

« BAVARDAGE DE FILLE »

Annie Cornée, membre de la SAGA.

En juillet 2020, l'Université de Columbia à New York et l'European Geosciences Union ont célébré le centenaire de la naissance de Marie Tharp (1920-2006), une géologue, océanographe et cartographe américaine, dont les travaux ont joué un rôle important dans l'acceptation de la théorie de la tectonique des plaques, dans les années soixante.

C'est elle qui, en collaboration avec Bruce Heezen, publia la première carte physiographique de l'Atlantique nord en 1957, une carte montrant la ride médio-atlantique et sa vallée centrale (rift valley). En 1977, les mêmes auteurs publient la carte mondiale des fonds océaniques. Ce dernier document est encore aujourd'hui un des plus connus des Sciences de la Terre et se trouve dans tous les manuels de géologie. Mais la contribution de Marie Tharp resta longtemps méconnue et c'est seulement à la fin des années quatre-vingt-dix que les honneurs ont commencé à lui être rendus (à plus de 75 ans !). Ainsi, en 1997, la bibliothèque du Congrès, à Washington, l'a nommée comme l'une des quatre plus grands cartographes du XX^e siècle.

Marie Tharp a fait presque toute sa carrière au Lamont, le laboratoire de géologie de l'Université de Columbia, à New York (aujourd'hui *Lamont-Doherty Earth Observatory*), où elle fut recrutée en 1949.

À l'époque, le fondateur du laboratoire, Maurice Ewing, tient à développer les recherches en océanographie et lance un grand projet dont l'objectif est de cartographier l'ensemble des fonds sous-marins. En effet, la Seconde Guerre mondiale avait clairement montré le besoin d'une meilleure connaissance des fonds océaniques. La guerre avait également accéléré le développement de nouvelles technologies d'exploration des fonds marins, avec notamment l'apparition des premiers dispositifs de type sonar, issus du domaine militaire, qui utilisent les ondes acoustiques pour mesurer les profondeurs.

C'est dans ce contexte que Marie Tharp est recrutée comme assistante de recherche à l'Université de Columbia, en raison de sa formation en géologie et en mathématiques, mais aussi de ses talents de dessinatrice. Avec Bruce Heezen, recruté en même temps qu'elle comme jeune chercheur au Lamont, elle commence à exploiter les dizaines de milliers de données, recueillies lors de différentes campagnes en mer dans l'Atlantique nord : notamment les données du navire océanographique du Lamont, l'*Atlantis*, de 1946 à 1952 ; données des années 1920 enregistrées par l'*USN Stewart*...

À cette époque, les femmes n'étaient pas autorisées à embarquer sur les navires de recherche du Lamont. C'est Bruce Heezen qui participait aux campagnes en mer et lui transmettait les données. Marie Tharp ne participera à des missions océanographiques qu'à partir de 1965.

Devant sa table à dessin, au laboratoire, Marie Tharp fait les reports des profondeurs et dessine les profils des fonds marins (figure 1). Elle a traité une monta-

gne de données et les a transformées en cartographie des fonds sous-marins (figure 2). Le travail était long et fastidieux car, à cette époque-là, les moyens informatiques n'étaient évidemment pas ceux d'aujourd'hui.



Figure 1. Marie Tharp dessine la carte à la main. En arrière-plan, son collègue Bruce Heezen. Photo Joe Covello, National Geographic.

