

Et si l'univers avait un an ?



Tu es prêt(e) pour un grand voyage intergalactique ? Je t'emmène, aux confins du cosmos, assister à la naissance de l'Univers et de la vie. Tu savais, toi, que l'Univers tel qu'on le connaît a 13,7 milliards d'années ? Moi pas ! Tous ces milliards d'années, c'est loin, très loin

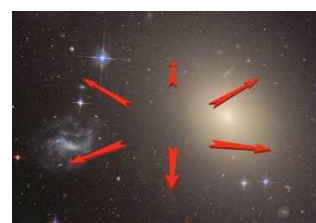
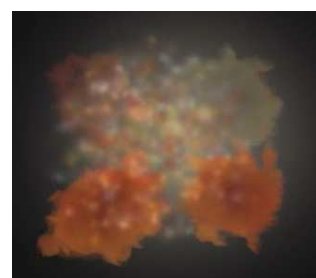
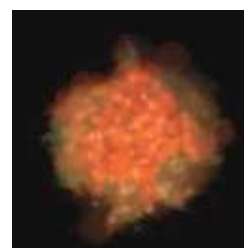


pour moi. Difficile d'imaginer tout ce temps ! Alors, pour comprendre à quelle vitesse notre monde s'est construit, j'ai comparé l'histoire de l'Univers à une année de ma vie.

Quand je fête le Nouvel An, c'est la naissance de l'Univers. A la rentrée, la terre est en formation. Quant aux dinosaures, ils sont apparus pendant les vacances de Noël ! As-tu compris le principe ?

### - 13,7 milliards d'années : le big bang

Pendant que Marion fête la nouvelle année, l'Univers tel qu'on le connaît aujourd'hui naissait. Autrefois, cet immense espace, sans limites connues, n'était pas si vaste. L'Univers était comprimé et chauffé à des milliards de degrés. Les astrophysiciens, les spécialistes de l'Univers, parlent de « purée élémentaire ». Puis, il y a 13,7 milliards d'années, cette purée est entrée en expansion, comme la surface d'un ballon que l'on gonfle. C'est ce qu'on appelle le big bang ! Et l'Univers est devenu ce que tu connais : un vaste espace, noir et vide, avec des « îles » nommées galaxies. Ces galaxies sont des regroupements de centaines de milliards d'étoiles. Aujourd'hui, l'Univers est toujours en expansion. Les astrophysiciens, les spécialistes de l'Univers, penseraient même que l'expansion s'accélère. Mais, avant le big bang, qu'est-ce qu'il y avait ? Eh bien, on ne sait pas ! Ça arrive. Les scientifiques ne peuvent pas tout expliquer. C'est donc l'imaginaire et les croyances qui s'expriment ! Avec leurs télescopes surpuissants, les astronomes sont capables de voir le passé. Comment est-ce possible ?



La lumière, comme celle que tu vois, parcourt 300 000 kilomètres en une seconde. Elle arrive presque instantanément d'un objet proche de toi. La lumière

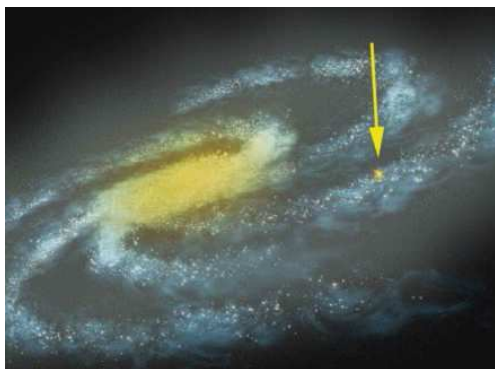
de la Lune met déjà une bonne seconde à te parvenir. Donc quand tu regardes la Lune, c'est la Lune d'il y a une seconde et non celle de ton présent. La lumière du Soleil met 8 minutes et 20 secondes à te parvenir. Celle de l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure, met plus de quatre ans ! Tu ne la vois jamais telle qu'elle est, mais comme elle était il y a quatre ans. Donc, les scientifiques sont capables d'observer des astres situés à des milliards d'années-lumière, et ainsi de remonter le temps. Leur lumière a mis des milliards d'années à nous parvenir. Depuis, ces astres ont peut-être disparu.

