



Des Étoiles aux Cartes, l'Histoire des Mesures de la Terre



**Par les élèves de première du Lycée Guebre Mariam et du
Lycée Français de Saint-Domingue**

2024 - 2025



Remerciements

La Direction d'un établissement, notre Inspection, les Parents d'élèves d'un établissement ou tout simplement les Élèves nous demandent de mettre en place des projets. Mais ce n'est pas facile et évident. Souvent le projet se fait lors d'une discussion informelle autour ou non d'un verre ou d'un repas d'ailleurs. Au commencement, il y a des phrases telles que : « Et si cette année, on faisait différemment... » ou « J'ai une idée, on pourrait... » ou bien « Qu'est-ce que t'en penses ? Ce serait cool non ? Si on... ». Et puis ensuite, nous passons aux discussions animées et le projet se monte. C'est un gros travail. Je ne compte plus les projets que j'ai montés au cours de ma carrière, cependant j'adore autant travailler avec des gens, échanger des idées, des convictions et surtout voir dans les yeux des élèves, l'étincelle de l'envie et de l'appétence car ils apprennent mais de façon différente.

C'est ainsi que nous avons créé ce projet. Comment travailler autrement la PARTIE 3 _LA TERRE UN ASTRE PARTICULIER, de l'enseignement scientifique de la classe de première. Les élèves devaient faire des recherches afin de répondre à deux problématiques :

- Problématique 1 : Comment se sont mises en place, au cours des siècles, les méthodes de calculs de longueurs à la surface de la Terre ? Quelles sont-elles ?
- Problématique 2 : Quelles ont été, au cours de l'histoire, les méthodes utilisées pour calculer l'âge de la Terre ?

Ensuite, ils ont travaillé sur un scénario possible de Bandes Dessinées et pour finir, réalisé et créé leur bande dessinée avec les différents outils à leur disposition.

Je dois remercier beaucoup de gens qui m'ont aidée à mettre au point et finaliser ce projet. Je commencerai par remercier Mme Mariamawit Ashenafi avec qui se fut et c'est toujours, un réel bonheur de travailler et d'échanger. On se complète, ce qui facilite beaucoup les choses. Je remercie Mme Annabelle Rossetti, Professeure de SVT du Lycée Français de St Domingue qui me suis toujours dans mes « délires ». Son professionnalisme permet, comme d'habitude, un travail facile. J'associerai, si vous me permettez, Mme Mariamawit Ashenafi et Mme Annabelle Rossetti pour continuer les remerciements.

Donc, nous remercions la Direction du Lycée Guebré Mariam, pour son soutien et son aide. En effet, M. Palmeri et Mme Dubois se sont prêtés gentiment au rôle de Jury. Ainsi d'ailleurs, que M. Tatek Yergou, Professeur de Sciences Physique au Lycée Guebré Mariam, que nous remercions aussi.

Nous remercions la Direction du Lycée Français de St Domingue pour son rapide soutien présent, même s'il est lointain.

Enfin, nous remercions les élèves de première des deux lycées. Ce fut un réel bonheur de travailler avec eux. Merci vraiment à vous les élèves...

Marie-Christine Druez



TABLE DES MATIÈRES

01

PLANETINDER

03 - 11

- 1.1 ABDULLAHI Mahi Murad
- 1.2 AHMED Newal Reshid
- 1.3 DAMTE Amanuel Deresse
- 1.4 DERSEH Yohannes Yordanos
- 1.5 SAMUEL Sarone Nebeyu
- 1.6 YANN MAN'KE Yacouba

02

AMIR ENODO, LE DERNIER SCIENTIFIQUE

13 - 23

- 2.1 ABDELLA Amina Khalid
- 2.2 ATAKILT Elnathan Berhane
- 2.3 ENDALE Bethanya
- 2.4 KEMIEN Minion Mariam Sophie Kone
- 2.5 TILAHUNE Natan Fikru

03

LA CLÉ DE L'HARMONIE

25 - 35

- 3.1 GETACHEW Nathan Samuel
- 3.2 KEBEDE Leya Eskinder
- 3.3 MICHAEL HAILEMARIAM Azariya
- 3.4 NEGASH Elilta Anteneh
- 3.5 NOORDERMEER Tiffany

04

4,54 MILLIARDS D'ENNUIS

37 - 43

- 4.1 BEKELE Naiell Yared
- 4.2 BERTANE Leona Michael
- 4.3 METAFERIA Bezawit Tefera
- 4.4 MULUGETA Zema Yared
- 4.5 TEMESGEN Hamona Eshetu

05

À LA RECHERCHE DU TEMPS

45 - 51

- 5.1 ABDUSELAM Mohammed Hamdi
- 5.2 AKIMANA Ange Annaïce
- 5.3 BEYENE Luba Mulugeta
- 5.4 OTTOU Karl Nicanor Junior

06

LA MESURE DU MONDE

53 - 61

- 6.1 SHEMELIS Eyoel Ermias
- 6.2 TAMERAT Eldana Wubeshet
- 6.3 TESHOME Arsema
- 6.4 TEWFIK Eshal Riad
- 6.5 WELDESEMAYAT Nolawi Girma
- 6.6 WORKU Aman Tamrat

07

LES ARPENTEURS DU TEMPS

63 - 67

- 7.1 BUSTAMENTE JIMENEZ Nahum
- 7.2 CHARLIER Nessyl
- 7.3 DELANNOY Iris
- 7.4 FLORENTINO-GOUGAY Laia

08

LE MYSTÈRE: L'ÂGE DE LA TERRE

69 - 73

- 8.1 ACOSTA Sophia
- 8.2 ALARCON Catalina
- 8.3 ALFREDI Amélie
- 8.4 FANINI Noemy
- 8.5 LEBRUN Caroline

PLANET FINDER





" PERSONNE
POUR
PARTAGER
UNE
ORBITE..."

IL ÉTAIT UNE FOIS, DANS LA
VOIE LACTÉE... LA TERRE, SEULE
DANS SON SALON ORBITAL,
REGARDAIT LES SOUVENIRS DE
SA JEUNESSE : OCÉANS
NAISSANTS, CONTINENTS EN
DÉRIVE, VIE EN FORMATION.

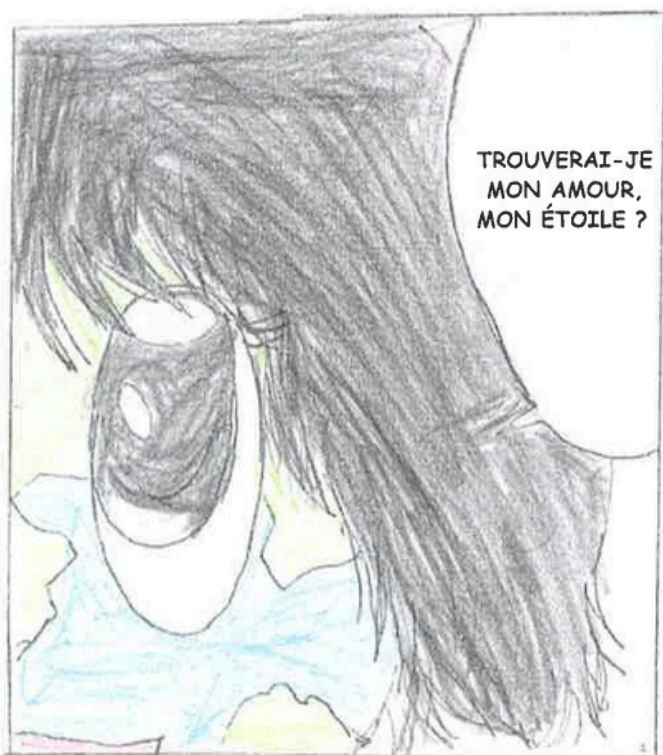
PFF...



SEULE DANS L'UNIVERS ?
REJOIGNEZ PLANETINDER.
L'AMOUR AU BOUT DE LA
GRAVITÉ.



HÉ...
POURQUOI
PAS ? JE
POURRAIS
PEUT-ÊTRE
TROUVER
QUELQU'UN
QUI
COMPREND
MES FAILLES



TROUVERAI-JE
MON AMOUR,
MON ÉTOILE ?

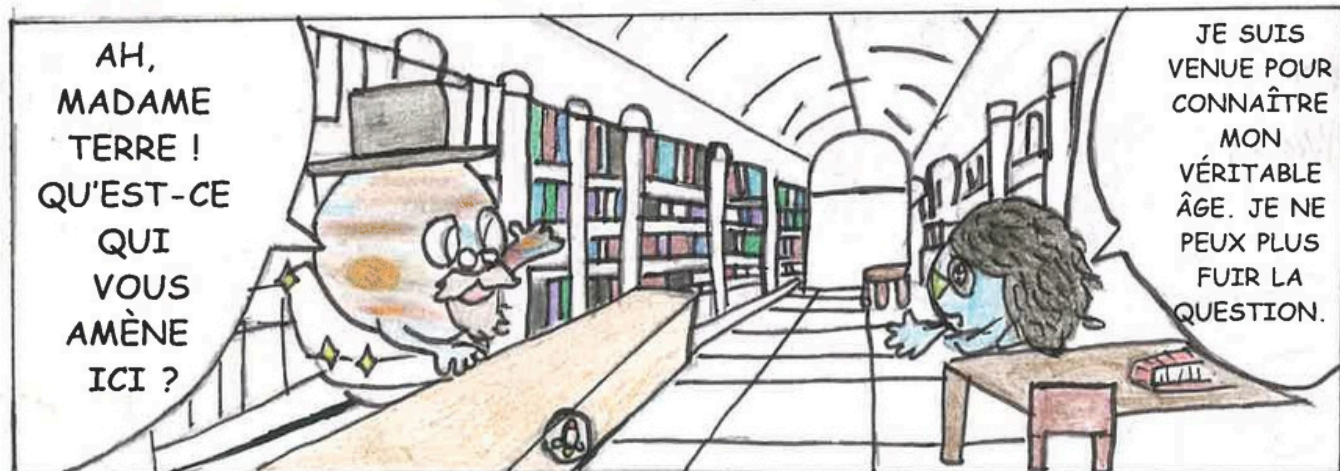


NOTIFICATION
SALUT BEAUTÉ
COSMIQUE ! MAIS...
EUH... TU ES NÉE QUAND
EXACTEMENT ? JE NE
VEUX PAS ENCORE ME
FAIRE ATTRAPER PAR LA
POLICE.

ELLE OUVRE
L'APPLI ET
COMMENCE À
REEMPLIR SON
PROFIL.
ELLE CONSULTE
LES PROFILS DES
PLANÈTES, ELLE
TROUVE MARS.
ELLE SOUHAITE LE
RENCONTRER



À DES MILLIONS
DE KILOMÈTRES DE
SOLITUDE, LÀ OÙ
LA MÉMOIRE
DE L'UNIVERS
PREND RACINE, SE
TROUVE LA
BIBLIOTHÈQUE DE
JUPITER



AH,
MADAME
TERRE !
QU'EST-CE
QUI
VOUS
AMÈNE
ICI ?

JE SUIS
VENUE POUR
CONNAÎTRE
MON
VÉRITABLE
ÂGE. JE NE
PEUX PLUS
FUIR LA
QUESTION.



ALORS SUIVEZ-MOI
À TRAVERS LES
ÂGES. L'HUMANITÉ A
LONGTEMPS
TÂTONNÉ, ENTRE
CROYANCES ET
DÉCOUVERTES, POUR
TENTER DE LIRE
DANS VOS
ENTRAILLES
ROCHEUSES.

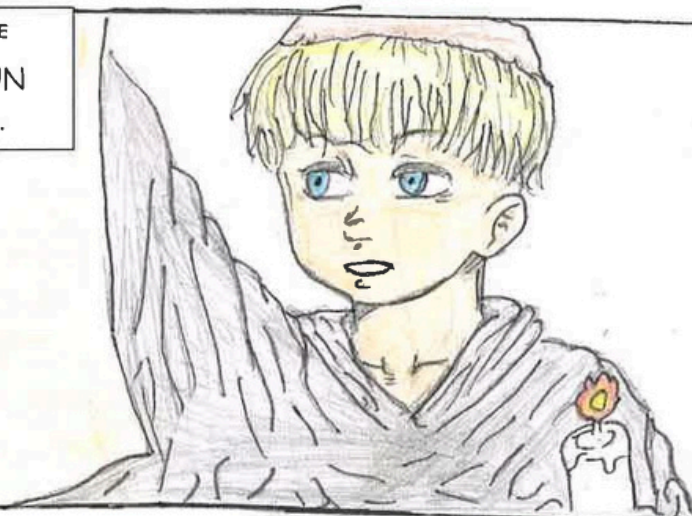


DÉTERMINER L'ÂGE
D'UNE PLANÈTE
N'EST PAS UNE
CHOSE SIMPLE.
IL A FALLU DES
SIÈCLES
D'OBSERVATION,
D'ERREURS, ET
SURTOUT,
BEAUCOUP DE
PERSÉVÉRENCE.

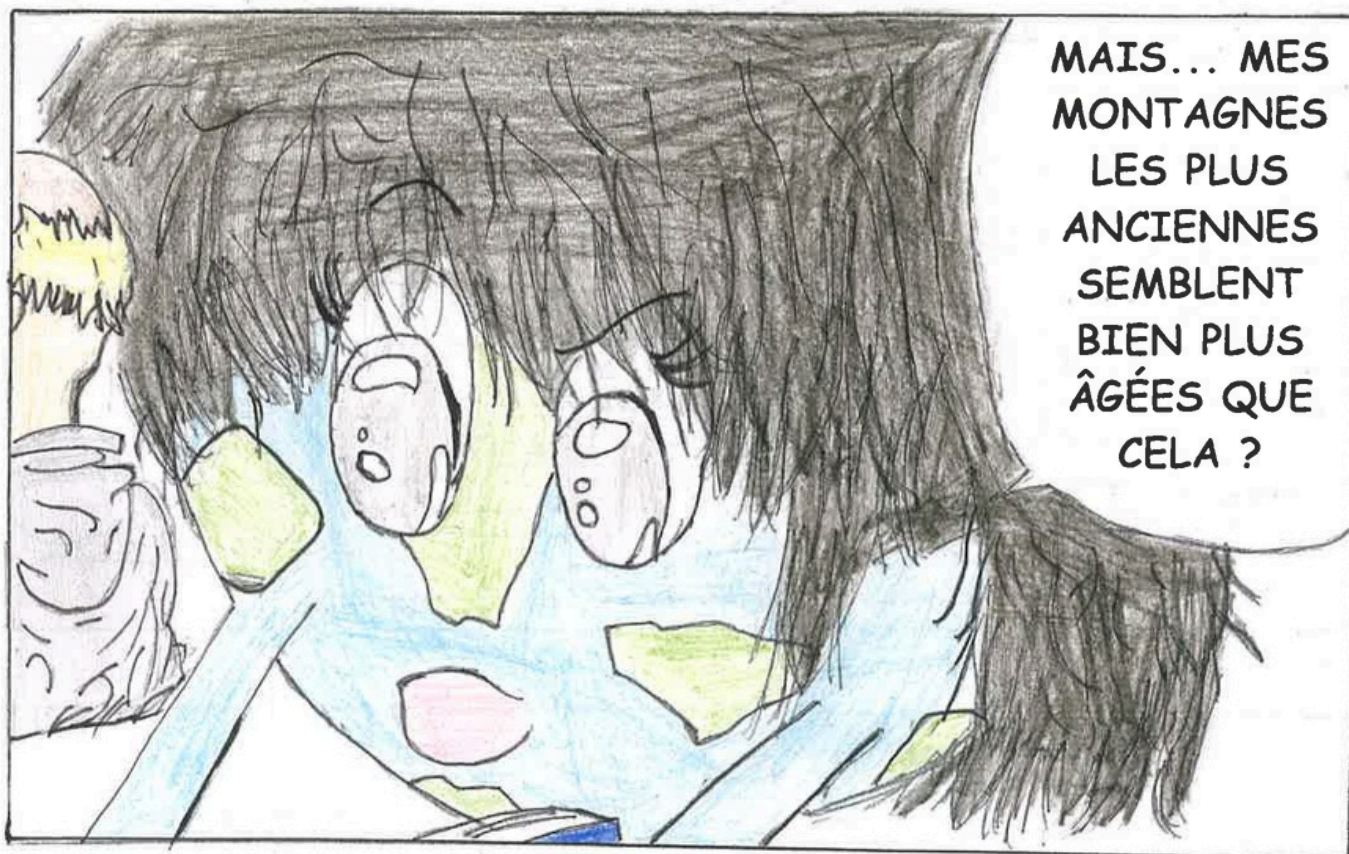


JE SUIS
PRÊTE...
MONTREZ-MOI
COMMENT ILS
ONT PU
DÉTERMINER
MON ÂGE.

AU XV^{ÈME}
SIÈCLE, UN
MOINE...

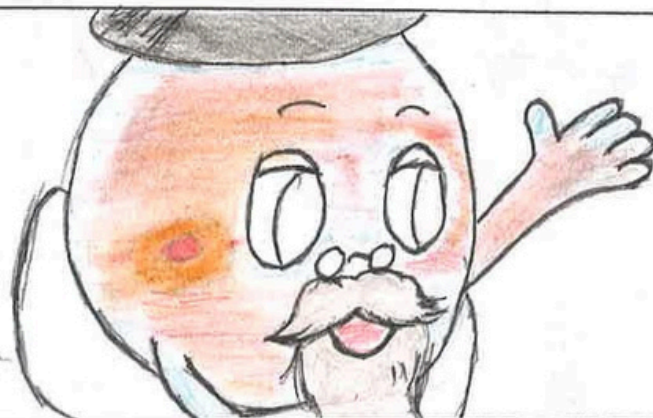


PAR ÉTUDE
MINUTIEUSE DE LA
GENÈSE ET DES
GÉNÉALOGIES
BIBLIQUES, NOUS
AVONS ÉTABLI QUE LA
CRÉATION DATE DE
4004 AV. J.C. AINSI,
EN 1650, LA TERRE A
EXACTEMENT 5654
ANS. LES ÉCRITURES
NE SAURAIENT
MENTIR



MAIS... MES
MONTAGNES
LES PLUS
ANCIENNES
SEMBLENT
BIEN PLUS
ÂGÉES QUE
CELA ?

VOYONS
MAINTENANT
CE QU'ONT
DÉCOUVERT
CEUX QUI ONT
SU LIRE VOTRE
HISTOIRE
DANS VOS
PIERRES...





EN 1785, JAMES HUTTON...

REGARDEZ CES STRATES ! CHAQUE COUCHE REPRÉSENTE DES MILLIERS D'ANNÉES DE DÉPÔTS. ET VOYEZ COMME ELLES SONT INCLINÉES, PREUVE DE SOULÈVEMENTS TITANESQUES !



LE TEMPS NÉCESSAIRE DÉPASSE L'IMAGINATION. NOUS PARLONS NON PAS DE MILLIERS, MAIS DE MILLIONS D'ANNÉES !

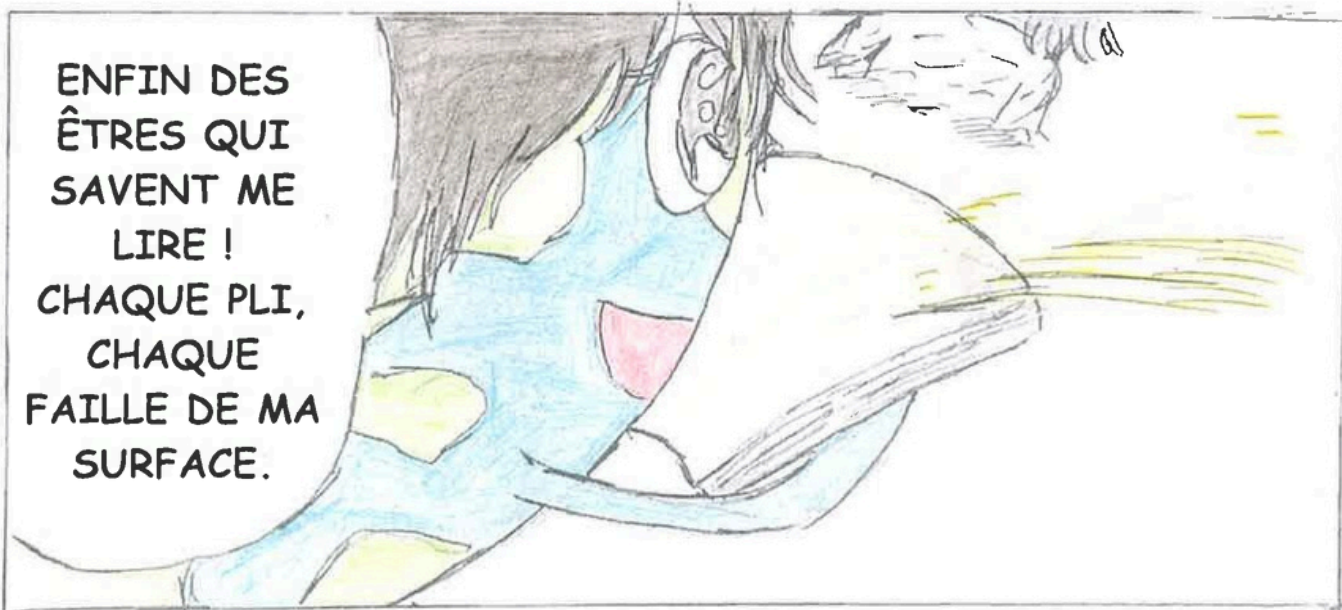
UN COQUILLAGE À 2000 MÈTRES D'ALTITUDE PREUVE QUE CES ROCHES ÉTAIENT DES FONDS MARINS...



CHARLES LYELL

AVEC UN DÉPÔT D'UN CENTIMÈTRE PAR SIÈCLE, CETTE FALAISE DE MILLE MÈTRES REPRÉSENTE DES DURÉES INIMAGINABLES POUR LES THÉOLOGIENS.

ENFIN DES ÊTRES QUI SAVENT ME LIRE ! CHAQUE PLI, CHAQUE FAILLE DE MA SURFACE.



EN 1848, LORD
KELVIN...



