



INTRODUCTION

La Terre, troisième planète du système solaire, n'en finit pas de tourner depuis 4,45 milliards d'année. L'Homme la parcourt depuis des millénaires, qu'il soit à pied, à cheval, en voiture, en bateau, en train, en avion ou à bord de l'ISS, la station spatiale internationale.



Tous ces moyens de locomotion ont en commun une même unité de mesure :



LE TEMPS



Le voyage, quel que soit son motif, ne peut s'en passer : durée du trajet, heure de départ, heure d'arrivée, décalage horaire, position sur la planète... Pour cela, les astronomes, savants et horlogers ont imaginé et inventé, au rythme des déplacements de l'Homme et de l'évolution des moyens de transport, des garde-temps toujours plus précis, sans jamais oublier que la mesure du temps est fille de l'astronomie.

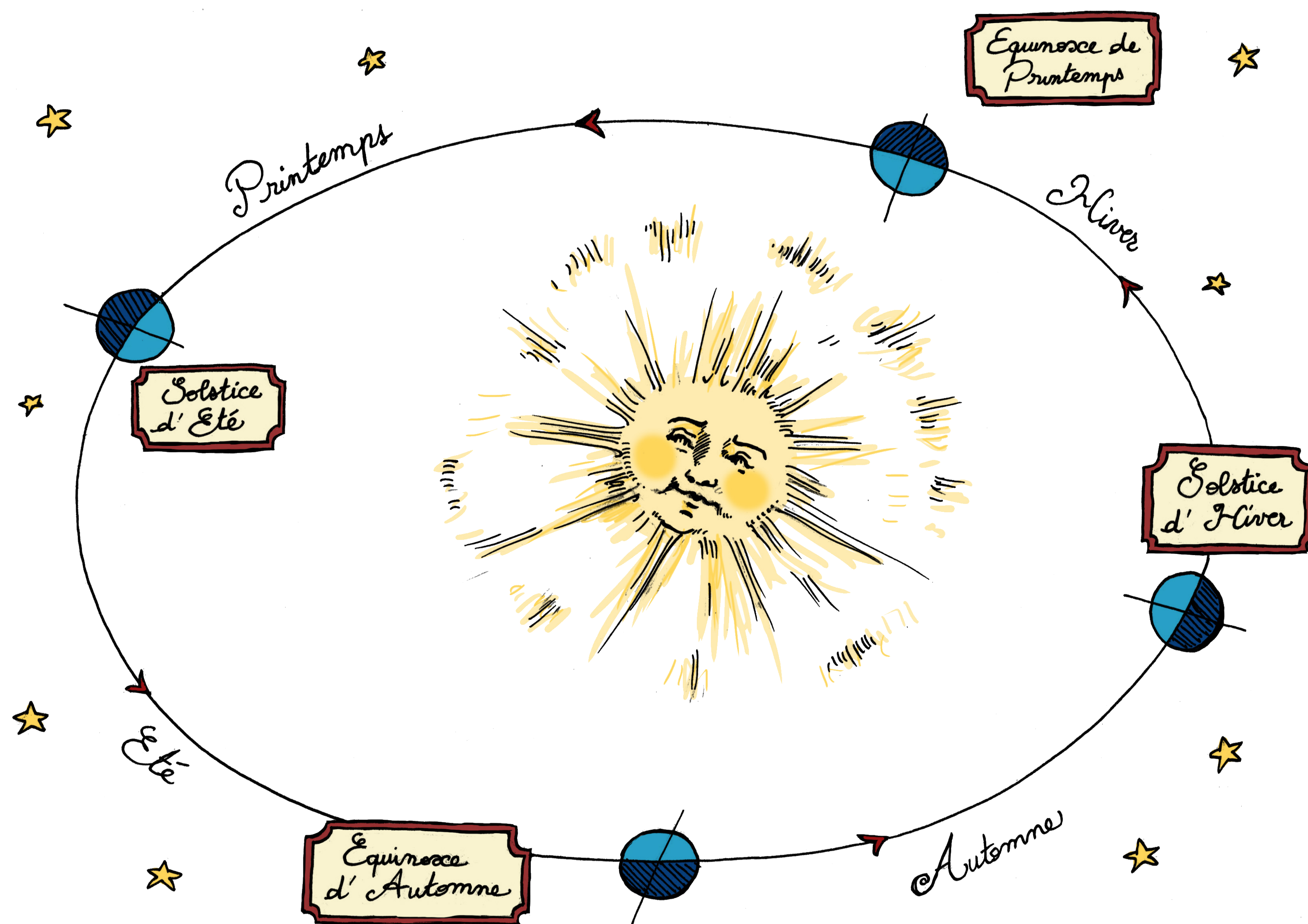
Cadrans solaires, montres et horloges portatives se sont donc adaptés pour guider le voyageur. Tous ces instruments sont le fruit de longues observations astronomiques et de développements scientifiques, techniques et mécaniques.



INTRODUCTION

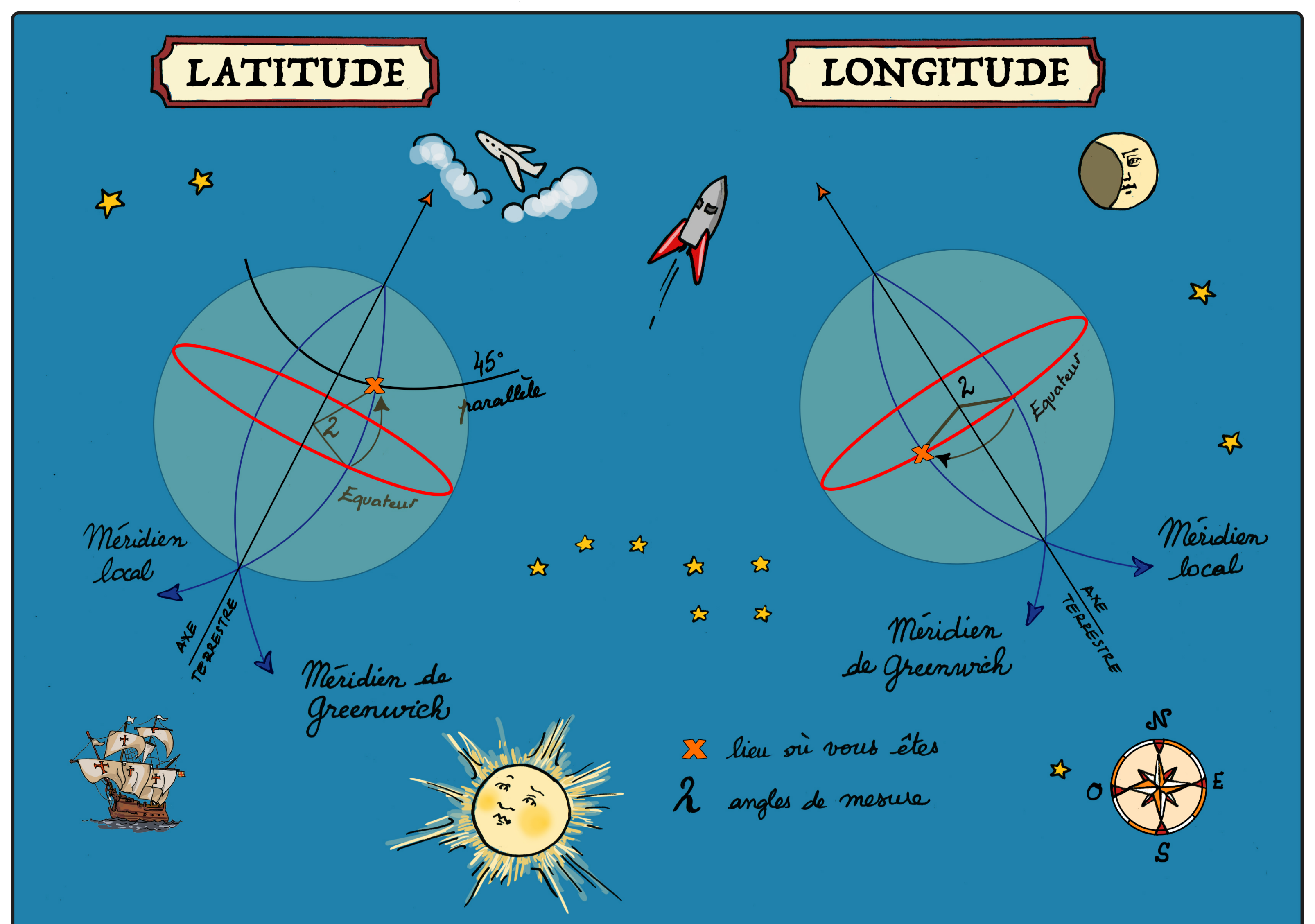
Pour bien comprendre le temps et le découpage des heures sur notre planète, il faut toujours garder à l'esprit ces cinq notions :

