

# LEONARDO ET LES FOSSILES

On oublie souvent que Leonardo a également été un pionnier de la paléontologie! Ses observations ont précédé de plusieurs siècles les théories modernes dans cette discipline. C'est en étudiant les roches de la plaine du Pô et la région montagneuse de l'Apennin Tosco-Emiliano, qu'il a été l'un des premiers à documenter la présence de divers fossiles et à reconnaître leur origine organique. En les considérant comme étant des restes d'animaux du passé, il en déduit que la Terre doit être beaucoup plus ancienne de ce qu'avancait la croyance contemporaine héritée du Moyen-Âge, qui datait sa formation à 4000 ans avant J.-C.

En comprenant la nature des fossiles, Leonardo a apporté une réponse à l'une des préoccupations de la Renaissance, à savoir pourquoi nous trouvons des restes d'animaux marins pétrifiés dans les montagnes. En considérant que la Terre n'est pas un système statique et immuable, il a contribué à démontrer qu'à la place de certaines montagnes actuelles, existaient autrefois des mers.



**Manuscrit I**  
f. 24v – 25r (1494 – 1497)  
Planche de croquis  
de fossiles marins,  
comprenant, entre  
autres des coquilles et  
le croquis d'un réseau  
hexagonal qui pourrait  
bien représenter un type  
de traces fossiles créées  
par un être vivant dans  
des sédiments marins du  
début du Cambrien, il  
y a plus de 485 millions  
d'années.

## LEONARDO PALÉONTOLOGUE AVANT L'HEURE

En 1482, Leonardo s'installe à Milan au service du duc Ludovico Sforza, un mécène qui lui commande, entre autres, la célèbre peinture *La Cène*. Au cours des années passées dans cette ville, il en profite pour effectuer des excursions dans les alentours et fera des observations paléontologiques. Il visite notamment la plaine du Pô qui, il y a quelques millions d'années, était un grand golfe et où il y découvre des fossiles marins.

Parmi ses écrits, on retrouve notamment cet extrait concernant la plaine du Pô :

*«Nel bacino del Mediterraneo [...] il livello delle acque lambiva le falde dei monti che lo circondavano; e le cime dell'Appennino si trovavano in questo mare, spuntando come isole, strette da acque salate. [...] Anche sopra le pianure d'Italia, dove oggi volano a stormi gli uccelli, i pesci erano soliti muoversi in numerosi branchi».*

Dans le bassin méditerranéen [...], le niveau des eaux effleurait les pentes des montagnes qui l'entouraient ; et les sommets des Apennins se trouvaient dans cette mer, surgissant comme des îles, confinés par les eaux salées. [...] Même sur les plaines d'Italie, où les oiseaux volent aujourd'hui en volées, les poissons avaient pour habitude de se déplacer nombreux en bancs».

*Codex Leicester, f. gv (env. 1510)*

Aujourd'hui, les spécialistes sont surpris de lire dans le *Codex Leicester* des descriptions morphologiques de fossiles tout à fait avant-gardistes pour l'époque puisqu'elles ne seront reprises qu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Cela se traduit en particulier dans l'étude des traces fossiles ou bioturbations, mot qui désigne des structures fossiles et qui ont été créées par des êtres vivants, comme par exemple des terriers. Pour Leonardo, il était évident que celles-ci résultaient de l'activité d'organismes qui habitaient dans ces anciens sols. Il a ainsi utilisé ces preuves pour contrer et ridiculiser les croyances de son époque, qui sont par ailleurs restées dominantes jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle. Elles considéraient que les fossiles résultaient de formations inorganiques générées spontanément dans la roche, ou encore des restes d'animaux marins morts et transportés par le Déluge biblique. Dans ses écrits, Leonardo qualifie les personnes adeptes de ces théories comme faisant partie de «la secte des ignorants». De plus, il explique que si ces coquilles avaient réellement été transportées par le Déluge universel sur le continent, ce dernier aurait dû se répéter annuellement car on retrouve les coquillages à la limite de toutes les couches de roches et non dans une seule d'entre elles.

# LEONARDO ET L'ÉTUDE DES RIVIÈRES

Leonardo a aussi été cartographe et ingénieur! En 1502, il est mandaté par la ville de Florence, cité au patrimoine exceptionnel, afin de créer un projet permettant d'éviter les dégâts causés par les crues du fleuve de l'Arno. Il propose ainsi la construction d'un canal qui évacuerait les eaux du fleuve vers le Marais de Fucecchio, plus grand marais d'Italie (1800 hectares), en contournant les reliefs de Montalbano. Grâce à sa grande surface, ce marais aurait absorbé l'excès d'eau et permis à cette dernière de regagner l'Arno en aval.

Ce travail démontre une nouvelle fois le remarquable talent d'observateur naturaliste de Leonardo. On remarque que le cours de l'Arno est dessiné avec un trait sûr dans les montagnes, alors qu'il reproduit les méandres situés dans les plaines avec un trait incertain. Cette différence exprime l'importante dynamique des rivières en plaine qui sont donc difficiles à fixer cartographiquement. Seule une observation attentive peut percevoir que les méandres des rivières migrent car cela se produit sur des échelles de temps de plusieurs années.



## **Le Fleuve Arno et le Marais de Fucecchio avec annotations**

En bleu et noir figurent des annotations permettant de visualiser le projet de déviation du fleuve Arno et l'emplacement du Marais de Fucecchio proposé par Leonardo.