EN MESURANT
L'AVANCEMENT DE
LA TEMPÉRATURE
SOUS LA TERRE
(1°C TOUS LES 30
MÈTRES), ON PEUT
ESTIMER L'ÂGE DE
LA TERRE EN
SUPPOSANT
QU'ELLE
REFROIDIT DEPUIS
UN ÉTAT EN
FUSION.

EN EXTRAPOLANT CE
TAUX DE
REFROIDISSEMENT,
NOUS ARRIVONS À
UNE ESTIMATION
ENTRE 20 ET 100
MILLIONS D'ANNÉES.
CEPENDANT, JE
PENSE QUE C'EST
BIEN INFÉRIEUR À LA
RÉALITÉ, CAR J'AI
NÉGLIGÉ UN FACTEUR
CRUCIAL...



HONNÊTEMENT
MALGRÉ CETTE
ESTIMATION,
MON
INTUITION ME
DIT QUE JE
SUIS BIEN
PLUS VIEILLE
QUE ÇA.



LA RADIOACTIVITÉ
NATURELLE DES
MINÉRAUX
D'URANIUM ÉMET
DE LA CHALEUR EN
SE DÉSINTÉGRANT,
CE QUI EXPLIQUE
QUE LA TERRE A
SON PROPRE
CHAUFFAGE
INTERNE,
CONTRAIRE À
L'IDÉE QU'ELLE
REFROIDIT
LENTEMENT.

EN 1905, MARIE
CURIE...



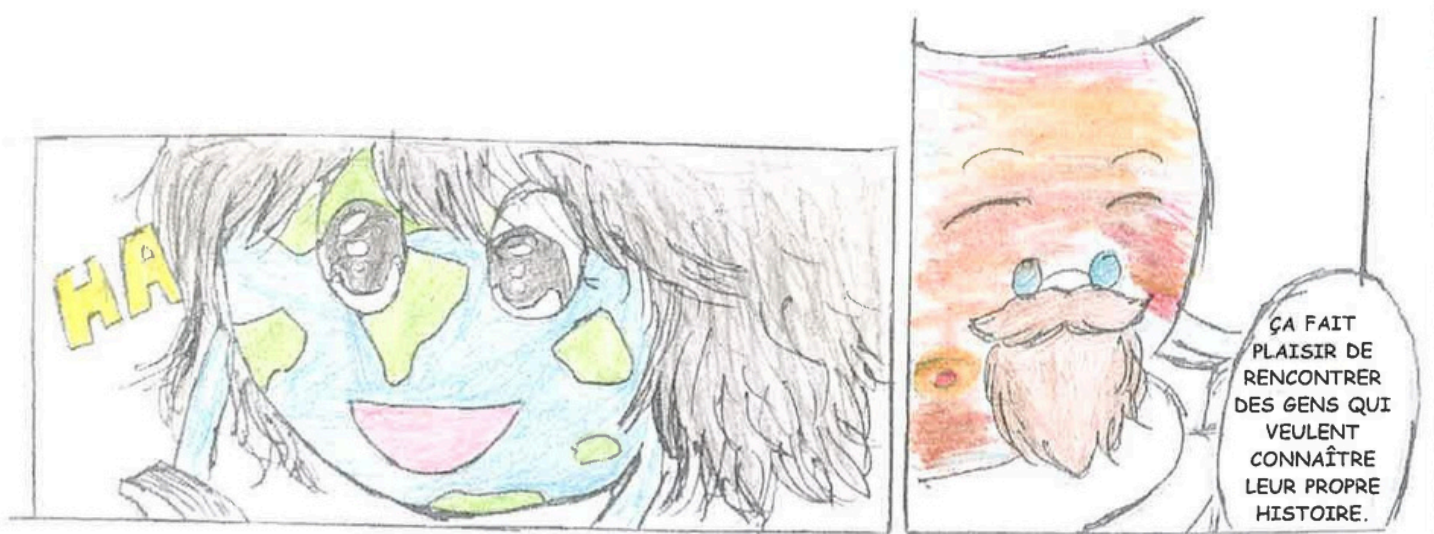
ET EN 1911,
RUTHERFORD...



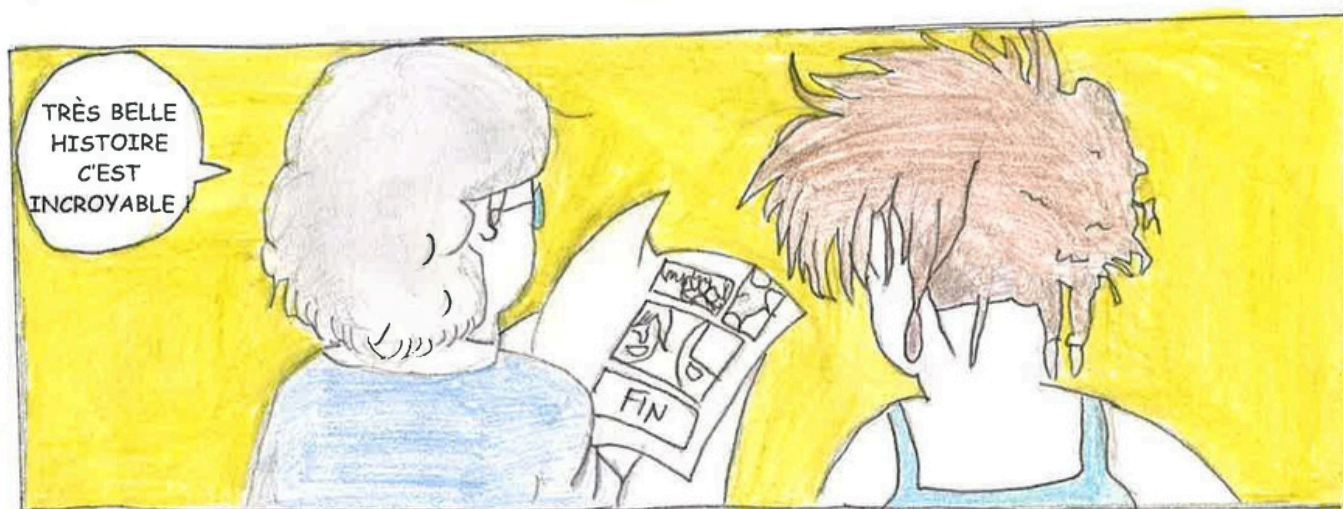
POUR CONNAÎTRE L'ÂGE
DES ROCHES, ON UTILISE
UNE HORLOGE ATOMIQUE :
L'URANIUM-238 MET 4,47
MILLIARDS D'ANNÉES POUR
SE TRANSFORMER À
MOITIÉ EN PLOMB-206.
C'EST ULTRA PRÉCIS ! LES
PLUS VIEILLES
MÉTÉORITES ONT
TOUJOURS LE MÊME ÂGE :
4,54 MILLIARDS D'ANNÉES !

$4,54 \pm 0,05$

MILLIARDS D'ANNÉES



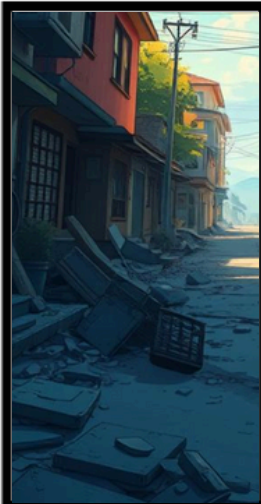
FIN



A stylized illustration of a man with dark hair and a blue short-sleeved button-down shirt. He has a serious, contemplative expression and is looking slightly to his left. He stands in the center of the frame. The background is a desolate, post-apocalyptic cityscape with rubble, broken buildings, and a prominent tower in the distance. The sky is a mix of orange and blue, suggesting a sunset or sunrise, and is filled with several celestial bodies, including a large planet with rings in the top left and several smaller moons or planets. The overall style is reminiscent of comic book art.

**AMIR ENODO:
LE DERNIER
SCIENTIFIQUE**

On est en 3016. Après L'AC (Apocalypse Climatique) Bahrain, comme toutes les autres villes du monde est en ruine.



Amir Enodo, 16 ans, et son père, Alain Enodo vivent ensemble dans la seule maison restée intacte après l'AC à Manama, capitale de Bahrain.



Salut, Papa! Je t'ai apporté le p'tit déjeuner- Mais qu'est-ce qu'il y a?



Shukran, mon grand. Tout va bien, mais peux-tu revenir plus tard? Nous devons parler...



Euhh...d'accord...je laisse ta nourriture ici, du coup



Quelques heures plus tard...

Papa, c'est moi.

Rentres, mon fils



Amir, comme tu le sais, je suis gravement malade: il ne me reste pas beaucoup de temps.

Il faut que je te raconte l'histoire de l'Apocalypse et pourquoi le monde est dans l'état qu'il est aujourd'hui.



Tu sais, ce n'était pas toujours ainsi. Quand j'avais ton âge, depuis longtemps déjà, le climat était en train de se détériorer: des tonnes et des tonnes de gaz à effets de serre polluaient l'atmosphère...



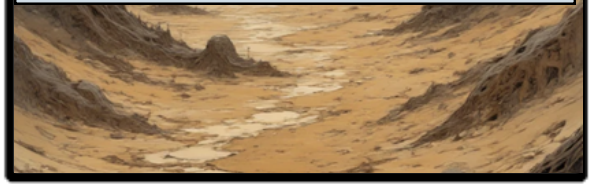
Cela provoquait des hausses de températures, surtout dans les océans, des conditions météorologiques extrêmes et une destruction de la biodiversité.



Le 21 Juin 3000, cette dégradation a atteint son paroxysme. L'augmentation de la température de la mer a fait soudainement fondre des milliers d'hydrates de méthane dans l'Arctique. Ils contiennent une quantité gigantesque de méthane, un gaz à effet de serre plus dangereux que le CO₂. Ainsi lorsqu'il a été libéré dans l'atmosphère en tonnes, le changement climatique s'est accéléré en peu de temps.



Les conséquences du réchauffement climatique, déjà présentes se sont multipliées exponentiellement en peu de temps: la température moyenne de la Terre, 15°C en 2025 a grimpé à 25°C, provoquant des sécheresses dans le monde entier.



À l'opposé, il y avait des parties du monde complètement noyées par des déluges, des tsunamis et des tempêtes.



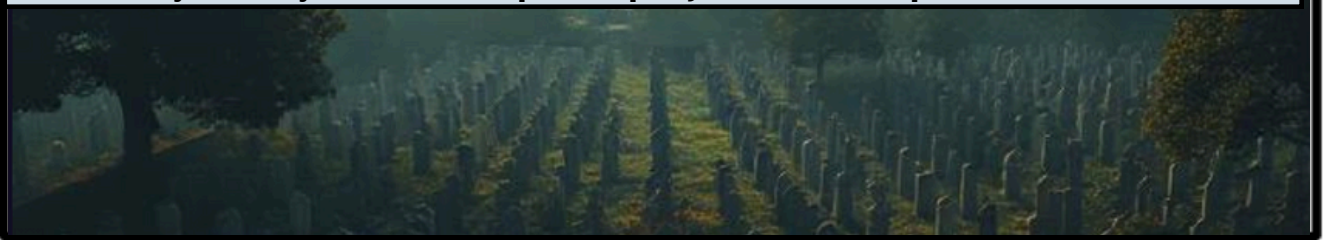
La production agricole ayant diminué à cause de ces changements, les ressources comme la nourriture et l'eau sont devenues aussi précieuses que l'or. Ainsi, les pays commencent à déclarer la guerre pour contrôler ces ressources limitées.



6 mois après le 21 Juin, les Nations Unis déclarent un état d'urgence mondiale et donnent officiellement un nom à ce qui se passe: l'Apocalypse Climatique.



16 années plus tard, la guerre, la famine, les sécheresses, les catastrophes météorologiques ont causé la mort de 99.99% de la population mondiale. Quand j'étais jeune tu sais, on était 8 milliards. Aujourd'hui je ne suis même pas sûr qu'il y a un million de personnes sur Terre.



Aujourd'hui, la majorité du méthane libéré le 21 Juin n'est plus présent dans l'atmosphère, ce qui a atténué les conséquences du réchauffement climatique. Ainsi, la Terre est en train de se repeupler rapidement.

Le problème c'est que toutes les villes sont en ruine

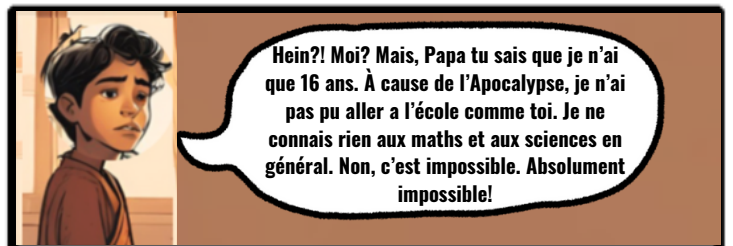


Si il n'y a pas d'immeubles pour accueillir la nouvelle population, l'humanité connaîtra une autre crise mondiale. Il faut que quelqu'un entreprenne la mission d'innover une nouvelle technologie pour reconstruire au moins 60% des immeubles du monde dans les 5 prochaines années.

Il faut que ce soit toi.

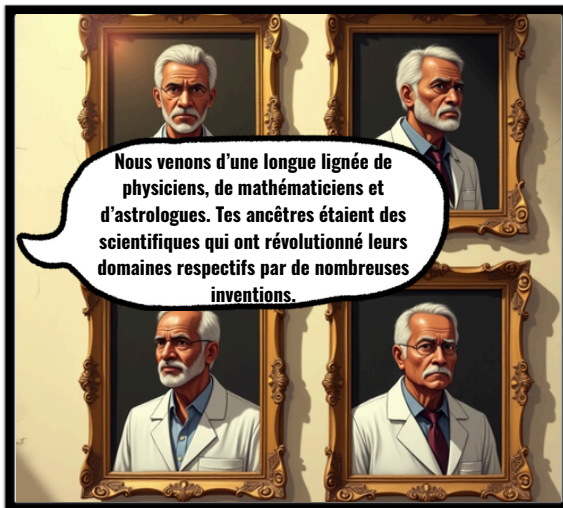


Hein?! Moi? Mais, Papa tu sais que je n'ai que 16 ans. À cause de l'Apocalypse, je n'ai pas pu aller à l'école comme toi. Je ne connais rien aux maths et aux sciences en général. Non, c'est impossible. Absolument impossible!



Écoute moi, Amir, je n'ai pas beaucoup de temps...je sens que...je ne me sens pas bien...mais il faut que je te dise quelque chose.

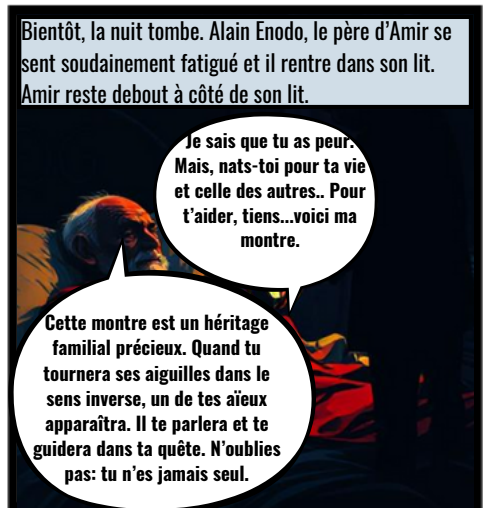




Nous venons d'une longue lignée de physiciens, de mathématiciens et d'astrologues. Tes ancêtres étaient des scientifiques qui ont révolutionné leurs domaines respectifs par de nombreuses inventions.



Aucun scientifique n'a survécu à l'apocalypse. Je suis le dernier scientifique du monde, Amir. Et tu dois me remplacer.



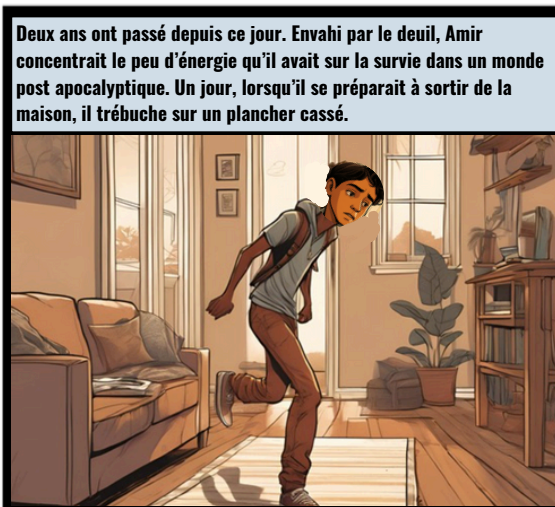
Bientôt, la nuit tombe. Alen Enodo, le père d'Amir se sent soudainement fatigué et il rentre dans son lit. Amir reste debout à côté de son lit.

Je sais que tu as peur. Mais, nats-toi pour ta vie et celle des autres.. Pour t'aider, tiens...voici ma montre.

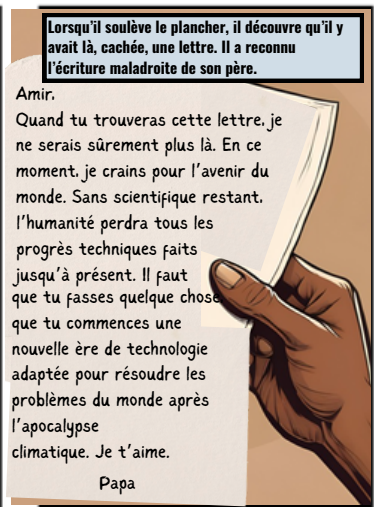
Cette montre est un héritage familial précieux. Quand tu tournera ses aiguilles dans le sens inverse, un de tes aïeux apparaîtra. Il te parlera et te guidera dans ta quête. N'oublies pas: tu n'es jamais seul.



Amir, stupéfait par ces révélations qui lui semblaient presque irréelles, reste figé à côté de son père. Peu de temps après, il entend celui-ci rendre son dernier souffle.

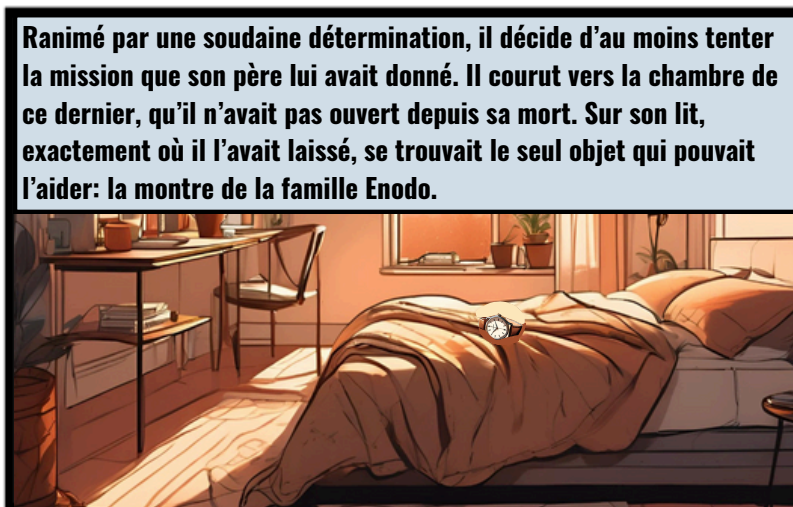


Deux ans ont passé depuis ce jour. Envahi par le deuil, Amir concentrait le peu d'énergie qu'il avait sur la survie dans un monde post apocalyptique. Un jour, lorsqu'il se préparait à sortir de la maison, il trébuche sur un plancher cassé.



Lorsqu'il soulève le plancher, il découvre qu'il y avait là, cachée, une lettre. Il a reconnu l'écriture maladroite de son père.

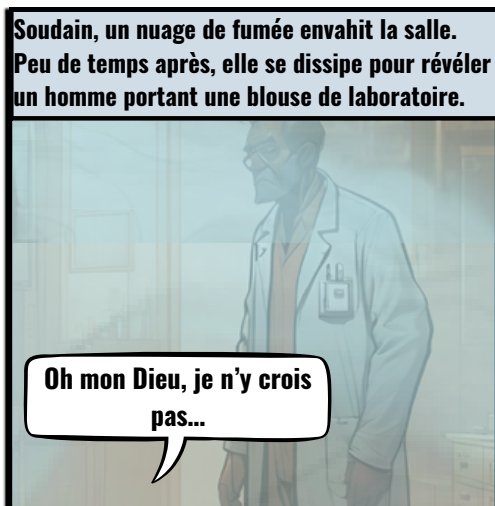
Amir.
Quand tu trouveras cette lettre, je ne serais sûrement plus là. En ce moment, je crains pour l'avenir du monde. Sans scientifique restant, l'humanité perdra tous les progrès techniques faits jusqu'à présent. Il faut que tu fasses quelque chose que tu commences une nouvelle ère de technologie adaptée pour résoudre les problèmes du monde après l'apocalypse climatique. Je t'aime.
Papa



Ranimé par une soudaine détermination, il décide d'au moins tenter la mission que son père lui avait donné. Il courut vers la chambre de ce dernier, qu'il n'avait pas ouvert depuis sa mort. Sur son lit, exactement où il l'avait laissé, se trouvait le seul objet qui pouvait l'aider: la montre de la famille Enodo.

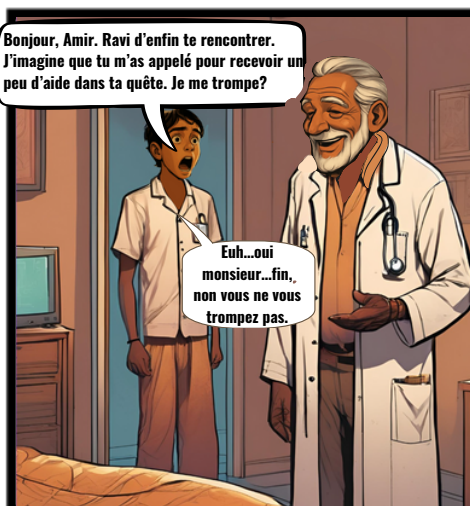


Il met la montre sur sa poignée et commence à tourner les aiguilles dans le sens inverse.



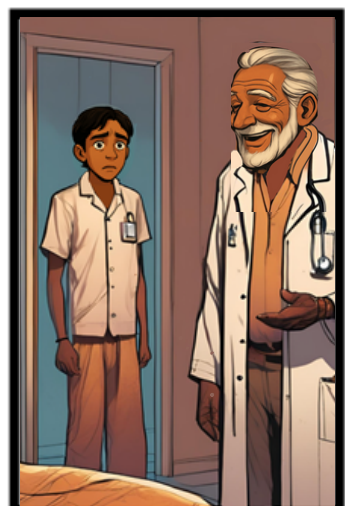
Soudain, un nuage de fumée envahit la salle. Peu de temps après, elle se dissipe pour révéler un homme portant une blouse de laboratoire.

