



## Fiche pédagogique n°29

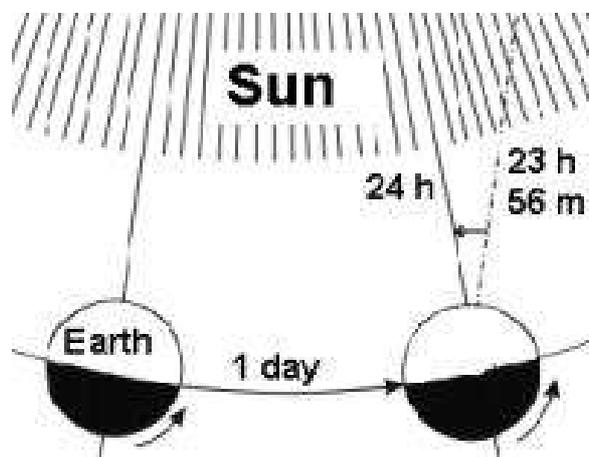
### Qu'est-ce que le temps ?



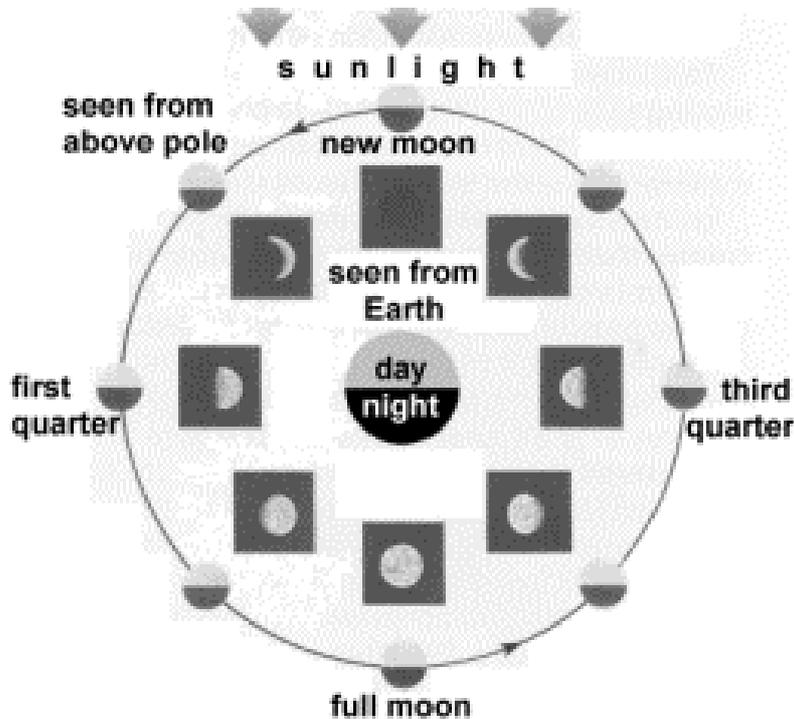
Notre univers en évolution permanente a quatre constituants essentiels : la matière, le rayonnement, l'espace et le temps. Tous peuvent être mesurés avec une grande précision.

#### La mesure de temps.

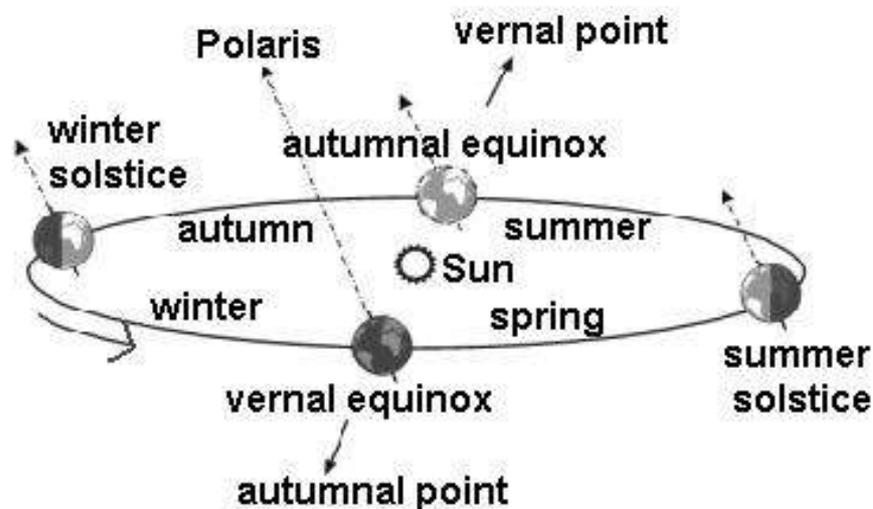
N'importe quel phénomène régulièrement répété peut être employé pour enregistrer l'écoulement du temps. La nature a donné à nos ancêtres trois phénomènes comme unités de temps :



