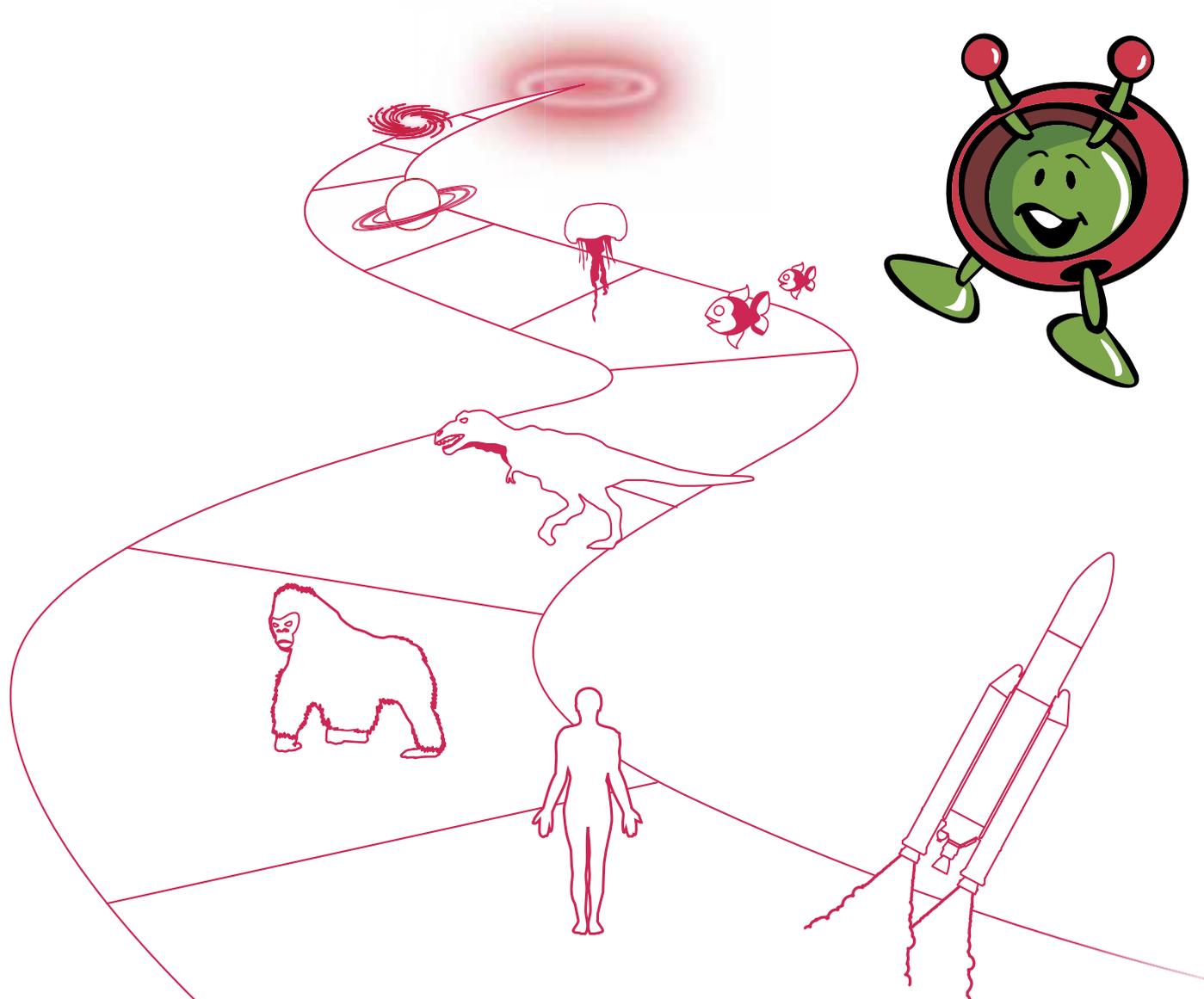


primary | PR02

teach with space

→ HISTOIRE DE L'UNIVERS

Créer des chronologies



→ INTRODUCTION

Il peut être parfois difficile de saisir et de se représenter l'âge considérable de l'Univers. Cette activité de recherche axée sur la création et les mathématiques permet aux élèves de découvrir les principaux événements qui jalonnent l'histoire de l'Univers et de les placer dans une chronologie équivalente courant sur une année et plus simple à manier.



En bref	page 3
Connaissances de fond	page 4
Activité - Créer des chronologies	page 10
Créer une chronologie personnelle	page 10
Une chronologie de l'Univers	page 10
Exemple de calcul	page 13
Conclusion	page 17
Fiche de travail	page 18
Dans l'espace avec l'ASE	page 22
Giotto	page 22
Rosetta	page 22
Annexe	page 24
Chronologie de l'Univers à afficher en classe	page 25
Cartes des événements marquants de l'Univers	page 26
Liens	page 28

→ HISTOIRE DE L'UNIVERS

Créer des chronologies



En bref

Tranche d'âge : 10 – 12 ans

Type : activité pour les élèves (en groupes)

Difficulté : moyenne à difficile

Durée de préparation pour l'enseignant :
30 à 60 minutes

Temps nécessaire pour la leçon :
2 heures

Coûts par kit : faibles (moins de 10 euros)

Lieu : en intérieur (salle de classe quelconque)

Comprend l'utilisation de : ouvrages de référence, l'Internet (optionnel), matériel d'art et de bricolage, calculatrices

Aperçu

Dans cette activité, les élèves travailleront en groupes pour créer des chronologies : une première chronologie de leur propre vie et une autre portant sur des événements marquants de l'histoire de l'Univers. Les élèves convertiront ensuite les dates de grands événements de l'Univers pour les placer dans une chronologie équivalente s'étendant sur une année. Les élèves feront également des recherches au sujet de ces événements et illustreront leurs informations. Les élèves présenteront enfin leurs travaux à toute la classe.

Les élèves apprendront

1. Que l'Univers est très ancien.
2. Que la Terre est relativement récente.
3. Que les êtres humains sont sur Terre depuis un temps relativement court.
4. A établir une chronologie des événements qui se sont déroulés entre la naissance de l'Univers et les temps présents.
5. L'influence des impacts sur l'évolution de la Terre.

Pertinence éducative

Sciences

- Examiner des idées.
- Recherches au moyen de sources d'information secondaires.
- Compte rendu des résultats des investigations, avec explications orales.

Mathématiques

- Lire, écrire, classer et comparer des nombres jusqu'à au moins 10 000 000 et déterminer la valeur de chaque chiffre.
- Arrondir des chiffres jusqu'au nombre le plus proche 10, 100, 1000, 10 000 et 100 000.
- Résoudre des problèmes avec des nombres
- Utiliser des approximations pour vérifier les réponses à des calculs.
- Additionner et soustraire des nombres entiers de plus de 4 chiffres.

- Multiplier et diviser des nombres entiers de plus de 4 chiffres.
- Résoudre des problèmes impliquant la conversion entre des unités de temps.
- Comprendre et utiliser les valeurs positionnelles pour les nombres décimaux, les mesures et les nombres entiers de toute taille.

Alphabétisation

- Lire et discuter de livres non fictionnels ainsi que d'ouvrages de référence et des manuels scolaires
- Faire la distinction entre des faits et des opinions
- Présentations formelles et débats.

Art et conception

- Produire des œuvres créatives, explorer leurs idées et enregistrer leurs expériences.



Une brève histoire de l'Univers

Début de l'Univers

Les astronomes estiment que l'Univers a débuté avec un « Big Bang » (grand boom) qui s'est produit il y a 13,8 milliards d'années. Au début, l'Univers était immensément chaud et dense, concentré dans un volume plus réduit que celui d'une tête d'épingle. Et soudain il commença son expansion par une explosion de chaleur. En une infime fraction de seconde (biens moins qu'un milliardième de seconde), l'Univers atteignit une taille plus grande que celle d'un pamplemousse et il continue son expansion aujourd'hui encore. Après le Big Bang, l'expansion et le refroidissement se poursuivirent. Les particules se formèrent au cours des premières secondes. Ensuite, pendant les quelques premières minutes, les neutrons et les protons se combinèrent entre eux pour former les premiers noyaux atomiques comme le deutérium, l'hélium et le lithium. À mesure que l'Univers continuait son expansion et son refroidissement, après 380 000 années environ, ce sont les atomes qui se sont formés. L'Univers était alors rempli de nuages composés essentiellement d'hydrogène et d'hélium gazeux et c'est la première fois que la lumière a pu se propager librement. Cette lumière originelle peut être détectée aujourd'hui comme le fond diffus cosmologique.