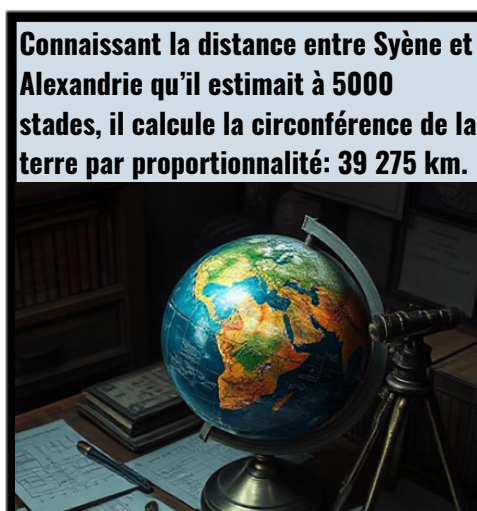
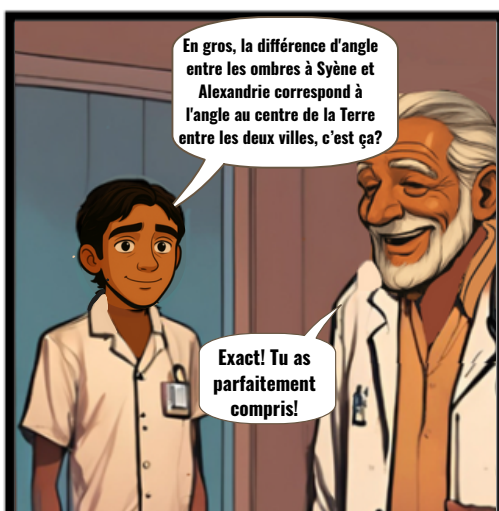
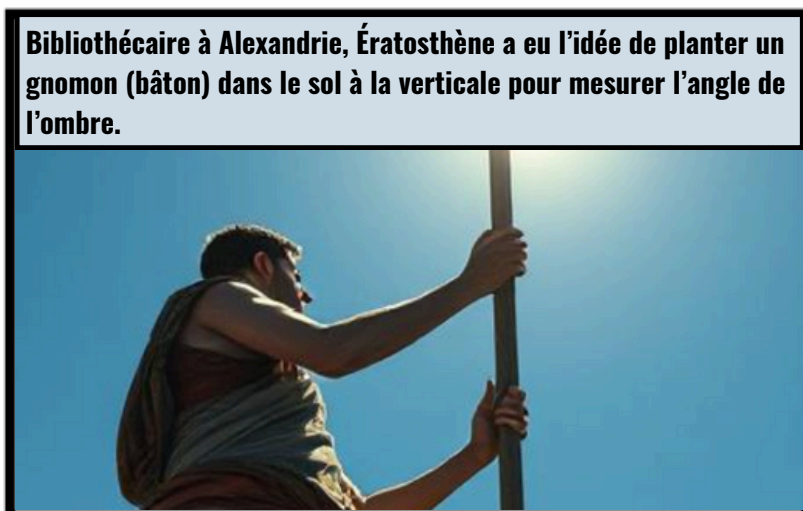
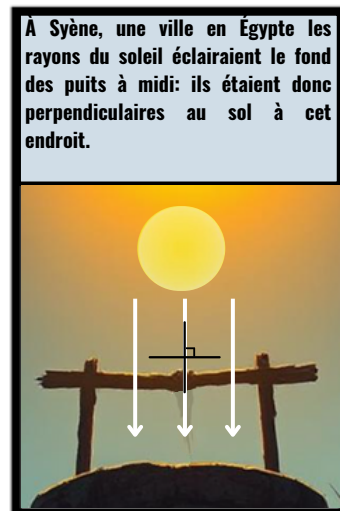
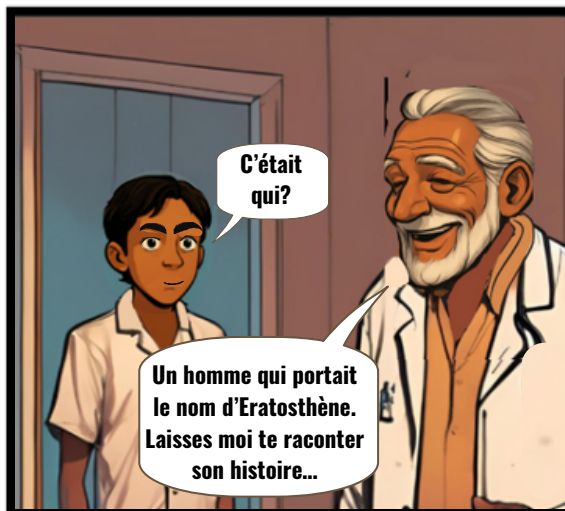
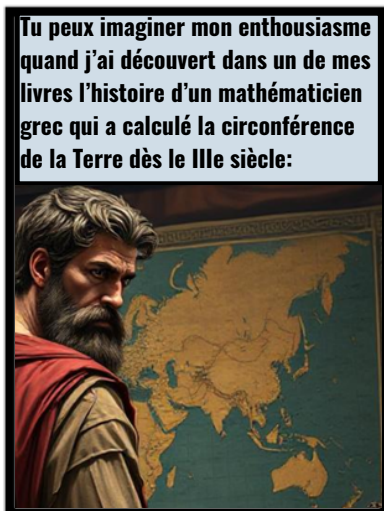
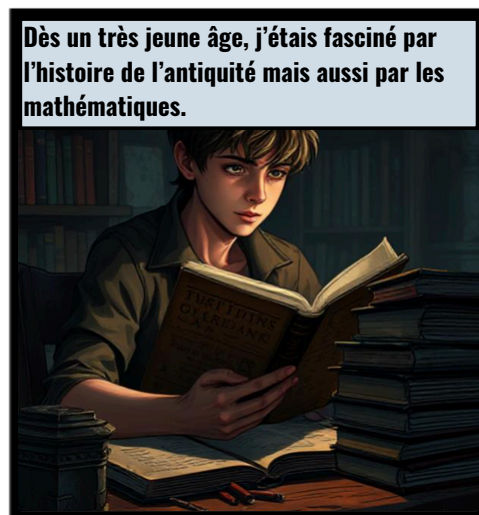
Oh mon Dieu, je n'y crois pas...



Bonjour, Amir. Ravi d'enfin te rencontrer. J'imagine que tu m'as appelé pour recevoir un peu d'aide dans ta quête. Je me trompe?

Euh...oui monsieur...fin, non vous ne vous trompez pas.





En un clin d'œil, Alazar disparaît. Sans qu'Amir l'eu touché, les aiguilles de la montre commencent à tourner en arrière. Aussitôt, un autre homme, portant des lunettes apparaît, assis sur le bord du lit.



Qui êtes-vous?



Bonjour, Amir! Je m'appelle Aryan, je suis un de tes ancêtres et j'ai vécu la majorité de ma vie adulte pendant le XVIII^e siècle.

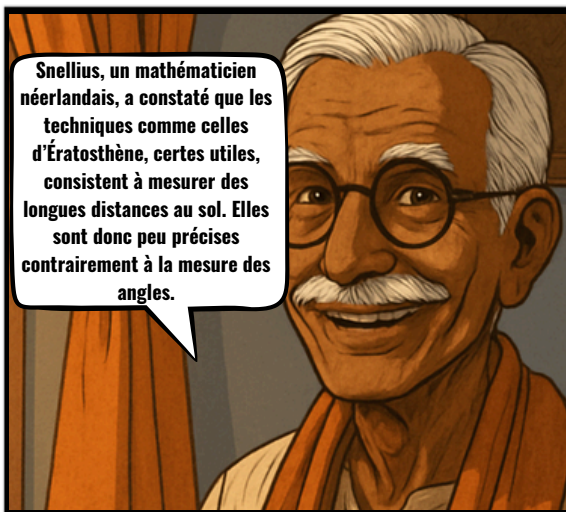
Je sais déjà ce que tu penses et je suis d'accord: je suis un sacré dinosaure, mais pas plus que le vieux Alazar, ça c'est sûr. Ha! Ha!



Je suis là pour t'expliquer la notion de la triangulation géodésique, un principe clé pour comprendre comment on mesure des longueurs à la surface de la Terre. C'est sur ce système que toutes les autres méthodes de mesure de distance élaborées après la Renaissance sont fondées.



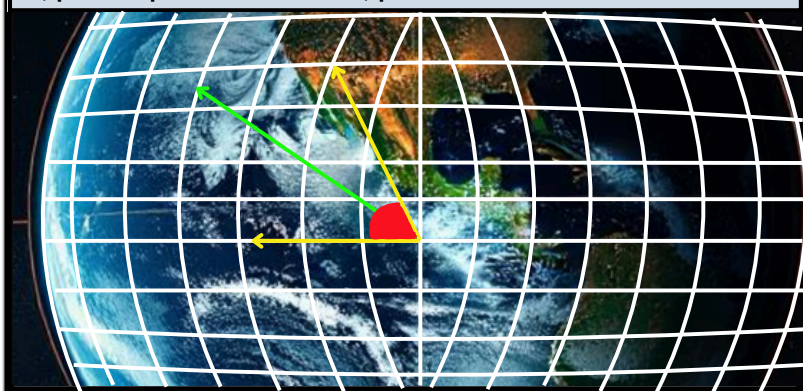
Snellius, un mathématicien néerlandais, a constaté que les techniques comme celles d'Ératosthène, certes utiles, consistent à mesurer des longues distances au sol. Elles sont donc peu précises contrairement à la mesure des angles.



Il a mesuré une courte ligne de base puis a créé un réseau de triangles le long de cette ligne en mesurant des angles entre des points géodésiques (des sommets de montagnes, des clochers, des tours, etc).



En connaissant la valeur des angles de certains triangles et la longueur de sa ligne de base, il a utilisé la trigonométrie pour calculer la longueur des côtés de tous les triangles du réseau, et ainsi déduire la longueur d'arc de méridien. Il trouve ainsi 55 100 toises soit environ 110 973 km, qui est très proche de la valeur exacte, qui est de 111 196 km.



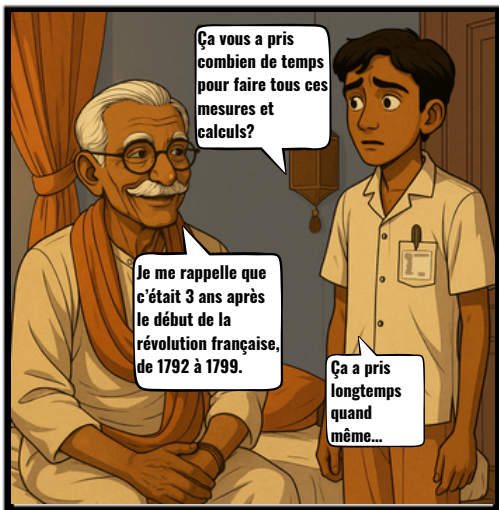
Tu sais, j'étais l'assistant des deux scientifiques Jean-Baptiste Delambre et Pierre Méchain, et je les ai accompagné dans leur mission pour calculer l'arc de méridien entre Barcelone, en Espagne et Dunkerque au Nord de la France.



Ça vous a pris combien de temps pour faire tous ces mesures et calculs?

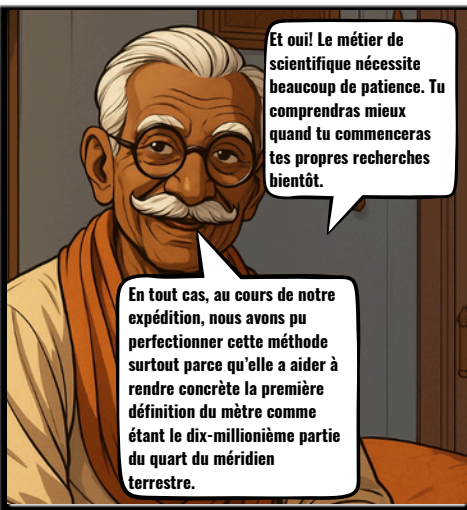
Je me rappelle que c'était 3 ans après le début de la révolution française, de 1792 à 1799.

Ça a pris longtemps quand même...



Et oui! Le métier de scientifique nécessite beaucoup de patience. Tu comprendras mieux quand tu commenceras tes propres recherches bientôt.

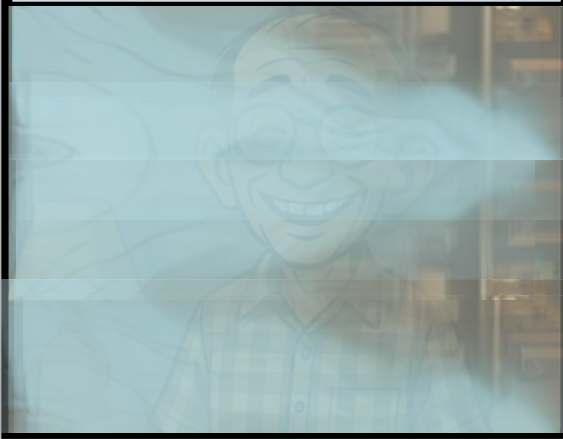
En tout cas, au cours de notre expédition, nous avons pu perfectionner cette méthode surtout parce qu'elle a aidé à rendre concrète la première définition du mètre comme étant le dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.



Je sens qu'il ne nous reste pas beaucoup de temps. Il faut que je parte. Bonne suite de découverte. J'ai confiance en toi, Amir.

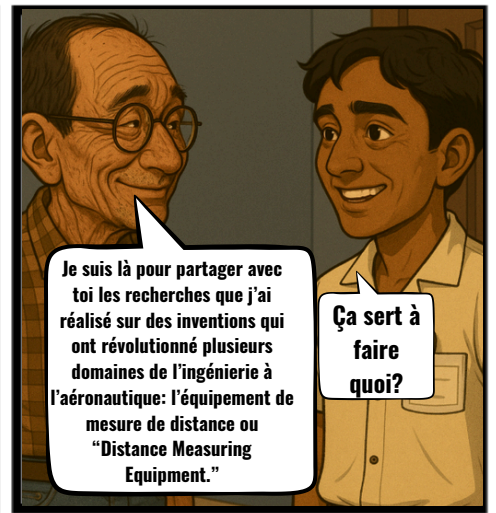


L'expérience surréaliste d'Amir continue. La pièce est de nouveau remplie de fumée...



Marhaba, bonjour Amir! Comme je suis content de t'avoir enfin rencontré. Je m'appelle Aadam.

Marhaba, Aadam, ravi de te rencontrer aussi.



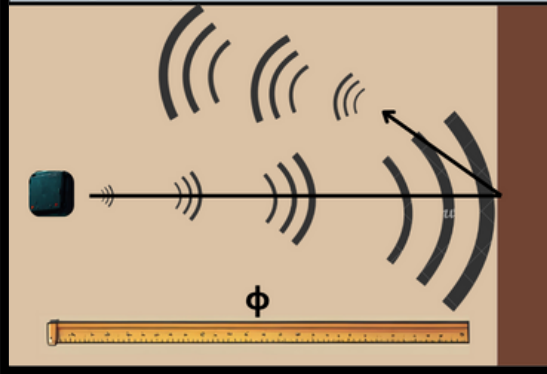
Je suis là pour partager avec toi les recherches que j'ai réalisées sur des inventions qui ont révolutionné plusieurs domaines de l'ingénierie à l'aéronautique: l'équipement de mesure de distance ou "Distance Measuring Equipment."

Ça sert à faire quoi?

Le concept de base est de mesurer le temps qu'il faut à une onde électromagnétique (lumière visible, laser infrarouge, micro-ondes) pour parcourir la distance entre l'instrument et la cible, puis revenir à l'instrument.



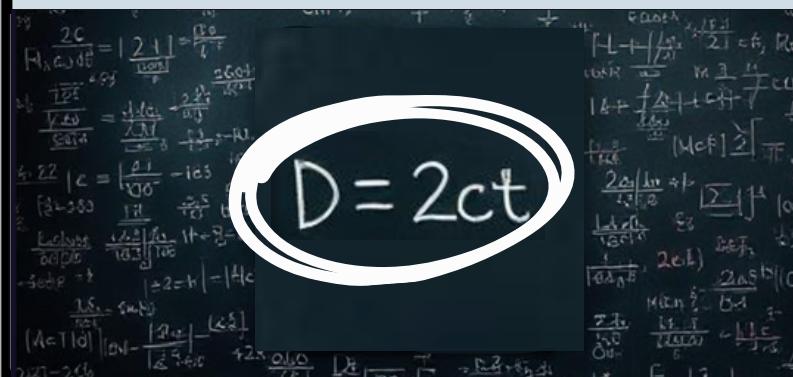
Lorsque l'onde rencontre une surface, elle est réfléchiée et aura un retard par rapport à l'onde émise, car elle a parcouru une certaine distance: on appelle cela le déphasage noté ϕ



Mais, comment calculer la distance...ou le déphasage à partir du temps ou le retard?

C'est une très bonne question. Je t'explique ça tout de suite.

Si l'onde émise s'agit d'une lumière, on peut calculer facilement la distance grâce à la formule $D = 2c \times t$. On connaît la vitesse de la lumière (c) qui est d'environ 299792458 m/s dans le vide.



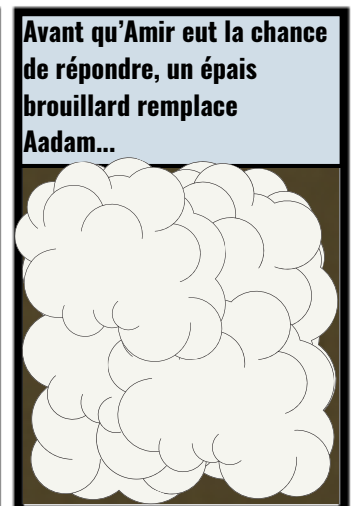
Si je comprends bien, en fonction de l'onde émise, il y a un instrument qui permet de calculer la distance en utilisant les données de la vitesse de propagation de cette onde et le retard entre le moment où cette onde est émise et quand elle atteint un obstacle?



Absolument! C'est clair que tu as un esprit scientifique.



Il est maintenant temps de se séparer. Ne doute jamais de tes capacités. Tu as ce qu'il faut pour sauver le monde.



Avant qu'Amir eut la chance de répondre, un épais brouillard remplace Aadam...

Aadam disparaît pour révéler un homme plus âgé.



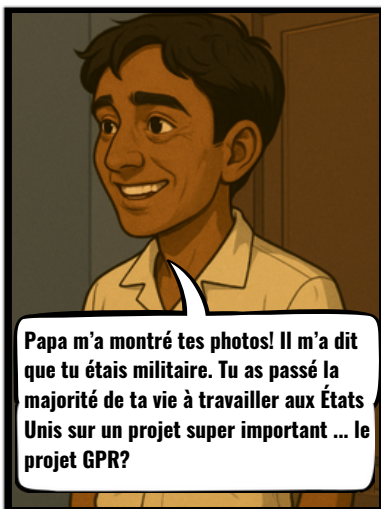
Grand père Adnan?! C'est vraiment toi?



Oui, c'est moi mon grand. Le fait que tu me reconnais me touche...



Papa m'a montré tes photos! Il m'a dit que tu étais militaire. Tu as passé la majorité de ta vie à travailler aux États Unis sur un projet super important ... le projet GPR?



Le GPR?! Haha! Tu veux dire le GPS? En effet, je faisais partie de l'équipe de chercheurs chargée de convertir un système de positionnement qu'on utilisait déjà dans l'armée, appelé OMEGA, en un autre qui pourrait être utilisé par le public: le GPS

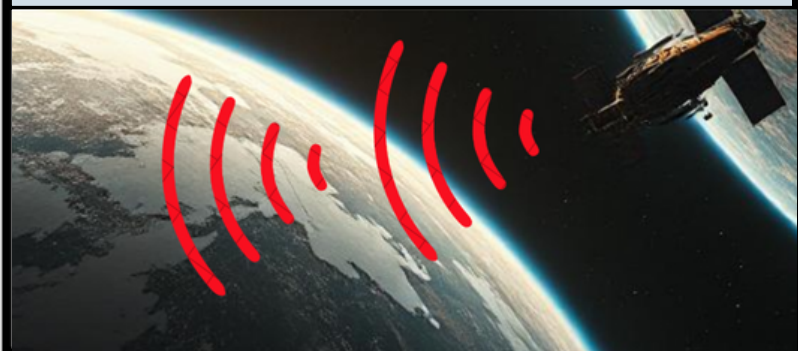
C'est à ce sujet que je veux te parler.



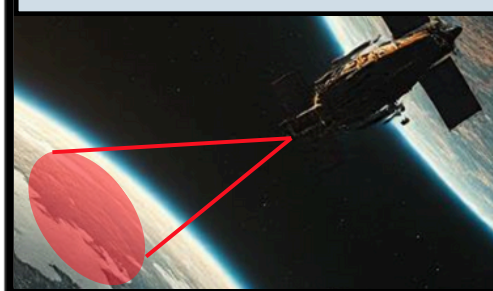
L'arrivée des satellites a introduit une nouvelle ère, permettant des mesures à l'échelle planétaire avec une précision centimétrique, voire millimétrique.



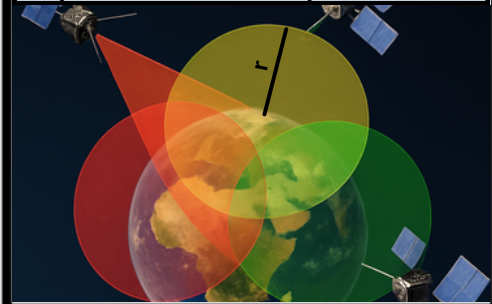
Chaque satellite émet en permanence des signaux radio vers la Terre. Ces signaux contiennent des informations essentielles, comme l'heure d'émission du signal ou encore la position exacte du satellite à un instant précis.



En utilisant le même principe que les télémètres, un récepteur peut calculer la distance qui lui sépare d'un satellite. On considère que le satellite se trouve au centre d'un cercle imaginaire, dont le rayon est égal à la distance calculée.