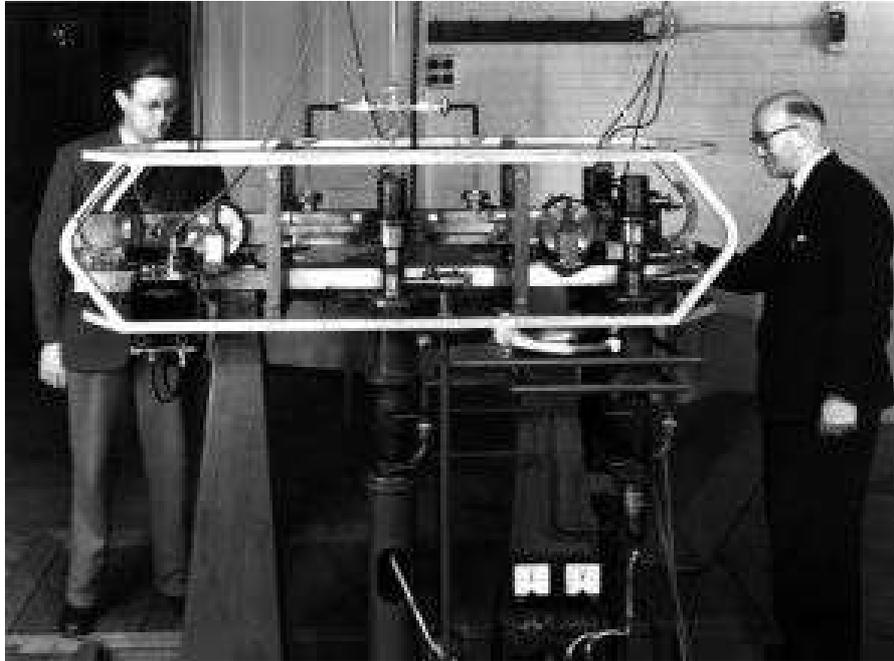
- le jour solaire (période de l'alternance de visibilité du Soleil et de la nuit) est indiqué par la rotation de la Terre autour de son axe. Un jour solaire dure environ 4 minutes de plus qu'une rotation par rapport aux étoiles (environ un degré plus que 360 degrés). Le centre du disque solaire (le soleil vrai) se déplace sur l'écliptique avec une vitesse variable - plus rapidement en hiver, plus lentement en été. Par conséquent un point fictif - le soleil moyen - a été inventé par les astronomes: il se déplace avec une vitesse constante sur l'équateur céleste. Le soleil moyen et le soleil vrai se réunissent une fois par an au point vernal.



- la lunaison (une révolution de la lune autour de la terre) a été employée comme un "mois", et son quart comme "semaine". La nouvelle lune, le premier quartier, la pleine lune et le dernier quartier sont observables par tous et partout, et l'intervalle de temps entre ces instants est de sept jours (une semaine) et de 9 heures. La lunaison complète (i.e. mois synodique) dure 29.5 jours (un jour et demi en plus de 4 semaines). Le calendrier lunaire alterne donc des mois avec 29 jours et 30 jours.



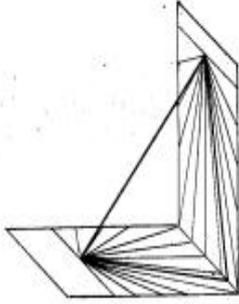
- une révolution de la terre autour du soleil dure un an. Le rythme de la vie dans la biosphère (les saisons) est donc donné par l'année tropique. C'est l'intervalle de temps entre deux passages du soleil au point vernal. Le point vernal se décale sur l'écliptique vers l'ouest, de sorte qu'une année tropique est 20 minutes plus courte qu'une révolution complète de la terre (i.e. 360 degrés) appelée "année sidérale".