Naissance des galaxies

Les premières étoiles et les premières galaxies commencèrent à se former dans les régions denses des nuages gazeux quelques millions d'années après le Big Bang (Figure 1). Les premières étoiles étaient bien plus grosses et puissantes que celles que nous voyons aujourd'hui, alors que les premières galaxies étaient bien plus petites et plus proches les unes des autres qu'aujourd'hui.

Naissance du Soleil, des planètes et des comètes

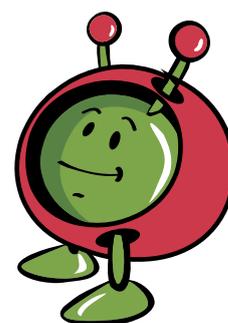
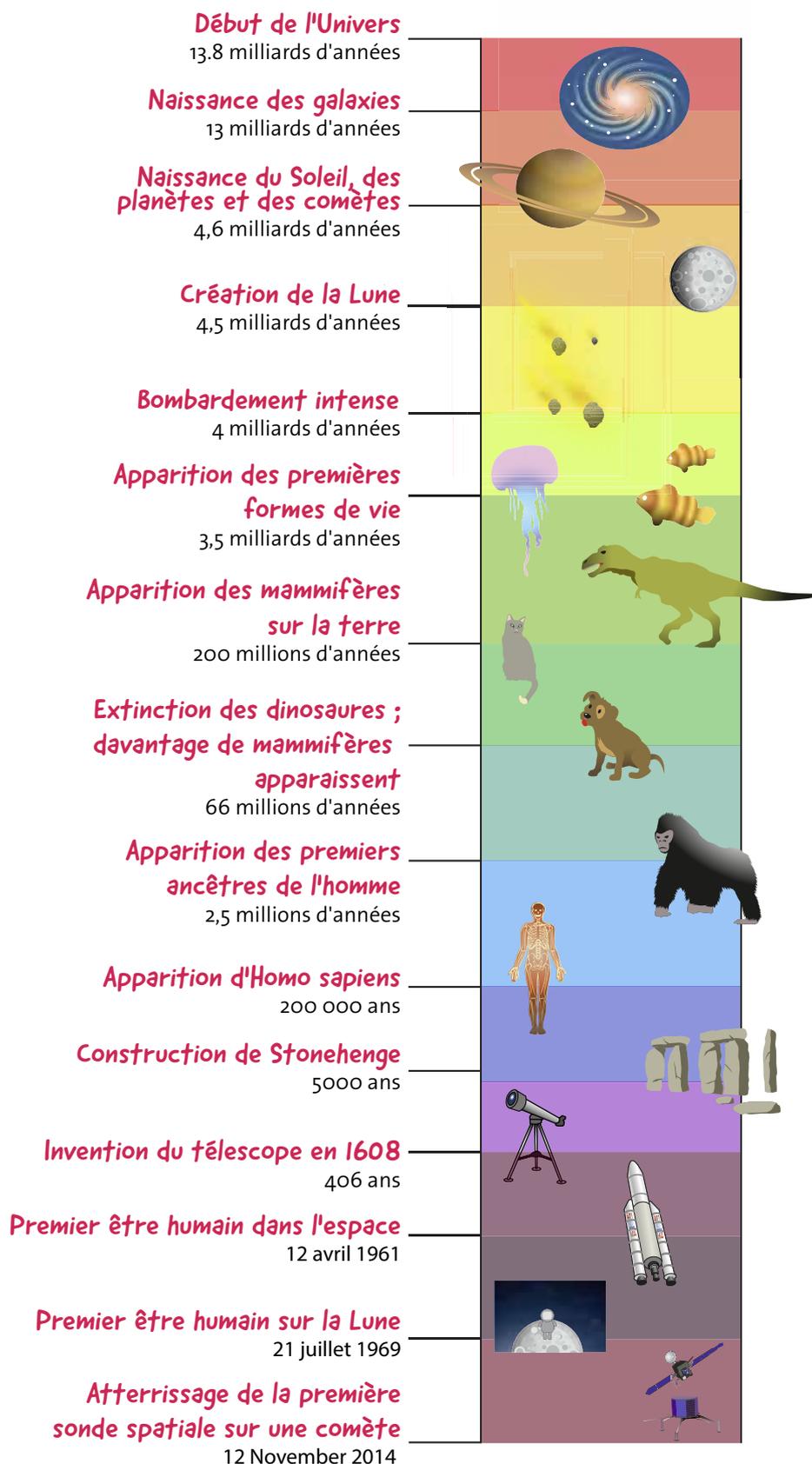
Notre Système solaire s'est formé il y a environ 4,6 milliards d'années à partir d'un grand nuage de gaz et de poussières appelé une nébuleuse (Figure 1). La partie la plus dense de la nébuleuse a lentement commencé à s'effondrer sur elle-même. Le gaz et les poussières qui l'entouraient et qui se déplaçaient à grande vitesse ont formé un disque tournoyant sur lui-même. Au centre de ce disque, le gaz et les poussières étaient comprimés, ce qui fit augmenter la température et la densité jusqu'à donner naissance au Soleil, notre étoile la plus proche. La plus grande partie des poussières du disque entourant le Soleil nouvellement apparu ont commencé à se percuter et à adhérer entre elles jusqu'à ce qu'apparaissent les planètes. Aujourd'hui, huit planètes, leurs lunes et de nombreux autres objets appelés astéroïdes et comètes sont en orbite autour du Soleil.

Histoire de la Terre

À ses débuts, le Système solaire était une région très agitée, marquée par de nombreuses collisions entre des objets tentant de se développer pour devenir des planètes. Cette période est souvent appelée une période de bombardement intense. La Terre a survécu à une telle collision quelque 100 millions d'années après sa formation. On pense que ce sont les débris de cette collision qui ont formé la Lune (Figure 1). La jeune Terre a subi un bombardement intense d'astéroïdes et de comètes, des objets résiduels issus de la formation des planètes. Après sa formation, la Terre qui était encore composée de matériau en fusion, commença à se refroidir et une croûte dure ainsi que les océans apparurent.

Au début, il n'y avait pas d'eau sur la Terre. On pense que l'eau fut apportée sur la Terre par les comètes et les astéroïdes qui la percutaient sans cesse. Il n'est pas facile de trouver des traces de ces impacts. La surface de notre planète a changé au fil du temps à cause de la présence d'eau, de la tectonique des plaques (provoquant séismes et éruptions volcaniques), de l'usure du temps et de l'érosion. On peut toutefois s'en convaincre en contemplant la surface de la Lune qui est constellée de cratères d'anciens impacts. La surface de la Lune a très peu changé depuis sa formation et elle conserve donc des traces de son passé.

Chronologie de l'Univers



Les premières formes de vie sont apparues lorsque la terre avait environ 1 milliard d'années (il y a donc 3,5 milliards d'années). Les premières formes de vie sur la Terre étaient des bactéries microscopiques. Des plantes simples ont vu le jour à mesure que cette forme de vie se développait et tirait profit de l'énergie du Soleil (en pratiquant la photosynthèse).

Les premiers mammifères sont apparus sur Terre il y a quelque 200 millions d'années. Mais ils sont restés relativement petits et discrets jusqu'à l'extinction des dinosaures, il y environ 66 millions d'années (Figure 1). C'est à cette époque qu'un grand astéroïde ou une comète aurait percuté la Terre dans une région appelée le Yucatán, au Mexique. Le changement de climat qui a suivi cet événement a contribué à l'extinction des dinosaures.

Après la disparition des dinosaures, les petits mammifères ont proliféré, se diversifiant rapidement et gagnant en taille. Les premiers ancêtres de l'homme sont apparus sur Terre il y a 2,5 millions d'années, suivis par Homo sapiens, notre propre espèce, il y a environ 200 000 ans (Figure 1). Il y a environ 5000 ans, nos ancêtres construisaient des structures gigantesques comme Stonehenge et il y a à peine 400 ans, on inventait le télescope qu'on a ensuite pointé vers le ciel nocturne.