### - 13 à - 5 milliards d'années : formation des galaxies



Pendant que Marion passe l'hiver, le printemps et l'été tranquillement, l'Univers a bien travaillé : des corps célestes sont apparus par milliards dans le cosmos. Ces corps, ce sont les galaxies, les étoiles et les planètes. Pendant plusieurs centaines de millions d'années, la matière en expansion se refroidit. Ce refroidissement permet à la matière de s'organiser sous forme

d'étoiles et de galaxies. Dans le grand mouvement de l'Univers, tous ces morceaux s'attirent et se regroupent sous l'effet de la gravitation : une force qui fait que deux corps s'attirent. Tu connais la gravité. C'est cette force qui t'attire vers le centre de la Terre, et t'empêche de t'envoler dans l'espace. Ces grands amas de matière en mouvement ont formé les galaxies. Ce sont dans les galaxies que l'on trouve les étoiles et les planètes.

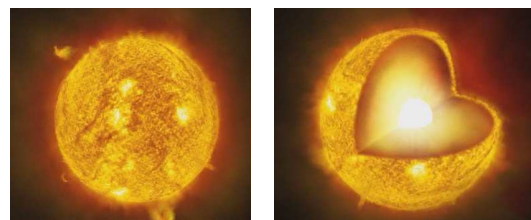


**Voici notre Galaxie : la Voie lactée.** Elle comprend 200 milliards d'étoiles, dont le Soleil qui n'est qu'un grain de poussière dans cette immensité. Notre Galaxie, la Voie lactée, qui abrite notamment le Soleil, a un diamètre de 100 000 années-lumière. Pourtant, comme tu le vois, ce n'est qu'un grain de sable dans l'immensité de l'amas de galaxies.

**Une année-lumière**, c'est la distance parcourue par la lumière au cours d'une année. Comme la lumière voyage à 300 000 kilomètres par seconde, l'année-lumière correspond donc à environ 10 000 milliards de kilomètres, c'est-à-dire un « 1 » avec 13 zéros derrière ! Ainsi, l'étoile la plus proche de nous, Proxima du Centaure, se trouve à 4,2 années-lumière. Cela signifie que sa lumière met plus de quatre années à nous parvenir. Donc l'image que tu vois n'est pas la réalité du présent. Fascinant !

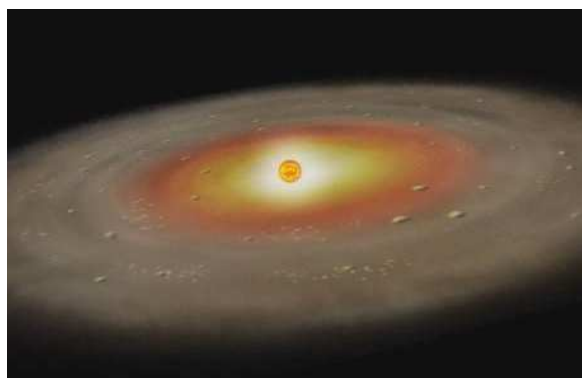
#### **- 4,6 milliards d'années : explosions d'étoiles**

Pendant que Marion profite de ses derniers jours de vacances, il s'en passe des choses au cœur des milliards d'étoiles en formation. Les étoiles sont de véritables usines nucléaires. Dans leur centre, elles créent du carbone, de l'oxygène, de l'azote ou du fer. Autant d'éléments que nous retrouverons sur notre planète et qui contribueront à l'émergence de la vie.



À leur mort, certaines étoiles explosent. Les éléments qu'elles ont fabriqués sont alors disséminés sur des années-lumière à la ronde. Ce sont les supernovae. Les nouveaux éléments formés par les supernovae vont, peu à peu, se mélanger au gaz interstellaire, dans de grands nuages appelés des nébuleuses. C'est en leur sein que se formeront les étoiles, les planètes, les astéroïdes...

#### **- 4,5 milliards d'années : formation du système solaire et de la Terre**

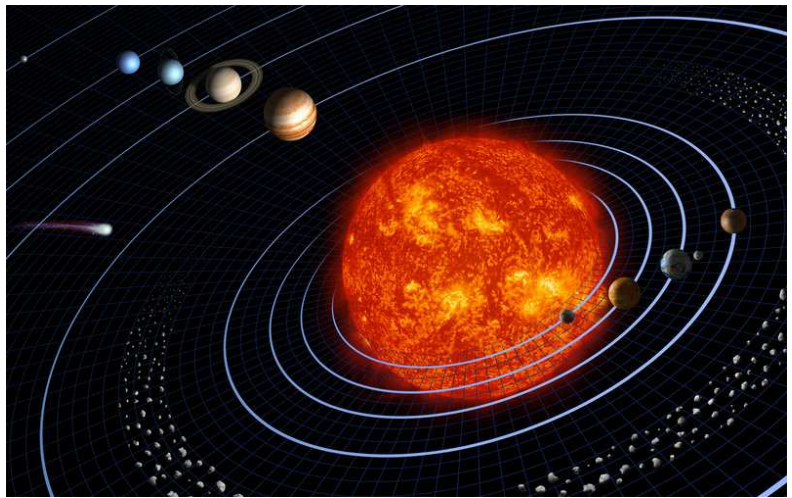


Aujourd'hui, est un jour important pour Marion : c'est la rentrée scolaire, elle entre en sixième. Dans l'espace, les poussières d'étoiles s'organisent pour former notre système solaire : c'est-à-dire le Soleil, ses huit planètes et le cortège d'astéroïdes, de planètes naines et de comètes. Voici notre système solaire au début de sa formation. Au