- 1 – La Terre est ronde
- 2 – Son axe n'est pas « droit comme un i », mais incliné de 23.33°
- 3 – La Terre effectue en moyenne une rotation sur elle-même en 24H
- 4 – La Terre effectue une révolution autour du Soleil en 365 jours un quart
- 5 – Le Soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest



Dès que l'on se déplace sur de longues distances, deux nouvelles notions, imaginées par les Grecs, entrent en compte : les latitudes et les longitudes.

Ce sont des lignes imaginaires qui découpent notre planète dans le sens horizontal et vertical, et qui permettent de se repérer dans l'espace et le temps. Elles s'expriment en degré ($^\circ$), minutes ($'$), secondes ($''$).





VOYAGER PAR LA ROUTE

Que les chevaux soient devant la voiture ou sous le capot, les moyens de transport routier (les carrosses, fiacres puis automobiles) ont toujours été les plus utilisés.

Notre réseau routier se développe sous l'époque romaine. Cependant, il est très mal entretenu entre le Moyen Age et le XVIIIe siècle et rend le voyage comme les chemins : chaotique !

Dans ces conditions, difficile pour la première montre de voyageur, la montre de carrosse, de fonctionner correctement.

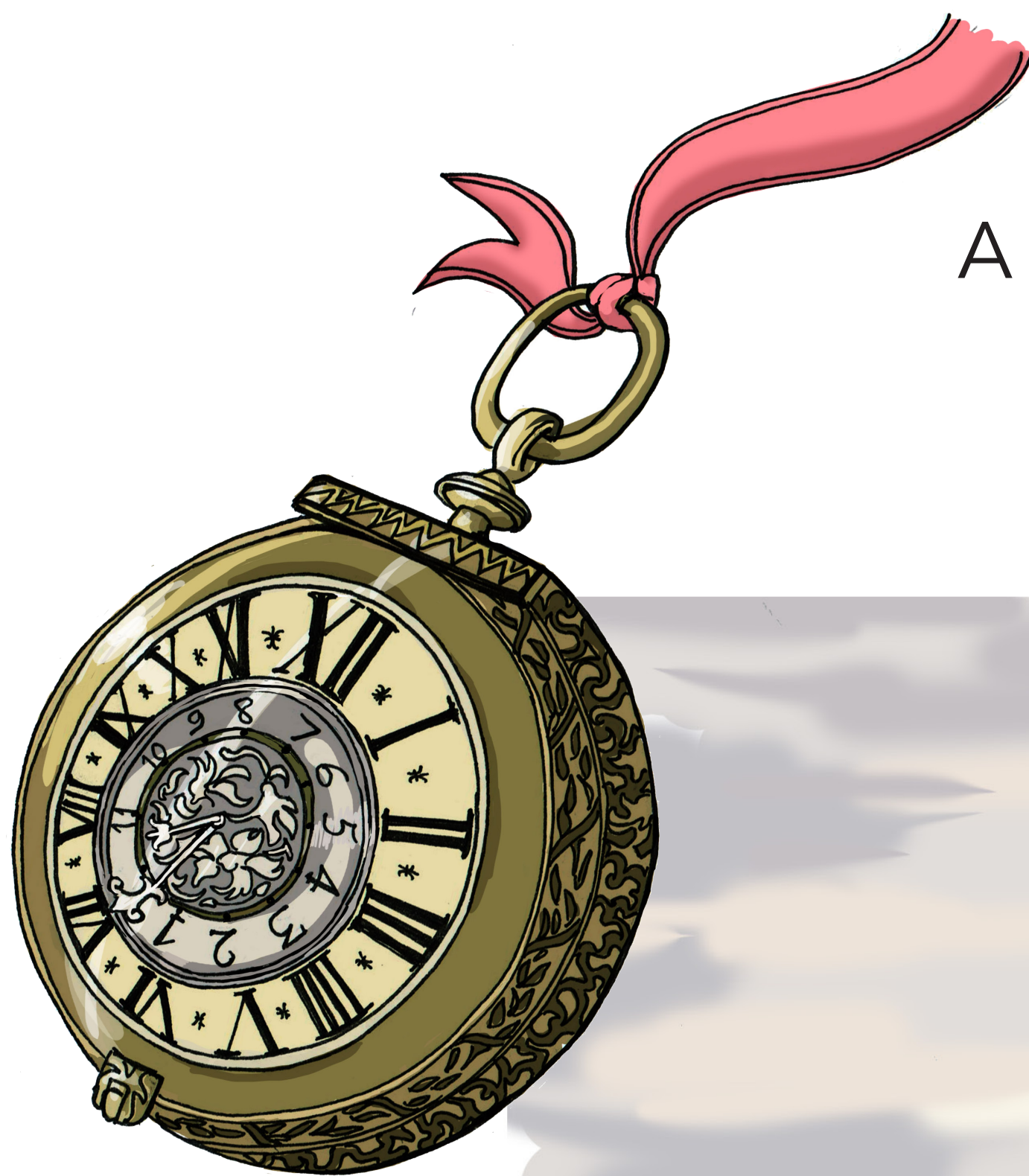


Cette grosse montre est une horloge de table mais en plus pratique : elle s'accroche sur la paroi du véhicule.

Elle sonne les heures et les demies et a une fonction réveil.

A chaque halte, un serviteur s'en occupe pour la maintenir en fonction avant de la remettre à son propriétaire.

A la fin du voyage, elle devient montre de bureau ou d'alcôve.



Au début du XXe siècle, la voiture hippomobile laisse la place à l'automobile.

Les garde-temps évoluent également. La montre se trouve à présent soit :

- Sur le tableau de bord (plus pratique pour le conducteur) où un emplacement lui est spécialement réservé.

- Dans la poche des passagers. Elle peut être munie d'une fonction « tachymètre », complication permettant de connaître la vitesse à laquelle on roule.

- Au poignet ! Et oui, il est bien plus simple de consulter l'heure d'un simple coup d'œil.