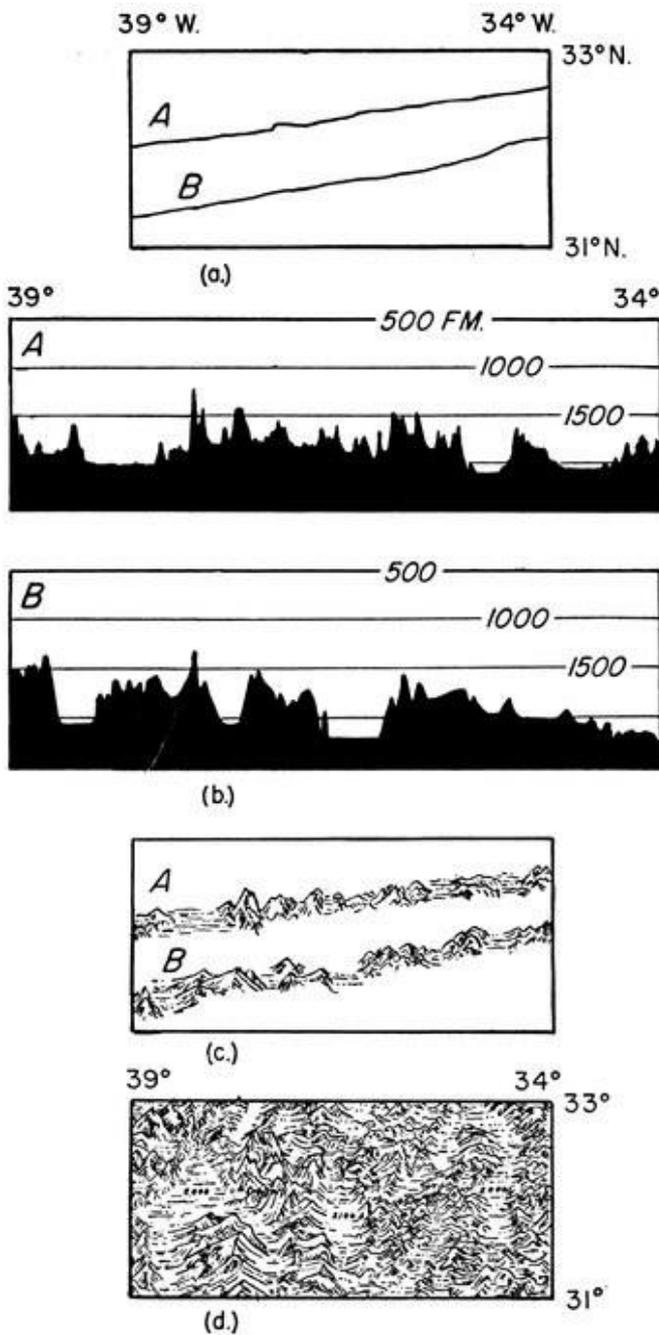


Figure 2. Les différentes étapes pour la cartographie des fonds marins. a. Relevés du parcours du bateau. b. Report des mesures de profondeur sous forme de profils. c. Représentation en perspective des grandes structures, le long du profil. d. Carte d'un secteur entier par extrapolation, après avoir pris en compte plusieurs profils. D'après Heezen, Tharp et Ewing, 1959.

Si l'existence d'une « montagne » (ride) au milieu de l'Atlantique nord était déjà connue, on savait peu de choses sur sa structure ou ses caractéristiques. Dès le début des années 1950, en comparant les profils obtenus pour l'Atlantique nord, Marie Tharp remarque vite une grande similitude dans la forme générale de la ride dans chacun d'eux, et surtout qu'il existe une indentation en forme de V au centre des profils.

Pour elle, ce grand fossé, large de quelques kilomètres, correspond à une « rift valley », qui suivait l'axe de la ride et où se formait le nouveau matériel du plancher océanique.

Devant ses résultats, son collègue Bruce Heezen a « grogné » : « ce n'est pas possible, cela ressemble trop à la dérive des continents ». Il a rejeté son interprétation comme étant un « bavardage de fille » (a « girl talk ») et il a demandé à Marie Tharp de vérifier les profils, persuadé qu'elle a fait une erreur.