Le récepteur répète ce processus avec au moins deux satellites de plus, formant deux cercles imaginaires de plus. L'intersection de ces trois sphères aboutit à une position en 3 dimensions (latitude, longitude, altitude), qui est transmise au récepteur. Il détermine ainsi la position.



D'accord, donc en gros, les récepteurs GPS sont des appareils haut de gamme qui peuvent calculer rapidement des distances à la surface de la Terre automatiquement grâce aux satellites?



Tu as tout compris. Si tu appliques les connaissances que tu as apprises correctement, tu réussiras sûrement à inventer une nouvelle technologie permettant de résoudre la problématique du manque d'infrastructures.



Une dernière information pour t'aider: tu trouveras dans le grenier, tous mes anciens livres sur les mathématiques, la physique, l'astronomie et l'informatique. Tu trouveras aussi mon ordinateur. Tu peux ainsi faire des recherches sur l'Internet. Il faut que je te laisse.

Bonne chance Amir!



Je ne sais pas quoi dire, grand-père...sauf merci infiniment.



Après cette dernière visite, pendant un an, Amir consacre toutes ses journées à ses recherches. Il lisait les livres de son grand père et des articles en lignes sur les différentes méthodes que ses aïeux lui ont appris.



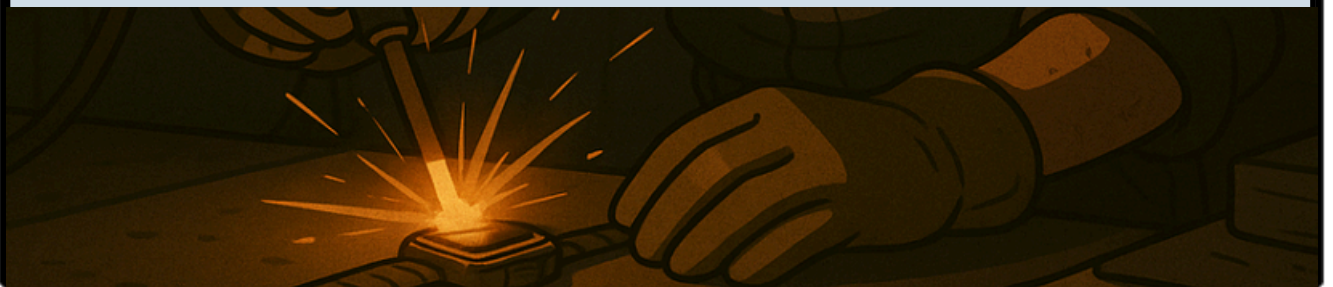
Un jour, il a eu l'idée de faire une montre digitale qui permettrait à l'utilisateur de scanner n'importe quelle surface. Après avoir analysé l'image, elle calculerait ses dimensions. Il commence à en faire les premiers croquis.



La phase de conception achevée, Amir commence à configurer l'interface de la montre. Il décide d'utiliser un modèle d'intelligence artificielle de reconnaissance d'image créé avant l'AC.



Une fois terminé, il passe à la construction de sa montre. Il récupère le matériel nécessaire dans sa maison et dans les garages abandonnés de son quartier.



Un an plus tard, Amir a enfin terminé son invention, qu'il baptise l'Enodomètre.



Depuis l'apocalypse, un nouveau réseau social "Humanité" fut créé. Il permis aux survivants de communiquer et de partager des informations.



Amir s'y connecte et met en ligne une vidéo où il explique comment la montre peut être utilisée pour rapidement construire des maisons, des immeubles, des bureaux ou d'autres infrastructures.



En une nuit, la vidéo d'Amir devint virale. À tel point qu'il a reçu une lettre des Nations Unies l'invitant à faire une démonstration en direct de sa montre. Ils furent tellement impressionnés qu'ils mirent à sa disposition une centaine de personnes afin qu'Amir les forme à la construction de montres.



En 6 mois, 1 000 000 exemplaires de l'Enodomètre ont été distribués aux 195 pays du monde.



1 an plus tard, dans le monde entier, 50% des infrastructures abandonnées, en ruine ou endommagées pendant l'Apocalypse furent reconstruites et ont pu loger plus de 200 000 familles et scolariser plus de 20 000 enfants.



Pour sa contribution, Amir reçoit le prix Nobel: le premier donné depuis l'AC il y a 21 ans. Le public commence à chanter son nom. Mais, soudain, tout devient noir...



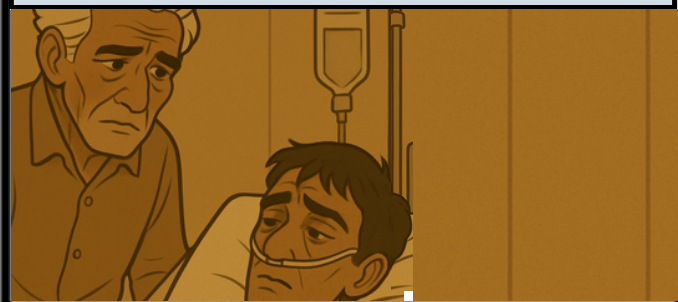
AMIR!
AMIR!

AMIR! AMIR!
AMIR! AMIR!

Le chant enthousiaste du public s'est transformé en une voix très familière à Amir.

Amir! Amir!
Oh, s'il te
plaît Amir....

Amir, désorienté, ouvre ses yeux pour voir son père à côté de lui. Pour une raison qu'il n'arrive pas à comprendre, il ne peut pas bouger. Il semble être dans une salle d'hôpital.



Amir! Merci Dieu
tu vas bien!

Où suis-
je?



Papa?! Mais...je croyais
que...tu étais...Attends,
quel jour sommes-nous
aujourd'hui?

On est le 4 Juillet 2025. Le
21 Juin 2004, à l'âge de 16
ans, tu étais dans un
terrible accident de voiture.
Tu étais dans un coma pour
21 ans.

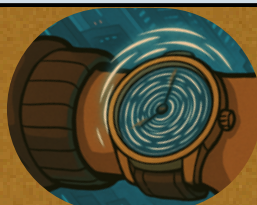


Et l'Apocalypse
Climatique,
l'Enodomètre, la montre
que tu m'as donné...

Tout n'était
donc qu'un
rêve?

À peine eut-il fini sa phrase, qu'il entend un étrange bruit. Quand il regarde son poignet, il voit quelque chose d'anormal: les aiguilles de sa montre tournaient très vite dans le sens inverse. Mais, il ne l'avait pas touché...

Amir, qu'est
ce qui se
passe?



Papa, je crois que
j'ai sauvé le
monde...mais pas le
notre.

FIN

LA CLÉ DE L'HARMONIE



LA CLÉ DE L'HARMONIE

LE MONDE S'EFFONDRE !!!

BOOOM

CRACK

MERCI...
C'EST FINI ?

NON...
CE N'EST
QUE LE DÉBUT

QU'EST
CE QU'IL SE
PASSE,
SIRIUS?

CE N'EST PAS UN DÉSASTRE
NATUREL... C'EST UN
ÉFFONDREMENT DES FONDATIONS
DU MONDE.

UNE ANCIENNE
CIVILISATION
A CACHÉ UNE
SOLUTION...
LA CLÉ DE
L'HARMONIE,
FRAGMENTÉE
À TRAVERS LE
TEMPS.

ALORS J'IRAI DANS LE PASSÉ,
ET JE TROUVERAI LES FRAGMENTS !

L'APPEL DU PASSÉ

JE CROYAIS QUE
TOUT AVAIT UN
DÉBUT... ET UNE FIN.
MAIS LUI, IL M'A
PARLÉ DE FRAGMENTS!

UNE ANCIENNE
CIVILISATION A ENFERMÉ LA
CLÉ DE L'HARMONIE DANS
SIX FRAGMENTS.

CHACQUE FRAGMENT EST
CACHÉ DANS UNE
ÉPOQUE... ET LIÉ À UNE
DÉCOUVERTE MAJEURE
SUR LES MESURES DE LA
TERRE.

GRÈCE. ROME. SAMARCANDE. PARIS.
TU DEVRAS COMPRENDRE, ET
T'Y FONDRE POUR NE PAS
PERTURBER LEUR ÉQUILIBRE.

ET SI QUELQU'UN
D'AUTRE LES
CHERCHE ?

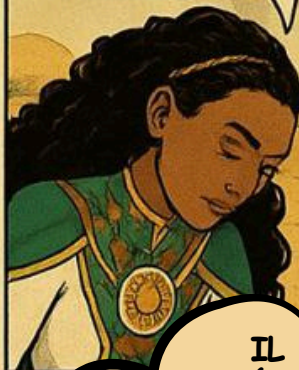
QUELQU'UN
LES CHERCHE
DÉJÀ, DEPUIS
LONGTEMPS.

TRÈS BIEN. J'IRAI.
UNE ÉPOQUE À LA
FOIS!

L' OMBRE D'ÉRATOSTHÈNE



À SYÈNE, AU SOLSTICE, LE SOLEIL SE TROUVE EXACTEMENT AU ZÉNITH. PAS D'OMBRE. UN DÉTAIL SI SIMPLE... MAIS ÉRATOSTHÈNE Y A VU LE MONDE.



IL A MESURÉ L'OMBRE À ALEXANDRIE, PUIS IL A CALCULÉ LA DISTANCE ENTRE LES DEUX VILLES : 5000 STADES

SOIT ENVIRON 800 KM...

À ALEXANDRIE, LE MÊME JOUR, LE SOLEIL FORME UNE OMBRE, DE 7,2°. CELA REPRÉSENTE 1/50 ÈME D'UN CERCLE COMPLET.



SYÈNE

ALEXANDRIE

ALORS, IL A PENSÉ QUE SI 7,2° CORRESPONDENT À 800 KM, IL PEUT DÉDUIRE LA DISTANCE QUI CORRESPOND À 360°.

$$C = 360 \times \left(\frac{800}{7,2} \right)$$

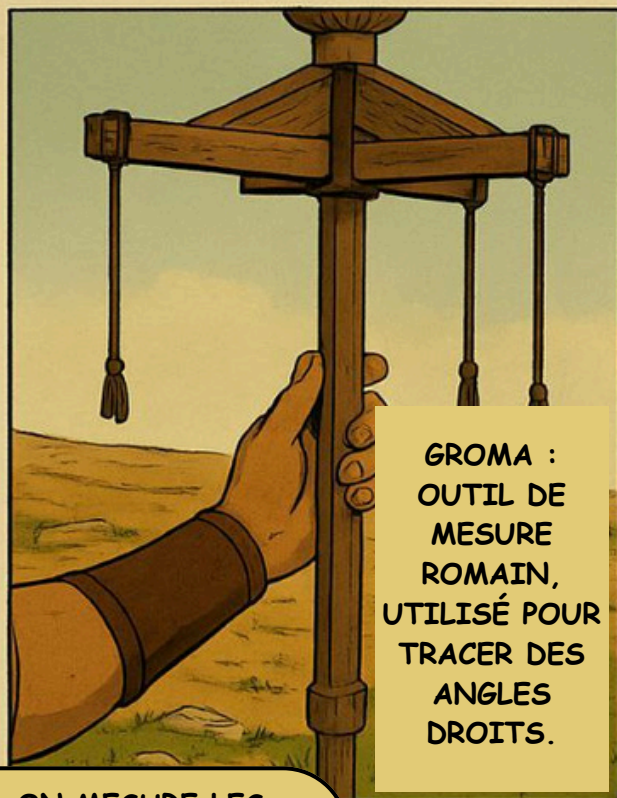
$C = 360 \times (800 / 7,2)...$
SOIT ENVIRON 40 000 KILOMÈTRES...UNE ÉSTIMATION PRESQUE PARFAITE DE LA CIRCONFÉRENCE TERRESTRE.

CLÉ VALIDÉE :
ÉRATOSTHÈNE. HARMONIE COSMIQUE DÉTECTÉE.



UN SAVANT, UN ANGLE... ET LA TERRE EST RÉVÉLÉE. QUELLE SERA LA SUITE ?

EMPIRE ROMAIN, VERS 100 APRÈS J.-C.
JE DOIS MAINTENANT RÉSOUDRE
L'ÉNIGME LIÉE AU GROMA POUR
RETROUVER LE FRAGMENT CACHÉ.



GROMA :
OUTIL DE
MESURE
ROMAIN,
UTILISÉ POUR
TRACER DES
ANGLES
DROITS.

ON MESURE LES
DISTANCES AVEC LES
PAS RÉGULIERS DES
SOLDATS.

DISTANCE = NOMBRE
DE PAS × LONGUEUR
D'UN PAS.
 $D = N \times P$

GRÂCE À LEUR INVENTION
L'HISTOIRE AVANCE, LEUR
INVENTION FAIT AVANCER
LA TECHNOLOGIE...

ET SAUVE LE
MONDE !!

CLANG.
CLANG.
CLANG.

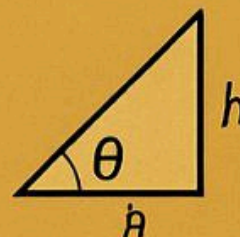
SAUF SI
QUELQU'UN
T'EMPÊCHE...

VERS 1030-1037, DANS LA VILLE DE SAMARCANDE, UN CENTRE CULTUREL ET SCIENTIFIQUE IMPORTANT, EN ASIE CENTRALE

JE SUIS LE MAÎTRE AL-BIRUNI. J'AI RÉALISÉ UNE MESURE PRÉCISE DU RAYON TERRESTRE ... PLUS PRÉCISE QUE CELLE D'ERATOSTHÈNE.
LE RAYON EST DE 6339,6 KM.

COMMENT AS-TU MESURÉ LA TERRE... SANS EN FAIRE LE TOUR ?

EN UTILISANT LA TRIGONOMÉTRIE ET DES MESURES DE HAUTEUR ET D'ANGLE DEPUIS LE SOMMET D'UNE MONTAGNE



R : rayon terrestre
h : hauteur de la montagne
θ : angle mesuré

$$R = \frac{h}{\tan \theta}$$

R : rayon terrestre
h : hauteur de la montagne
θ : angle mesure

MERCI, MAÎTRE



IL DESSINAIT LE MONDE ENTIER... MAIS SES CARTES DÉFORMAIENT LE RÉEL.



LA TERRE EST UNE SPHÈRE... MAIS LES NAVIGATEURS ONT BESOIN DE LIGNES DROITES. ALORS J'AI TRICHÉ. POUR QU'ILS ARRIVENT VIVANTS.



J'AI DESSINÉ UNE CARTE QUI CONSERVE LES ANGLES, MAIS ELLE DÉFORME LES SURFACES, SURTOUT À DES LATITUDES ÉLEVÉES.



PLUS QUE ÇA... TES CARTES POURRONT SAUVER LE MONDE.



J'ESPÈRE QUE MES CARTES VONT T'AIDER COMME ELLES ONT AIDÉ LES NAVIGATEURS MARITIMES



UN JOUR, QUELQU'UN DESSINERA LA TERRE SANS TRAHIR SA FORME.



CONTINUE AINSI... ET APPORTE MOI LA CLÉ

ET MOI... JE DOIS DESSINER L'AVENIR.

ILS ONT VOULU QUE LE MONDE
ENTIER PARLE LA MÊME
LANGUE... UNE LANGUE DE
MESURES. LE MÈTRE ALLAIT
DEVENIR UNIVERSEL

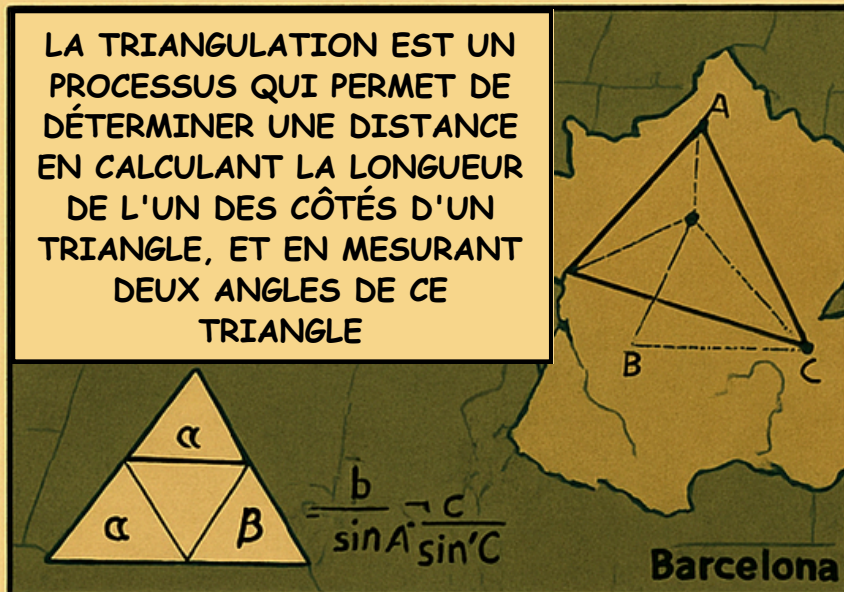


L'ARC DE MÉRIDIDIEN MESURÉ S'ÉTENDAIT DE
DUNKERQUE (FRANCE) À BARCELONE (ESPAGNE),
COUVRANT UNE DISTANCE DE PLUS DE 700 KM.



DE DUNKERQUE À
BARCELONE, NOUS
TRAÇONS LA LIGNE DU
MONDE. UN DIX-
MILLIONNIÈME DU QUART
DU MÉRIDIDIEN

LA TRIANGULATION EST UN
PROCESSUS QUI PERMET DE
DÉTERMINER UNE DISTANCE
EN CALCULANT LA LONGUEUR
DE L'UN DES CÔTÉS D'UN
TRIANGLE, ET EN MESURANT
DEUX ANGLES DE CE
TRIANGLE

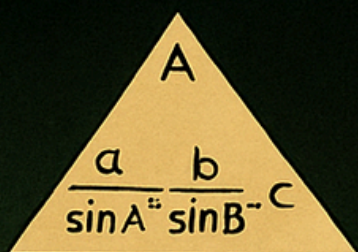


LE SAVOIR EST UN
DEVOIR
RÉVOLUTIONNAIRE.



ET UNE ARME
AUSSI

PAR TRIANGULATION,
LES ASTRONOMES
DE LAMBRE ET MÉCHAIN
ONT MESURÉ LA TERRE,
ET ONT DÉFINI LE
MÈTRE, À LA FIN
DU XVIIIÈME
SIÈCLE.



$$\frac{a \sin A}{c \sin C}$$

LA CONSTELLATION DES MACHINES

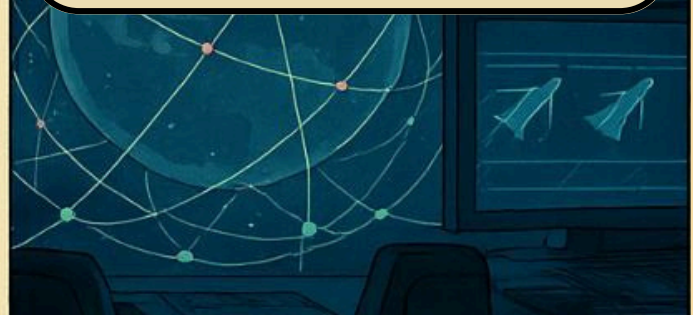


LE CENTRE SPATIAL KENNEDY, EN FLORIDE, L'UN DES PRINCIPAUX CENTRES DE LANCEMENT DE LA NASA

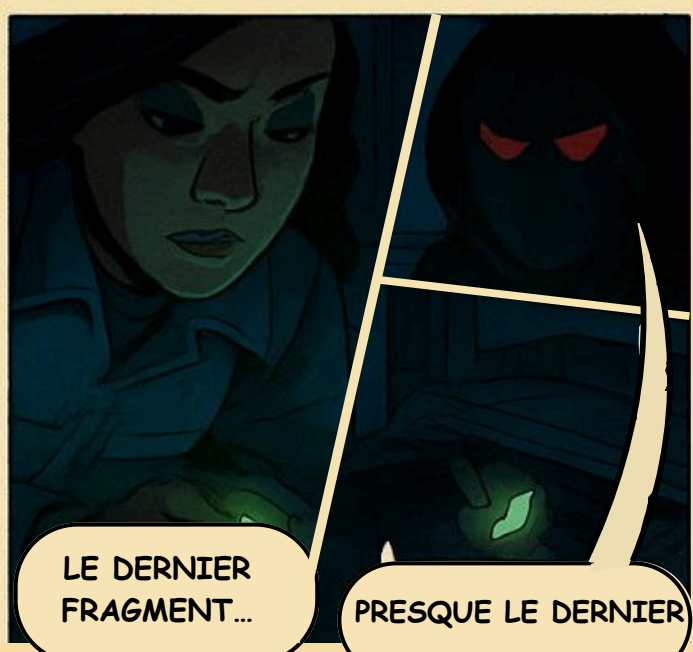


LES TECHNOLOGIES MODERNES, TELLES QUE LE GPS, ONT GRANDEMENT FACILITÉ LE CALCUL PRÉCIS DES DISTANCES TERRESTRES

LE RÉCEPTEUR GPS MESURE LE TEMPS QUE METTENT LES SIGNAUX SATELLITES POUR ATTEINDRE L'APPAREIL. ENSUITE, EN MULTIPLIANT CE TEMPS PAR LA VITESSE DE LA LUMIÈRE, IL CALCULE LA DISTANCE ENTRE LE RÉCEPTEUR ET CHAQUE SATELLITE.