VOYAGER PAR LA MER

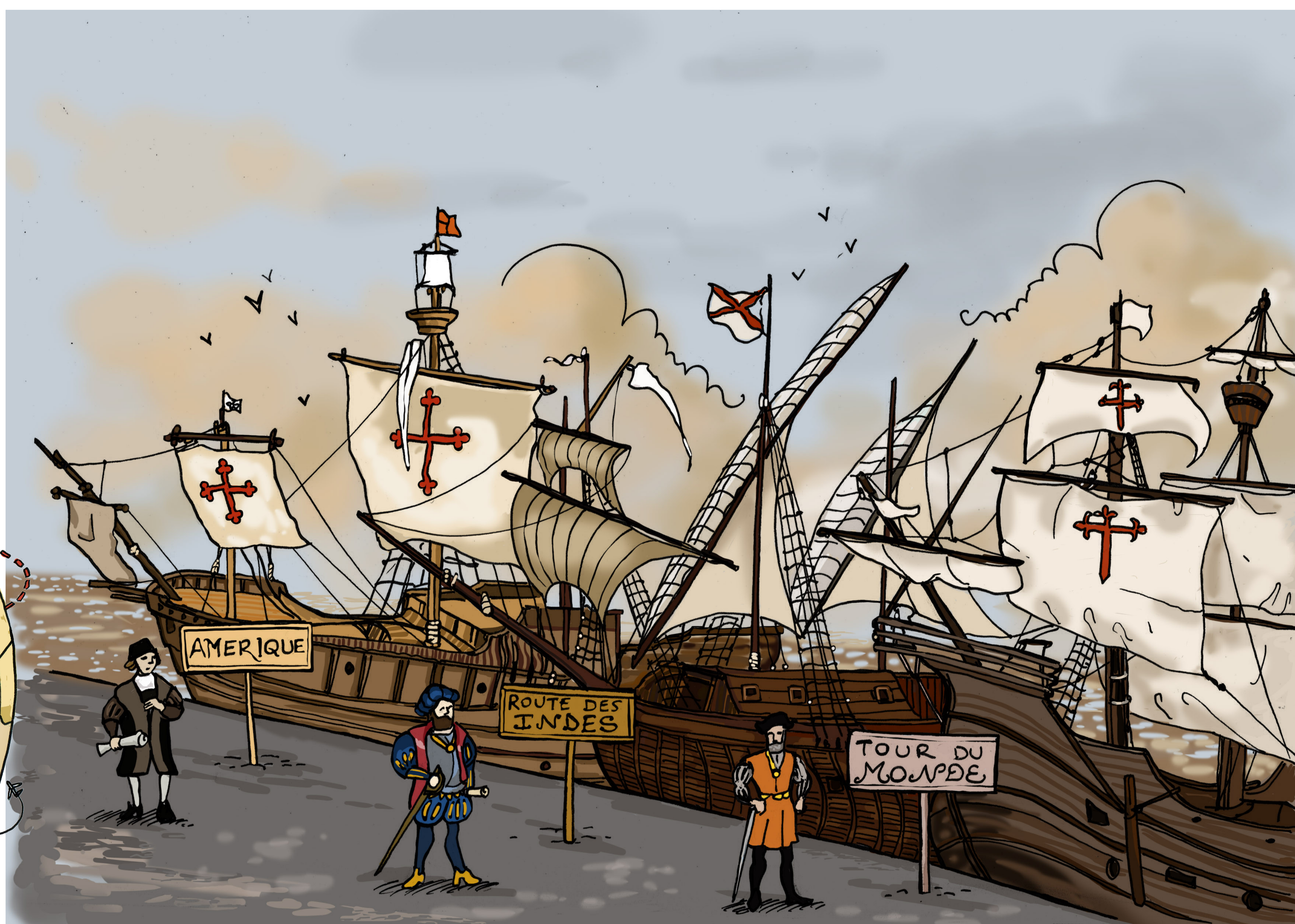
Comment résoudre le problème de la longitude pour éviter de se perdre, ou pire, de s'échouer ? La solution demandera environ 170 ans de recherche aux astronomes, savants et horlogers.

A l'époque antique, les hommes naviguent sans horloge mais pas sans guide ! C'est la navigation astronomique : les étoiles, le Soleil et la Lune les orientent sur les mers. Ils utilisent également une autre forme de navigation : l'estime, qui consiste à naviguer à vue des côtes. Les marins se servent du compas, du cadran solaire, de l'anneau astronomique, du sablier, et du nocturlabe. Si ces outils sont efficaces, leurs difficiles conditions d'utilisation n'évitent ni les dérives, ni les naufrages.



A la Renaissance, de grands navigateurs ouvrent des voies maritimes vers de nouvelles richesses. Les océans deviennent des champs de bataille économique et militaire.

Pour en obtenir le monopole, une seule solution : maîtriser le calcul de la longitude.



Les royaumes européens promettent des sommes astronomiques à qui saura réaliser l'horloge la plus précise. La France, avec l'horloger Pierre Leroy, et l'Angleterre, avec le charpentier - horloger John Harrison, se livrent une bataille savante. C'est l'anglais Harrison qui fabrique le premier chronomètre de marine avec une précision de 65 secondes lors de son premier essai. Pierre Leroy n'est pas en reste : le garde-temps insensible aux variations de température, ennemies de la précision, c'est lui.

En parallèle de la course à la précision, le sextant, inventé en 1732 par John Hadley et Thomas Godfrey est également utilisé. Grâce au Soleil, il permet une mesure exacte qui aide le marin à déterminer l'heure locale.





VOYAGER PAR LE RAIL

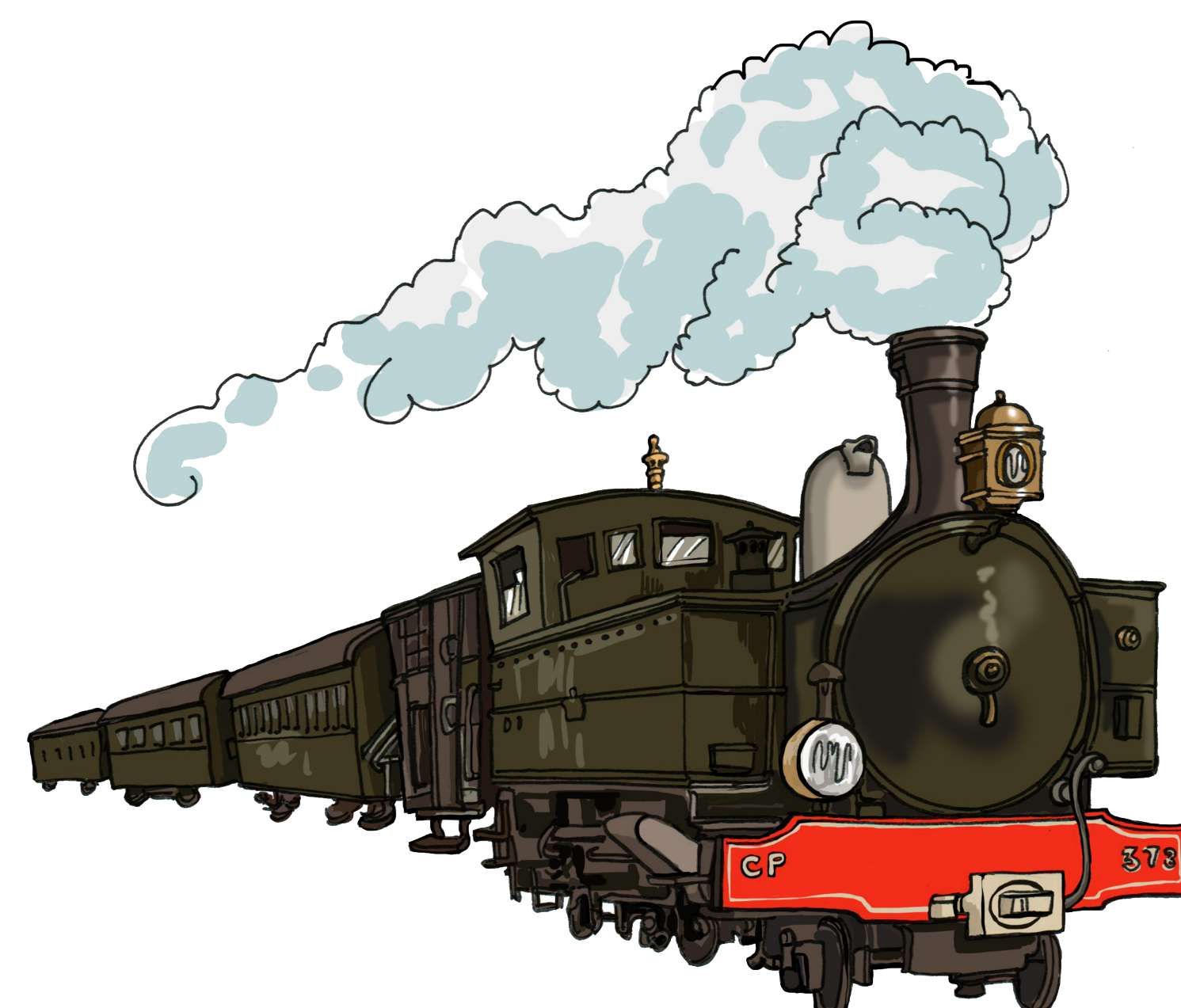
Le rail apparaît en France au cours du XIXe siècle.
Ce nouveau mode de transport permet de parcourir des distances plus longues en un temps réduit.

