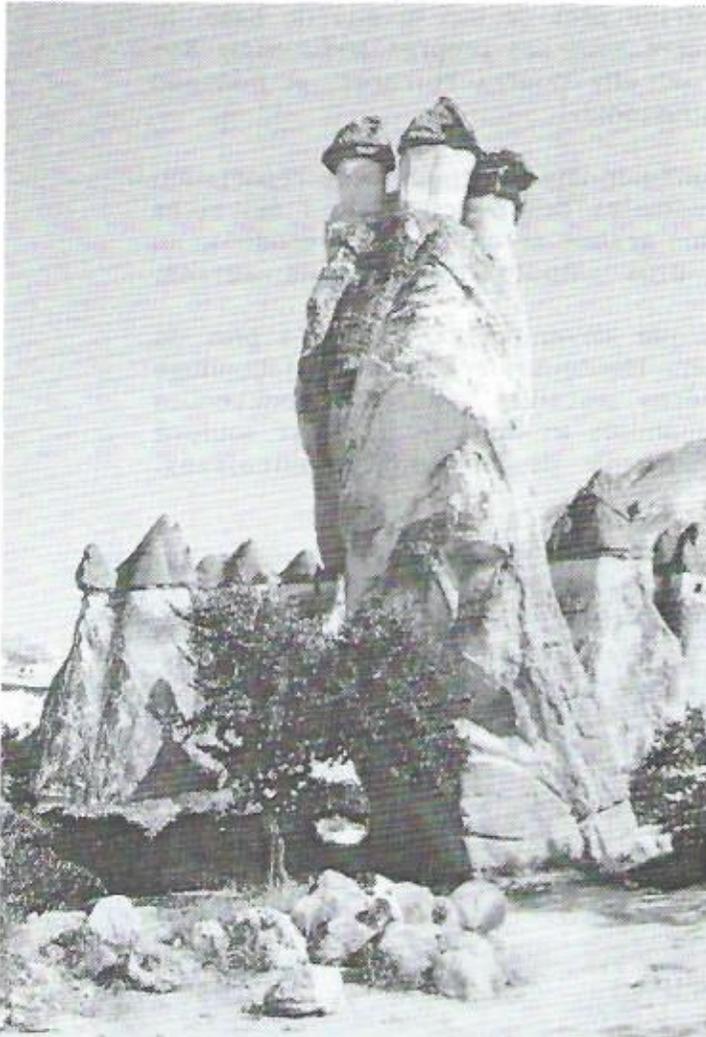


Ce sont donc les événements exceptionnels qui font le gros du travail dans les rivières, par contre dans les paysages couverts de végétation, c'est un mécanisme très lent qui se produit.

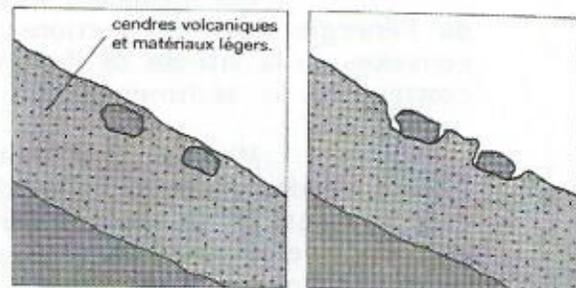
Quand la Seine est en période de crue, elle transporte en l'espace de 15 jours autant de sable et d'argile que pendant tout le reste de l'année.

Une partie de l'érosion se fait sous forme dissoute. L'exemple le plus classique est celui du calcaire ; le gaz carbonique de la pluie dissout le calcaire et crée des avens. Le matériel dissout se redépose (les stalagmites et les stalactites).

Un autre exemple est celui des "cheminées de fées" sculptées sur des terrains tendres tels que le sable et les cendres volcaniques.

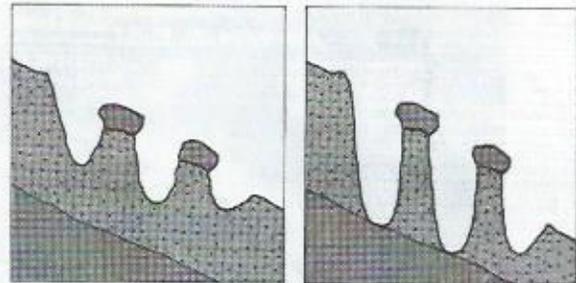


**Formation des cheminées de fées.**



I - Les blocs volcaniques (gros cailloux) sont enrobés dans les cendres volcaniques.

