



Evolution de l'Univers - Correction

**-Je ne regarderais plus jamais les étoiles de la même façon. Mais je n'arrive pas à savoir si elles sont proches ou lointaines. Explique-moi, comment peut-on connaître, par exemple, la distance entre la Terre et le Soleil ?**

- Nous allons commencer par nous intéresser à notre Soleil. Ce soir, nous allons à notre observatoire pour le voir se coucher. Cette grosse boule lumineuse qui descend lentement vers l'horizon, c'est une étoile comme celles que nous voyons la nuit. **Mais les autres étoiles sont si loin qu'elles nous paraissent bien peu lumineuses en comparaison.** Parmi toutes les étoiles du ciel, nous avons la chance d'en avoir une tout près de nous !

**- Oui, mais à quelle distance ?**

- Evidemment, il est plus loin que les montagnes derrière lesquelles il va se coucher.

**- Alors comment peut-on mesurer ces distances ?**

- Il y a plusieurs méthodes. En voici une qui sert par exemple pour la Lune et le Système solaire. Rappelle-toi nos promenades dans les montagnes, l'été dernier. Nous nous amusions à crier pour écouter l'écho de nos voix. Selon la distance, il nous revenait après un temps plus ou moins long. Le son (notre cri) voyage vite : trois cents mètres par seconde. Si l'écho parvient après deux secondes

(-une-deux), tu sais que la falaise est à trois cent mètres (une seconde pour l'aller, une seconde pour le retour). Pour mesurer les distances dans le Système solaire, on utilise la même méthode, pas avec le son comme pour l'écho en montagne, mais avec la lumière.

**- Il y a des échos de lumière ?**

Oui, comme il y a des échos de son. Mais bien plus rapides : la lumière va un million de fois plus vite que le son. **Aujourd'hui, pour mesurer la distance de la Lune, on envoie un rayon radar (une sorte de lumière) vers sa surface. L'écho revient de la Lune en deux secondes (une pour l'aller, une pour revenir). La Lune est à une seconde-lumière.**

**Pour aller au Soleil, la lumière met huit minutes.** On dit que le Soleil est à huit minutes plus tard. Quand nous les observons sur la Terre, nous savons qu'ils ont eu lieu huit minutes plus tôt. Pourquoi ? Parce que la lumière de ces éclairs a dû parcourir la distance entre le Soleil et nous.

**Cela veut dire que le Soleil que nous observons ce soir est le Soleil tel qu'il était il y a huit minutes ? Comment est-il maintenant ? A-t-il changé en huit minutes ?**

Pour le savoir, il nous faut attendre... huit minutes. En fait, nous sommes juste à la bonne distance de notre étoile. Plus loin, il ferait très froid et nous ne pourrions pas vivre. Plus près, il ferait trop chaud et l'eau de l'océan s'évaporerait. Sans eau liquide, il n'y aurait pas de vie non plus. C'est parce que notre Terre est à une bonne distance du Soleil que la vie a pu s'y développer et que nous y vivons confortablement.

Attendons maintenant la nuit. Le Soleil est couché. Les étoiles apparaissent dans le ciel. Leur lumière a voyagé longtemps avant de nous arriver sur la Terre. Certaines des étoiles que nous voyons sont situées à des dizaines, des centaines et même à des milliers d'années-lumière. Pour nous arriver aujourd'hui, sa lumière est partie de l'étoile autour de l'année 1580.

**Et les trois étoiles que tu appelais les Rois Mages, dans la constellation d'Orion, elles sont à quelles distances ?**

Leur lumière a voyagé pendant mille cinq cents ans avant d'entrer dans nos yeux. Elle est partie vers la fin de l'Empire romain, voyageant pendant tout le Moyen Age, la Renaissance et les époques récentes, elle filait à travers l'espace et nous arrive enfin... Bien sûr, nous ne pourrions pas mesurer leurs distances parcourues par la méthode des échos. Il faudrait attendre trois mille ans pour l'aller retour ! On utilise d'autres méthodes. Tu pourras les lire dans les ouvrages d'astronomie.

Et maintenant, si tu regardes des images prises du cosmos, avec de grands télescopes, tu vois une multitude de galaxies. Ici, les distances sont beaucoup plus grandes encore. La lumière de certaines d'entre elles a été émise bien avant la naissance de la Terre et du Soleil. Elle voyage pratiquement depuis le début de l'Univers.