Mais cette rapidité de déplacement révèle un problème : celui des heures locales.

En France, jusqu'en 1891, aucune commune ne possède la même heure.

Par conséquent, aucune horloge française n'indique la même heure.

Ce qui ne facilite pas la tâche des ingénieurs des chemins de fer, chargés d'établir les horaires de circulation des trains.



Les progrès techniques vont cependant les aider :

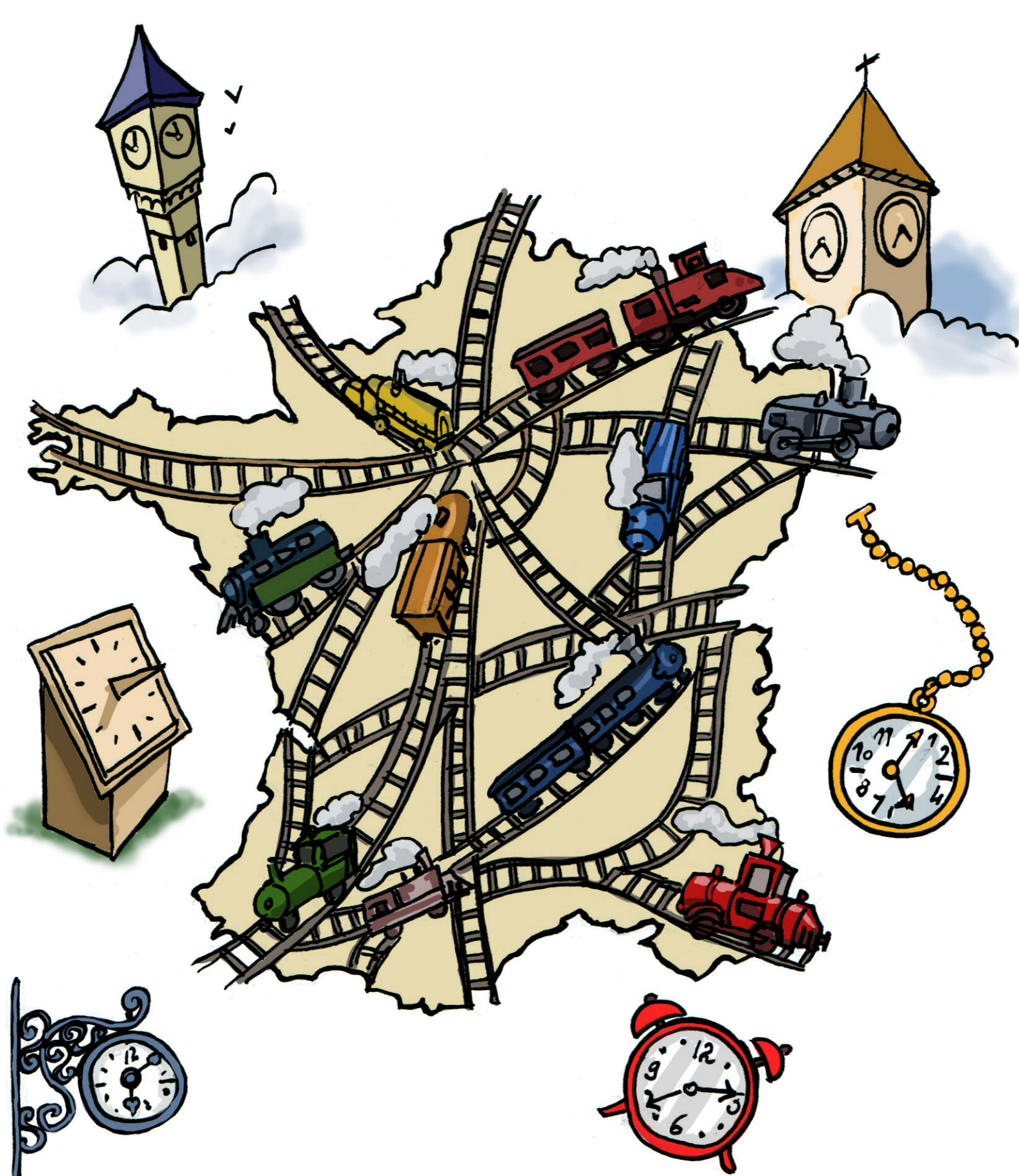
- Dans les années 1840, le télégraphe électrique transmet instantanément l'heure et la minute exactes aux gares traversées, harmonisant ainsi l'heure des trajets.

- L'horlogerie électrique règle à la minute précise toutes les horloges des gares en même temps, grâce à une horloge-mère distribuant l'heure à chaque horloge réceptrice.

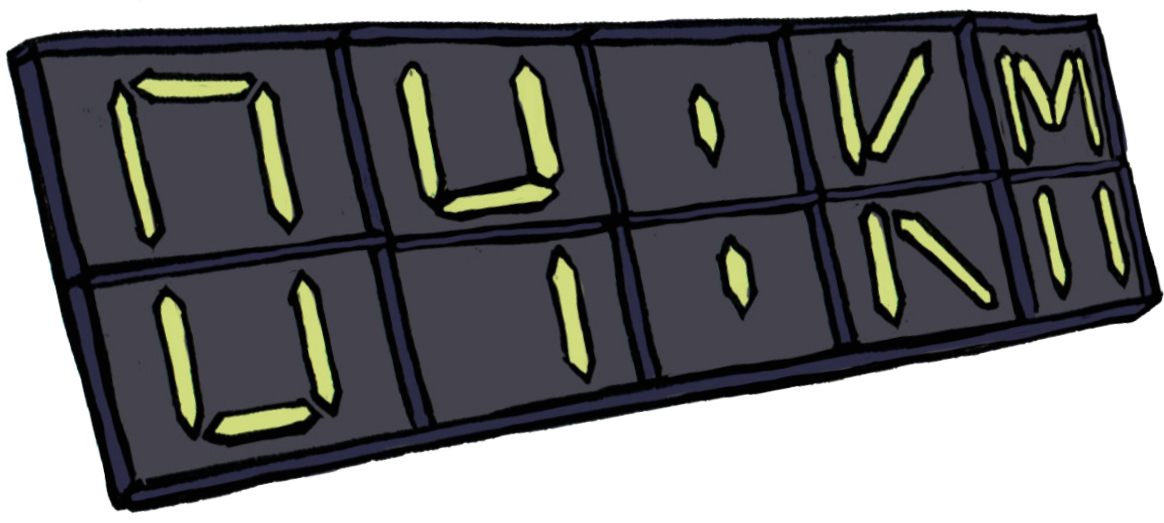
Deux types de montre apparaissent :

- Les montres au cadran indiquant 24H

- Les montres à deux cadrans : un pour l'heure locale de la ville de départ et un pour l'heure de destination.



En 1885, la convention de Washington, en désignant le méridien de Greenwich comme méridien de référence, donne naissance au temps universel.