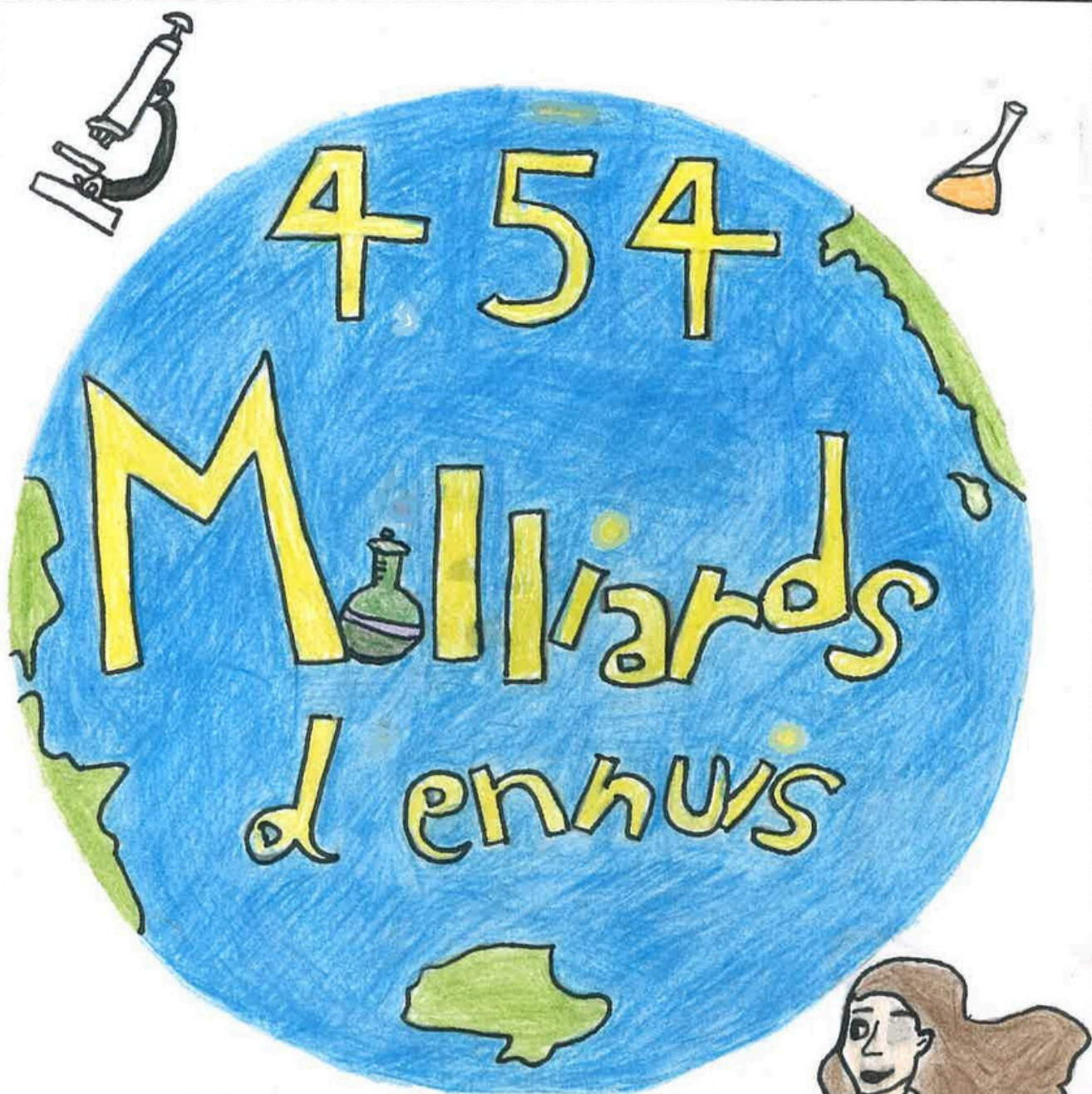
POUR DÉTERMINER LA POSITION ET CALCULER LA DISTANCE ENTRE DEUX POINTS, LE RÉCEPTEUR GPS UTILISE LA TRIANGULATION, EN UTILISANT LES DISTANCES CALCULÉES À PARTIR DE PLUSIEURS SATELLITES.



LE DERNIER FRAGMENT...

PRESQUE LE DERNIER





DANS UNE PETITE VILLE scientifique DU XIX^e SIECLE,
LE PROFESSEUR URANUS FAIT UNE GRANDE ANNONCE.

AUJOURD'HUI NOUS
ALLONS RÉSOUDRE LE PLUS
GRAND MYSTÈRE ! QUEL
EST L'ÂGE DE NOTRE
PLANÈTE ?!

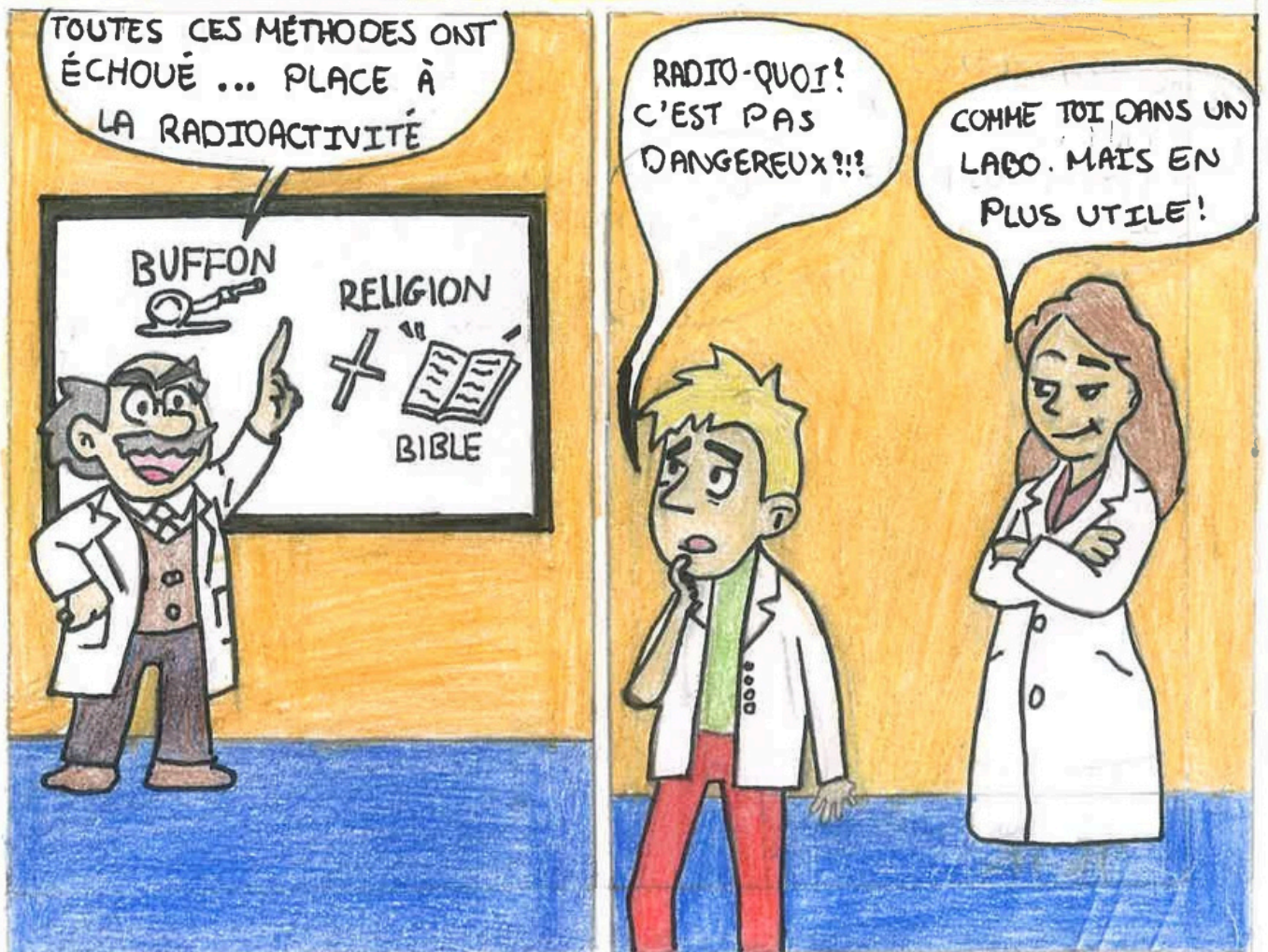
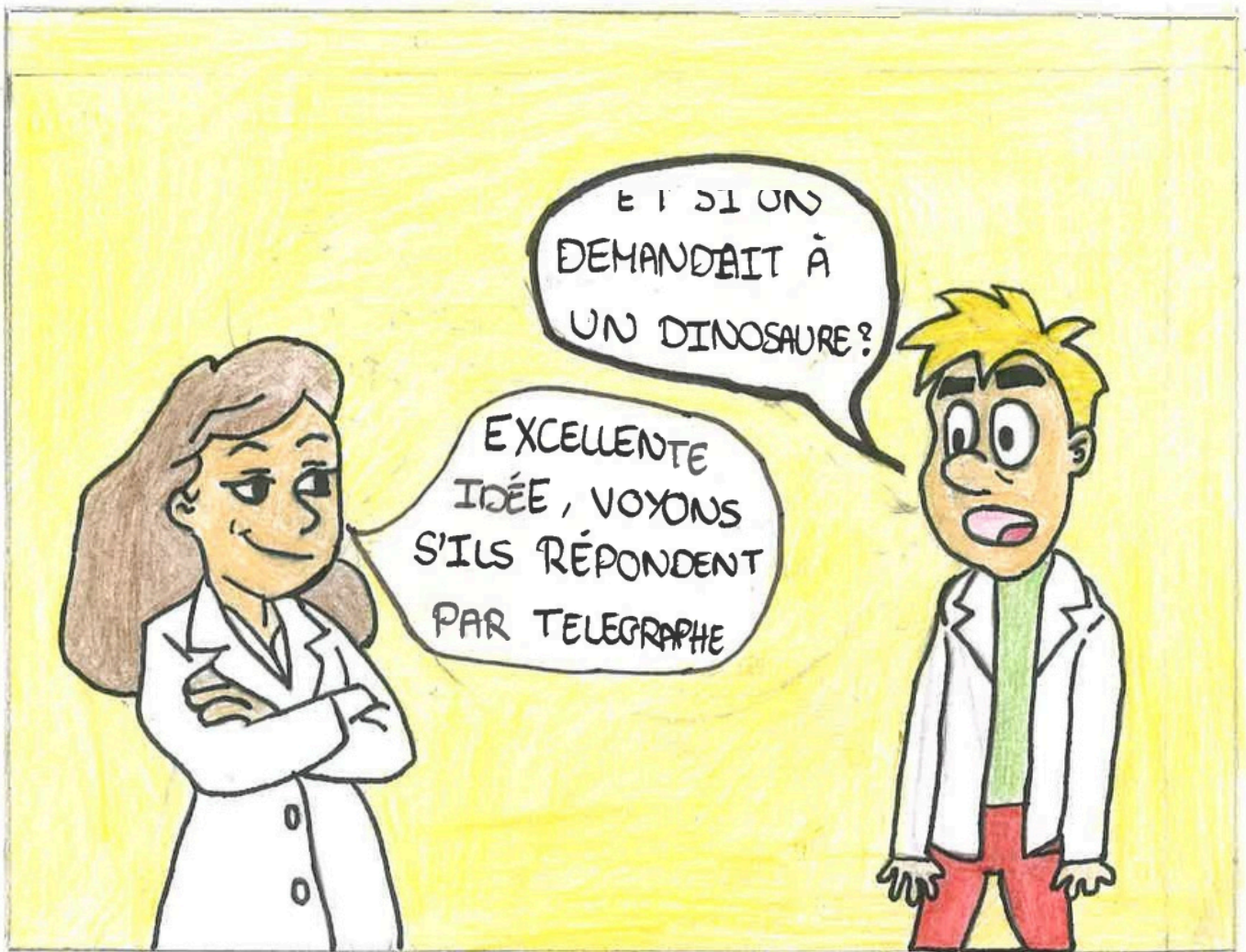
JE CROYAIS QUE
LA TERRE AVAIT
6000 ANS, NON ?

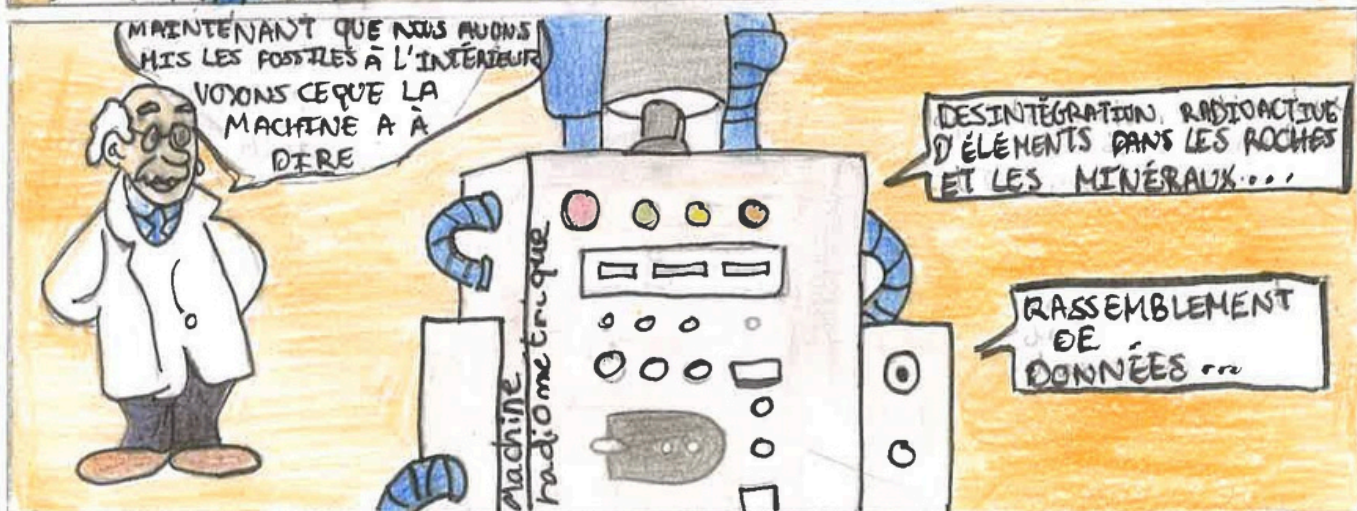
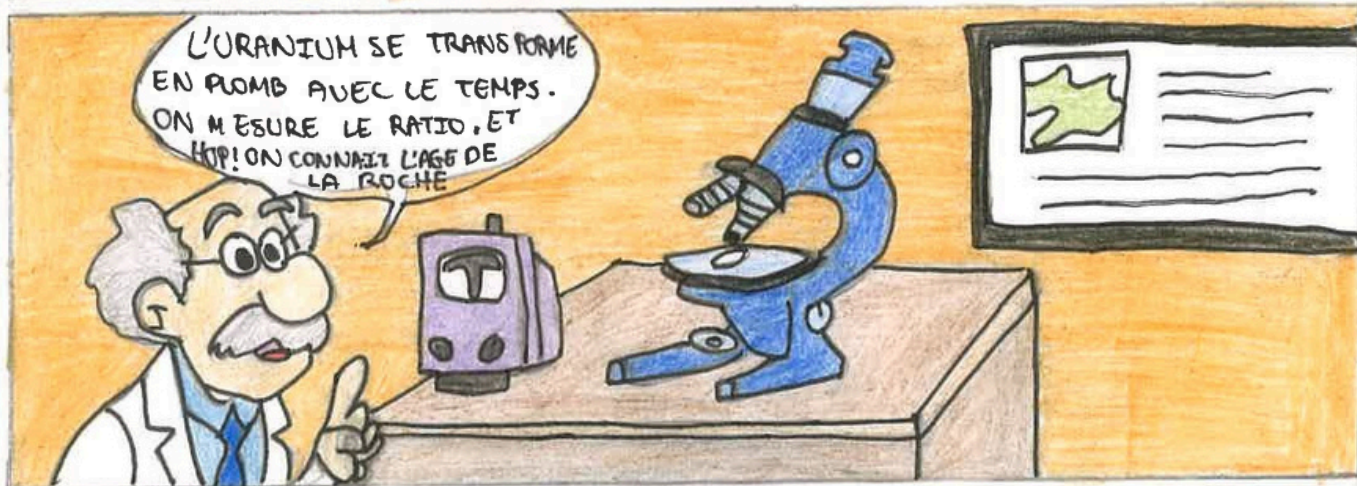
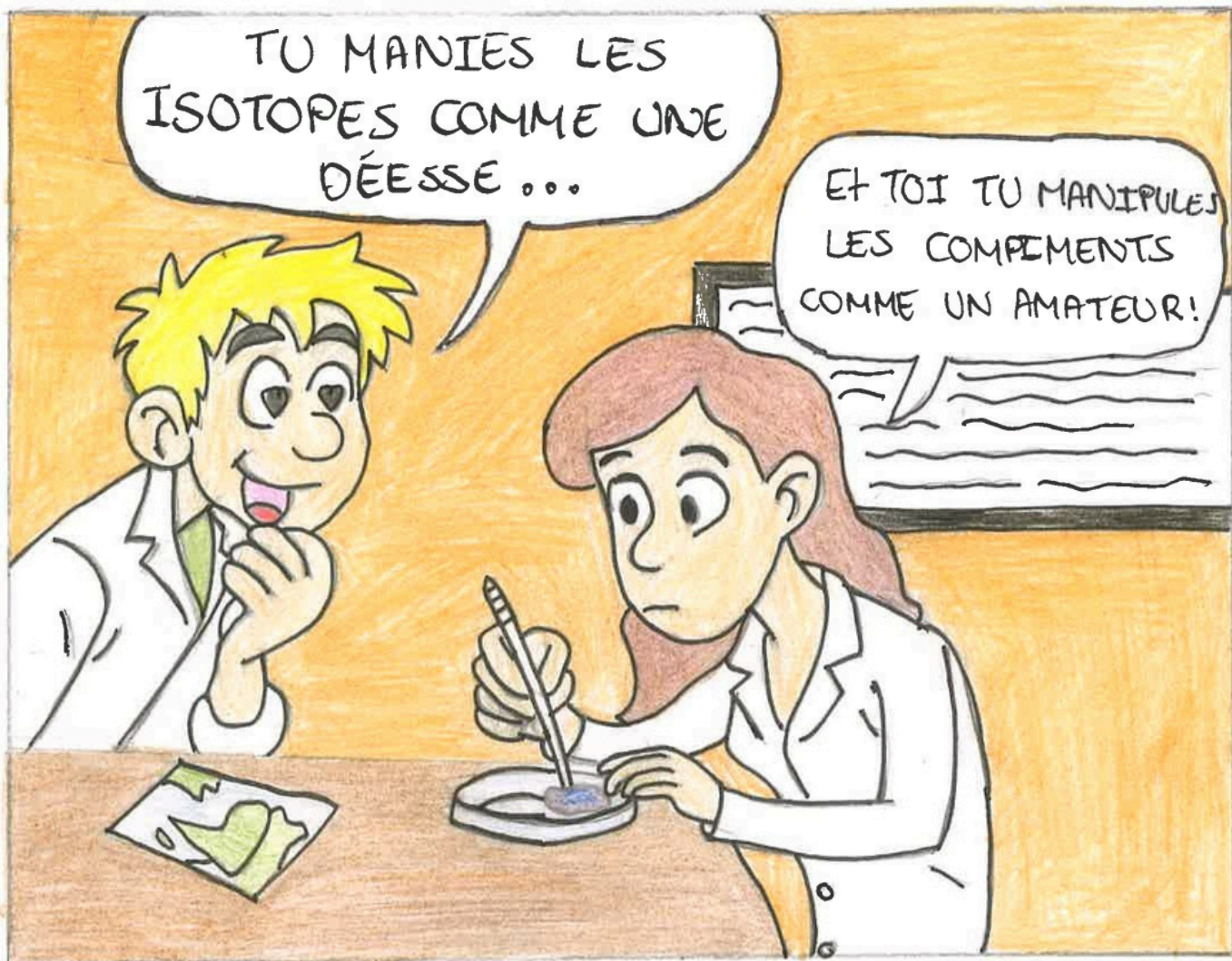
HA ! PURE SPÉCULATION !
NOUS ALLONS UTILISER
LA SCIENCE !