centre, notre jeune Soleil et, tout autour de lui, un disque de poussières. Ces grains de matière sont entraînés dans un grand mouvement circulaire créé par la gravitation. Ces poussières ont alors commencé une grande partie de billard cosmique. En s'entrechoquant, les grains de matière se sont associés pour former, petit à petit, des blocs de roche. Ces collisions, innombrables et parfois très violentes, ont continué plusieurs millions d'années et ont chauffé les blocs de matière. Ils se sont ensuite fondus les uns aux autres pour former des débuts de planètes : des corps de quelques kilomètres de diamètre que l'on nomme les planétésimaux. En s'associant, les blocs ont ainsi grossi jusqu'à atteindre la taille de planètes. L'une d'elles, tu l'as deviné, c'est la Terre. À ce stade, elle n'est qu'une grosse boule de matière brûlante. Petit à petit, sa surface refroidira. Aujourd'hui encore, son cœur est très chaud : 6 000 degrés ! Tu peux le

constater quand un volcan éjecte de la lave. On ne sait pas encore avec certitude comment la Lune s'est formée. Mais les astronomes s'accordent sur le scénario d'un impact géant. À peine formée, la Terre aurait été heurtée par un énorme astéroïde de la taille de Mars. Sous la force du choc, des morceaux de la Terre auraient été arrachés et se seraient petit à petit agglomérés pour former la Lune.

**Voici notre système solaire avec le Soleil et ses huit planètes.** La Terre est la seule planète sur laquelle l'eau est sous forme liquide, condition qui semble indispensable à l'apparition de la vie. Car sa position par rapport au Soleil est idéale : ni trop près ni trop loin. Trop près, comme Mercure, et toute l'eau s'évapore. Il y fait 430 °C le jour et - 180 °C la nuit. C'est pourquoi Mercure est une planète sèche. Trop loin, comme Mars, il fait trop froid, - 63 °C en moyenne. L'eau existe, mais sous forme de glace.



### - 3,9 milliards d'années : la Terre primitive



Quelques jours ont passé pour Marion, quelques millions d'années ont passé pour l'Univers. Notre planète s'est formée : on l'appelle la « Terre primitive ». C'est un vrai champ de bataille. La Terre est constamment bombardée de météorites et de comètes glacées. Ces corps célestes s'écrasent sur la Terre et apportent du fer, du carbone, et notamment de l'eau. Tous ces gaz, mélangés à ceux des volcans qui sont en éruption — eh oui, la croûte terrestre n'est pas encore solidifiée — vont former progressivement l'atmosphère. Cette couche de gaz protège la planète des rayons ultraviolets du soleil et permet une température clémente en formant une sorte de couverture gazeuse. Mais, pour l'instant, l'air est encore irrespirable.



### - 3,5 milliards d'années : apparition de la vie

Aujourd'hui, Marion cherche des champignons avec son grand-père... Pendant ce temps, sur notre jeune planète Terre, la vie fait son apparition. La Terre est



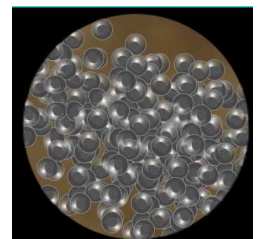
maintenant recouverte d'eau à 80 %. Ce vaste océan est appelé « soupe primitive ». C'est un mélange d'eau sale et de boue. Dans l'eau, la matière est chauffée par les rayons du soleil et la chaleur des éruptions volcaniques. Sous l'effet de la chaleur, de l'humidité et des gaz toxiques, la matière va se transformer petit à petit. Ce sont des réactions chimiques microscopiques et très lentes.

Au bout de centaines de millions d'années, les premières formes de vie apparaissent avec la naissance des premières cellules.