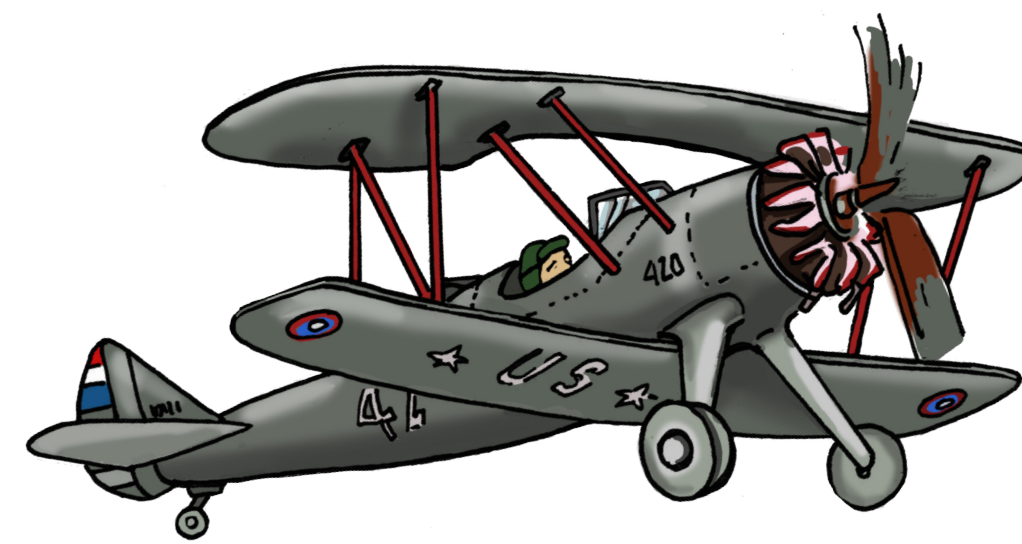
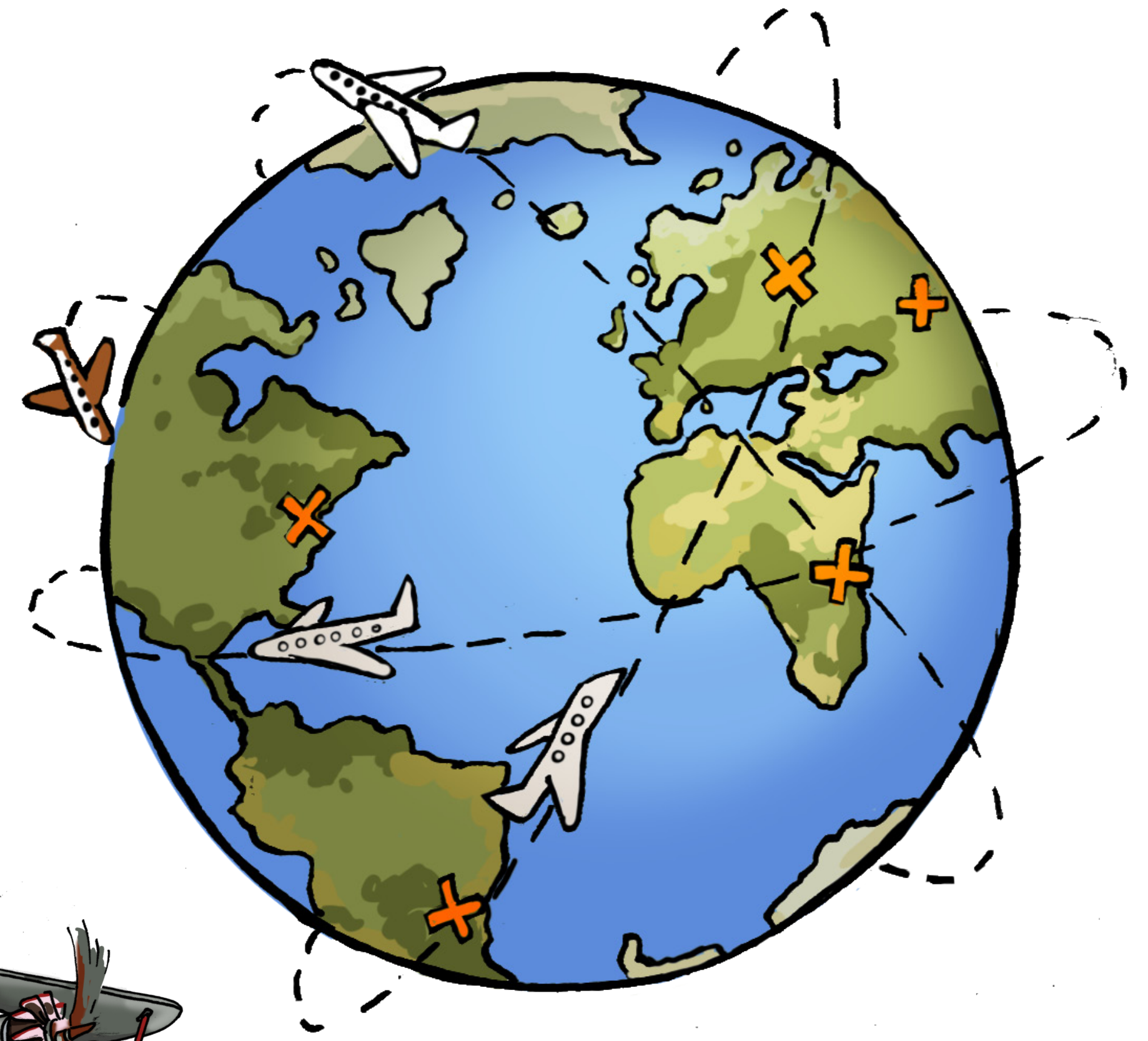
VOYAGER PAR L'AIR

Icare en avait rêvé, les frères Montgolfier l'ont fait : réaliser le plus vieux rêve de l'homme... voler !



Au début du XXe siècle, l'aviation se développe. Ce nouveau mode de déplacement nécessite, comme pour le voyage en mer, des outils de précision.

Les premiers aviateurs s'orientent dans les airs comme les premiers marins : à vue. C'est le cas de Louis Blériot lorsqu'il traverse la Manche le 25 juillet 1909.



Les pilotes utilisent les mêmes outils de navigation que les marins.

A savoir un sextant, un almanach nautique, les transmissions horaires de la TSF pour faire le point dans les airs et une montre chronomètre très précise afin de calculer la latitude et la longitude.

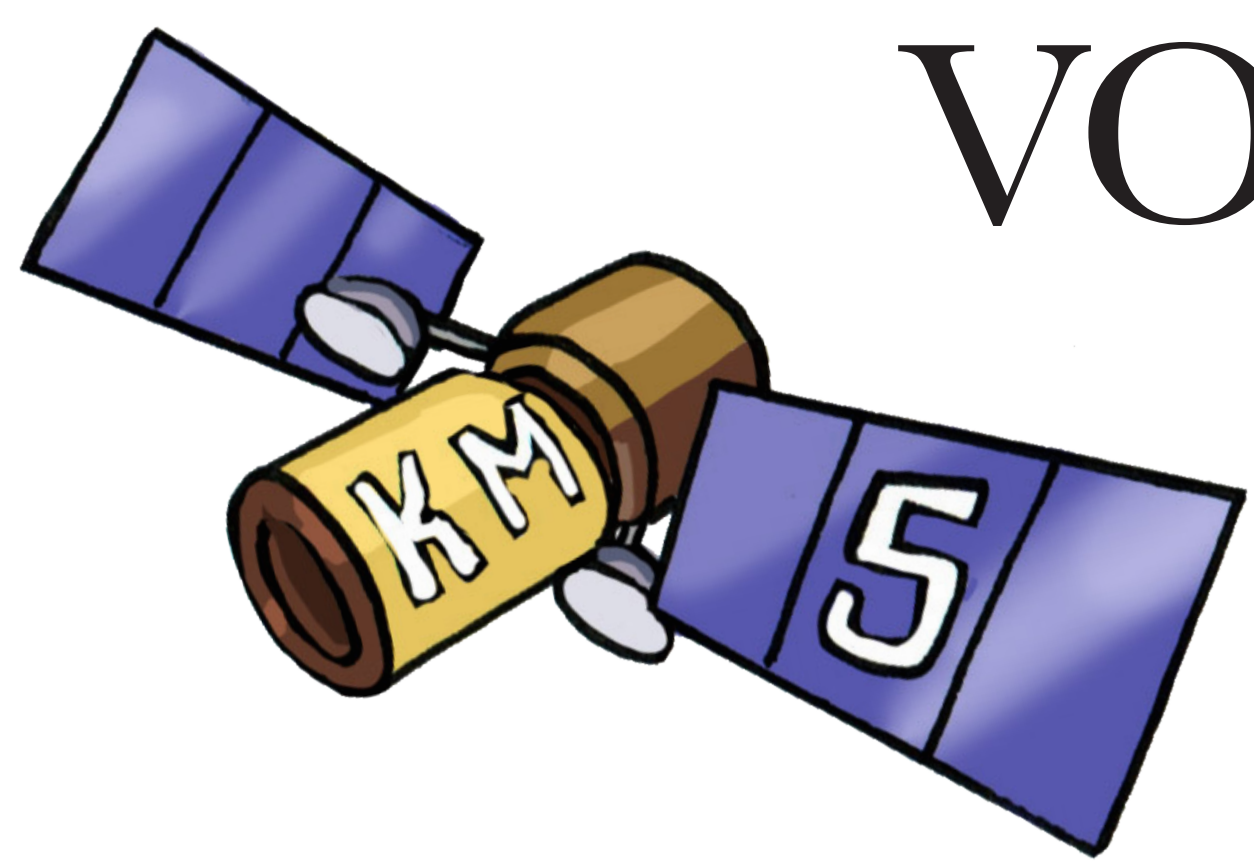
Peu pratique pour la lecture de l'heure, les aviateurs ne peuvent garder leur montre dans la poche de leur épaisse combinaison. Le pilote, au même titre que l'automobiliste, l'adapte d'abord à sa cuisse avant de la porter au poignet.