Dans le même temps, Bruce Heezen était impliqué, avec Howard Foster, dans une autre étude qui allait fournir des données déterminantes : le relevé et la cartographie des épices des séismes dans les océans. Il s'agissait alors de répondre à une demande des laboratoires BELL, qui souhaitaient connaître le meilleur emplacement pour les câbles télégraphiques transatlantiques, destinés à remplacer ceux qui avaient été détruits par un tremblement de terre, au large de Terre-Neuve, en 1929. Heezen et Foster travaillaient sur une carte à la même échelle que celle des fonds sous-marins. En superposant les cartes, B. Heezen remarque qu'une ligne presque continue d'épices de séismes suivait la vallée au centre de la ride : les épices étaient alignés sur la faille. Dès lors, Marie Tharp est certaine que le rift existe bien au milieu de la ride médio-océanique.

D'autres expéditions montrent l'existence de dorsales semblables dans l'océan Indien, la mer d'Arabie, la mer Rouge, l'océan Pacifique oriental et partout où il y avait une dorsale, il y avait des séismes¹.

Il fallut encore quelques années pour que B. Heezen soit convaincu. En 1956, Ewing et Heezen annoncèrent ces résultats lors d'une réunion de l'*American Geophysical Union* à Toronto. Mais la communauté géologique resta encore sceptique.

À cette époque, « croire » à la dérive des continents était presque « une forme d'hérésie ». J.-Y. Cousteau, par exemple, ne croyait pas à l'existence de ce rift et, en 1957, il monta une expédition, à bord de la *Calypso*, pour démontrer que M. Tharp et B. Heezen avaient tort. Mais en remorquant une caméra proche du fond de l'océan Atlantique, ils ont trouvé la dorsale et filmé ses grandes falaises noires. Ce film fut présenté lors du 1^{er} congrès international d'océanographie, en 1959, et aida à convaincre de nombreux sceptiques. Voir, c'est croire !

¹ Déjà, en 1954, Gutenberg et Richter avait publié une carte mondiale de la localisation des séismes, montrant que les séismes sont situés dans des régions précises qui correspondent aux dorsales, aux failles transformantes, aux fosses et aux chaînes montagneuses.

L'émergence de la théorie de la tectonique des plaques

Ces cartes ont produit une véritable « révolution » dans les concepts géologiques. Elles furent largement diffusées. Peu après, en 1961 et 1962, Hess et Dietz proposent, dans des articles distincts, le modèle d'expansion des fonds marins (*sea-floor spreading*). Une autre approche fait également émerger la théorie de la tectonique des plaques : l'exploration du géomagnétisme et la découverte des bandes parallèles, dont les champs magnétiques sont inversés et qui sont réparties de part et d'autre de la dorsale (Vine et Matthews, 1963).

C'est ainsi qu'au milieu des années 1960, la théorie de la tectonique des plaques se met progressivement en place et commence à être adoptée, plus d'un demi-siècle après la première publication de Wegener.

Mais ceci est une autre histoire qui a fait l'objet d'un très grand nombre de publications, articles et ouvrages (voir par exemple Deparis, 2011 ; Le Pichon, 2019 ; Bouysse, 2020, et les bibliographies que ces articles contiennent).

Les cartes du fond des océans

Dès le début des années cinquante, Heezen et Tharp avaient décidé de présenter leurs résultats sous forme d'une carte physiographique du plancher océanique, c'est-à-dire de montrer ainsi le terrain tel qu'il se

présenterait en vue aérienne à basse altitude, si on enlevait toute l'eau. Ce qui demandait d'avoir un très, très grand nombre de données qu'ils allaient chercher auprès de différentes sources. Au fil du temps, les technologies se sont améliorées et sont devenues de plus en plus précises. La première carte publiée est celle de l'Atlantique nord en 1957 (re-publiée en 1959) (figure 3). Puis M. Tharp travaille sur l'Atlantique central et sur l'Atlantique sud. Une première carte de l'océan Indien est publiée en 1964.