Contrairement à la matière, une cellule est vivante, car elle est capable de se nourrir, par exemple, en absorbant les rayons du soleil et en les transformant en énergie. Une cellule est aussi capable de se reproduire en se divisant. Très vite, dans les océans, les cellules vont se diviser en deux puis en quatre puis en huit puis en trente-deux. En se divisant puis en s'associant à d'autres cellules, les cellules deviennent plus complexes. La grande aventure de la vie est partie et, bientôt, de nouveaux êtres vivants vont apparaître au bout de quelques centaines de millions d'années. Pour



dater l'apparition de la vie, des scientifiques, appelés biochimistes, cherchent et analysent des roches très anciennes dans lesquelles ils retrouvent les traces des premières cellules. Ainsi, en 1996, un chercheur américain a découvert au Groenland les plus vieilles traces de vie connues dans les roches de l'île d'Akilia. Elles dateraient de - 3,85 milliards d'années !

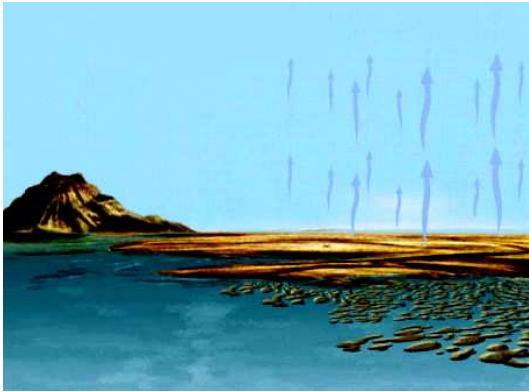


### - 2 milliards d'années : apparition de l'oxygène



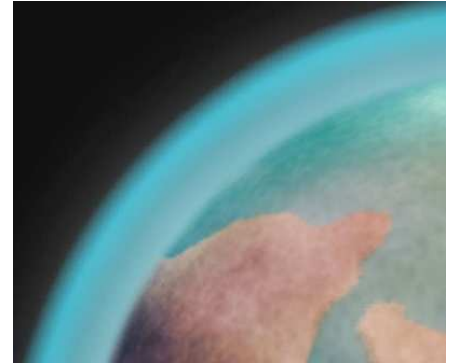
Pendant que Marion joue avec les feuilles mortes, sur notre belle planète apparaissait l'oxygène. La vie continue à se complexifier notamment sous la forme de colonies de bactéries appelées les stromatolithes. Il en existe

toujours en quelques endroits de la planète, notamment en Australie. Par milliards, ces nouvelles formes de vie se nourrissent de gaz carbonique et



rejetent de l'oxygène dans l'atmosphère. Pendant des millions d'années, la quantité d'oxygène augmente, ce qui va permettre l'apparition de nombreux autres êtres vivants qui, pour l'instant, restent encore cachés sous les océans. Tout cet oxygène va aussi permettre la formation de la couche

d'ozone. C'est une protection très efficace contre les rayons les plus dangereux du soleil. Aujourd'hui, cette couche d'ozone est menacée par le réchauffement climatique causé par certains gaz industriels.



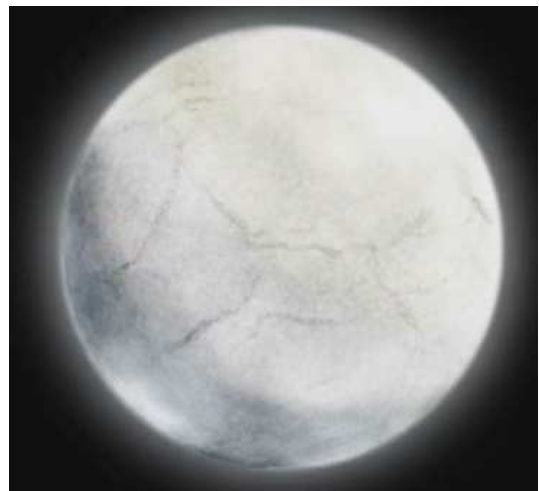
### De - 600 à - 580 millions d'années : la Terre boule de neige

Pendant que Marion se penche sérieusement sur la question de Noël, la vie continue malgré un gros, gros coup de froid. Au fond des océans, apparaissent



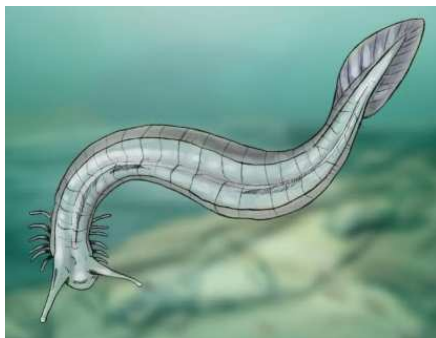
les premiers êtres vivants complexes : des plumes des mers, sortes de coraux mous, de petites méduses, des éponges, des vers et des algues. Et c'est aussi à cette période que la Terre va traverser son hiver le plus rigoureux : une ère glaciaire. Petit à petit, les glaces ont recouvert toute la surface de la Terre. Elle s'est littéralement

transformée en boule de neige. Brrr ! Et la vie alors ? Eh bien, elle s'est réfugiée au fond des océans et a attendu des temps plus cléments pour continuer son évolution.