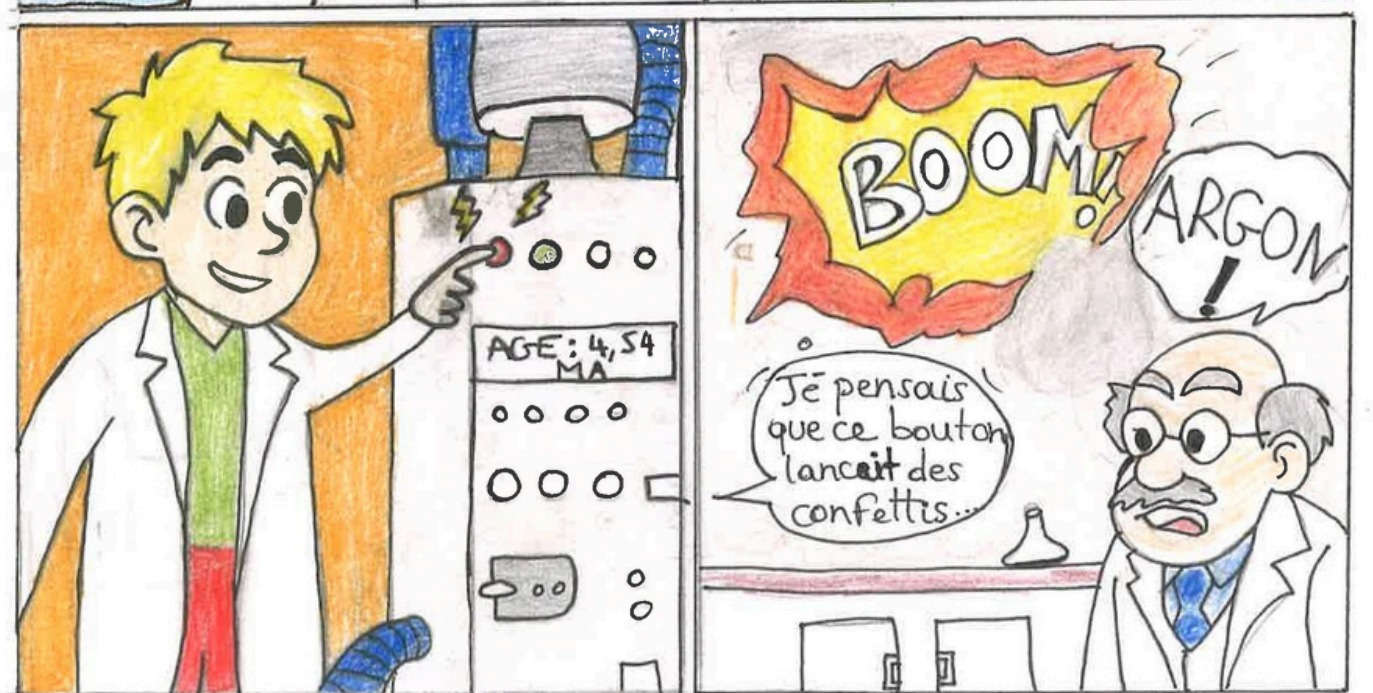
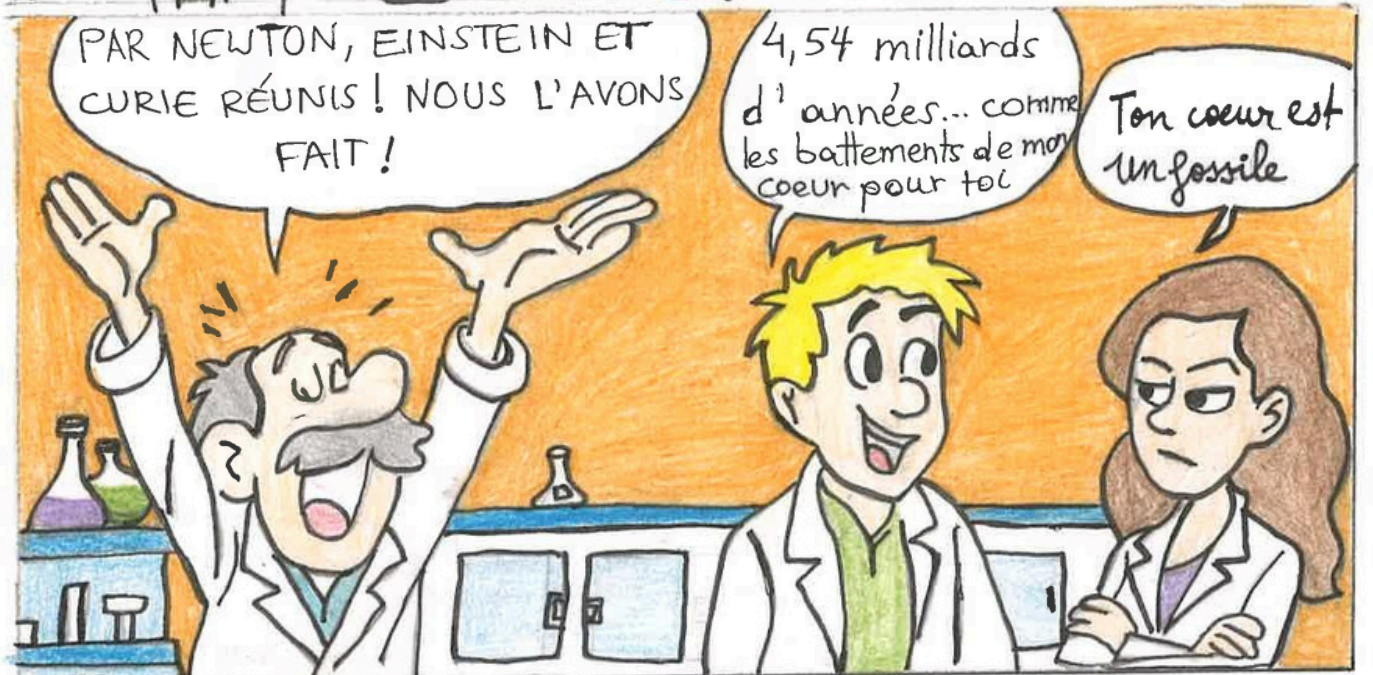
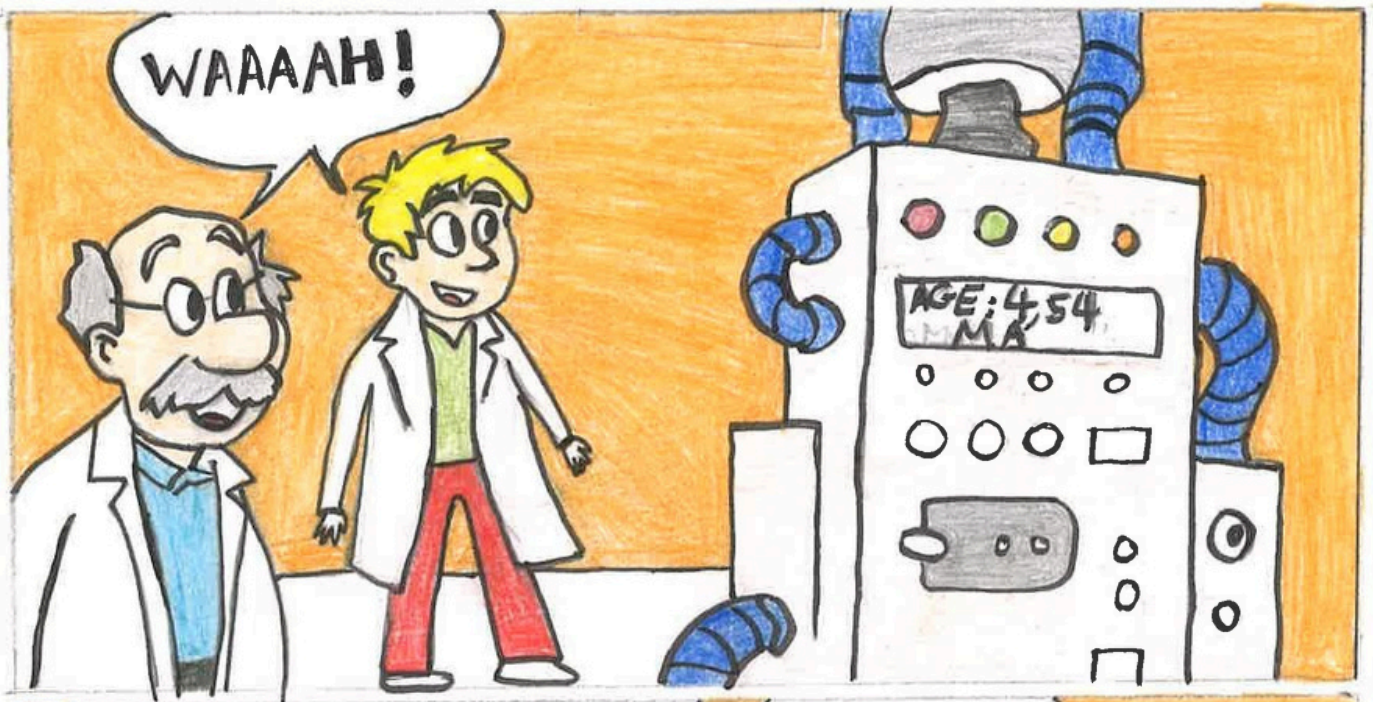
Oh... euh
quoi ?

BON ON COMMENCE AVANT
QU'ARGON NE FASSE DISPARAITRE
LA TERRE AVANT QU'ON
PUISSE LA DATER !

SPLASH!







ON A PEUT-ÊTRE
DÉTRUIT LE LABO...
MAIS AU MOINS ON
CONNAÎT L'ÂGE DE
LA TERRE.



MISSION ACCOMPLIE!
ET MAINTENANT, ON
PEUT PASSER À LA
SUITE... LA DATATION



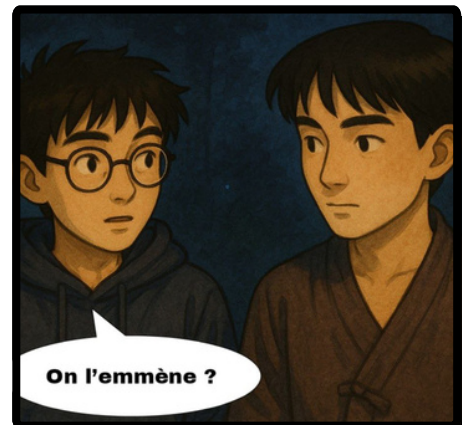
ATTENDEZ...
ÇA IMPLIQUE
ENCORE DES
EXPLOSIONS?

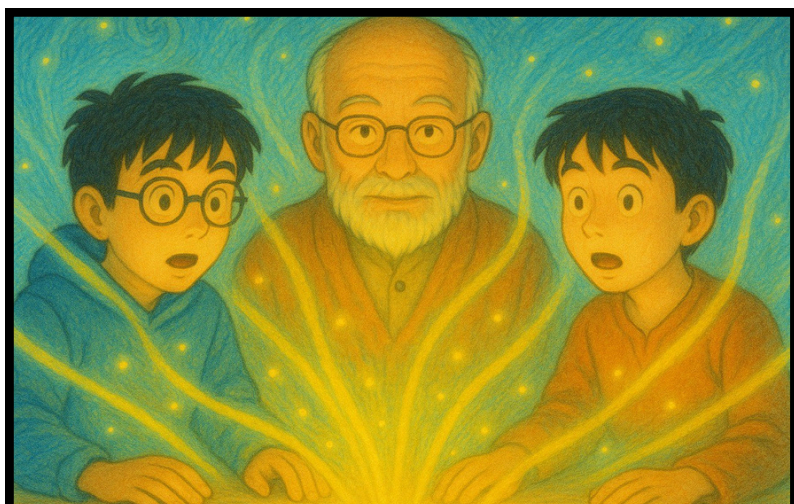
PROCHAINE
MISSION:
BIG BANG!

PAN!

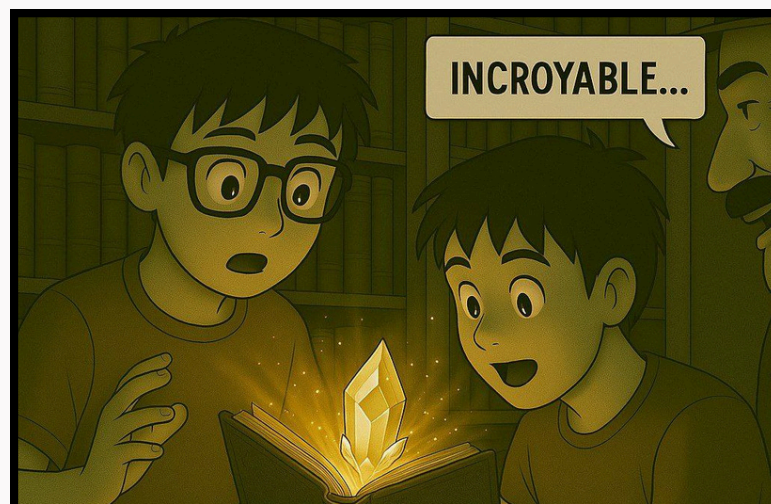
À LA RECHERCHE DU TEMPS







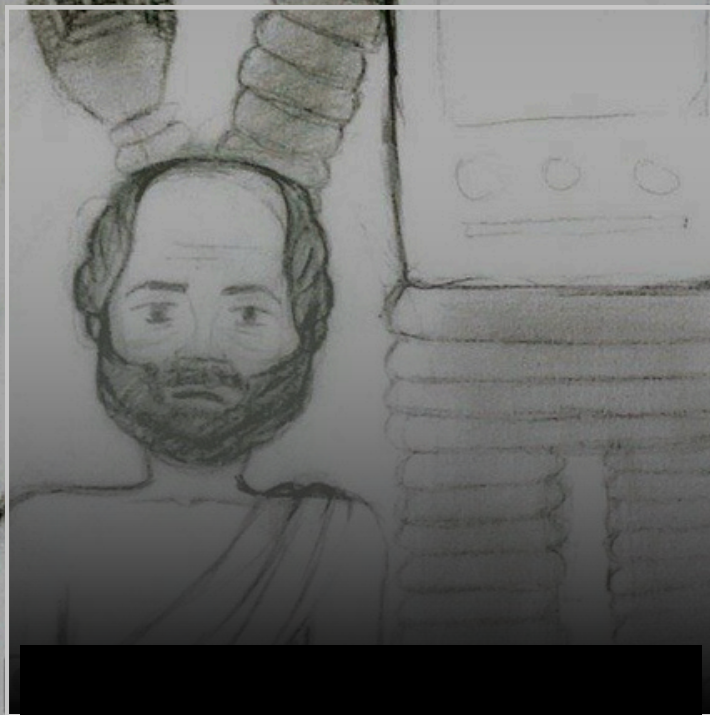








LA MESURE DU MONDE



Rome, 1^{er} siècle : Les routes romaines, mesurées en milles, relient l'Empire.

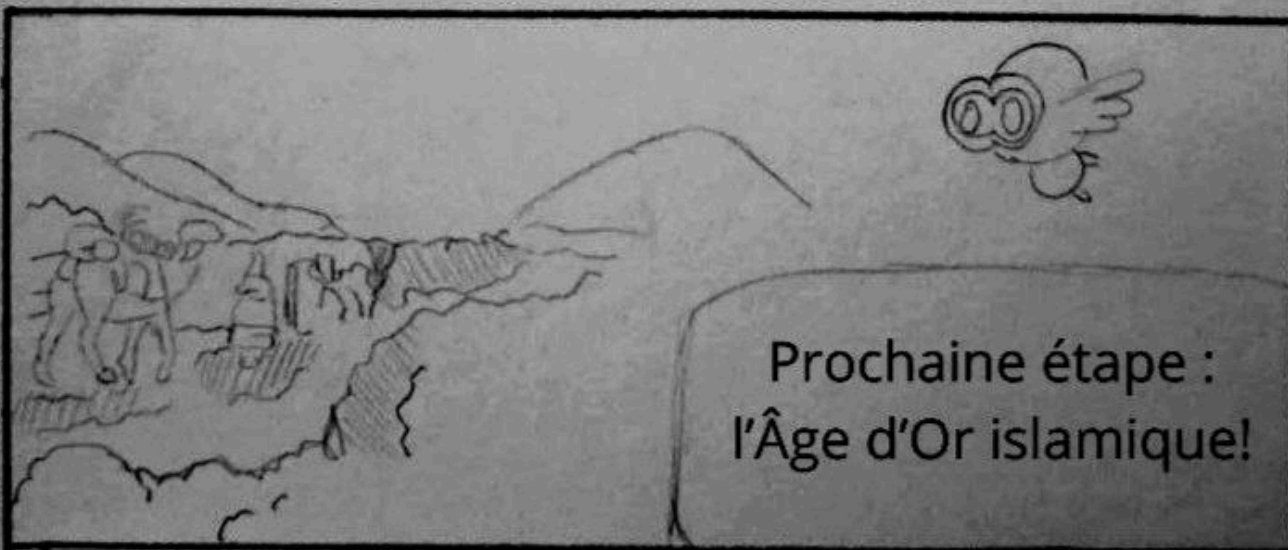
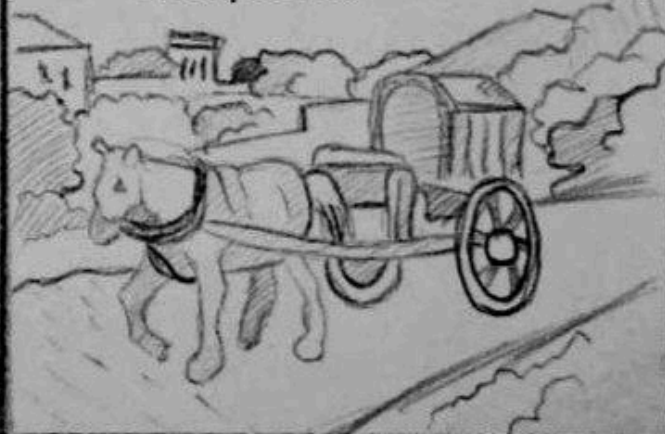


Droit comme une flèche...
ou comme la volonté de
César !



1 mille romain = 1 480
mètres. Pas mal... pour un
empire sans GPS !

Ces routes facilitent le
commerce... et les
conquêtes.



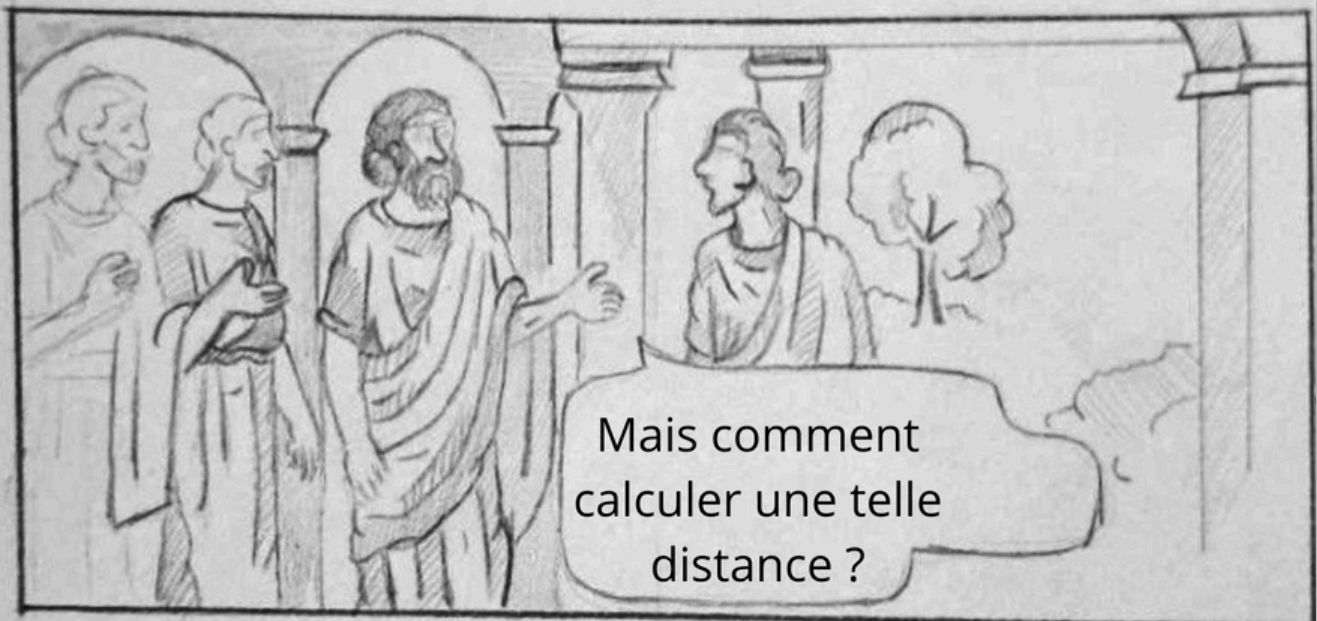
Prochaine étape :
l'Âge d'Or islamique!



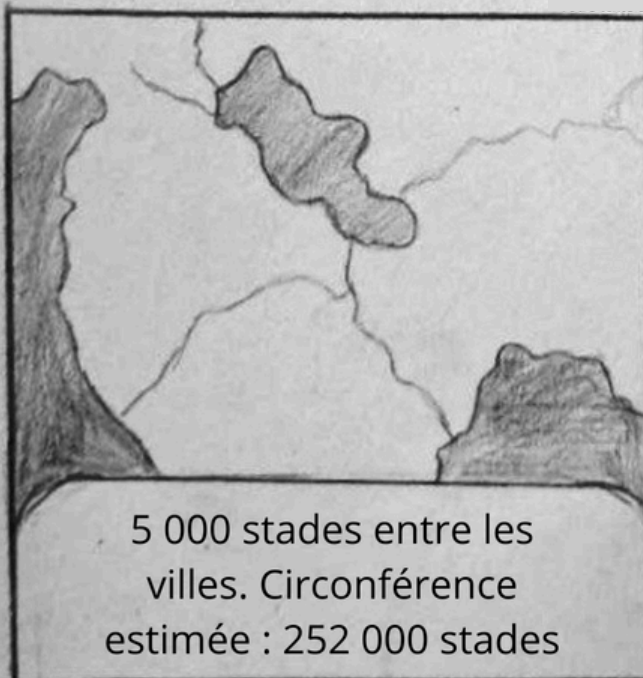
Grèce, 240 av. J.-C. :
Ératosthène
découvre que les
ombres révèlent la
courbure terrestre.



Syène n'a aucune
ombre à midi...
Alexandrie si. La
Terre est ronde !



Mais comment
calculer une telle
distance ?



5 000 stades entre les
villes. Circonférence
estimée : 252 000 stades



Ces calculs inspireront
les empires suivants...

XI^e siècle, Perse : Al-Biruni
utilise la trigonométrie
pour mesurer la Terre.



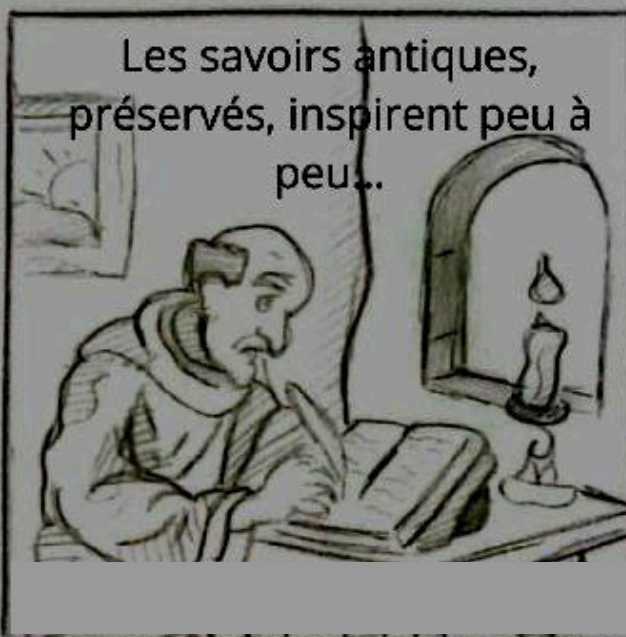
Les étoiles
? Je préfère les
dattes



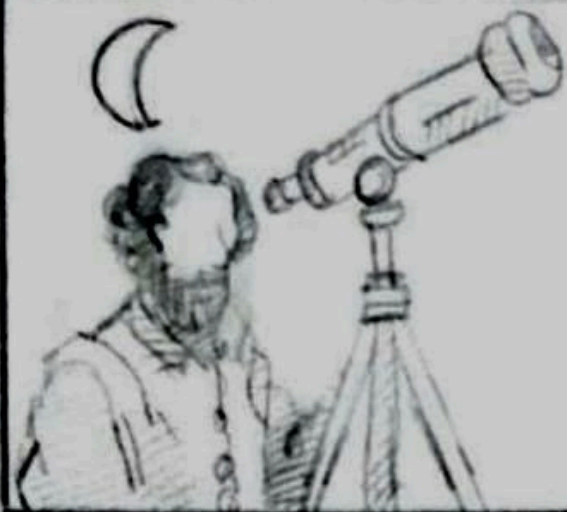
Ses travaux voyagent...
jusqu'en Europe.