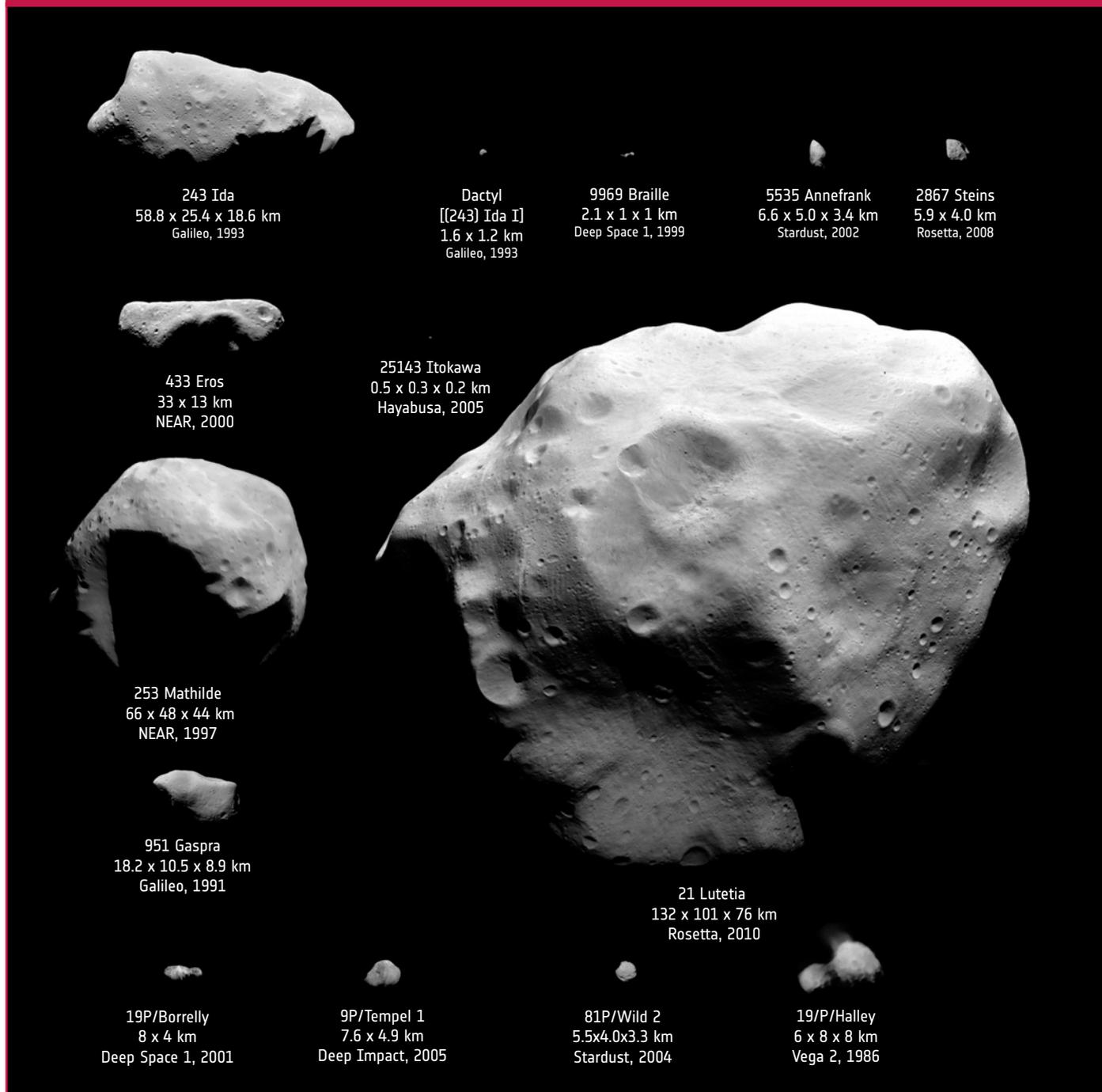
L'ère spatiale

Avec l'avènement de l'ère spatiale au vingtième siècle, l'humanité a commencé à pousser son exploration au-delà de la Terre. Le 12 avril 1961, le cosmonaute Youri Gagarine devient le premier humain à séjourner dans l'espace (Figure 1). L'aventure de Youri Gagarine dans l'espace a duré seulement 100 minutes. À peine quelques années plus tard, le 21 juillet 1969, Neil Armstrong marchait sur la Lune et devenait le premier humain à poser le pied sur un autre corps céleste. Aujourd'hui, six personnes vivent dans la Station spatiale internationale en orbite autour de la Terre. Pendant la seconde moitié du vingtième siècle, l'humanité a utilisé l'espace de nombreuses manières différentes : pour étudier notre propre planète, pour communiquer tout autour du globe, pour observer l'Univers et pour étudier nos voisins célestes, le Soleil, les planètes, les lunes, les astéroïdes et les comètes. Pendant la courte durée de la présence de notre espèce sur la Terre, nous avons évolué et exploré pour développer la vie comme nous la connaissons aujourd'hui.

Les astéroïdes

Les astéroïdes sont un groupe de petits corps célestes de formes irrégulières localisés dans les régions intérieures du Système solaire. Ils sont constitués de matériau rocheux et métallique comme le fer. Il y a des millions d'astéroïdes dans le Système solaire. La majorité des astéroïdes sont en orbite autour du Soleil, dans la Ceinture d'astéroïdes qui s'étend entre les orbites de Mars et de Jupiter. On pense que les astéroïdes sont du matériau résiduel issu de la formation du Système solaire.

Pendant son long voyage vers une comète, la mission Rosetta de l'Agence spatiale européenne a survolé et étudié deux astéroïdes, l'astéroïde 21 Lutèce et 2867 Steins. La Figure 2 est un montage d'images d'astéroïdes et de comètes dans le but de montrer la grande diversité de tailles et de formes.



↑ Image composite montrant les différentes formes et tailles des astéroïdes et des comètes. Les comètes sont les quatre objets au bas de la Figure. Le texte accompagnant chaque image est :

Ligne 1 - numéro et nom de l'objet,

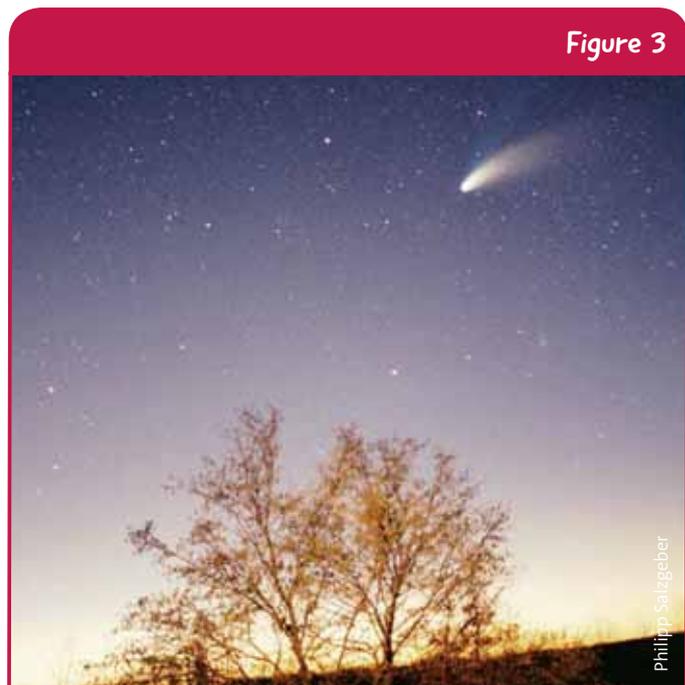
Ligne 2 - dimensions en kilomètres,

Ligne 3 - nom de la mission qui a étudié l'objet et année pendant laquelle l'image a été prise.

Créé à partir d'un montage par Emily Lakdawalla. Ida, Dactyle, Braille, Annefrank, Gaspra, Borrelly : NASA / JPL / Ted Stryk. Steins : ESA/ OSIRIS team. Éros : NASA / JHUAPL. Itokawa : ISAS / JAXA / Emily Lakdawalla. Mathilde : NASA / JHUAPL / Ted Stryk. Lutèce : ESA / OSIRIS team / Emily Lakdawalla. Halley : Académie des sciences de Russie / Ted Stryk. Tempel 1 : NASA / JPL / UMD. Wild 2 : NASA / JPL

Les comètes

Les comètes sont de petits objets glacés qui proviennent des régions extérieures du Système solaire, au-delà de Neptune, qu'on appelle la ceinture de Kuiper et le nuage d'Oort. Les comètes sont essentiellement faites de glace, mais elles contiennent aussi des poussières et du matériau rocheux. Comme les astéroïdes, il s'agit de matériau de forme irrégulière qui date de la formation du Système solaire (Figure 2). La majorité des comètes nécessitent des centaines ou des milliers d'années pour faire le tour du Soleil sur leur orbite. Comparez cette durée à une seule année pour la Terre ! De temps à autre, l'orbite d'une comète peut changer, ce qui l'amène à se diriger vers l'intérieur du Système solaire. Lorsqu'une comète s'approche du Soleil, elle s'échauffe et une queue spectaculaire composée de gaz et de poussières apparaît derrière elle (Figure 3).