**- 540 millions d'années : créatures à coquille et à écailles**

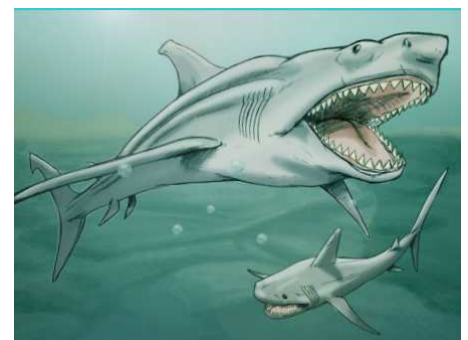
Premier bonhomme de neige chez Marion et sur terre, c'est l'apparition de créatures marines étranges à coquille ou à écailles. L'océan est devenu dangereux, car il abrite de plus en plus de prédateurs. Beaucoup d'espèces à corps mou, sans protection, en font les frais et disparaissent à jamais. Mais d'autres espèces évoluent. De nouvelles créatures bizarres apparaissent. Elles ont une protection autour de leur corps : une coquille ou des écailles. Eh oui, les êtres vivants s'adaptent aux dangers de la nature.



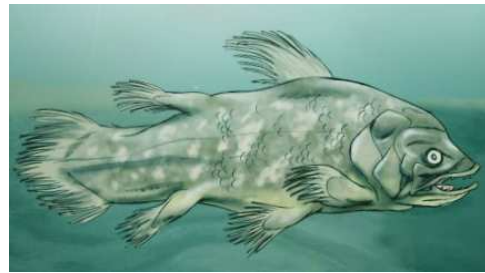
Une nouvelle espèce importante est le Pikaia. Pourquoi ? Parce que ce ver de 5 centimètres de long a une sorte de tige dans son corps. Et cette tige est l'ancêtre des futurs squelettes. Sur la terre ferme, c'est le désert. Surtout, il y règne un silence presque total. On entend juste le vent et le ressac de la mer. Ça devait être bizarre. Dans les roches très anciennes, les paléontologues découvrent et étudient des restes d'animaux ou de plantes conservés comme un moulage. Ce sont les fossiles. C'est grâce aux fossiles que l'homme a pu reconstituer l'aspect de certaines de ces créatures, qui ont disparu aujourd'hui.

**- 410 millions d'années : apparition des premiers poissons**

Le 20 décembre, c'est le début des vacances de Noël pour Marion ! Sur notre planète, la vie s'agite toujours sous les océans avec l'apparition de vrais poissons. Dans les eaux de la planète, la lutte pour la survie a commencé. Les animaux sous-marins fuient devant le terrible Dunkleoteus. Ce poisson peut mesurer jusqu'à 5 mètres de long ! Dans ces mers dangereuses, les requins font leur apparition. À part quelques détails, ils ressemblaient déjà étonnamment à nos requins d'aujourd'hui. Certaines espèces n'ont pas évolué depuis cette période. C'est le cas



du coelacanthe. Alors que les scientifiques pensaient l'espèce disparue, un spécimen a été pêché en 1938 en Amérique du Sud. Depuis, il arrive qu'on en retrouve dans les filets de pêche.



### - 375 millions d'années : la vie sur la terre ferme



Aujourd'hui, Marion prépare des biscuits pour Noël. Sur terre, les plantes et les animaux commencent à conquérir la terre ferme. C'est une grande évolution. Les paysages marécageux deviennent de plus en plus feuillus et denses. Les fougères, les mousses poussent, et les plantes aquatiques sortent la tête de l'eau. Certaines plantes vont atteindre 18 mètres de haut ! Dans les océans, la vie devient trop

dure, car les prédateurs sont redoutables. Il est alors plus facile de vivre sur terre : la nourriture y est abondante et, dans l'air, la communication est simple et rapide. Au fur et à mesure des générations, et sur des millions d'années, les espèces vont muter pour s'adapter à la vie terrestre. Voici, par exemple, l'Acanthostega. Ses nageoires deviennent des pattes avec huit doigts. Il respire à la fois sous l'eau et sur terre. C'est l'un des premiers amphibiens. Au sol, les insectes grouillent. Blattes, araignées, scorpions, mites et mille-pattes vont constituer d'excellents repas pour les nouveaux animaux terrestres.



### **La sélection naturelle**

Comme tu peux le constater, les espèces évoluent au fil des générations. C'est la sélection naturelle qui élimine les espèces les moins adaptées à leur milieu. C'est Charles Darwin, un grand biologiste britannique, du XIX<sup>e</sup> siècle, qui a le premier défendu cette théorie.