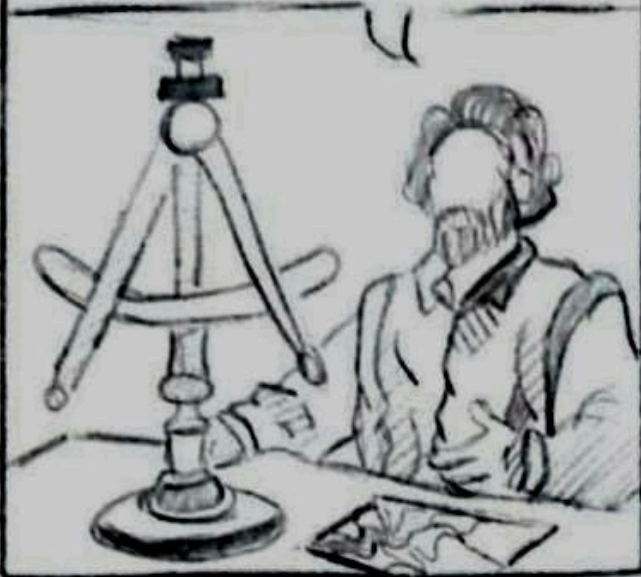
Europe, XII^e siècle : Sans système unifié,
chaque région a ses unités.



XVI^e siècle : La Renaissance
invente des outils plus précis



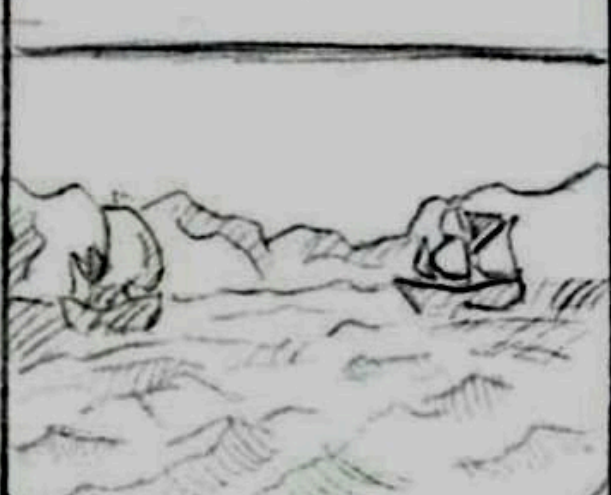
Enfin, des cartes dignes de ce nom !



Erreur réduite à 2% ... Progrès!

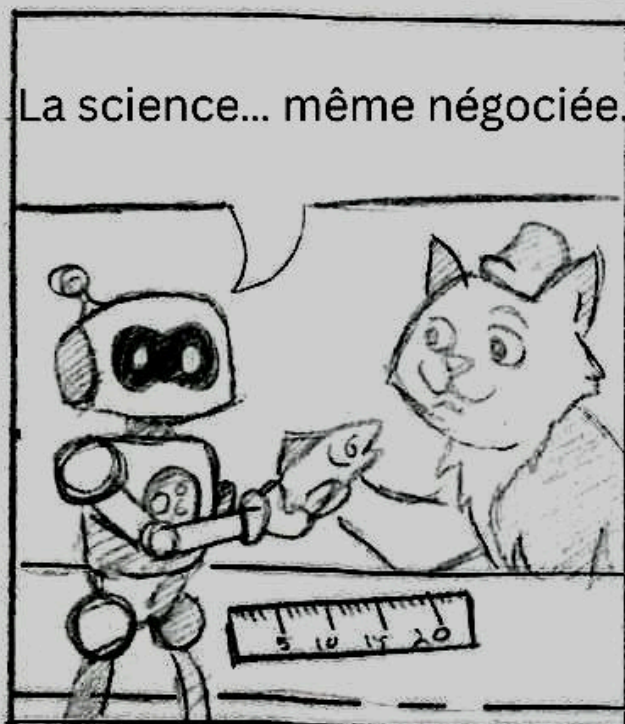
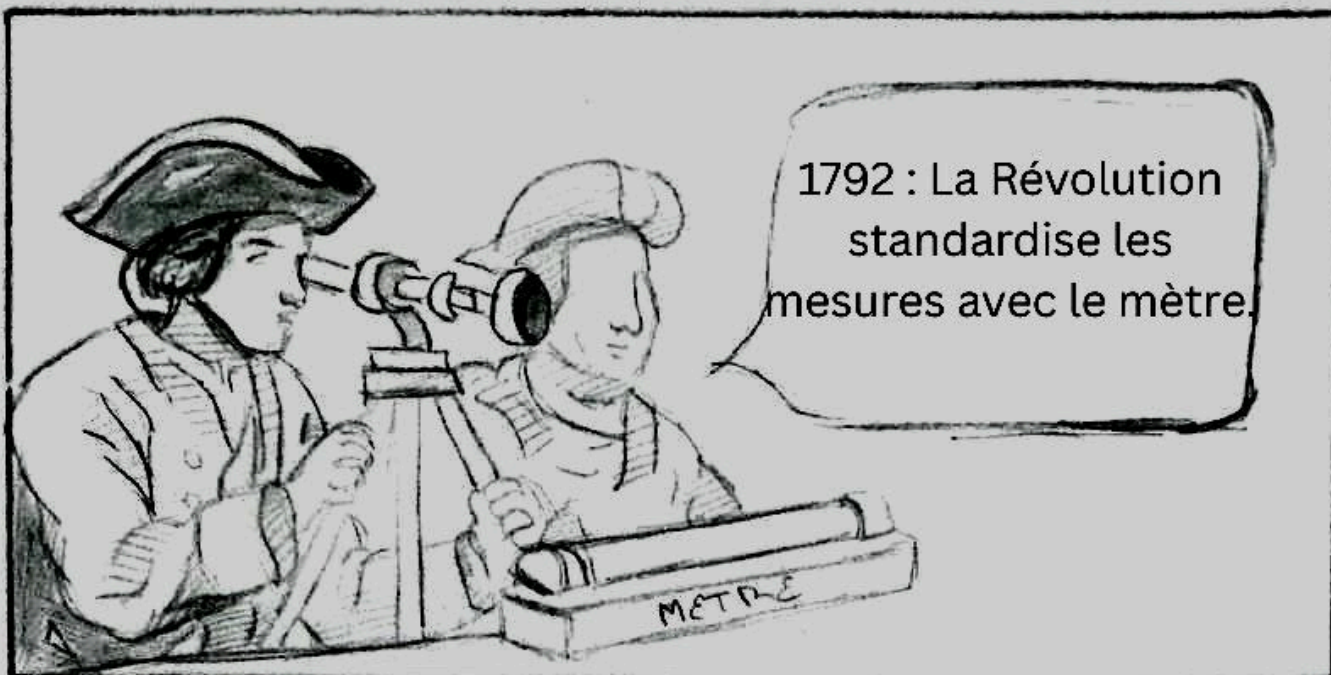


Les nouvelles cartes révèlent un
monde ... presque à l'échelle.



Le génie a besoin de bons outils ...
et de café.

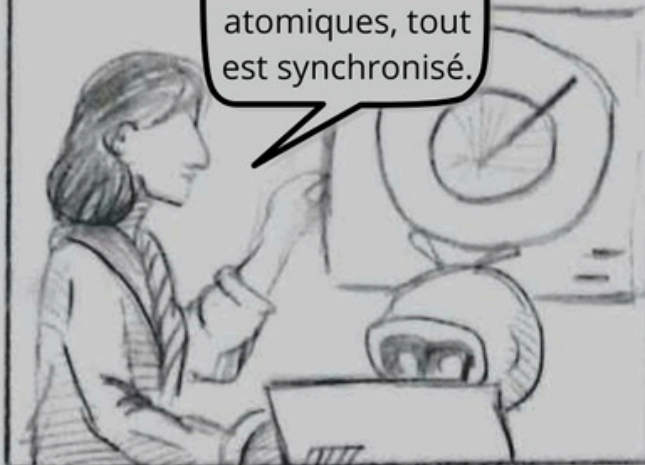




2024 : Les satellites calculent la Terre au millimètre près.



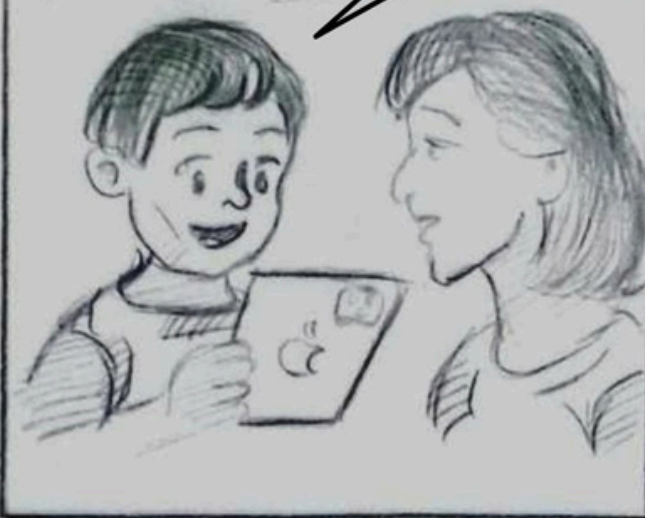
Grâce aux horloges atomiques, tout est synchronisé.



2 200 ans pour passer de l'ombre aux ondes... Progrès.



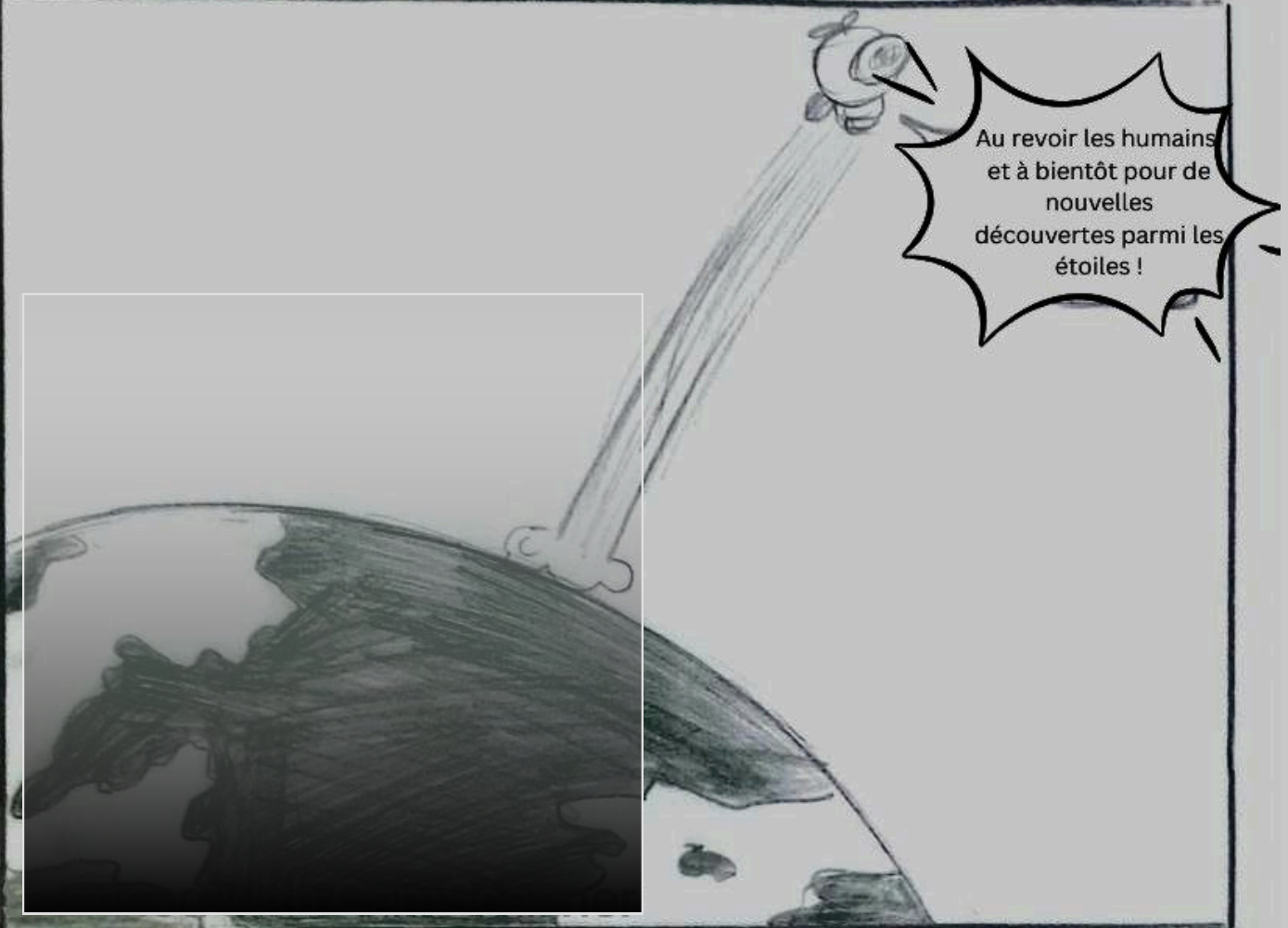
Regarde, maman ! J'ai mesuré notre jardin !



Mesurer le monde, c'est comprendre notre place dans l'univers.



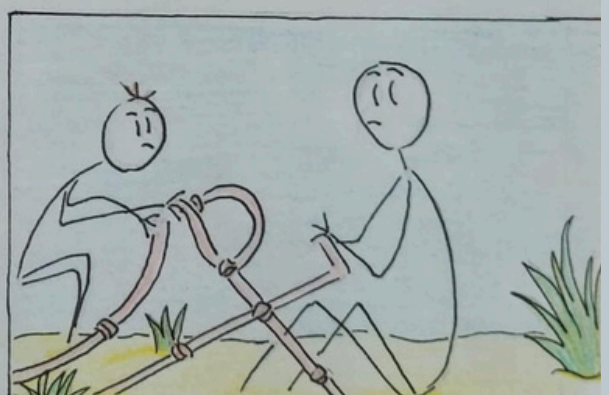
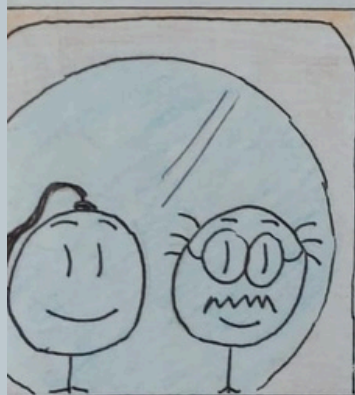
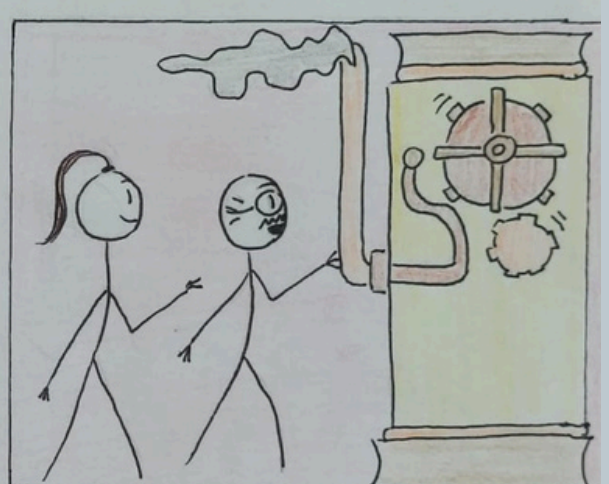
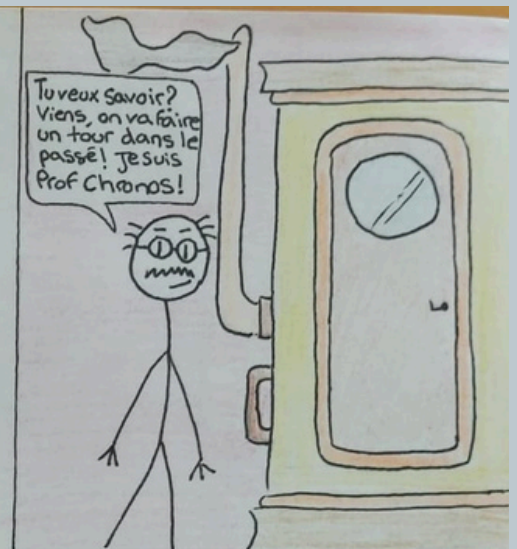
Depuis très longtemps, les humains cherchent à mesurer la Terre de mieux en mieux. À chaque époque, ils ont inventé de nouveaux outils pour mieux comprendre le monde.



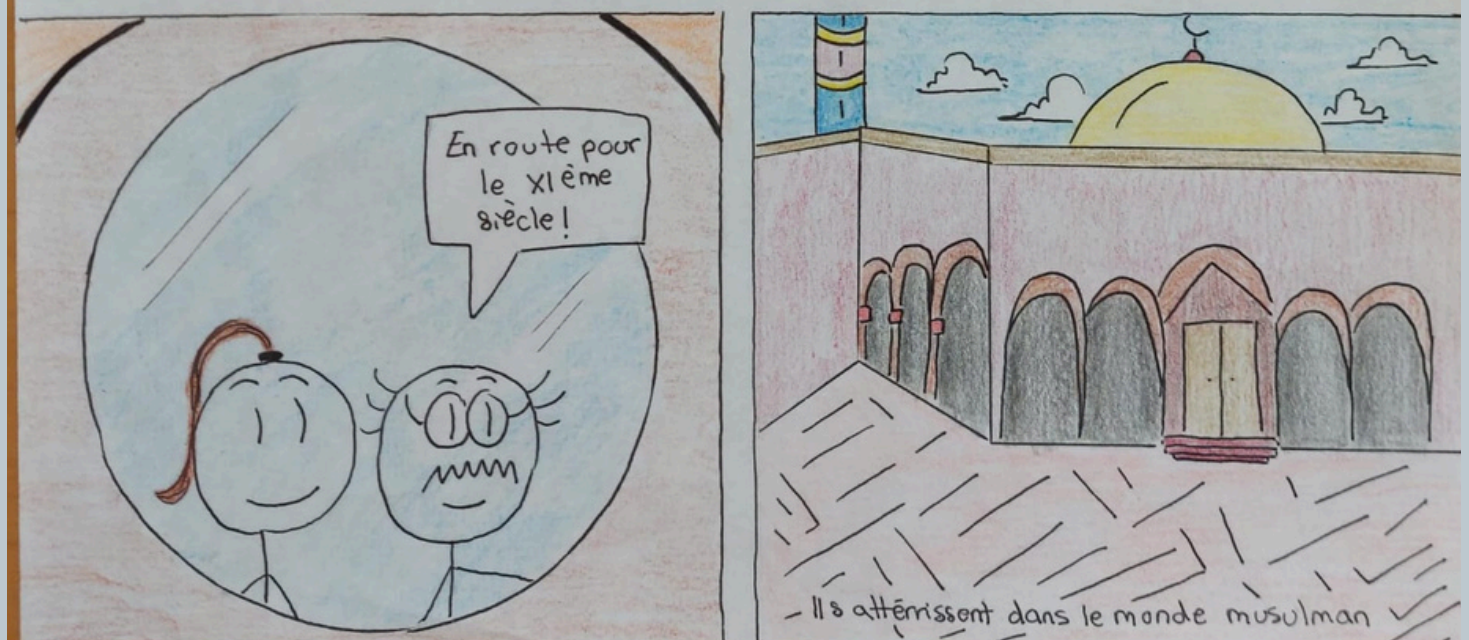
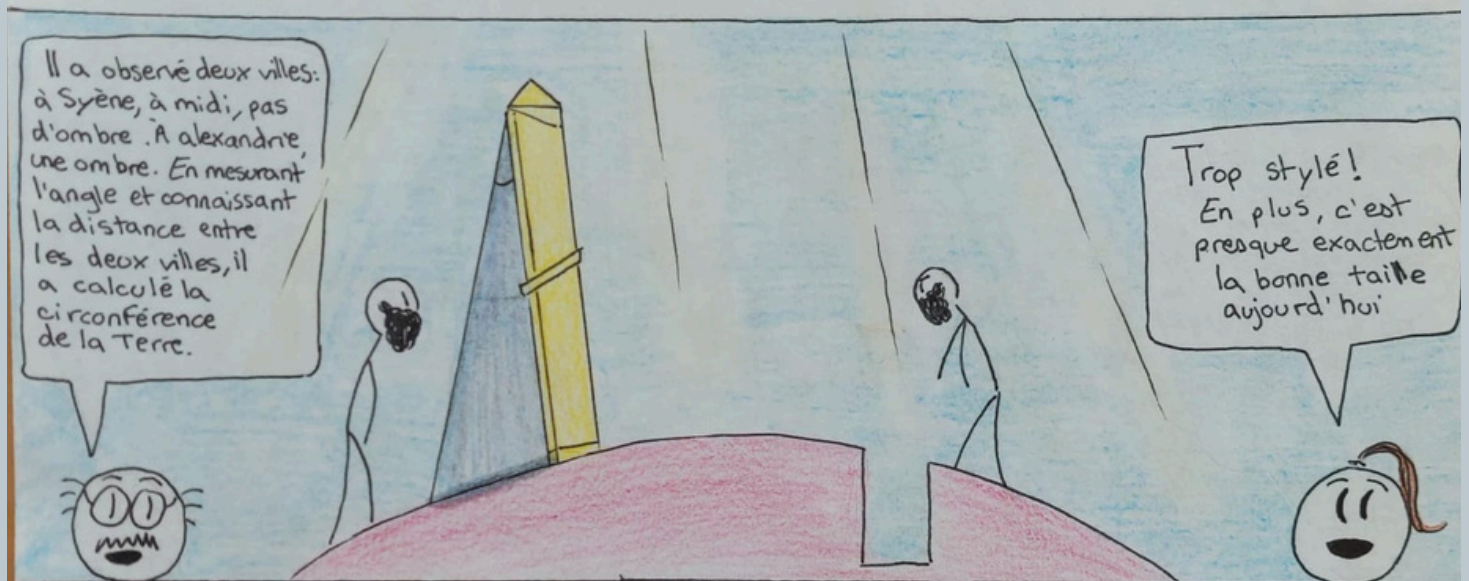
Au revoir les humains et à bientôt pour de nouvelles découvertes parmi les étoiles !