**-Comment peut-on savoir ce qu'elles sont devenues ? Peut-être qu'elles n'existent plus ?**

La question se pose. On pense que nombre d'entre elles ont été avalées par les plus grosses. Il y a beaucoup de cannibalisme chez les galaxies. Mais pour le vérifier directement, il faudrait patienter des milliards d'années. Retiens bien cette information : quand tu observes un astre lointain, tu le vois tel qu'il était dans un lointain passé et non pas tel qu'il est aujourd'hui. On peut résumer cela en disant : « Regarder loin, c'est regarder tôt ». Les astronomes ont à leur disposition une « machine à remonter le temps » dont rêveraient tous les historiens terrestres.[...] Ainsi nous pouvons reconstituer l'histoire de l'Univers.

**Hubert Reeves L'univers expliqué à mes petits enfants**

1- « Regarder loin, c'est regarder tôt »

a- Le soleil est-il une étoile ?

Oui, le soleil est une étoile ; il émet la lumière qu'il produit.

b- Pourquoi les étoiles nous paraissent-elles moins lumineuses que le soleil ?

Surligner au crayon de couleur **jaune** la réponse dans le texte.

c- Comment mesurer la distance terre-Lune ?

Surligner au crayon de couleur **bleu** la réponse dans le texte.

d- Combien de temps la lumière met-elle pour nous arriver du soleil ou pour aller de la terre au soleil ?

Surligner au crayon de couleur **vert** la réponse dans le texte.

e- « Regarder loin, c'est regarder tôt ? ». Expliquer...

Quand on observe un astre lointain, on observe en fait l'image qu'il nous a envoyée dans un lointain passé. On ne voit pas son image actuelle, c'est-à-dire, on ne le voit pas tel qu'il est aujourd'hui : C'est une image du passé.

Plus on regarde loin, plus l'image que l'on voit a été envoyée il y a longtemps donc tôt dans l'histoire de l'Univers.

## 2- Evolution de l'univers

***Tu m'as expliqué ce que veut dire l' «Univers en expansion ». Tu as insisté sur le fait qu'il y a constamment du changement dans l'Univers. En quoi est-ce que cela me concerne ? En quoi le mouvement d'éloignement des galaxies – que je ne peux même pas voir à l'œil nu- m'intéresse-t-il personnellement ?***

Nous avons encore beaucoup de trajet à parcourir avant de pouvoir te répondre correctement. Un Univers où rien n'aurait jamais changé depuis l'éternité et qui durerait toujours, comme l'affirmait Aristote, serait un Univers sans histoire. La découverte du mouvement d'ensemble des galaxies –leur éloignement progressif au cours du temps – nous permet d'affirmer que l'Univers a une histoire. Nous allons donc pouvoir offrir un nouveau chapitre de notre enquête : nous allons essayer de reconstituer cette histoire. Une histoire, c'est quoi ? C'est la narration d'une suite d'évènements qui ont eu lieu dans le passé. Cela suppose qu'il y ait des faits qui soient arrivés à un certains moments, comme la Révolution française. Ces épisodes influencent ce qui va se produire par la suite. Sans la connaissance de ce passé, on ne peut pas comprendre le présent.

***Alors les astrophysiciens deviennent des historiens ?***

Pour bien illustrer la situation, nous allons plutôt comparer la tâche des astrophysiciens à celle des préhistoriens qui essaient de découvrir le passé de l'humanité. Ils cherchent la façon dont vivait nos ancêtres. Où habitaient-ils ? Comment arrivaient-ils à se nourrir, à se réchauffer ? Pour répondre à ces questions, les chercheurs font ce qu'ils appellent des « fouilles ». Ils vont sur les lieux où se trouvent les traces d'habitations anciennes. Ils recueillent des cendres de brasiers, des outils primitifs en silex taillé, des bois de renne sculptés. Tout cela permet de reconstituer, avec un peu d'imagination, le mode de vie de nos lointains aïeux, d'une façon assez convaincante.

***Oui, je me souviens, l'été dernier, tu nous as emmenés visiter la grotte de Tautavel près de Perpignan. Dans le musée, nous avons vu les reconstitutions de la vie de nos ancêtres, il y a plusieurs centaines de milliers d'année.***

On connaît beaucoup de choses sur le mode de vie des humains depuis l'époque de Tautavel. Mais, plus on recule dans le temps, plus nos informations sont fragmentaires. On découvre sans cesse de nouveaux sites habités, quelques crânes plus ou moins bien conservés. Et pourtant, il y a encore beaucoup de questions sans réponses.

