



(L'INFINIMENT GRAND)

VOIR LOIN C'EST VOIR DANS LE PASSÉ

Étude de document

La machine à remonter le temps

Nous savons aujourd'hui que, comme le son, la lumière se propage à une vitesse bien déterminée [...]. Cela équivaut à une vitesse d'environ trois cent mille kilomètres par seconde, un million de fois plus vite que le son dans l'air. Il faut bien reconnaître que, par rapport aux dimensions dont nous parlons maintenant, cette vitesse est plutôt faible. À l'échelle astronomique, la lumière progresse à pas de tortue. Les nouvelles qu'elle nous apporte ne sont plus fraîches du tout !

Pour nous, c'est plutôt un avantage. Nous avons trouvé la machine à remonter le temps ! En regardant « loin », nous

regardons « tôt ». La nébuleuse d'Orion nous apparaît telle qu'elle était à la fin de l'Empire romain, et la galaxie d'Andromède telle qu'elle était au moment de l'apparition des premiers hommes, il y a deux millions d'années. À l'inverse, d'hypothétiques habitants d'Andromède, munis de puissants télescopes, pourraient voir aujourd'hui l'éveil de l'humanité sur notre planète...

Les objets les plus lointains visibles au télescope sont les quasars (Fig. 2). Ce sont en fait des galaxies [...]. Certains quasars sont situés à douze milliards d'années-lumière. La lumière qui nous en arrive a voyagé pendant douze milliards d'années. C'est-à-dire quatre-vingts pour cent de l'âge de l'Univers... C'est

la jeunesse du monde que leur lumière nous donne à voir au terme de cet incroyable voyage.

Dans ces conditions, il est naturellement impossible d'avoir un portrait « instantané » de l'Univers. Un « instantané »,

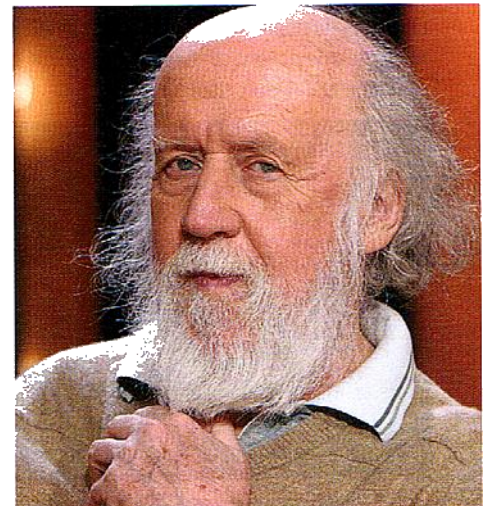
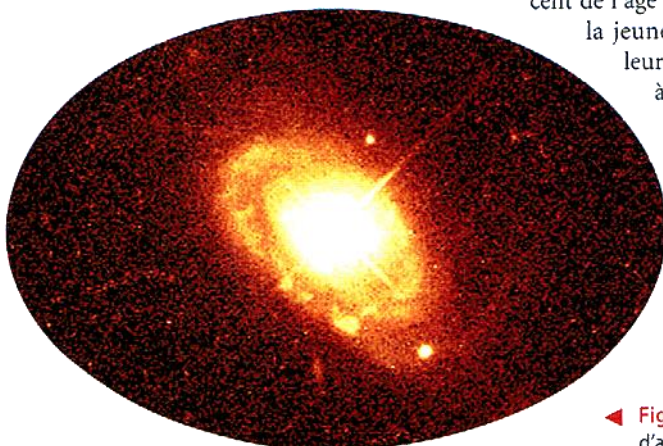


Fig. 1 Hubert Reeves, astrophysicien.

dans le langage photographique, c'est une vue qui fige un paysage en un instant précis de sa durée. Ici, nous sommes comme au sommet de la « montagne du temps ». Dans notre vision du monde, le point le plus avancé dans le temps est celui où nous sommes. Tout autour, notre regard plonge dans le passé.

Hubert Reeves (Fig. 1), *Patience dans l'azur*, Le Seuil (1996).



◀ Fig. 2 Ce quasar se situe à 1,5 milliard d'années-lumière de notre galaxie.