↑ Photo de la comète Hale-Bopp prise en Croatie.

De nombreuses comètes possèdent des orbites très allongées, ce qui signifie qu'elles seront proches du Soleil et donc visibles pendant une courte durée seulement. Les orbites de certaines comètes ont tellement changé que leurs trajectoires autour du soleil sont maintenant bien plus courtes. La comète 1P/Halley parcourt son orbite autour du Soleil en 75 ans et elle a été observée régulièrement (à l'œil nu) depuis la Terre au cours des quelque 1000 dernières années. La tapisserie de Bayeux, qui retrace la bataille d'Hastings en 1066, nous apprend que la comète 1P/Halley fut observée depuis la Terre il y a bien longtemps (Figure 4).



↑ Comet 1P/Halley représenté sur la tapisserie de Bayeux (en haut au centre).

Millions, milliards et puissances de 10

Les échelles de temps de l'Univers sont immenses. Dans cette activité, les élèves vont devoir se familiariser avec les grands nombres (jusqu'à 13,8 milliards !) et effectuer des conversions entre nombres. Ci-dessous, un rapide aperçu des conventions scientifiques concernant les nombres :

Mille milliers sont un million :

$$1 \text{ million} = 1000 \times 1000 = 1,000,000$$

Un milliard correspond à mille millions :

$$1 \text{ milliard} = 1000 \times 1,000,000 = 1,000,000,000$$

Au lieu d'utiliser ou d'écrire de nombreux zéros pour exprimer les grands nombres, on peut employer une forme mathématique abrégée plus claire et plus facile à lire. Par exemple :

$$100 = 10 \times 10 = 10^2 \text{ (lire '10 puissance 2', ou dans ce cas, '10 au carré')}$$

De manière similaire,

$$1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3 \text{ ('10 puissance 3', ou dans ce cas, '10 au cube')}$$

Ainsi, pour les grands nombres :

$$1 \text{ million} = 1,000,000 = 1000 \times 1000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^6 \text{ ('10 puissance 6')}$$

$$1 \text{ milliard} = 1,000,000,000 = 1000 \times 1,000,000 = 10 \times 10 = 10^9 \text{ ('10 puissance 9')}$$



Créons des chronologies

Dans cette activité, les élèves travailleront en groupes pour créer une chronologie de leurs propres vies et une chronologie des principaux événements dans l'histoire de l'Univers. Cette chronologie de l'Univers sera ensuite ramenée à l'échelle d'une année et les élèves calculeront le mois, le jour et l'heure correspondant à chaque événement. De plus, ils effectueront leurs propres recherches pour en apprendre davantage sur les principaux événements de l'histoire de l'Univers et réaliseront une image/création personnelle pour accompagner ces informations. À la fin de chaque activité, les élèves présenteront leurs travaux à la classe entière. Un exemple de chronologie de l'Univers à afficher en classe et un jeu de cartes sur les événements marquants de l'Univers sont joints en annexe.

Matériel

- Grande chronologie de l'Univers à afficher en classe - réalisée par avance (à titre d'exemple, voir en annexe)
- Jeu de cartes des événements marquants de l'Univers - voir en annexe
- Fiche de travail – Ma chronologie (1 par élève)
- Fiche de travail – Une chronologie de l'Univers (au moins un exemplaire par paire d'élèves)
- Papier kraft - de différentes couleurs
- Ciseaux
- Bâtons de colle
- Crayons de couleur et crayons
- Calculettes
- Crayons

Créer une chronologie personnelle (20 minutes)

Discutez avec les élèves de leurs souvenirs d'événements qui ont marqués leurs vies. Quel est leur souvenir le plus lointain ? Jusqu'où peuvent-ils remonter dans leurs souvenirs ? Peuvent-ils penser à quelque chose qui soit vieux ? Connaissent-ils un événement qui se serait déroulé il y a très longtemps ? La plupart des informations au sujet du passé émanent de sources écrites. Tout ce que nous connaissons des temps qui ont précédé l'être humain provient de recherches effectuées par des scientifiques. Expliquez aux élèves qu'ils vont construire une chronologie des événements marquants de leurs vies, depuis leur naissance jusqu'au temps présent. Ils peuvent créer leur propre chronologie ou utiliser celle qui est fournie dans la fiche de travail - Ma chronologie.

Les élèves préparent et réalisent leurs propres chronologies. Demandez à des volontaires de relater les histoires de leurs vies et de partager les événements marquants avec la classe. Quels sont leurs souvenirs les plus lointains ? Les chronologies peuvent être utilisées plus tard dans le cadre d'une exposition en classe.

Une chronologie de l'Univers (1 heure 40 minutes)

Expliquez aux élèves que les chronologies qu'ils ont créées dans la précédente activité montrent des événements qui se sont déroulés dans un certain ordre entre leur jeunesse et le jour actuel. Visionnez ensuite une vidéo qui raconte une autre histoire : l'histoire de l'Univers depuis ses débuts jusqu'à l'apparition des premiers humains (pour un exemple de vidéo, voir sans la section Liens). Les graphismes de cette vidéo sont spectaculaires. Elle débute au commencement de l'Univers et comprend des événements marquants comme la formation du Système solaire et l'apparition d'êtres humains.



Montrez aux élèves la chronologie de l'Univers sur un tableau blanc ou sur le mur de la classe et expliquez qu'elle représente l'histoire complète de l'Univers depuis son commencement jusqu'au jour d'aujourd'hui, soit au total 13,8 milliards d'années. Sur l'affichage, les 13,8 milliards d'années sont ramenés à l'échelle d'une année. Les dix dernières minutes de l'année, le 31 décembre, sont mises en exergue dans la dernière partie. Les élèves vont maintenant calculer le nombre d'années (dans l'histoire de l'Univers) représenté par un mois, une semaine, un jour ou une minute sur cette chronologie d'une année.

Calculer des échelles de temps

Demandez d'abord aux élèves de calculer les unités de temps qui constituent une année sur la planète Terre (Activité 1 de la fiche de travail - Une chronologie de l'Univers). Demandez aux groupes de partager leurs résultats avec la classe. Passez ensuite au calcul de l'Activité 2 de la fiche de travail - Une chronologie de l'Univers. Dans cette activité, les élèves doivent déterminer le nombre d'années sur la chronologie effective de l'Univers, représentées par chaque fraction d'année dans la chronologie mise à l'échelle. Vous pouvez aider les groupes pendant cette activité en effectuant les calculs au tableau ou en invitant des élèves à montrer à la classe comment ils ont solutionné chaque problème. Les résultats de ces calculs peuvent être consultés dans les Tables A1 et A2.

Table A1

Durée de temps	En mois	En semaines	En jours	En heures	En minutes	En secondes
1 seconde		-	-	-	-	1
1 minute		-	-	-	1	60
1 heure		-	-	1	60	$60 \times 60 = 3600$
1 jour		-	1	24	$24 \times 60 = 1440$	$24 \times 60 \times 60 = 86,400$
1 semaine		1	7	$7 \times 24 = 168$	$7 \times 24 \times 60 = 10,080$	$7 \times 24 \times 60 \times 60 = 604,800$
1 mois*	1	$52 / 12 = 4,3$	$365 / 12 = 30,4$	$(365 / 12) \times 24 = 730$	$(365 / 12) \times 24 \times 60 = 43,800$	$(365 / 12) \times 24 \times 60 \times 60 = 2,628,000$
1 an	12	52	365	$365 \times 24 = 8,760$	$365 \times 24 \times 60 = 525,600$	$365 \times 24 \times 60 \times 60 = 31,536,000$

↑ Conversion des durées d'une année en différentes unités.

*En supposant qu'il y ait 12 mois égaux.