## **Carte du nord-ouest de la Toscane avec l'étude de la déviation du fleuve Arno (env. 1503)**

Sur cette œuvre, on peut découvrir le projet de canal de déviation de l'Arno esquissé par Leonardo.

Royal Collection Trust / © Her Majesty Queen Elizabeth II 2019

## LEONARDO HYDROLOGUE

De nombreux documents attestent des notes de frais liées à plusieurs missions effectuées sur le terrain par Leonardo, notamment pour des relevés topographiques. On pense cependant qu'une partie de ces derniers servait également à établir une cartographie beaucoup plus étendue des zones d'habitation, relief, marais, et cours d'eau stratégiques. Engagé en tant que conseiller militaire, Leonardo exerçait alors pour le duc Cesare Borgia (1475 - 1507) et faisait subtilement appel à plusieurs sources pour financer ses travaux, combinant recherche fondamentale et appliquée.

Pour le projet du détournement de l'Arno, il exécute d'abord une représentation très fidèle de la succession de montagnes et plaines qui caractérisent la région de Florence. Le contexte tectonique en extension induit en effet un «découpage» de la croûte terrestre à cet endroit en zones de surrection (les blocs montagneux) et zones de subsidence (les plaines). Deuxièmement, il exprime par le dessin l'aspect dynamique des méandres du fleuve que seule une observation très poussée peut percevoir. Ce n'est que récemment, en mettant bout à bout les prises de vues satellite de la rivière Ucayali (Pérou) sur trois décades, qu'une vision tangible de ce type de dynamique a pu être imagée par le géologue Zoltan Sylvester.

On peut penser que Leonardo considérait la dynamique des méandres comme importante pour les habitations, l'ingénierie hydraulique de cette zone, et aussi peut-être pour l'armée. L'humain cherchant à «dompter» les caprices de la nature a souvent essayé de figer le cours des rivières afin de protéger les constructions notamment. Mais ces nombreuses tentatives se sont généralement montrées infructueuses, entraînant au contraire une cascade de perturbations du système alluvial vers l'amont et vers l'aval, et ne permettant pas de prévenir les crues. De nos jours on considère au contraire qu'il est préférable de laisser aux rivières un espace suffisant dans lequel elles peuvent librement évoluer. De nombreux projets de réhabilitation du cours du Rhône vont dans ce sens.

Pour anecdote, l'origine des méandres est une grande question qui fascine les géologues et géographes depuis très longtemps et qui reste à ce jour un mystère. Albert Einstein lui-même s'est intéressé à ce phénomène, avec une approche très réductionniste et astrophysique du problème. Il a utilisé le mouvement des feuilles de thé remuées dans une tasse pour expliquer cette dynamique mais ses observations ne permettront pas d'expliquer pourquoi certaines rivières sont en méandres, d'autres en tresses ou simplement légèrement sinueuses.

## "A ROCKY RAVINE"



Leonardo ne regardait pas seulement les roches, les montagnes, l'eau et la vie du point de vue d'un artiste peintre. Ce dessin résume l'amour de Leonardo pour les formes et les forces naturelles et n'est probablement pas une observation directe d'un lieu réel, mais une image idéalisée du grand macrosme de la Terre avec ses roches, son eau et sa vie organique. Malgré le caractère imaginaire de «A Rocky Ravine», Leonardo a décrit avec une précision géologique les piliers altérés de grès et d'argile durs propres à la vallée de l'Arno, au sud-est de Florence.

**"A Rocky Ravine" (1475 – 1480)**

*Ce dessin représentant un ravin est certainement sorti de l'imaginaire de Leonardo. Les oiseaux aquatiques esquissés de manière caricaturale lui donnent un aspect irréal.*

## LEONARDO GÉOLOGUE

Les paysages n'étaient pas qu'un arrière-plan aux yeux de Leonardo, mais une énigme scientifique qui nécessitait de vraies recherches. Lorsqu'il vivait à Milan en tant qu'artiste de la cour de Ludovico Sforza, il se trouvait proche des Alpes où il se rendait fréquemment. Leonardo avait même grimpé jusqu'au sommet du Mont Rose. Il rapporte par exemple dans ses notes sur l'exploration d'une grotte, qu'il y aurait trouvé des ossements fossiles. Ceux-ci auraient révélé son intérêt notoire pour les roches et les «formes étranges cachées en elles».

Plusieurs siècles avant que les scientifiques des XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles ne prouvent que la Terre soit bien plus ancienne que selon le livre de la *Genèse*, et bien avant la théorie de l'évolution de Charles Darwin (1809 - 1882), Leonardo n'hésite pas à énoncer les questionnements et hypothèses de ses recherches malgré leur potentiel à faire trembler le christianisme: «Pourquoi les os de grands poissons, d'huîtres, de coraux et d'autres coquillages et gastéropodes se trouvent-ils au sommet des hautes montagnes?».

Leonardo avance également l'hypothèse que la force naturelle la plus puissante est le mouvement de l'eau dans les rivières. Selon lui, cet élément a sculpté les paysages, un processus qui a dû prendre beaucoup de temps. C'est pourquoi il propose que des processus naturels lents ont dû façonner notre planète et non un acte divin instantané tel que décrit dans la *Genèse*.

Aujourd'hui, grâce aux progrès en sciences de la Terre, nous pouvons confirmer l'intuition avant-gardiste de Leonardo: les processus d'érosion ou la surrection des chaînes de montagne ont des vitesses comprises entre 0.01 et 1 mm/an. Ainsi, il faut plusieurs millions à dizaines de millions d'années pour élever des reliefs tels que ceux des Alpes ou de l'Himalaya.