1) LA VITESSE DE LA LUMIÈRE :

- a) Quelle est la vitesse de la lumière ? $300\,000\,000\text{ m/s} = 300\,000\,000\,000\text{ m/s}$.
- b) Quelle est la vitesse du son dans l'air ? *Elle est environ 1 000 000 de fois moins grande que la vitesse de la lumière. Soit $300\,000\,000 \div 1\,000\,000 = 300\text{ m/s}$.*

Un orage éclate. La foudre tombe à 900 m de vous.

- c) Combien met la lumière de l'éclair pour vous parvenir ? *Vitesse = distance parcourue / temps de parcours. Donc $v = d/t \Rightarrow t = d/v = 900/300\,000\,000 = 3/1\,000\,000 = 3 \cdot 10^{-6}\text{ s} = 3\ \mu\text{s}$. (Attention aux unités !!!!).*
- d) Combien met le son (tonnerre) pour vous parvenir ? *On refait le même calcul avec la vitesse du son : Donc $v' = d'/t' \Rightarrow t' = d'/v' = 900/300 = 3\text{ s}$.*
- e) Que remarquez-vous ? *La lumière nous arrive bien avant le son. Donc l'image nous arrive très vite alors que nous entendons le tonnerre que 3 secondes plus tard.*

2) UNE MACHINE À REMONTER LE TEMPS :

- a) Expliquez la phrase : « En regardant « **loin** », nous regardons « **tôt** » » : *Si nous regardons un objet, l'image que nous recevons de lui correspond à la lumière qu'il nous envoie qu'il la diffuse (planète) ou qu'il l'émet directement (étoile). Cette lumière ne peut pas nous parvenir instantanément car la vitesse de la lumière n'est pas infiniment grande. Plus l'objet sera loin, plus la lumière qu'il nous envoie mettra du temps à nous parvenir. Or, l'image que nous recevons aujourd'hui de cet objet a été émise par lui il y a un certain temps (temps mis par la lumière pour partir de l'objet et nous parvenir). Donc l'image que nous recevons de lui aujourd'hui est une image du passé. Plus l'objet sera loin, plus son image aura mis de temps pour nous parvenir, plus elle sera reculée dans le passé.*
- b) A partir du texte, proposez une définition de l'année-lumière : *C'est la distance parcourue par la lumière pendant 1 année.*
- a) Exprimer l'année-lumière en mètres : *La lumière parcourt 300 000 km en 1 s.*
Dans 1 année, combien y a-t-il de secondes ? $365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31536000$ s.
Combien de km sont parcourus pendant ce nombre de secondes ? $31536000 \times 300\,000 = 9,5 \cdot 10^{12}$ km.
C'est-à-dire : $9,5 \cdot 10^{12}$ km parcourus en 1 an.
- c) Quel est l'intérêt pour l'astrophysicien d'utiliser l'année-lumière plutôt que le mètre comme unité de longueur ? *Les nombres manipulés sont moins grands et donc plus compréhensibles.*
- d) Recherchez quel est l'évènement le plus ancien dans l'univers. En déduire la distance maximale (en années-lumière) mesurable dans l'univers : *C'est le big-bang. Il a eu lieu il y a 13,7 milliards d'années. Ainsi, comme c'est l'évènement le plus ancien de l'univers, on ne peut pas avoir de distance plus grande mesurable en année-lumière.*
- e) Expliquez la phrase : « Ici (sur Terre), nous sommes au **sommet de la montagne du temps** » : *Comme le fait remarquer Hubert Reeves, tout autour de nous notre regard plonge dans le passé. Toutes les images qui parviennent jusqu'à nous, sur Terre, sont plus ancienne que le moment où on les reçoit. Donc, tout ce que nous observons depuis la Terre fait partie de notre passé.*
- f) Si nous habitons une autre planète, sur la galaxie d'Andromède par exemple, pourrions nous dire aussi « Ici (sur sur cette planète), nous sommes au **sommet de la montagne du temps** » ? *Oui, parce que nous pouvons faire le même raisonnement que si nous étions sur Terre. Donc, si nous habitons la galaxie d'Andromède, tout ce que nous observerions depuis cette galaxie ferait partie de notre passé.*
- g) Conclure : *On ne peut pas avoir une photo instantanée de l'univers. On ne peut pas voir tout ce qui se passe dans l'univers au même instant. En même temps.*