Table A2

Durée dans la chronologie	Fraction d'une année	Durée dans l'histoire de l'univers (années)
1 an	1	13,8 milliards = 13,800 millions
1 mois (si tous les mois étaient égaux)	1 / 12	13,8 / 12 = 1,15 milliard = 1150 millions
1 semaine	1 / 52	13,8 / 52 = 0,265 milliard = 265 millions
1 jour	1 / 365	13,8 / 365 = 0,378 milliard = 37,8 millions
1 heure	1 / (365 x 24)	13,8 / (365 x 24) = 0,00158 milliard = 1,58 million
1 minute	1 / (365 x 24 x 60)	13,8 / (365 x 24 x 60) = 26,300
1 seconde	1 / (365 x 24 x 60 x 60)	13,8 / (365 x 24 x 60 x 60) = 438

↑ Conversion de différentes durées sur une année en fractions d'année (deuxième colonne) et conversion de ces valeurs en équivalents de la chronologie de l'Univers (troisième colonne).

Événements marquants dans l'histoire de l'Univers

Donnez à chaque groupe une ou deux cartes du jeu de cartes de l'annexe - Cartes des événements marquants de l'Univers. Demandez-leur d'utiliser l'Internet ou des livres pour trouver des informations au sujet de leurs événements. Les élèves devraient aussi concevoir et réaliser une œuvre pour accompagner leurs informations. Expliquez aux élèves qu'avant de positionner tous les événements sur la chronologie ils doivent calculer la durée de temps qui s'est écoulée entre le début de l'Univers et l'événement respectif. Passez à l'Activité 3 de la fiche de travail - Une chronologie de l'Univers, montrant comment soustraire de l'âge de l'Univers la date d'un événement. Si les élèves sont assez sûrs d'eux, ils peuvent effectuer le calcul pour le(s) événement(s) qui leur sont affecté(s). Affichez les résultats pour tous les groupes. Les réponses se trouvent dans la Table A3 (troisième colonne).

Positionnement des événements sur la chronologie d'une année

Maintenant que les élèves sont familiarisés avec les événements marquants de l'histoire de l'Univers, ils peuvent convertir les durées pour les ramener à l'échelle d'une année et accomplir l'Activité 4 de la fiche de travail - Une chronologie de l'Univers. En utilisant une échelle de temps plus familière s'étendant sur une année, les élèves pourront mieux comprendre à quel moment les événements se sont produits.

Ce calcul peut être exigeant et, suivant les capacités des élèves, l'activité pourra être aménagée en conséquence. Les élèves plus aguerris pourront apprécier de faire la démonstration de leur compréhension des mathématiques.



L'activité peut aussi être étendue pour ne pas seulement calculer le jour de l'année, mais aussi l'heure à laquelle les événements se sont produits. S'il y a des élèves peu sûrs d'eux en mathématiques, vous pouvez choisir de leur montrer les calculs au tableau ou fournir à chaque groupe les données pour ajouter les événements dans la chronologie. Un exemple de calcul est fourni ci-après et les dates de tous les événements figurent dans la Table A4 (quatrième colonne).

Exemple de calcul

Toutes les dates figurent dans la table A3 (quatrième colonne).

Événement : Apparition des mammifères sur la terre.

Quand cela s'est-il passé ? Il y a 200 millions d'années.

Combien d'années après la naissance de l'Univers ?

Le début de l'Univers remonte à : 13,8 milliards d'années = 13,800 millions d'années.

Apparition des mammifères : Il y a 200 millions d'années.

Apparition des mammifères : 13,800 millions – 200 millions = 13,600 millions = 13,6 milliards d'années après la naissance de l'Univers.

À combien de jours d'une année cela correspond-il ?

Si la chronologie de l'Univers doit être convertie pour équivaloir à une année : 13,8 milliards d'années équivalent à 365 jours.

Les mammifères sont apparus 13,6 milliards d'années après le début de l'Univers. Pour calculer sur une échelle chronologique d'une année le nombre de jours écoulés depuis la naissance de l'Univers jusqu'à ce que cet événement se produise :

$$\frac{13,6 \text{ milliards d'années}}{13,8 \text{ milliards d'années}} = \frac{\text{nombre de jours depuis le début de l'année}}{365 \text{ jours}}$$

Et donc,

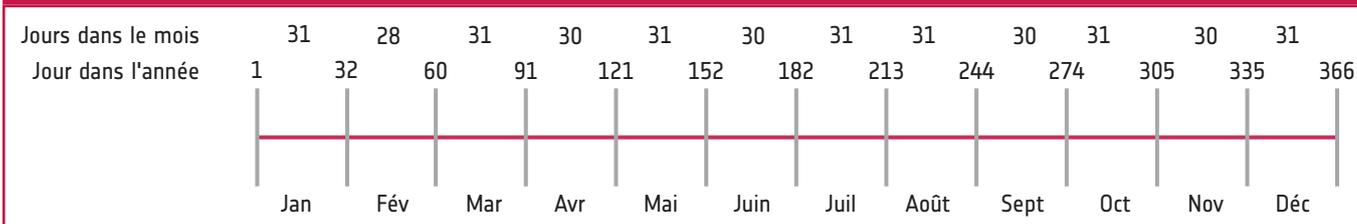
$$\text{nombre de jours depuis le début de l'année} = 365 \text{ jours} \times \frac{13,6 \text{ milliards d'années}}{13,8 \text{ milliards d'années}} = 359,71 \text{ jours}$$

Soit 359 jours entiers et 0,71 jour (jusqu'à la 2^e décimale). Le jour que nous cherchons est donc le jour 360.

Une fois que les élèves ont calculé le jour, ils peuvent trouver la date exacte et le mois en utilisant l'échelle de la Figure A1. Notez que le 1^{er} janvier est le premier jour de l'année, le 1^{er} février le jour 32 de l'année, le 1^{er} mars le jour 60 et ainsi de suite.

Dans notre exemple, nous cherchons le jour 360. Sur l'échelle de temps, il s'agit du 26 décembre (Figure A1).

Figure A1



↑ Conversion d'échelle de temps. Souvenez-vous que le 1er janvier est le premier jour de l'année, le 1er février le jour 32 de l'année, le 1er mars le jour 60 et ainsi de suite.

Les élèves très aguerris peuvent poursuivre les calculs et calculer de la manière suivante l'heure du jour à laquelle l'événement s'est produit :

Les mammifères sont apparus après 359,71 jours. Soit 359 jours entiers et 0,71 jour.

Une journée compte 24 heures :

$$\frac{0,71 \text{ jours}}{1 \text{ jour}} = \frac{\text{nombre d'heures dans le jour}}{24 \text{ heures}}$$

Et donc,

$$\text{nombre d'heures dans le jour} = 24 \text{ heures} \times \frac{0,71 \text{ jours}}{1 \text{ jour}} = 17,04 \text{ heures}$$

c-à-d. 17 heures pleines et 0,04 heure (jusqu'à la 2^e décimale).

L'événement s'est donc produit le 26 décembre, entre 17:00 et 18:00 heures (entre 5 heures et 6 heures de l'après-midi). En utilisant la même méthode, calculer les minutes et les secondes de l'heure à laquelle l'événement s'est produit. Le moment, en ce jour du 26 décembre, se situe après 17 heures pleines et 0,04 heure.

Une heure compte 60 minutes, donc :

$$\frac{0,04 \text{ heures}}{1 \text{ heures}} = \frac{\text{nombre de minutes dans l'heure}}{60 \text{ minutes}}$$

Et donc,

$$\text{nombre de minutes dans l'heure} = 60 \text{ minutes} \times \frac{0,04 \text{ heures}}{1 \text{ heure}} = 2,608 \text{ minutes}$$

$$\text{Et, en secondes : } \frac{0,608 \text{ minute}}{1 \text{ minute}} = \frac{\text{nombre de secondes}}{60 \text{ secondes}}$$

Et donc,

$$\text{nombre de secondes} = 0,608 \text{ minute} \times 60 \text{ secondes} = 36,5 \text{ secondes}$$

En combinant tous les chiffres, on apprend que l'événement s'est déroulé : le 26 décembre, à 17:02:36,5 (5.02 heures de l'après-midi et 36,5 secondes).



Après avoir accompli les activités, chaque groupe partage avec la classe ses informations et ses créations en rapport avec l'événement qui lui a été assigné.

Discutez les recherches et les calculs des élèves. Posez des questions comme :

- Quel est l'âge de l'Univers ?
- Quand la Terre s'est-elle formée ?
- Quand les premiers hommes sont-ils apparus ?

Soulignez une nouvelle fois le fait que la chronologie couvre une durée de temps de 13,8 milliards d'années et qu'une seconde équivaut à 438 années. Dans ce cadre temporel extrêmement étendu, la formation de la Terre est relativement récente et les êtres humains y vivent depuis une période de temps relativement courte. Pour finir, les élèves placent leurs événements aux emplacements appropriés de la chronologie.