L'important, quand on veut décrire un chapitre du passé, c'est d'avoir des fossiles provenant de la période correspondante. Sinon, on ne peut rien dire de crédible. J'insiste sur ce point. Il va nous être utile pour notre histoire du cosmos. Cela est vrai aussi bien pour la préhistoire humaine que l'histoire du cosmos.

***Ça pourrait être quoi ces fossiles pour l'astronomie ? Il n'y a pas de bois de renne dans le ciel !***

Bien sûr, il ne s'agit plus de pointes de flèches ou de grottes peintes. Ce seront, par contre, des rayonnements émis à certaines périodes de la vie de l'Univers. Ou encore des variétés d'atomes engendrés dans certains évènements cosmiques. Tous ont laissé des traces qu'on peut identifier encore aujourd'hui.

***Je suppose que, comme les fossiles des préhistoriens, ces vestiges du passé vont jouer un rôle de « preuves à l'appui » pour la crédibilité de l'histoire.***

Tu as bien compris. Mais avant de poursuivre cette narration, il me faut parler des travaux d'un certain Albert Einstein.

***Celui qui tire la langue sur une photo ?***

Oui. C'est lui. Il a joué un rôle important dans l'ensemble de la physique. Pour l'astronomie, il a obtenu un résultat particulièrement significatif. On peut montrer, par sa théorie de la relativité (formulée en 1917), que si l'Univers est en expansion, alors il doit être aussi en train de se refroidir.

### **Comme un gigantesque frigo ?**

Effectivement, c'est ce qui se passe dans le moteur d'un frigo. Quand on comprime un gaz, il se réchauffe ; quand on le détend il se refroidit. On pourrait dire que l'Univers se comporte comme un immense gaz dont les galaxies seraient les particules. Les observations de Hubble montrent que ce gaz est en expansion, et donc qu'il se refroidit.

Voilà un deuxième élément de notre histoire.

Le premier : notre Univers est en expansion.

Le second : il est en refroidissement.

### **Ils considèrent que c'est la vérité ?**

Ici, il faut faire attention. La science ne dit pas : « c'est ainsi ! » Elle dit : « C'est vraisemblablement ainsi » ou mieux : « il y a probablement du vrai là-dedans. » Pourtant il y a encore bien des points obscurs, des problèmes non résolus, des difficultés à élucider. Le scénario du Big Bang reste, pour l'instant, dans ses grandes lignes, la meilleure narration du passé du cosmos.

### **Existe-t-il d'autres « fossiles » de l'Univers primitifs ?**

Il y en a encore plusieurs. En voici un : des « cendres » du Big Bang sont restées parmi nous. Ce sont les atomes d'hydrogène et d'hélium.

### **Qu'est ce que ces atomes nous racontent ?**

Ils nous ramènent à une période où l'Univers était âgé d'une minute. Sa température était alors d'un milliard de degrés. Comme dans le Soleil aujourd'hui, des réactions nucléaires ont eu lieu dans tout l'espace cosmique. Elles ont transformé une partie de l'hydrogène initial en hélium. La théorie du Big Bang prévoit que seulement 10% de l'hydrogène s'est transformé en hélium et 90% est resté intact. Ces atomes d'hydrogène et d'hélium, on les retrouve aujourd'hui dans les étoiles et les nébuleuses. Leurs quantités respectives sont bien celles que prévoit la théorie. Ces atomes, reliquats du Big Bang, sont des fossiles du passé comme le rayonnement fossile. Ils sont les vestiges du grand brasier primordial. Cet accord entre les observations et les prévisions de la théorie du Big Bang est une bonne raison de la prendre au sérieux. Même si, je le répète, la reconstitution de l'histoire pose toujours des problèmes sérieux. Il y a encore place pour beaucoup d'observations et de théories. La prudence est toujours de mise. Ce doit être une constante chez tout scientifique.

**Hubert Reeves L'univers expliqué à mes petits enfants**

a. A qui sont comparés les astrophysiciens dans leurs recherches ? Pourquoi ?

Ils sont comparés aux historiens car leurs recherches donnent des informations sur le passé.

b. Comment évolue l'univers ?

Notre univers est en expansion et il est en refroidissement.

c. Quels atomes nous renseignent sur le big bang ?

Aides :

Atome : petites particules constituant la matière. Il existe environ une centaine d'atomes différents dans tout l'univers.

Big bang : « Grand boum », c'est un modèle utilisé par les scientifiques pour décrire l'origine et l'évolution de l'Univers.

Les atomes d'Hélium et d'Hydrogène nous renseignent sur le big bang.