À l'occasion de l'étude de l'océan Indien, une collaboration s'était engagée avec la *National Geographic Society* pour la publication des cartes des fonds marins. La *National Geographic Society* avait alors recruté un peintre autrichien, Heinrich Berann, connu pour ses peintures très réalistes des panoramas alpins. Une nouvelle carte de l'océan Indien, peinte par Berann, est ainsi publiée en 1967, suivie rapidement par plusieurs cartes des autres océans dans le monde.

En 1977, l'aboutissement de ce travail sera la publication de la célèbre carte des fonds océaniques du monde entier, également peinte par H. Berann (figure 4).

Le manuscrit original de cette carte est déposé à la bibliothèque du Congrès, à Washington. Il y est consultable en ligne et téléchargeable. Mais il est surtout très intéressant de le visualiser en pleine page et zoomer autant que possible, pour une incroyable plongée au fond de l'océan.

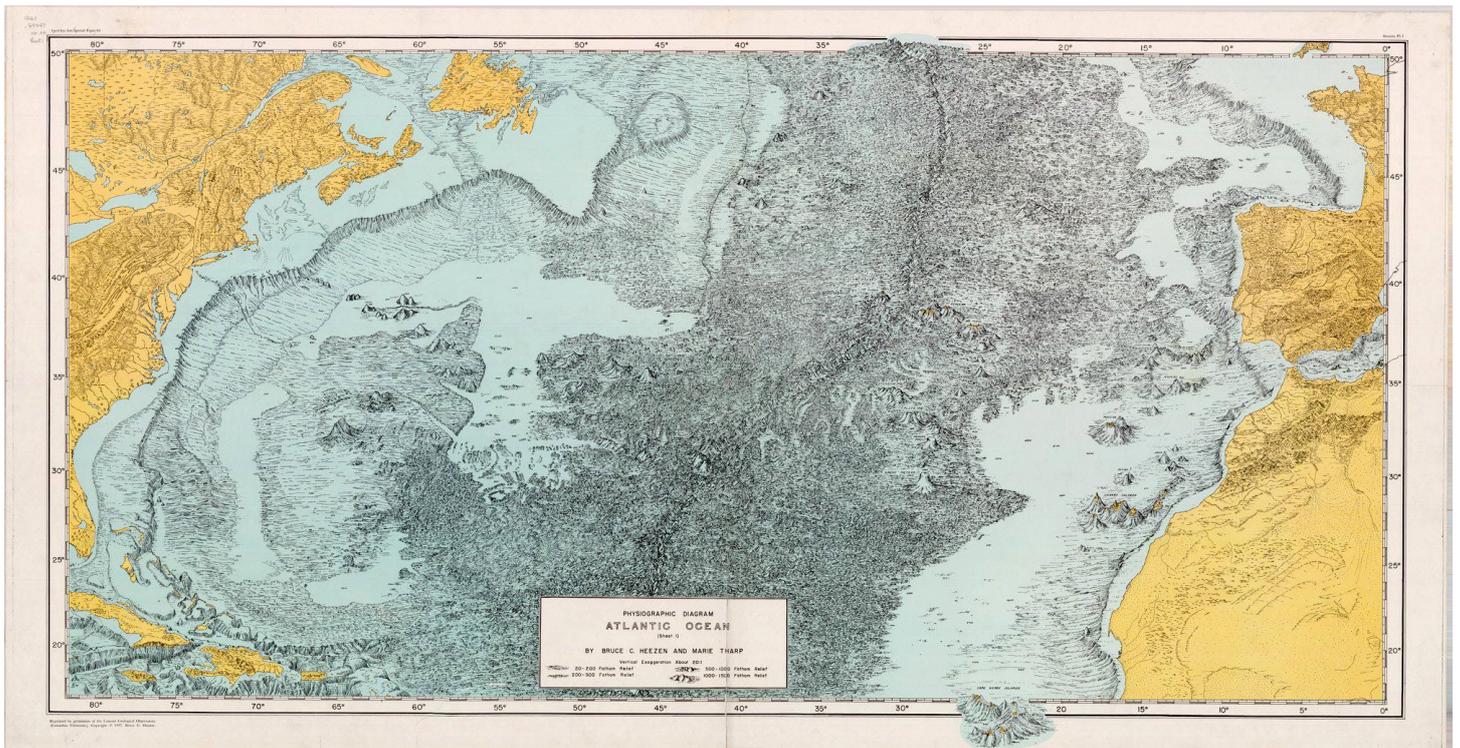


Figure 3. Carte physiographique de l'Atlantique nord, 1957.
Source : Marie Tharp Maps LLC and Lamont-Doherty Earth Observatory.