Table A3

Événement	Durée depuis l'événement (années)	Années après le début de l'univers (activité 3)	Moment sur la chronologie de l'univers (activité 4)
début de l'Univers	13,8 milliards	0	1 janvier
naissance des galaxies	13 milliards	0,8 milliard	22 janvier 03:49:33,9
naissance du Soleil, des planètes et des comètes	4,6 milliards	9,2 milliards	1 septembre 08:00:00
création de la Lune	4,5 milliards	9,3 milliards	3 septembre 23:28:41,7
bombardement intense	4 milliards	9,8 milliards	17 septembre 04:52:10,4
apparition des premières formes de vie	3,5 milliards	10,3 milliards	30 septembre 10:15:39,1
apparition des mam-mifères sur la Terre	200 millions	13,6 milliards	26 décembre 17:02:36,5
extinction des dinosaures ; davantage de mammifères apparaissent	66 millions	13,734 milliards	30 décembre 06:06:15,7
apparition des premiers ancêtres de l'homme	2,5 millions	13,7975 milliards	31 décembre 22:24:47,0
apparition d'Homo sapiens	200,000	13,7998 milliards	31 décembre 23:52:23,0
construction de Stonehenge	5000	13,799,995,000 (13,799 995 milliards)	31 December 23:59:48,6
invention du télescope en 1608	406	13,799,999,594 (13,799 999 milliards)	31 décembre 23:59:59,1
premier être humain dans l'espace, 12 avril 1961	53	13,799,999,947 (13,799 999 milliards)	31 décembre 23:59:59,88 121 ms avant minuit
premier être humain sur la Lune, 21 juillet 1969	45	13,799,999,955 (13,799 999 milliards)	31 décembre 23:59:59,90 103 ms avant minuit
atterrissage de la première sonde spatiale sur une comète, 12 novembre 2014*	293 jours = 0,8 année	13,799,999,999,2 (13,799 999 milliards)	31 décembre 23:59:59,99 moins d'une milliseconde avant minuit

↑ Quelques événements marquants de l'histoire de l'Univers et les heures auxquelles ils se sont produits. Notez que le fait d'arrondir des nombres après un nombre différent de décimales peut avoir un effet sur quelques calculs et produire des résultats légèrement différents.

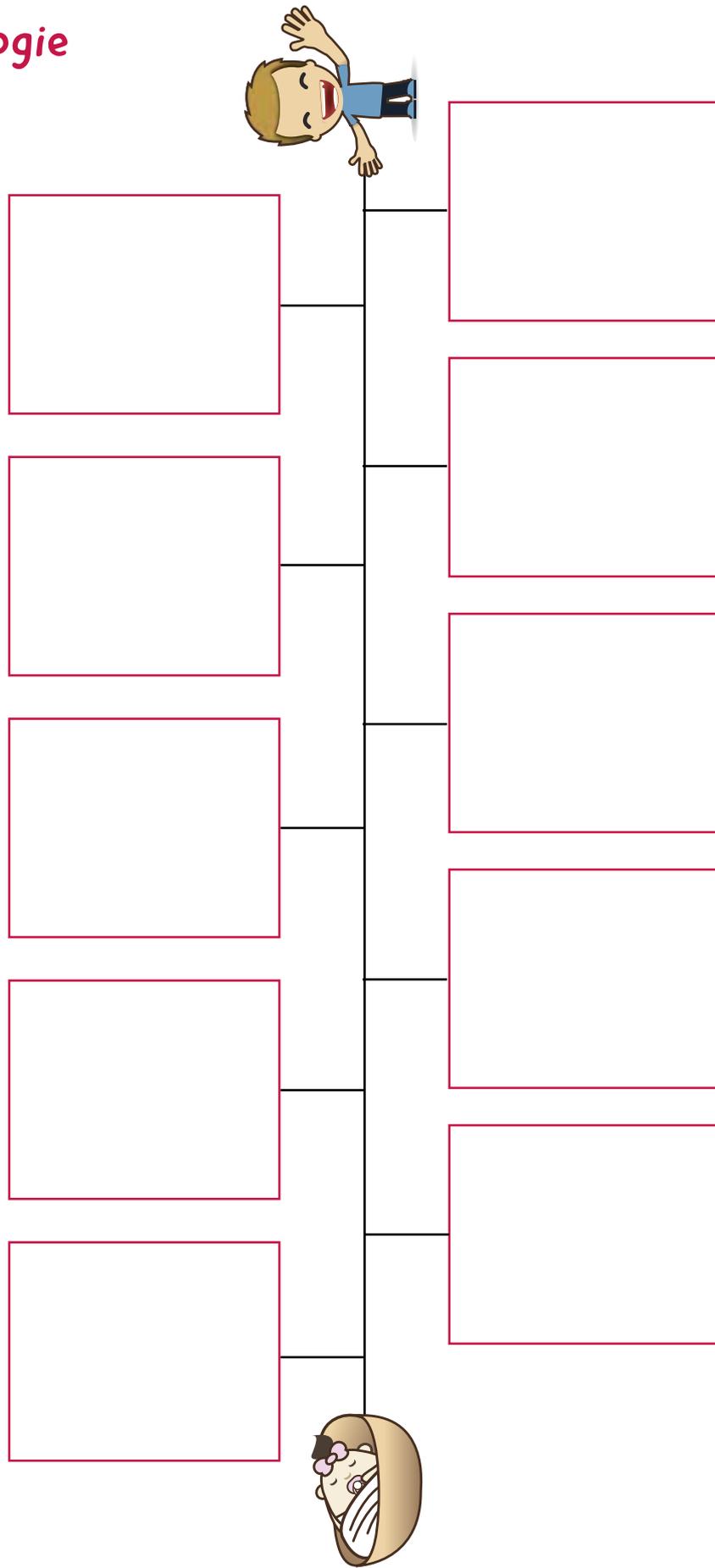
* Calculé à partir du 1er septembre 2015

→ CONCLUSION

Dans cet ensemble d'activités connexes, les élèves se familiariseront avec la notion de chronologies en prenant comme contexte le sujet passionnant de l'histoire de l'Univers. Pour accomplir ces activités, les élèves mettront en œuvre diverses aptitudes, comprenant le travail en groupe, la recherche, les calculs et la présentation de leurs résultats à la classe complète.



Ma chronologie



Une chronologie de l'Univers

Activité 1 : Calculez les unités de temps qui constituent une année sur la planète Terre

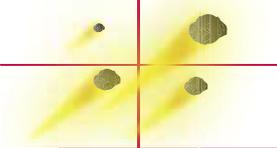
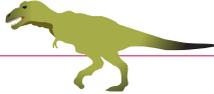
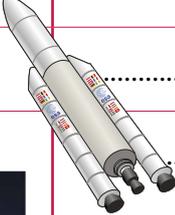
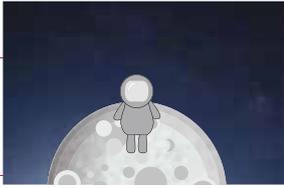
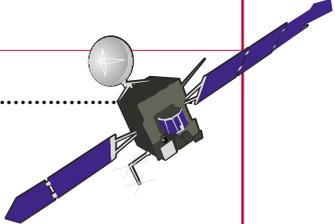
- Un jour = heures
- Une heure = minutes
- Une minute = secondes
- Un an = mois
- semaines
- jours
- heures
- minutes
- secondes



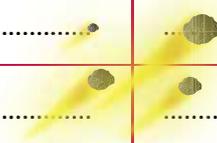
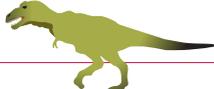
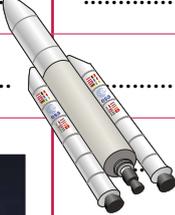
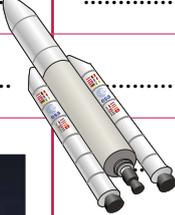
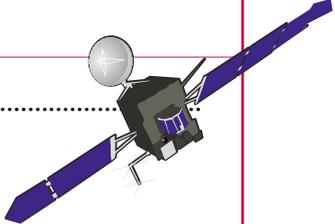
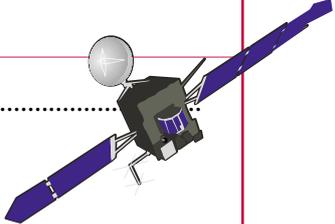
Activité 2 : Calculez le nombre d'années que ces unités représentent sur la chronologie. Arrondissez jusqu'à trois chiffres significatifs.