Les manufactures horlogères développent alors des garde-temps adaptés aux besoins de l'aviateur : une montre chronomètre de taille importante, manipulable avec des gants, un cadran simple, contrasté et lumineux pour une lecture rapide, et insensible aux variations de température.



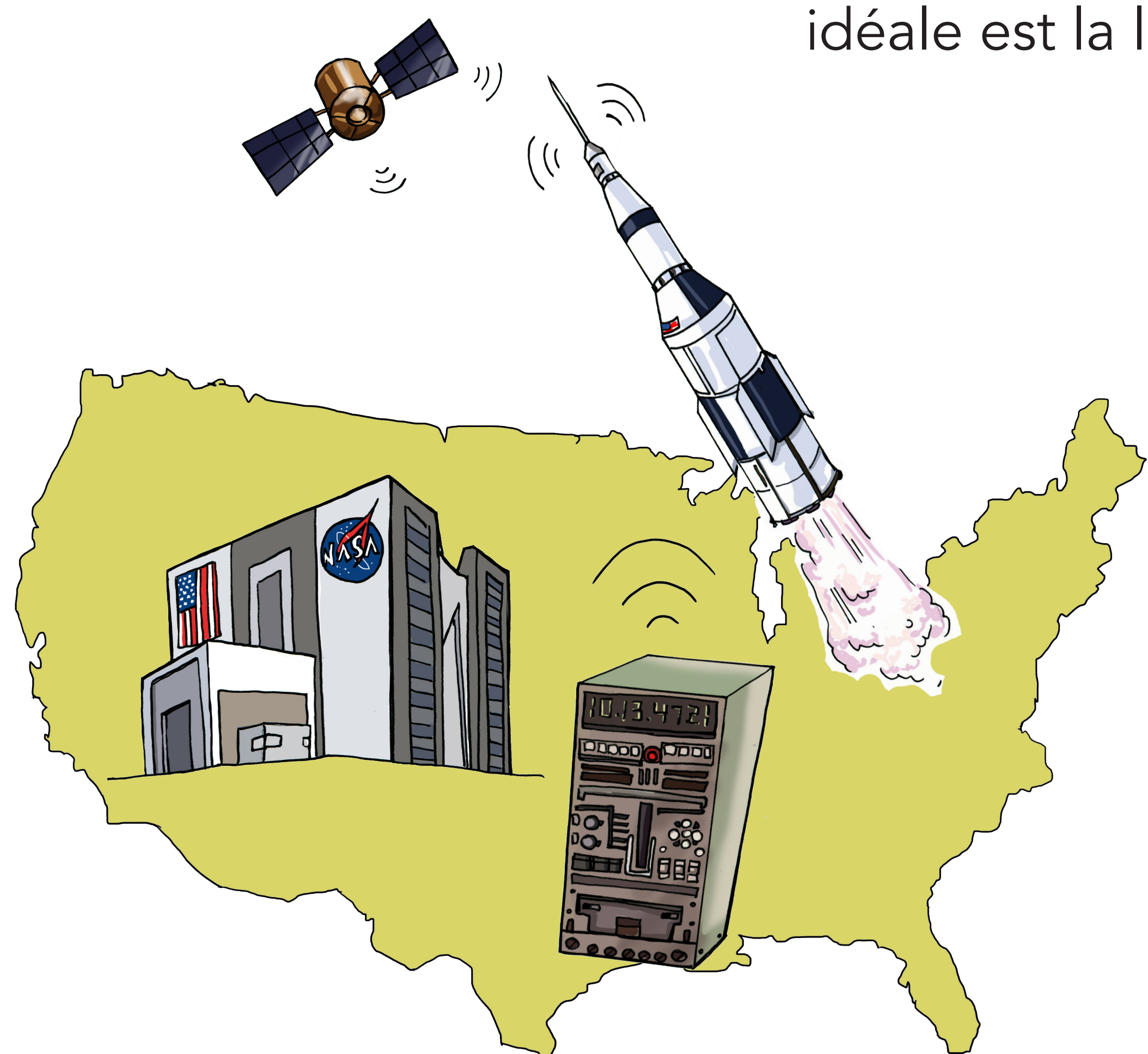
VOYAGER DANS L'ESPACE



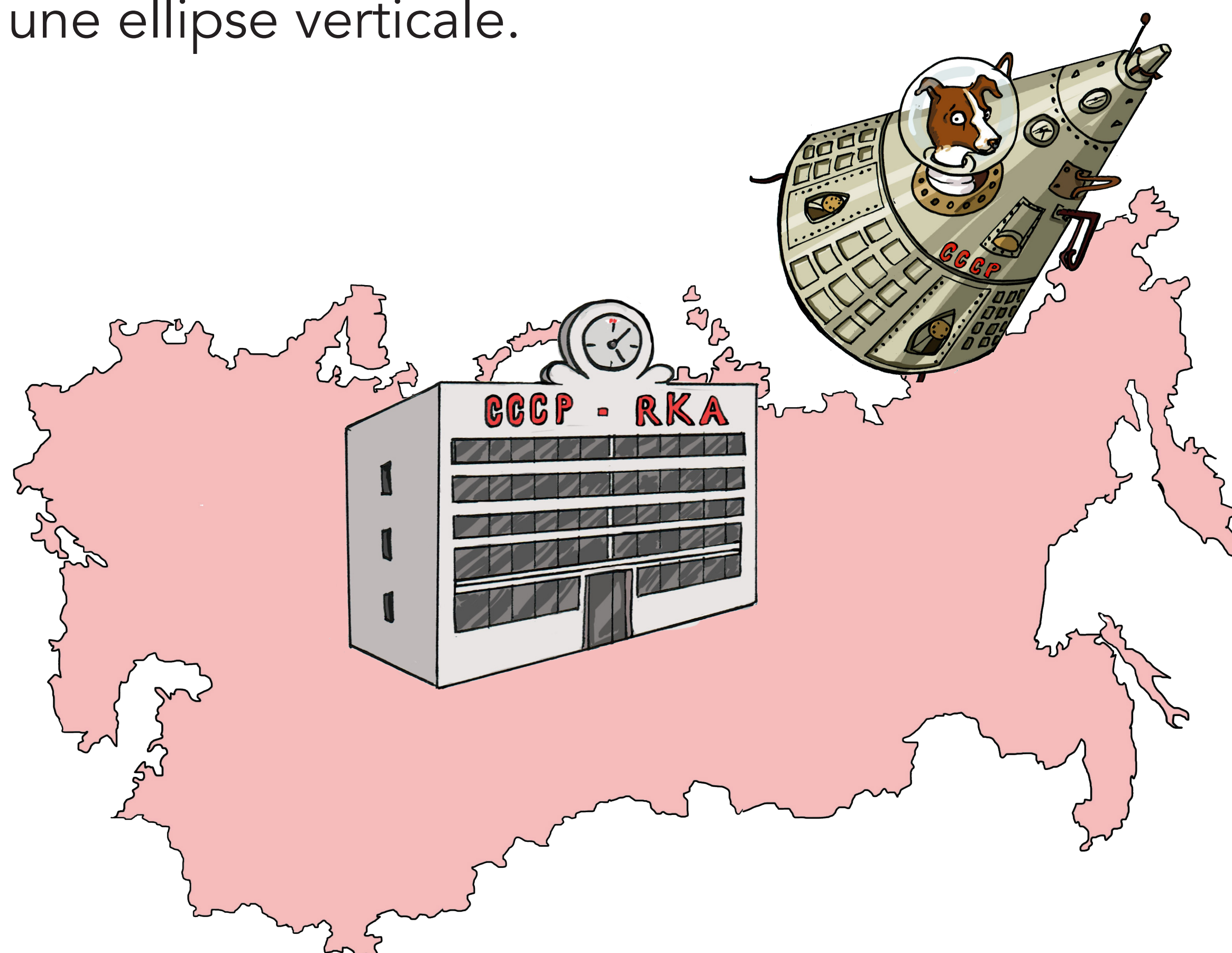
Depuis le début de l'humanité, les étoiles guident les voyageurs. Il fallait bien qu'un jour ou l'autre, l'Homme se balade parmi elles.