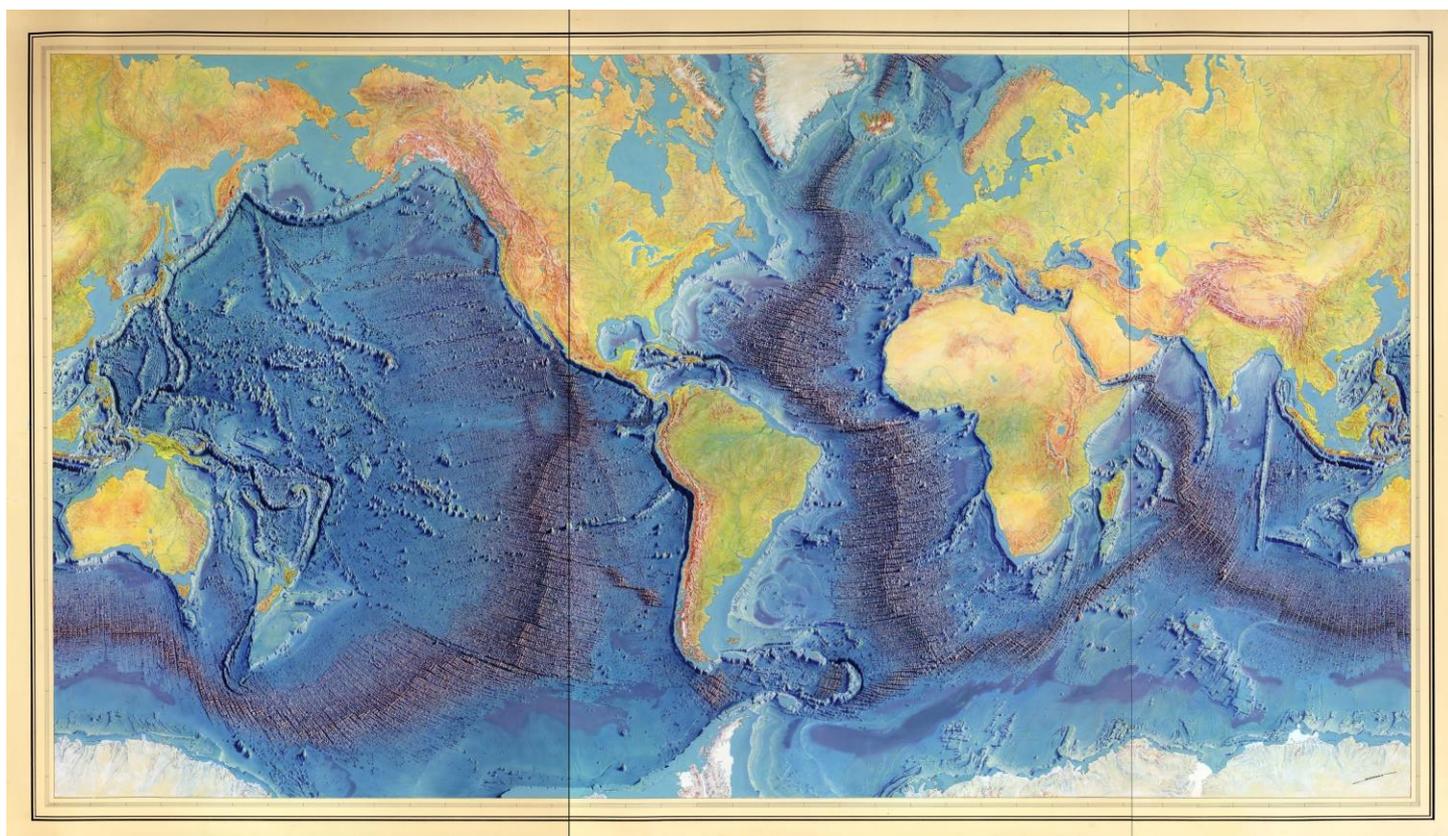


Figure 4. Carte des fonds marins publiée, en 1977, par M. Tharp, B. Heezen et peinte par H. Berann.

Source : bibliothèque du Congrès à Washington.

<https://www.loc.gov/resource/g9096c.ct003148/?r=0.28,0.331,0.054,0.02,0>

Conclusion

Pour conclure, laissons la parole à Marie Tharp (traduction).

« Il n'y a pas beaucoup de gens qui peuvent dire de leur vie : le monde entier s'est déployé devant moi (ou, du moins, les 70 % couverts par les océans). J'avais une toile blanche à remplir de possibilités extraordinaires, un puzzle fascinant à assembler : cartographier le vaste sol marin caché du monde.

Cela a été une chance unique dans une vie – unique dans l'histoire du monde –, en particulier pour une femme, durant les années 1940. [...]

Je pense que nos cartes ont contribué à une révolution dans les concepts géologiques, qui, d'une certaine façon, ressemble à la révolution copernicienne. Les scientifiques et le grand public ont ainsi obtenu leur première image relativement réaliste d'une partie énorme de la planète qu'ils ne pouvaient jamais voir.

Elles ont conduit la théorie de la dérive des continents dans le royaume des spéculations raisonnables. Vous pouviez voir la dorsale médio-océanique s'étendre à travers le monde et vous pouviez voir qu'elle coïncidait avec les emplacements des tremblements de terre. Les frontières des plaques