**LES ARRENTEURS
DU TEMPS**



Ils atterrissent à Alexandrie sous un soleil brûlant, en Grèce antique.



Voici Al-biruni, un des plus grands scientifiques du monde musulman

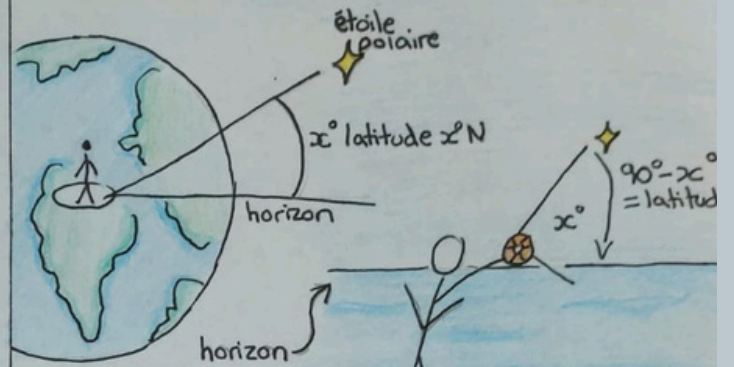
longitude

Oh! C'est lui qui a réussi à améliorer la précision des cartes et des positions géographiques!

latitude

Al-biruni

Oui! Je me suis servi des étoiles et du soleil pour calculer la latitude et la longitude.



Pour déterminer la latitude, il utilisait un astrolabe (instrument pour mesurer hauteur des astres) et si l'étoile est à 30° au-dessus de l'horizon, la latitude est de 30° nord.

Et pour la longitude?

Pour calculer la longitude il comparait les heures de zénith du soleil (point le plus haut) dans deux endroits différents. La différence de temps entre ces deux endroits permettrait de calculer la différence de longitude, sachant que la Terre tourne de 15° par heure.

zénith

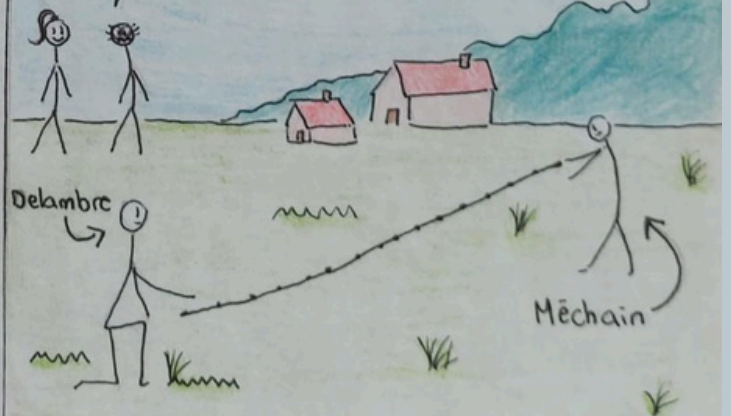
Lieu A:

Lieu B:

$15^\circ/h$

Comment on a pu mesurer la taille de la Terre?

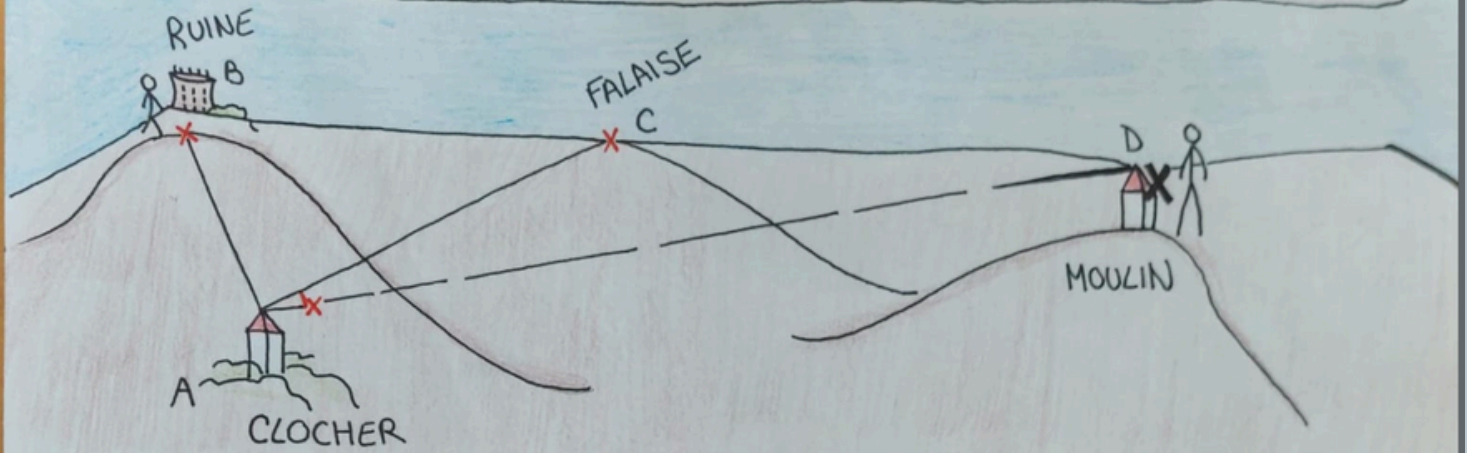
Avec la triangulation! Voici deux scientifiques français, Delambre et Méchain.



dans la machine!
Maintenant, nous allons voir une autre méthode pour mesurer la Terre: partons au XVIII^e siècle en France!

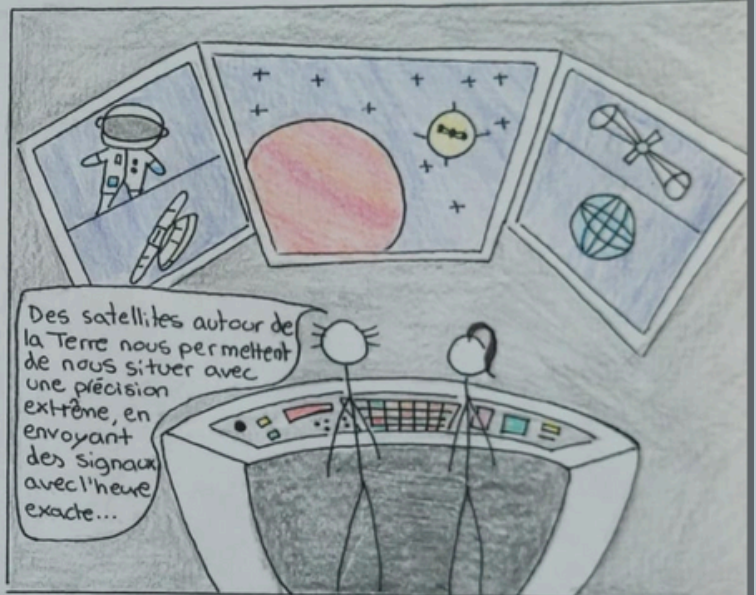


Ils ont utilisé la méthode des Cassinis, appelée "triangulation". Ils ont mesuré des distances très longues entre plusieurs points en France, en formant des triangles avec des angles bien précis.

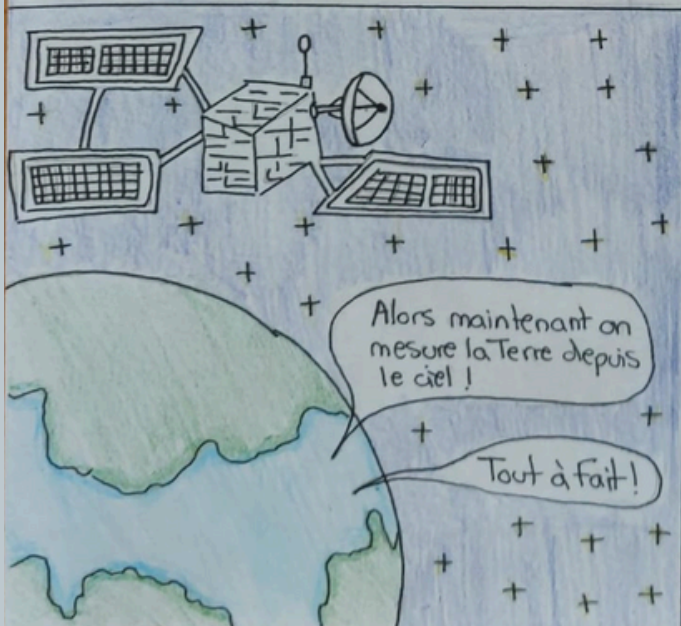


A partir de ça, ils ont calculé avec précision la longueur d'un méridien!

Et ça leur a aidé à améliorer les cartes du monde!

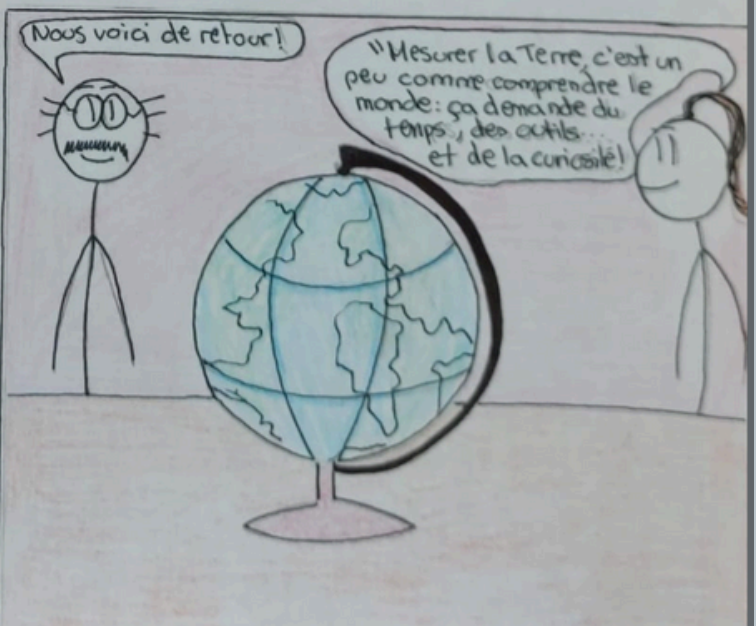


Des satellites autour de la Terre nous permettent de nous situer avec une précision extrême, en envoyant des signaux avec l'heure exacte...



Alors maintenant on mesure la Terre depuis le ciel!

Tout à fait!



Nous voici de retour!

"Mesurer la Terre, c'est un peu comme comprendre le monde: ça demande du temps, des outils... et de la curiosité!"

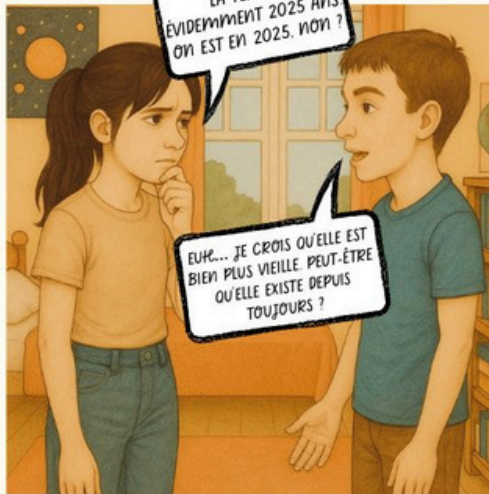
LE MYSTÈRE: *l'âge de la* TERRE



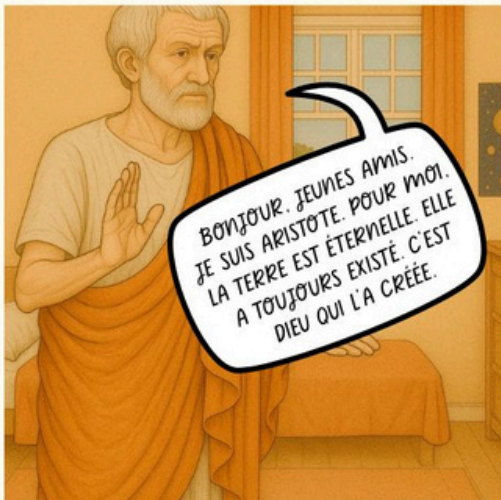
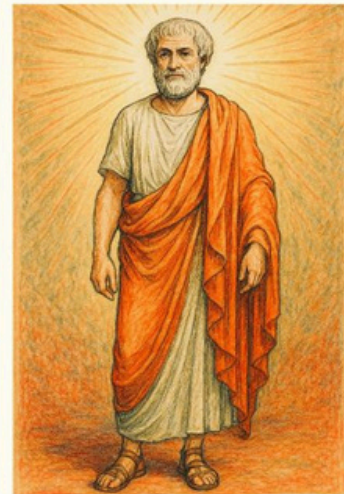
LINA, QUEL ÂGE
PENSES-TU QUE LA
TERRE A ?



LA TERRE A
ÉVIDEMMENT 2025 ANS.
ON EST EN 2025. NON ?



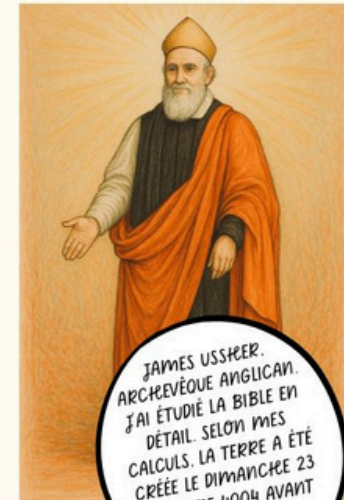
EUH... JE CROIS QU'ELLE EST
BIEN PLUS VIEILLE. PEUT-ÊTRE
QU'ELLE EXISTE DEPUIS
TOUJOURS ?



BONJOUR, JEUNES AMIS.
JE SUIS ARISTOTE. POUR MOI,
LA TERRE EST ÉTERNELLE. ELLE
A TOUJOURS EXISTÉ. C'EST
DIEU QUI L'A CRÉÉE.



TU VOIS.
J'AVAIS
RAISON !



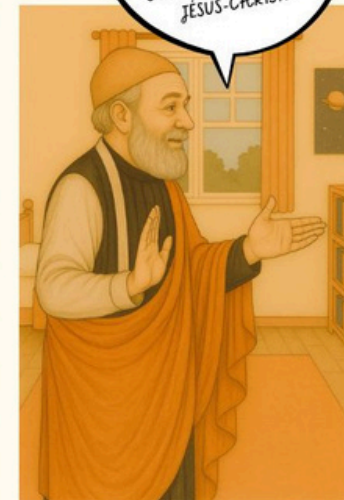
JAMES USSHER,
ARCHEVÊQUE ANGLICAIN.
J'AI ÉTUDIÉ LA BIBLE EN
DÉTAIL. SELON MES
CALCULS, LA TERRE A ÉTÉ
CRÉÉE LE DIMANCHE 23
OCTOBRE 4004 AVANT
JÉSUS-CHRIST.



PAS
TOUT À FAIT.



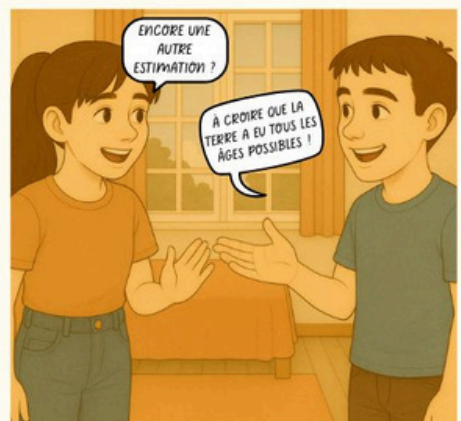
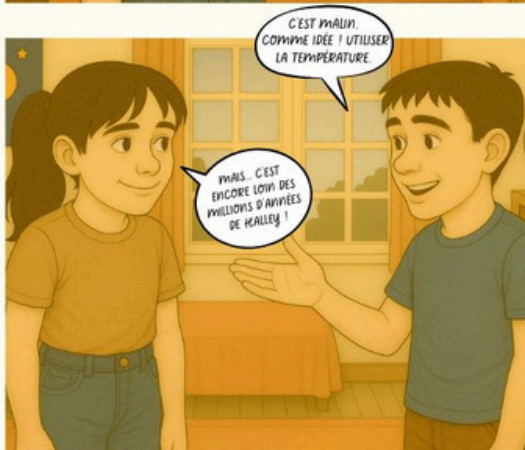
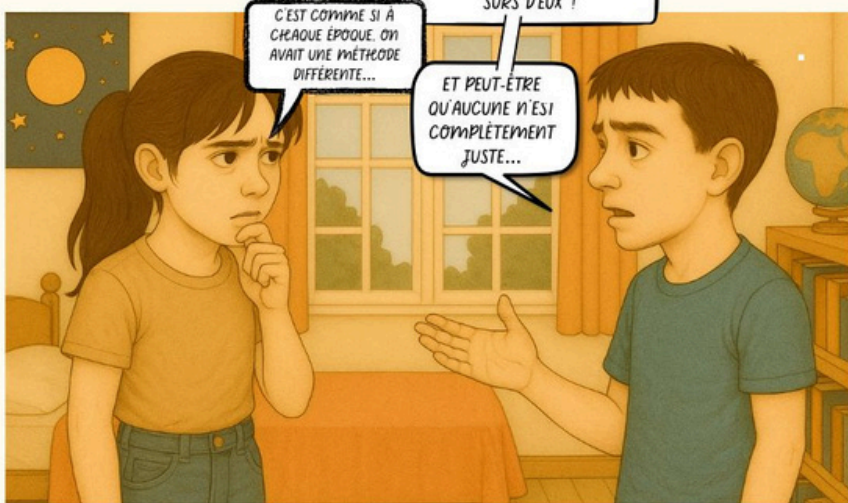
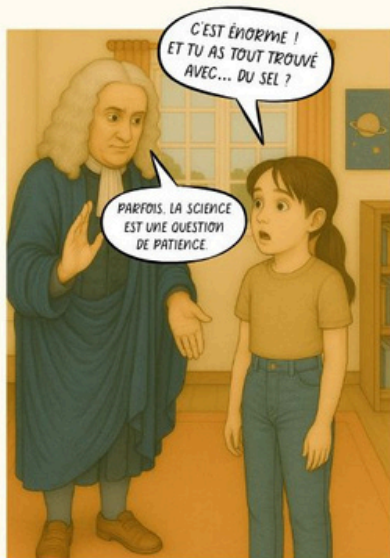
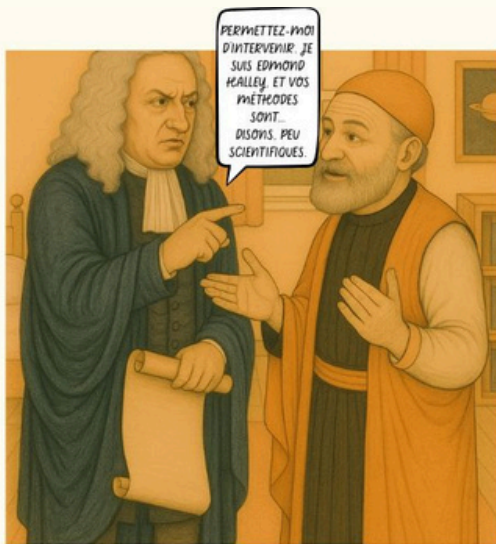
ET VOUS ÊTES ?



C'EST PRÉCIS...
COMMENT VOUS AVEZ
TROUVÉ ÇA ?

EN ANALYSANT
LA GÉNÉALOGIE
BIBLIQUE. CHAQUE
GÉNÉRATION, TOUT
ÉVÈNEMENT, TOUT
EST ÉCRIT.





JE SUIS LORD KELVIN. J'AI REPRIS CETTE IDÉE DU REFROIDISSEMENT, MAIS AVEC DES CALCULS PLUS PRÉCIS. SELON MOI, LA TERRE A 100 MILLIONS D'ANNÉES.



WOW ! C'EST VRAIMENT UN SACRÉ ÉCART !

LA SCIENCE, C'EST L'INCERTITUDE BIEN CALCULÉE.



VOUS OUBLIEZ UN FACTEUR IMPORTANT. MESSIEURS, L'ÉROSION ET LES RIVIÈRES ! MOI, JOHN JOLY, J'AI AUSSI ÉTUDIÉ LES SELS DANS LES OcéANS, MAIS UN PEU DIFFÉREMMENT DE HEALY. RÉSULTAT ? ENVIRON 80 À 90 MILLIONS D'ANNÉES.

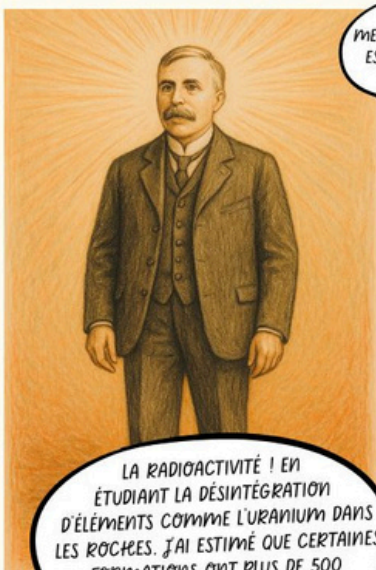


ENCORE LE SEL ? DÉCIDÉMENT, LES OcéANS ONT TOUTES LES RÉPONSES !



MESSIEURS, MESDAMES, JE PENSE QU'IL EST TEMPS D'UTILISER... LA RADIOACTIVITÉ.

LA RADIOACTIVITÉ ! EN ÉTUDIANT LA DÉSINTÉGRATION D'ÉLÉMENTS COMME L'URANIUM DANS LES ROCHES, J'AI ESTIMÉ QUE CERTAINES FORMATIONS ONT PLUS DE 500 MILLIONS D'ANNÉES.



LA QUOI ?

500 MILLIONS ?! ON EST ENCORE MONTÉ D'UN CRAN !



ET CE N'EST QUE LE DÉBUT. MON ÉLÈVE, CLAIR PATTERSON, IRA ENCORE PLUS LOIN...





IL A FALLU DU TEMPS, DE LA TECHNOLOGIE, ET BEAUCOUP DE RIGUEUR. MAIS AUJOURD'HUI, CETTE ESTIMATION EST LARGEMENT RECONNUE.