100 km nous séparent de l'espace. C'est peu, mais il faut créer une force considérable pour nous propulser dans l'univers, gravité oblige.

A contrario des voyages terrestres, pour lesquelles la trajectoire idéale est la ligne droite horizontale, le chemin pour les astres est une ellipse verticale.



U.S.A.



U.R.S.S.

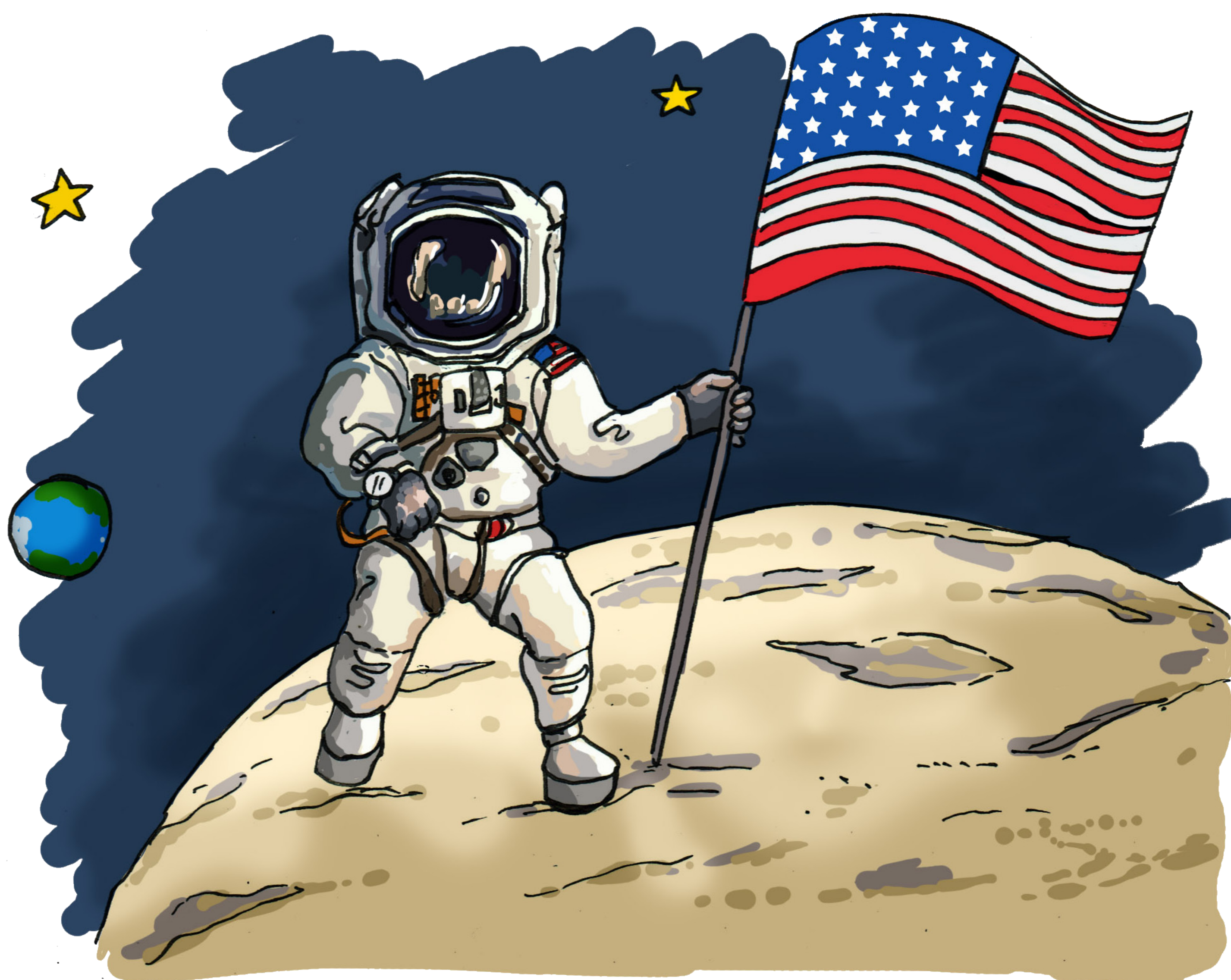
En leur temps, les Grecs anciens et les Chinois ont tenté de propulser des objets ou des hommes. Mais les résultats ne furent pas concluants...

L'ex-URSS et les États-Unis sont les deux premières nations à se lancer dans la conquête spatiale. Le 12 avril 1961, le Russe Iouri Gagarine devient le premier homme à effectuer un vol spatial à bord de la fusée Voskok. Quelques années plus tard, le 21 juillet 1969, l'Américain Neil Armstrong pose pour la première fois le pied sur la Lune au cours de la mission Apollo XI.

Au même titre que les autres formes de voyage, les vols spatiaux ne peuvent se passer de la mesure du temps.

Sans elle, pas de calcul de trajectoire de vol, pas de gestion des réserves d'oxygène et pas de mesure du temps quotidien : la notion d'heure n'existe que sur notre planète.

Deux types de garde-temps prennent part aux missions, et reviennent avec : l'horloge atomique, dans les navettes spatiales, et le chronographe, au poignet de l'astronote. Par contre, un mouvement horloger réside en permanence sur la Lune : un mouvement Accutron, de la manufacture horlogère américaine Bulova, intégré à un sismographe. Ce dernier se trouve dans la «Mer de la Tranquillité» pour en mesurer l'activité sismique.



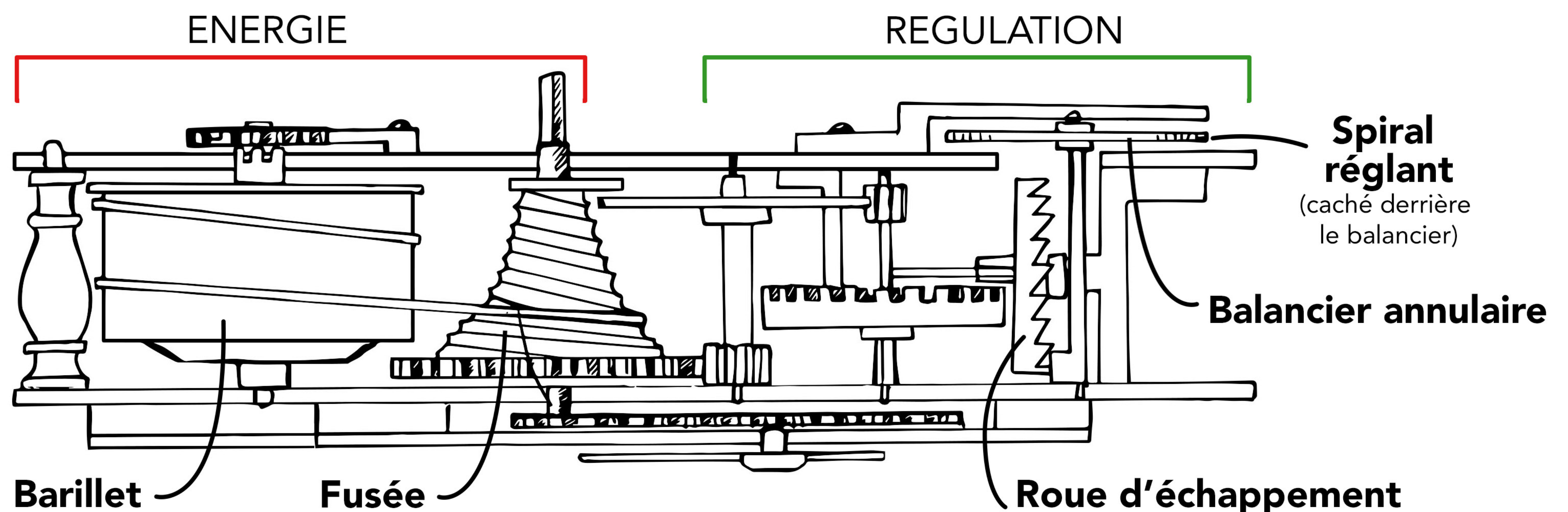
COMMENT ÇA MARCHE ?