**- 210 millions d'années : premiers mammifères et dinosaures**

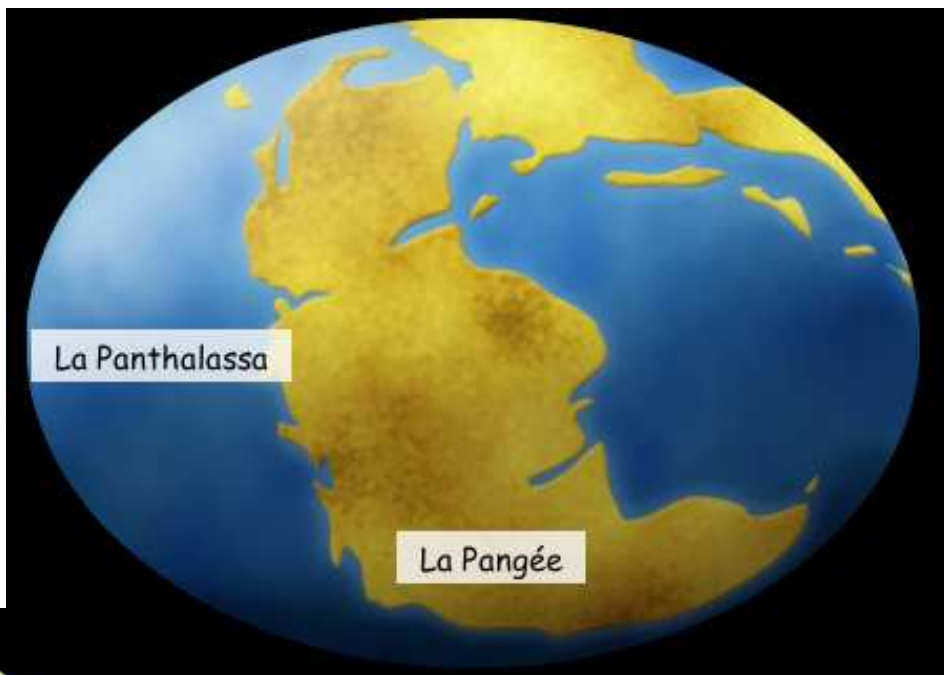
Noël est passé pour Marion : elle s'amuse avec ces nouveaux cadeaux. Dans l'Univers, d'immenses créatures font leur apparition : les dinosaures. Les premiers ne sont pas plus grands qu'un gros chien, mais ils ne vont cesser de grandir. Aujourd'hui, les paléontologues ont répertorié plus de 800 espèces de ces immenses reptiles. À l'inverse, dans les terriers, apparaissent de petits animaux qui sont les premiers mammifères, donc nos ancêtres ! L'un des tout premiers ressemble à la musaraigne. Ce petit rongeur vit la nuit et se nourrit d'insectes. Il n'y a pas que



les animaux qui changent, la planète aussi. À moins 200 millions d'années, la Terre n'a qu'un seul continent — la Pangée — et donc un seul océan, la Panthalassa.



Vers - 160 millions d'années, la Pangée va se diviser et former d'autres continents. C'est le début de la dérive des continents. Eh oui, les continents



reposent sur une couche visqueuse de roches liquides. C'est pourquoi les continents glissent les uns par rapport aux autres. Tu verras, avant la fin de l'année, les continents que tu connais aujourd'hui auront trouvé leur place d'aujourd'hui.

**- 65 millions d'années : la fin du règne des dinosaures**



Il est 6 h 30, ce 30 décembre : alors que Marion termine son rêve, les dinosaures disparaissent. Il y a 65 millions d'années, le règne des dinosaures prenait fin. Les scientifiques pensent qu'une énorme météorite aurait pu causer leur mort. Les conséquences de cet impact auraient eu de nombreux effets. Un nuage de poussière aurait bloqué les rayons du soleil, ce qui aurait

entraîné la baisse de la température et une petite glaciation. Le choc aurait créé des séismes, des inondations, des éruptions volcaniques et des incendies sur toute la planète. Sur la Terre, l'unique continent continue de se séparer. Regarde, on commence à reconnaître les continents actuels, sauf que l'Europe n'est formée qu'à moitié. Il faudra encore 65 millions d'années pour que la mappemonde que tu connais aujourd'hui soit formée. Et la dérive des continents continue aujourd'hui.