Durée dans la chronologie	Fraction d'une année	Fraction d'une année convertie en durée dans l'histoire de l'univers (années)
1 an	1	13,8 milliards
1 mois	1/12	13,8/12= 1,15 milliard
1 semaine	1/.....	.....
1 jour	1/.....	.....
1 heure	1/.....	.....
1 minute	1/.....	.....
1 seconde	1/.....	.....

Activité 3 : Combien de temps après le début de l'Univers votre événement s'est-il déroulé ? Utilisez vos calculettes pour trouver le résultat.

Événement	Durée écoulée depuis l'événement (années)	Combien d'années après le début de l'univers ?
Début de l'univers	13,8 milliards 	0
Naissance des galaxies	13 milliards	0,8 milliard
Naissance du soleil, des planètes et des comètes	4,6 milliards	.....
Création de la lune	4,5 milliards	.....
Bombardement intense	4 milliards	.....
Apparition des premières formes de vie	3,5 milliards	.....
Apparition des mammifères sur la terre	200 millions 	13,6 milliards
Extinction des dinosaures ; davantage de mammifères apparaissent	66 millions	.....
Apparition des premiers ancêtres de l'homme	2,5 millions	.....
Apparition d'homo sapiens	200 000	.....
Construction de stonehenge	5000	.....
Invention du télescope en 1608	406	.....
Premier être humain dans l'espace, 12 avril 1961	53	.....
Premier être humain sur la lune, 21 juillet 1969	45	.....
Premier atterrissage d'une sonde spatiale sur une comète, 12 novembre 2014 (*Calculé à partir du 1er septembre 2015)	.....	.....

Activité 4 : Calculez l'endroit où se situerait votre événement dans la chronologie. Où placerez-vous votre événement dans la chronologie ?

Événement	Durée écoulée depuis l'événement (années)	Combien d'années après le début de l'univers ?
Début de l'univers	0	1 ^{er} Janvier
Naissance des galaxies	0,8 milliard 	22 Janvier
Naissance du soleil, des planètes et des comètes  
Création de la lune  
Bombardement intense  
Apparition des premières formes de vie	13,6 milliards 	26 Décembre 17:02:36.5
Apparition des mammifères sur la terre  
Extinction des dinosaures ; davantage de mammifères apparaissent  
Apparition des premiers ancêtres de l'homme  
Apparition d'homo sapiens  
Construction de stonehenge  
Invention du télescope en 1608  
Premier être humain dans l'espace, 12 avril 1961  
Premier être humain sur la lune, 21 juillet 1969  
Premier atterrissage d'une sonde spatiale sur une comète, 12 novembre 2014 (*Calculé à partir du 1er septembre 2015)

→ DANS L'ESPACE AVEC L'ASE

Giotto

La dernière fois que la comète 1P/Halley a rendu visite au centre du Système solaire était en 1986, c'était aussi la première fois depuis le début de l'ère spatiale. La sonde spatiale Giotto (Figure 5) de l'Agence spatiale européenne (ASE) a dépassé la comète 1P/Halley et pris les premières images en gros plan jamais obtenues du noyau d'une comète (Figure 6).



Figure 5

↑ Giotto prête pour le test de simulation solaire.



Figure 6

↑ Image du noyau de la comète 1P/Halley telle que l'a vue la sonde Giotto.

ESA. Courtesy of MPAe, Lindau

Rosetta

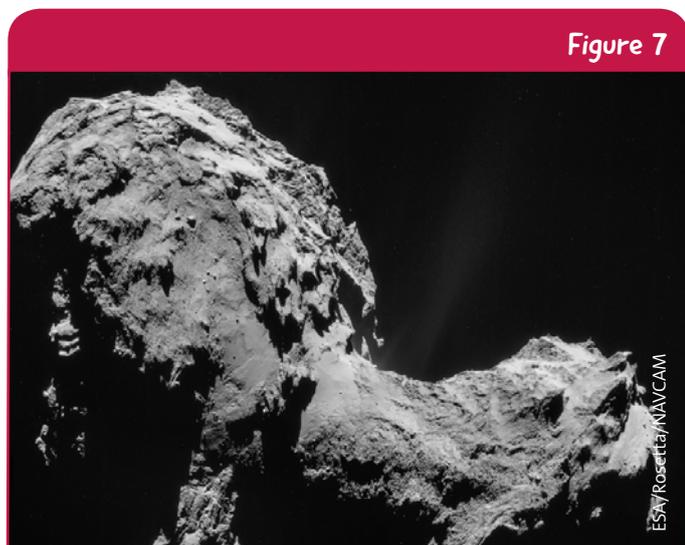
En 2004, la mission Rosetta de l'ESA entamait un voyage de 10 ans pour aller à la rencontre de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko et pour faire un atterrissage sur celle-ci. Cette comète est un visiteur régulier du Système solaire intérieur et son orbite autour du Soleil dure 6,5 ans.

Le but de Rosetta était d'étudier une comète de très près en s'approchant de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko, encore plus près que Giotto en 1986 lorsqu'elle s'était approchée de 1P/Halley. En plus de l'équipement d'observation de la comète en orbite, Rosetta emportait un petit atterrisseur appelé Philae qui se rendrait sur la surface de la comète.

On pense que les comètes n'ont pratiquement pas changé depuis la formation de notre Système solaire, il y a 4,6 milliards d'années. Cela signifie qu'elles recèlent des informations cruciales sur l'environnement des premiers temps du Système solaire. Étant donné que les comètes renferment de l'eau gelée (glace), on pense que ce sont elles qui ont apporté l'eau sur la Terre à la faveur des impacts qui se sont produits dans les premiers temps de l'histoire du Système solaire. Qui plus est, les comètes contiennent des matériaux organiques - il s'agit de matériaux renfermant du carbone, un élément essentiel à la vie. Les comètes pourraient également avoir joué un rôle important dans l'évolution de la vie sur Terre.



Vu la durée du voyage à accomplir, la sonde spatiale Rosetta fut mise en sommeil en juin 2011 afin de limiter sa consommation d'électricité et de carburant. En janvier 2014, elle fut réveillée avec mille précautions afin de préparer son arrivée sur la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko le 6 août 2014. Rosetta étudie maintenant la comète sous toutes ses coutures. La Figure 7 est une photo prise par Rosetta le 19 septembre 2014 quand la sonde spatiale se trouvait à moins de 30 kilomètres de la comète.



↑ Image de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko prise avec la caméra NAVCAM de la sonde Rosetta le 19 septembre 2014 lorsque celle-ci se trouvait à moins de 30 kilomètres de la comète.



↑ Vue d'artiste de la sonde spatiale Rosetta avec l'atterrisseur Philae en route vers la surface de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko.

Le 12 novembre 2014, Philae, l'atterrisseur de la sonde Rosetta atterrissait sur la surface de la comète. C'est la première fois de l'histoire qu'une prouesse aussi extraordinaire a pu être accomplie.

La gravité étant très faible sur les comètes, il avait été prévu que Philae se cramponne à la surface avec des vis à glace et des genres de harpons et qu'un petit propulseur cale l'atterrisseur sur la comète afin qu'il ne rebondisse pas. Mais dans la réalité, les événements ne se sont pas déroulés comme prévu. Pour des raisons que l'on ignore encore, le propulseur de Philae n'a pas fonctionné et les harpons n'ont pas été tirés. L'atterrisseur a alors rebondi plusieurs fois en douceur sur la surface de la comète avant de s'immobiliser dans un emplacement ombragé,

Malgré cette déconvenue, Philae est parvenu à accomplir son premier lot d'expériences scientifiques avant l'épuisement de sa batterie principale. Puisque Philae se trouve dans l'ombre, ses panneaux solaires n'ont pas (encore) collecté assez de lumière solaire pour charger la batterie de secours. Cela signifie que Philae est maintenant en hibernation et restera ainsi en «sommeil» jusqu'à ce qu'il reçoive plus de lumière du soleil - peut-être dans le courant du premier semestre de 2015.

Pendant ce temps, la sonde spatiale Rosetta étudiera la comète depuis sa position en orbite. Rosetta accompagnera la comète vers l'intérieur du Système solaire. Elle continuera de l'observer de très près lorsque la comète glacée s'échauffera et deviendra bien plus active quand elle s'approchera du Soleil.