Pour être transportables et précises, les horloges ont dû attendre deux grandes innovations techniques :

- Le remplacement du poids moteur par un ressort.
- La régulation des oscillations du balancier annulaire sensible aux mouvements avec le spiral réglant.

Grâce à ces deux innovations majeures, les horlogers vont peu à peu supplanter les savants dans la quête de précision. Autrefois simples mécaniciens, les meilleurs d'entre eux ont élevé l'art horloger au rang de génie mécanique. Ce sont eux qui sont à l'origine des chronomètres de marine, des horloges-mères réglant l'ensemble des horloges des quais de gare, des chronographes des aviateurs et des astronautes.

Comment fonctionne une mécanique horlogère ?



ENERGIE : **Barillet** : il renferme le ressort moteur qui délivre l'énergie nécessaire au fonctionnement de la montre.

Fusée : elle égalise la force motrice du ressort qui a trop d'énergie quand il est remonté (risque d'avance) et plus assez d'énergie sur la fin (risque de retard)



REGULATION :

Roue d'échappement :

le « goutte à goutte » d'énergie. Elle canalise la force motrice et entretient la constance d'oscillation du balancier

Balancier annulaire :

le « chef d'orchestre » de la mécanique. Ses oscillations régularisent la mécanique

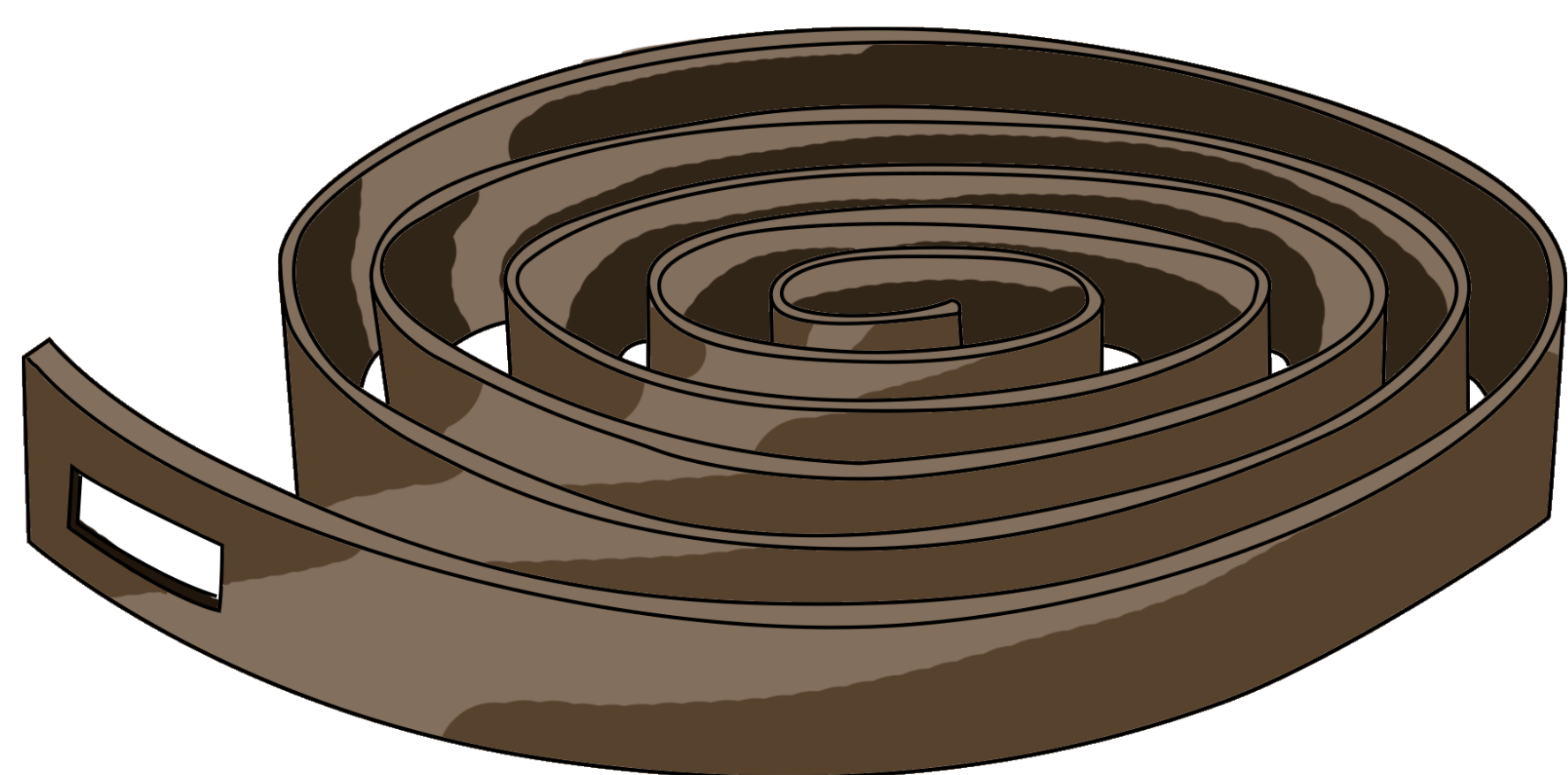
Spiral réglant :

petit ressort enroulé en spiral et attaché au balancier. C'est lui qui assure la constance des oscillations du balancier quand le garde-temps est mis en mouvement malgré lui (agitation d'un carrosse ou d'un bateau, mouvement inhérents au corps humain, etc...)

LA REVOLUTION DES RESSORTS

Au XVe siècle, l'horlogerie bénéficie des progrès de la métallurgie. Les pièces réalisées gagnent en résistance et en souplesse.

L'introduction du ressort moteur dans la mécanique horlogère est très probablement dû à l'architecte Filippo Brunelleschi, connu surtout pour le Duomo de la cathédrale de Florence.



Ressort moteur



Filippo Brunelleschi

Sans poids moteur, les horloges sont transportables. Miniaturisées, elles deviennent des montres. Cependant, leur marche est très approximative. Les balanciers et leurs systèmes de régulation empirique (comme la soie de porc), ne permettent pas de garder une précision constante. Couplée à la force motrice peu régulière, les premiers garde-temps sont d'abord des bijoux et des objets d'art plus que des instruments horaires précis.

En 1675, Christiaan Huygens présente l'innovation majeure qui apporte la précision : le balancier-spiral ou spiral réglant faisant passer l'écart journalier des meilleures montres de 30 ou 40 minutes à 4 ou 5 minutes.



Christiaan Huygens

Le spiral-réglant permet un autre progrès : l'apparition de l'aiguille des minutes. L'horloger anglais Daniel Quare est le premier à apporter cette innovation aux montres. Après 1700, l'aiguille des minutes se généralise et change la conception des cadrans. Quelques années plus tard, cette précision engendre l'apparition d'une troisième aiguille : celle des secondes.

Balancier annulaire avec spiral réglant