prenaient forme, et ont rapidement contribué à l'émergence de la théorie de la tectonique des plaques. » Marie Tharp, 1999.

Bibliographie

Bouysse P., 2020. Itinéraire d'un géologue ayant vécu le passage du fixisme au mobilisme en science de la Terre. *Lave*, 199, 22 pages.

Deparis V., 2011. Histoire de la théorie de la tectonique des plaques. En ligne sur :

<https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/histoire-tectonique-plaques.xml#hypothese-expansion-oceanique>

Ewing M. et Heezen, B. C., 1956. Oceanographic research programs of the Lamont Geological Observatory. *Geog. Rev.*, vol. XLVI, p. 508-535.

Heezen B., Tharp M. et Ewing M., 1959. The floors of the oceans. I. The North Atlantic. Text to accompany the physiographic diagram of the North Atlantic. *The Geological Society of America Special Paper*, 65, 126 pages, 30 planches.

<https://www.gutenberg.org/files/49069/49069-h/49069-h.htm>

Dietz R., 1961. Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. *Nature*, 190, p. 854-857.

Gutenberg B. et Richter C.F., 1954. Seismicity of the Earth and Associated Phenomena. Princeton University Press, 2^e édition révisée, IX+310 pages.

Hess H. H., 1962. History of the ocean basins. *In* Petrologic Studies, Buddington Memorial Volume, Geological Society of America, New York, p. 592–620.

Le Pichon X., 2019. Fifty years of plate tectonics: afterthoughts of a witness. *Tectonics*, 38, p. 2919–2933.