## **Conserver le temps: les horloges.**

Les jours, les saisons de l'année et les phases de la lune étaient suffisantes pour des mesures de temps pour les communautés nomades et agricoles primitives. Plus tard, d'autres méthodes ont été développées pour améliorer la conservation et la mesure du temps écoulé. Les Chaldéens furent le premier peuple qui a présenté une division de 12 heures du jour. Ils ont utilisé des horloges du solaire. Depuis lors, des formes améliorées d'horloge sont apparues: la clepsydre (ou horloge à écoulement d'eau), le sablier, l'horloge mécanique (avec balancier), l'horloge électrique (avec un cristal piézoélectrique) et l'horloge atomique (avec des atomes de césium 133 ou autre). Notre façon de vivre dépend entièrement de la précision dans la mesure du temps. La Science, la communication, les transports, l'industrie et d'autres technologies dépendent d'horloges précises. La première horloge atomique a été construite en Angleterre en 1955.

## L'histoire des horloges:



*cadran solaire*

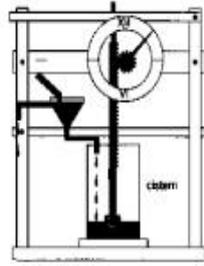


Figure 7 A water clock with a mechanical display

*clepsydre*



*sablier*



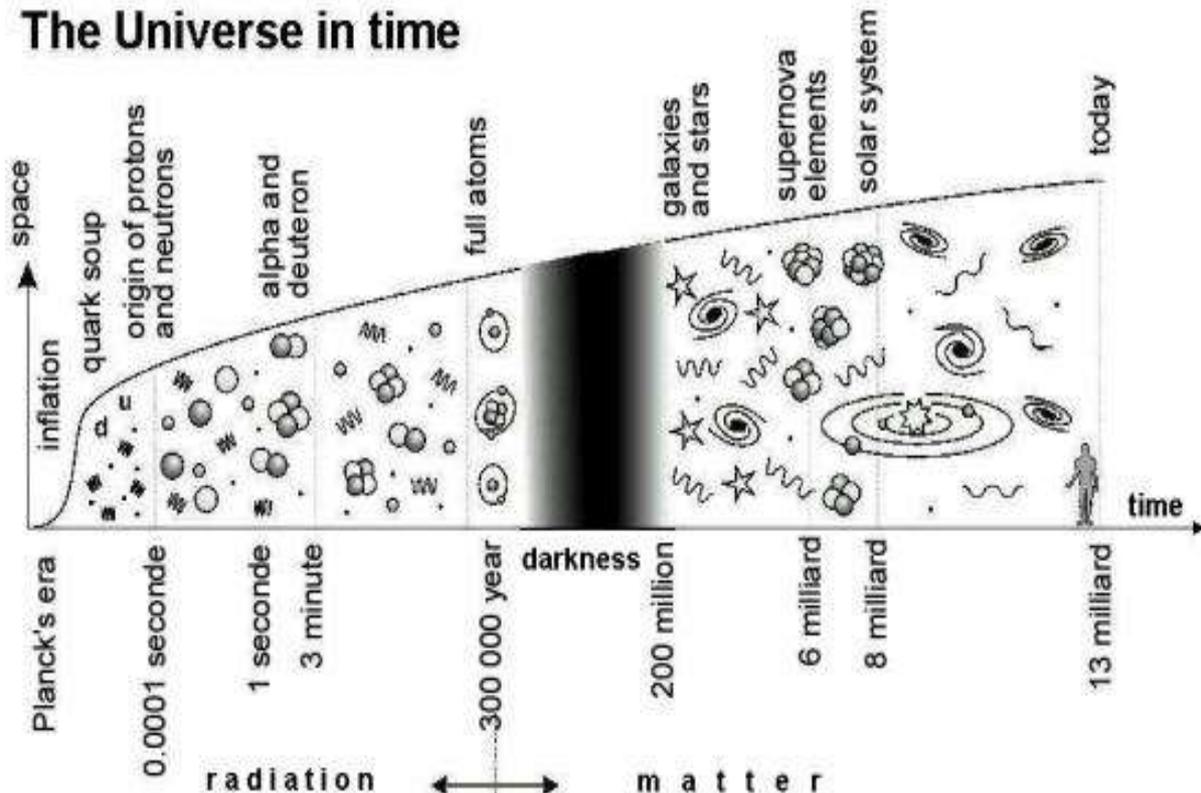
*horloge  
mécanique*



## L'histoire de notre univers

Il a commencé par le **Big Bang**, quand le temps, l'espace, la matière, et le rayonnement ont été créés. La première ère - l'ère du rayonnement a duré 300 000 ans. L'énergie des photons a régné au-dessus de l'énergie de la matière. Des protons et des neutrons ont été constitués par la fusion de trois quarks, les noyaux de l'hélium (particules alpha) et de l'hydrogène lourd (deutérium) ont été constitués par les forces nucléaires. Dans la recombinaison cosmologique les atomes complets sont apparus et l'univers est devenu transparent pour le rayonnement. Alors la lumière est devenue du rayonnement infrarouge (par expansion) et pendant 200 millions d'années l'univers était sombre. Pendant l'ère de matière (ou l'ère stellaire) l'attraction universelle a formé des galaxies avec des étoiles. Dans les supernovae, des éléments ont été synthétisés à partir de l'hydrogène (nucleosynthèse) et à partir de la nébuleuse solaire, l'attraction universelle a fait notre système solaire. Tout a été construit à partir des quarks et des électrons par les forces nucléaires, électriques et de la gravité.

## The Universe in time



## Systèmes et unités de temps

**Temps absolu.** Selon Newton (dans ses "Principia") le temps est indépendant des choses et des événements, ce qui signifie qu'il est absolu. Ce s'appelle la "durée". Si toute la matière disparaissait de l'univers - elle n'influencerait pas le temps absolu (ni l'espace absolu).