**- 60 millions d'années : les premiers primates**

Il est 9 h 20 ! Marion s'éveille. Il y a 60 millions d'années, c'est l'aube de l'humanité : les premiers primates font leur apparition. La famille des primates rassemble toutes sortes de singes. Quelque cinquante millions d'années plus tard, ils auront pour représentants les grands singes comme le gorille... et l'homme. Mais c'est une famille si nombreuse et variée que les scientifiques ont du mal à s'y retrouver ! Difficile d'extraire celui dont l'homme est issu...



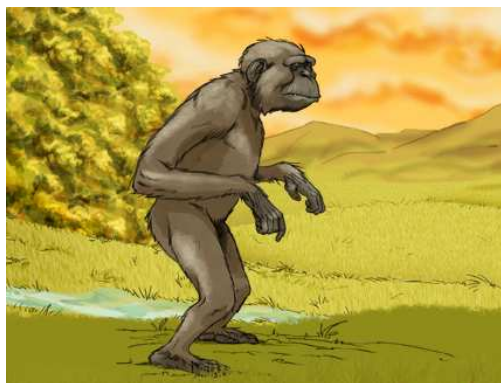
**- 7 millions d'années : Toumaï, notre plus lointain ancêtre**



Derniers préparatifs avant la fête du Nouvel An pour Marion, et naissance de notre plus ancien ancêtre connu : Toumaï. Il est issu de l'ordre des Primates, et appartient à la famille des Hominidés. Son crâne a été trouvé en 2001, au Tchad. Il est né, il y a au moins 7 millions d'années en Afrique. Toumaï mesurait entre 1,20 et 1,30 mètres et pesait entre 35 et 45 kilos.

**- 3,2 millions d'années : les australopithèques**

Alors que la fête du Nouvel An bat son plein chez Marion, l'évolution des premiers hommes est en marche. Les australopithèques sont apparus en Afrique, il y a 3,2 millions d'années. Ces ancêtres de l'homme sont les premiers bipèdes. Ils se tiennent et marchent debout.

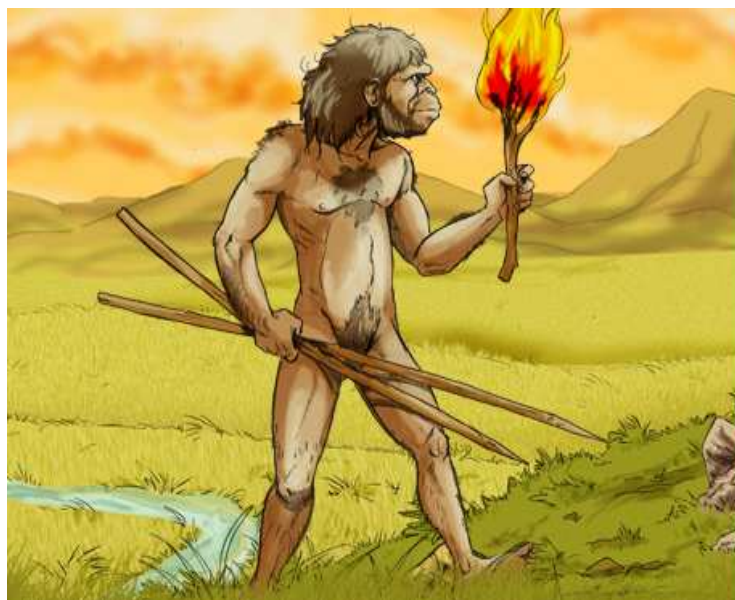


**- 2 millions d'années : l'Homo habilis**



Dans une heure, c'est la nouvelle année. Et sur terre, l'homme continue d'évoluer. Il y a environ 2 millions d'années, en Afrique, apparaissent les premiers hommes. Ils portent le nom d'Homo habilis, c'est-à-dire « homme habile ». L'Homo habilis commence à utiliser des outils très simples qu'il taille dans la pierre. Il est, sans doute, capable de proférer des sons. C'est un premier pas vers le langage !

**- 1,7 millions d'années : l'Homo erectus**



Minuit approche, la fête est à son maximum chez Marion. Il y a 1 million 700 mille ans, l'Homo erectus ou « homme qui se dresse » s'est aventuré loin de l'Afrique, jusqu'en Asie et en Europe. Cet homme très robuste commence à maîtriser le feu et à fabriquer des outils de pierre de plus en plus élaborés. Il vit dans des abris naturels, comme des grottes.

**- 120 000 mille ans : l'Homo sapiens**



Plus qu'une minute avant le passage à l'année suivante ! L'Homo sapiens ou « homme qui réfléchit » est apparu il y a 120 000 ans. C'est l'homme moderne. En Europe, son premier représentant est arrivé il y a seulement 35 000 ans. Il est connu sous le nom d'homme de Cro-Magnon. L'homme de Cro-Magnon est l'inventeur d'outils très sophistiqués. Il vit en société et possède un langage pour communiquer avec ses semblables. C'est aussi le premier artiste ! Il orne les parois des grottes ou les rochers de peintures, de dessins et de gravures.