Tharp M., 1999. Connect the Dots: Mapping the Seafloor and Discovering the Mid-ocean Ridge. *in* Lamont-Doherty Earth Observatory: Twelve Perspectives on the First Fifty Years, 1949-1999, Laurence Lippsett (ed.), Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, 201 pages.

<https://www.who.edu/news-insights/content/marie-tharp/?pid=7500&tid=7342&cid=23306>

Vine F. et Matthews D., 1963. Magnetic anomalies over oceanic ridges. *Nature*, 199, p. 947-949.

Pour en savoir plus

<https://marietharp.ldeo.columbia.edu/>

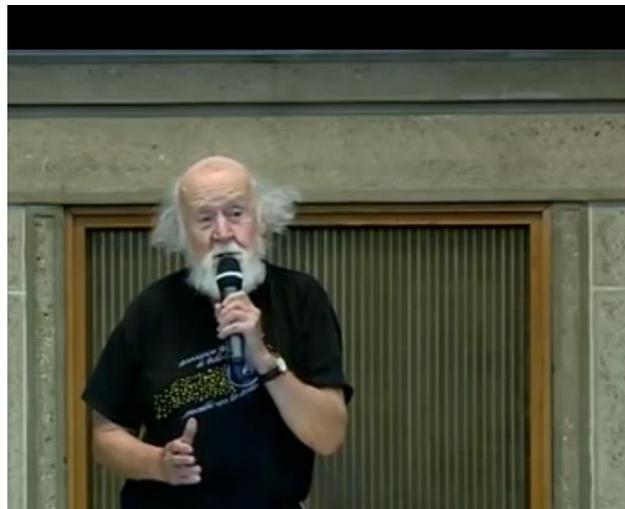
<https://blogs.egu.eu/geolog/2020/07/24/geotalk-hali-felt-author-of-soundings/>

<https://blogs.egu.eu/divisions/ts/2020/07/30/100-years-of-marie-tharp-the-woman-who-mapped-the-ocean-floor-and-laid-the-foundations-of-modern-geology/>

<https://www.smithsonianmag.com/history/seeing-believing-how-marie-tharp-changed-geology-forever-180960192/>

L'ORIGINE DE LA VIE

VUE PAR HUBERT REEVES



Cette vidéo, intitulée « **L'origine de la vie** », correspond à une présentation faite par Hubert Reeves devant le Conseil économique, social et environnemental, le 17 septembre 2017, à Paris.

<https://www.youtube.com/watch?v=X1yJsJxB82Y&t=2952s>

Durée : 48 minutes, plus 16 minutes de questions.

Hubert Reeves (qui a alors 85 ans) n'a pas la prétention de se présenter en biologiste, avec une nième hypothèse sur la naissance de la vie. Il reste dans son domaine : l'astrophysique. Mais, sur cette base rationnelle, et en prenant des lieux d'observations aussi différents qu'amas de galaxies, étoiles et planètes, il expose clairement la spécificité du vivant (et j'ai enfin compris quelque chose !). Et il propose - pour la Terre - non pas des conclusions (ce n'est pas

son genre), mais des pistes documentées et compatibles avec les lois de la physique élémentaire.

Il nous emmène voir les « fumoirs noirs » (il est Québécois : nous parlons plutôt de fumeurs noirs !), n'ignore rien des stromatolithes et présente la logique de la continuité paléontologique jusqu'à nous. Voire jusqu'à d'hypothétiques « autres », mais se réfère à Fermi pour expliquer la probabilité quasi nulle que nous puissions les rencontrer (la thèse de Fermi m'a laissé pantois !). Il le fait toujours en physicien, pas en exobiologiste, et surtout pas en « futurologue ».

J'ai trouvé que c'est l'un de ses meilleurs exposés « grand public », un exposé qui s'inscrit dans les centres d'intérêt de notre association : les sciences de la Terre, même s'il remonte à la genèse de la question, voire encore avant !

Jean-François Gazin, membre de la SAGA.