II - Le ruissellement des eaux de pluies enlève les cendres et les matériaux légers (sables, etc.) autour des cailloux.



III - L'érosion se poursuit. Les cailloux sont isolés.

IV - Les cheminées de fées sont formées.

Donc :  $\frac{2}{3}$  d'érosion mécanique et  $\frac{1}{3}$  d'érosion chimique que l'on ne voit pas, mais qui s'avère importante.

### Action de la glace -

La glace est relativement visqueuse. Elle se moule sur la roche. Elle a un rôle purement mécanique dans la dislocation des roches. Comme l'eau augmente de volume en gelant, toute fissure emplie d'eau verra sa pression interne croître de façon considérable et finira par disjoindre minéraux et blocs entiers. L'essentiel de la démolition des reliefs en climat arctique est lié à cet effet.

Dans les régions de roches meubles, de la même façon, les alternances de gel et dégel profonds aboutissent, par des mouvements de convection très lents, à modifier la structure des sols et à leur donner un aspect caractéristique de ce type de transformation (sols cryoturbés). Lorsque des cellules de convection peuvent se créer (encore un problème de chaos!), on aboutit aux "sols polygonaux" des hautes latitudes. Nos régions tempérées en gardent les traces fossiles d'il y a quelques dizaines de milliers d'années.

Les glaciers eux-mêmes n'ont qu'un rôle passif dans le modelage de la surface. La rigidité du glacier lui permet de supporter et de transporter, à sa surface ou dans sa masse, et de pousser sur son fond les blocs de toutes dimensions qui tombent sur les glaciers. Frottant les uns sur les autres, il s'usent et donnent la "farine glaciaire" qui, sur les rives et au front des glaciers, forment les moraines. Les blocs enchâssés dans les parois de glace contribuent à user la roche au contact.

Un glacier se crée en général sur l'emplacement d'une ancienne vallée fluviale, et son existence n'est possible que dans des conditions climatiques précises.

Son rôle est important : creusement de vallées profondes à profil caractéristique en U dans les roches dures, apport de masses de matériaux à la mer, autour des montagnes polaires (Groenland, Spitzberg, Antarctique). Ces matériaux constituent dans les mers avoisinantes l'essentiel du sédiment marin.

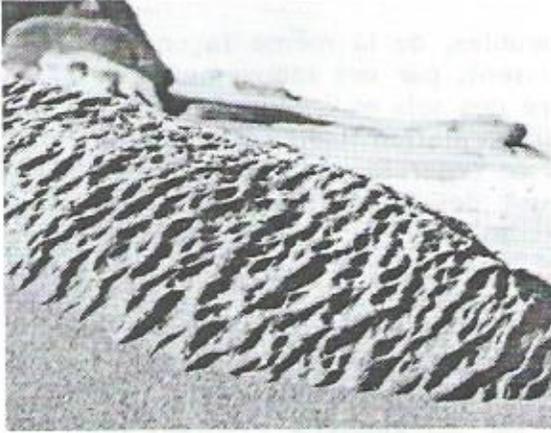
#### Action du vent -

Le vent doit aller environ 30 à 50 fois plus vite que l'eau pour obtenir une action équivalente. De l'eau qui s'écoule à 2 mètres/seconde est assez rapide. Un vent de 50 mètres/seconde est un vent de tempête.