↑ Philae, l'atterrisseur de Rosetta, sur la surface de la comète 67P/Tchourioumov-Guérassimenko. L'un des trois pieds de l'atterrisseur est visible dans le coin inférieur gauche.

→ ANNEXE

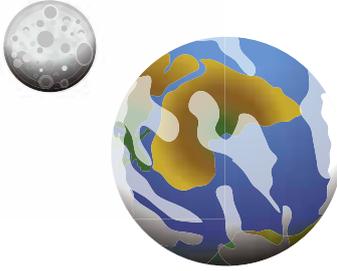
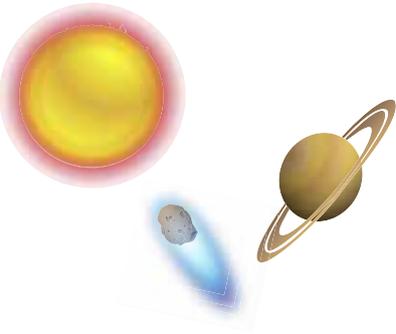
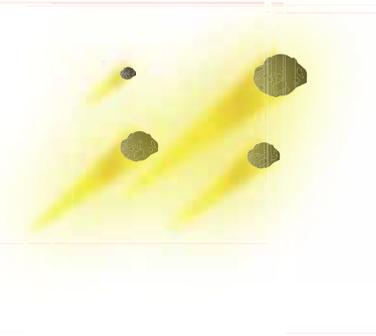
Chronologie de l'Univers à afficher en classe

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	<table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>12</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Décembre</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									Décembre				
1	2	3	4	5																																
6	7	8	9	10																																
11	12																																			
Décembre																																				

31 Décembre, les 10 dernières minutes

Cartes des événements dans l'Univers

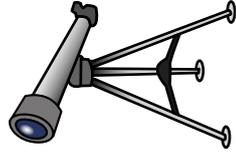


<p>Création de la Lune</p>		<p>Extinction des dinosaures</p>	
<p>Naissance du Soleil, des planètes et des comètes</p>		<p>Les mammifères apparaissent sur la Terre</p>	
<p>Naissance des galaxies</p>		<p>Apparition des premières formes de vie</p>	
<p>Début de l'Univers</p>		<p>Bombardement intense</p>	

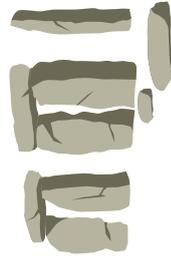
Cartes des événements dans l'Univers



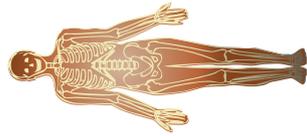
Invention du
téléscope



Construction de
Stonehenge



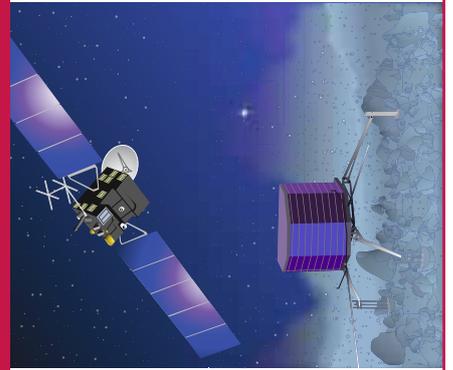
Apparition d'Homo
sapiens



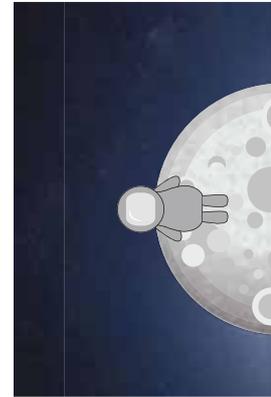
Apparition des
premiers ancêtres
de l'homme



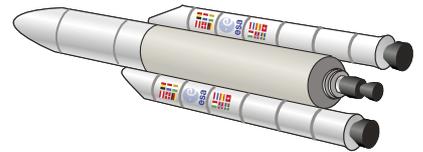
Atterrissage
de la première
sonde spatiale sur
une comète



Premier être
humain sur la Lune



Premier être humain
dans l'espace



ESA Kids (amusement et informations pour les enfants dans plusieurs langues européennes)

Site ESA Kids : www.esa.int/kids/fr/home

Site consacré aux planètes et aux lunes : www.esa.int/kids/fr/Apprendre/Notre_Univers/Histoire_de_l_Univers/La_Lune_la_Terre_et_la_gravite

Le Système solaire et ses planètes (liens vers les articles sur toutes les planètes) : www.esa.int/kids/fr/Apprendre/Notre_Univers/Les_planetes_et_les_lunes/Le_systeme_solaire_et_ses_planetes

Comètes et météorites :

https://www.esa.int/kids/fr/Apprendre/Notre_Univers/Les_cometes_et_les_meteorites/Cometes

https://www.esa.int/kids/fr/Apprendre/Notre_Univers/Les_cometes_et_les_meteorites/Meteores

Le Big Bang :

https://www.esa.int/kids/fr/Apprendre/Notre_Univers/Histoire_de_l_Univers/Le_Big_Bang

La vie dans l'espace : <https://www.esa.int/kids/fr/Apprendre?s509564>

Paxi Fun Book: esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook/

Teach with space

Site de l'ASE « Teach with Rosetta » (enseigner avec Rosetta) : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta

Ressources de l'ASE « Teach with Rosetta » pour le cycle primaire (avec guides pour l'enseignant et activités pour les élèves et activités de coloriage, de découpage et de construction) : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_resources_for_primary_school_level

ESA teach with space – Notre système solaire | PR01 : esamultimedia.esa.int/docs/edu/PR01_Our_Solar_System_teacher_guide_and_pupil_activities.pdf

Rosetta

Mission Rosetta de l'ASE : www.esa.int/rosetta

Blog Rosetta de l'ASE : blogs.esa.int/rosetta/

Site de l'ASE dédié à Rosetta: www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta

Site de l'ASE dédié à Rosetta (technique) : sci.esa.int/rosetta/

Vidéos et animations sur Rosetta (avec : lancement de Rosetta, le voyage de douze années de Rosetta dans l'espace, à la chasse des comètes, orbite de Rosetta autour de la comète et mission de Philae sur la comète 67P) : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_videos2

Images de Rosetta (un choix d'images prises par la sonde spatiale Rosetta montrant la comète et d'autres objets du Système solaire pendant son voyage et images de la sonde spatiale Rosetta et de l'atterrisseur Philae) : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_images2

Chronologie de la mission Rosetta : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_timeline

Foire aux questions sur Rosetta : www.esa.int/Education/Teach_with_Rosetta/Rosetta_s_frequently_asked_questions

Où se trouvent Rosetta et la comète maintenant ? : sci.esa.int/where_is_rosetta/

Court-métrage « Ambition » : www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/10/Ambition_the_film www.esa.int/spaceinvideos/

Démonstration de l'atterrisseur Philae de Rosetta dans la Station spatiale : Videos/2014/11/Demonstrating_Rosetta_s_Philae_lander_on_the_Space_Station

Comets

Article d'ESA Kids sur les comètes : www.esa.int/esaKIDSen/SEMWK7THKHF_OurUniverse_o.html

Site de l'ASE dédié à Giotto : sci.esa.int/giotto/

Station spatiale internationale (ISS)

Station spatiale internationale : www.esa.int/kids/fr/Apprendre/La_Vie_dans_l_Espace/Stations_spatiales/La_station_spatiale_internationale

Où se trouve la station spatiale internationale ? : www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

Astronautes : www.esa.int/kids/fr/Apprendre/La_Vie_dans_l_Espace/Les_astronautes/Aimerais-tu_etre_astronaute

Animations avec Paxi

Qui est Paxi https: www.esa.int/kids/fr/Multimedia/Videos/Animations_Paxi/Qui_est_Paxi

Paxi - Rosetta et les comètes : www.esa.int/kids/fr/Multimedia/Videos/Animations_Paxi/Rosetta_et_les_cometes

Paxi - Le Système solaire : www.esa.int/kids/fr/Multimedia/Videos/Animations_Paxi/Le_systeme_solaire

teach with space – histoire de l'univers | PRO2
www.esa.int/education

*Basés sur un concept développé par ESA/NSO's ESERO NL project Illustrations
et maquette par Kaleidoscope Design, NL*

*Une production ESA Education
Copyright © European Space Agency 2015*