**- 4 500 ans av. J.-C. : la pyramide de Chéops**



Le deuxième coup de minuit a sonné, tout le monde s'embrasse chez Marion ! Il y a 4 500 ans, les Égyptiens achevaient une des Sept Merveilles du monde : la grande pyramide de Chéops. Elle est bâtie au Caire en Égypte, et mesure 137 mètres de haut. Ils sont trop forts, ces Égyptiens !

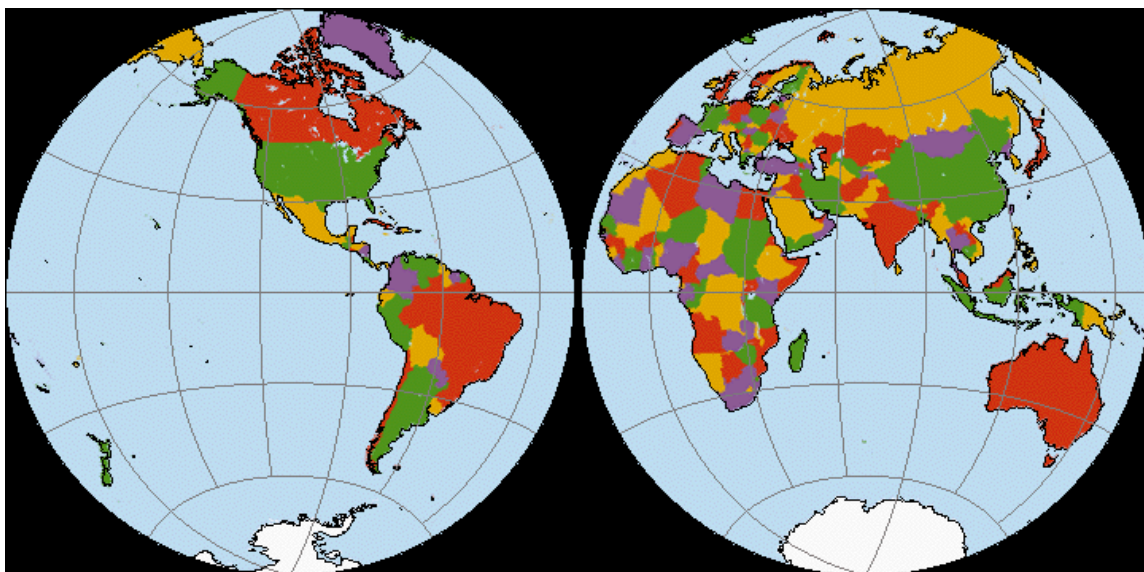
### Aujourd'hui : les années 2000

L'histoire de Marion et l'histoire de l'Univers se rejoignent. Le 31 janvier, au douzième coup de minuit, Marion et ses contemporains apparaissent. Nous sommes au XXI<sup>e</sup> siècle, les humains sont l'espèce dominante de la planète. Nous sommes à la fois de fabuleux créateurs, mais aussi de terribles destructeurs. Et, aujourd'hui, l'une de nos principales priorités est de protéger notre planète.

Nul ne sait combien de temps l'espèce humaine régnera sur la Terre. Mais le



cycle de la vie se répète de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Et si une souris vit et meurt, il en est de même pour la Terre et le Soleil. Dans 4 à 5 milliards d'années, la Terre deviendra une planète morte. Le Soleil deviendra une géante rouge et aura brûlé toute trace de vie. Mais qui sait ? Peut-être l'espèce dominante aura trouvé refuge sur une autre planète ?



## Les échelles de temps

1 an = 13,7 milliards d'années, âge estimé du big bang  
 1 jour = 37,5 millions d'années  
 1 seconde = 434 ans

1 milliard d'années = 26 jours  
 1 million d'années = 0,64 heure = 38,4 minutes



Bonne année,  
Marion !

1er janvier,  
minuit

### l'échelle des temps de Marion



Marion entre  
en sixième

2 et 3  
septembre



Marion est aux  
champignons

29  
septembre



Vive  
la neige !

17  
décembre



Bientôt  
minuit

31  
décembre



- 13,7  
milliards  
d'années

Le big bang

### l'échelle des temps de l'Univers

- 4,5  
milliards  
d'années

Formation du  
système solaire  
et de la Terre



- 3,5  
milliards  
d'années

Apparition  
de la vie



- 540  
millions  
d'années

Créatures  
à coquille  
et à écailles



- 120 000  
ans

L'Homo sapiens