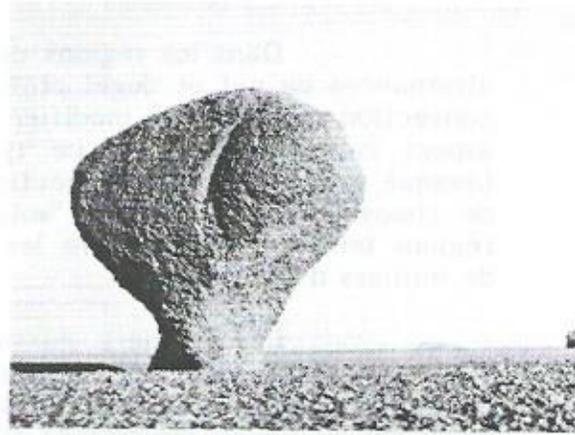
Donc l'action du vent est liée essentiellement aux particules qu'il transporte, sable ou poussière, qui viennent user inlassablement les roches qu'un revêtement de végétation ne protège pas. C'est donc dans les déserts que son action sera la plus sensible, conjuguée à celle des variations de température qui, dilatant ou contractant les minéraux des roches, les disjoignent et les font éclater.



Les dunes sont des dépôts de sable dus au vent. Elles affectent des formes très variées : nebkas, petites buttes de sable de quelques mètres de haut, dunes en pastille ou en bouclier, champ de dunes du Sahara, etc.



Erosion par vent de sable  
des granites bleus du désert  
Sud Angola



Le vent a sculpté ce bloc  
qui se dresse dans le  
plateau désertique du  
Tibesti comme une sculpture  
de Brancusi

Monsieur Letolle nous montre des photographies de Mars. Sur Mars, il n'y a pas d'eau mais un petit peu d'atmosphère. La pression atmosphérique est de 5 mm alors qu'elle est de 760 mm sur la Terre. Donc la masse d'air qui peut être mis en mouvement par le vent est beaucoup plus petite. Pour avoir le même effet que sur la Terre, il faut que le vent soit plus rapide et plus fort. Pour déplacer des grains de sable à la vitesse de 1 mètre/seconde, le vent sur Mars doit avoir une vitesse de 50 mètres/seconde. On a repéré sur Mars des vents qui dépassaient 1000 Km/heure (la vitesse maximum du vent sur Terre est de 371 Km/heure au Mont Washington (USA) le 12 avril 1934).

Le sol de Mars est un sol de désert. On a été surpris de trouver un relief qui ressemble à celui de certaines régions de la Terre ayant subi l'érosion. La question posée a été de savoir s'il y a eu de l'eau sur cette planète. Une hypothèse probable serait que les reliefs ne seraient pas dus à l'eau mais à l'action érosive de quelque chose qui serait une coulée de lave froide formée de boue qui a dû avancer à une vitesse considérable.

Sur la Lune, l'érosion est due aux tremblements lunaires qui disloquent les montagnes et les font tomber.

#### Action de l'homme -

Des champs sont parfois ravagés par l'érosion car on pratique des labourages trop profonds. Un réseau formé de débris de substances organiques tient les particules du sol entre elles. Si on laboure trop profond, on ramène cette matière organique vers la surface du sol et elle se détruit. Il n'y a alors plus rien pour maintenir la cohésion du sol. A la première pluie, des quantités considérables de sol sont évacuées et forment des ravins. Il faut ramener de la matière organique (paille...) lorsqu'on a travaillé trop profondément.

Le second phénomène est celui des travaux publics. Les carrières détruisent les paysages. Les travaux côtiers font également beaucoup de tort aux paysages.

Il y a plus de deux phénomènes qui dépendent de l'action de l'homme sur la Terre et cela ferait l'objet d'une conférence entière, plus écologique que géologique.

Il faudrait y évoquer les conséquences directes dues au ruissellement rapide sur les surfaces urbanisées et industrialisées, aussi bien qu'indirectes telles les modifications de la flore et de la faune, celles de la composition de l'atmosphère (pensons à la forêt amazonienne) et même les conséquences dues aux remembrements des terroirs.

Le temps pressait, aussi l'action de l'eau de mer détruisant les falaises, rattachant les îles, abandonnant des ports en pleine terre ou celle du vent marin déplaçant les dunes jusqu'aux abords des villages n'a pas été évoquée. Que dire aussi des traces de sable saharien que nous trouvons parfois sur nos oitures...

Mais, n'est-ce pas là un des charmes de nos conférences d'ouvrir un champ plus vaste à notre curiosité, à nos interrogations ?

\*

\* \* \*