**Le temps atomique** est le temps utilisant la fréquence naturelle des atomes. Dans la plupart des horloges atomiques l'isotope 133 de l'atome de césium est employé. La première horloge atomique a été construite au laboratoire national de physique en Angleterre, en 1955. Il y a 9 192 631 770 oscillations de l'isotope de césium dans une seconde. En 1967 on l'a identifié comme une unité de temps internationale et cela a remplacé la seconde précédente basée sur la rotation de la terre. La fréquence de l'atome de césium est très stable (contrairement à la rotation de la terre qui ralentit). Une bonne horloge atomique peut maintenir le temps avec une exactitude d'une seconde durant 15 millions d'années. Les scientifiques travaillent à une technologie devant augmenter cette exactitude à 1 seconde durant 10 milliards d'années.

**JD ou nombre de jour julien** est le nombre de jours qui s'est écoulé depuis le midi du 1 janvier 4713 avant J.-C.. La date julienne est le nombre de jours juliens suivi de la fraction de jour écoulée depuis le midi précédent. Par exemple 2 437 666.50 était le minuit du 1 au 2 janvier 1962.

**Le Soleil Moyen.** Un point fictif sur l'équateur céleste qui se déplace avec une vitesse constante vers l'est et traverse le point vernal simultanément avec le soleil vrai. Sa distance angulaire au méridien détermine le temps solaire moyen.

**MJD ou date julienne modifiée** commence à minuit du JD 2 400 000.5 jours pour ne pas manipuler de trop grands nombres. Il n'y a aucune année bissextile, aucun mois dans JD et dans MJD, c'est un calendrier non interrompu, continu, employé dans l'histoire et dans l'astronomie.

**Temps relativiste.** Selon la théorie de relativité, chaque chose a son propre temps ("Omnia tempus habent" comme disaient les Romains). La mesure de l'écoulement du temps pour des objets mobiles rapides (par exemple des particules dans les accélérateurs ou des rayons cosmiques) est ralenti.

**S, la seconde, la seconde atomique.** La définition officielle est : "La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133"

**Jour solaire.** Le jour solaire vrai apparent est l'intervalle de temps entre deux passages au méridien du Soleil vrai. Le jour solaire moyen est l'intervalle de temps entre deux passages au méridien du Soleil moyen.

**TAI, temps atomique international .** Dans les années 1960, des techniques pratiques pour comparer les horloges atomiques à travers le monde ont été développées et une échelle de temps atomique globale est devenue possible. Un grand nombre d'horloges atomiques à travers le monde (aujourd'hui environ 350, la plupart du temps des horloges de césium) envoient leurs données au bureau international de l'Heure (BIH), où le TAI est calculé. C'est une échelle statistique.

**UT, temps universel .** C'est le temps solaire moyen du méridien de Greenwich augmenté de 12h. Il est compté à partir de minuit à Greenwich et son unité est le jour solaire moyen. Il correspond au rythme de la vie sur la terre.

**UTC, temps universel coordonné** est le temps universel (i.e. le temps lié à la rotation de la terre) coordonné avec le temps atomique international (TAI). Le UTC intègre donc les deux caractéristiques: le caractère pratique de la rotation de la Terre et de la régularité excellente de l'oscillation atomique. Dans la différence à TAI, il compte des secondes entières et, lorsque la différence entre UT et TAI atteint 0.9 seconde, un saut d'une seconde est ajouté ou soustrait.