

## LES UNITES DE DIVISION DU TEMPS

**E. BIEMONT**<sup>1</sup>

*Laboratoire IPNAS, Université de Liège  
Sart Tilman, B-4000 Liège  
et Astrophysique et Spectroscopie, Université de Mons-Hainaut,  
Place du Parc, 20  
B-7000 Mons*

### Résumé.

La division du temps, parfois arbitraire, mais aussi tributaire des rythmes naturels régit l'essence même de la vie humaine. C'est elle qui assure à la vie sa continuité mais qui génère aussi quelquefois ses ruptures... La nature impose notamment à l'homme un rythme circannuel lié à la révolution de la Terre autour du Soleil et un cycle circadien associé à la rotation de la Terre sur elle-même. Au départ de la séquence des mois synodiques et des calendriers lunaires des sociétés primitives, le souhait d'une découpe du temps en accord avec le rythme des saisons a imposé progressivement à l'humanité des calendriers solaires, voire luni-solaires, associés à l'année tropique. L'avènement de l'ère chrétienne a ensuite consacré le passage d'un temps cyclique à un temps historique... Suite aux progrès de l'astronomie et à une meilleure connaissance du mouvement des astres, des corrections plus raffinées ont pu être apportées aux modes de découpe de l'année issus de l'Antiquité et scandés par les gnomons et les clepsydras. Les divisions de l'heure, tributaires de l'histoire, ont résisté à la décimalisation du temps que d'aucuns ont tenté d'imposer. Dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, la division du temps, associée aux observations astronomiques, a elle-même cédé la place à une découpe beaucoup plus précise issue de l'usage du quartz et de l'atome. Ce sont des horloges atomiques, réparties à travers le monde, qui régissent désormais les rythmes du temps et la maîtrise de l'heure avec une précision assez étonnante....

---

<sup>1</sup> Directeur de Recherches au FNRS (ULg) et Professeur à l'Université de Mons-Hainaut.

## 1. Introduction

Traditionnellement, le moment d'un événement est répertorié par deux éléments: un système d'identification du jour fourni par un calendrier et un système de division de la journée en heures, minutes et secondes.

Si l'on considère les différentes civilisations qu'a connues l'humanité, il apparaît que les systèmes calendériques ont varié considérablement au cours des siècles : on a vu défiler des calendriers purement lunaires basés sur la succession des mois synodiques (le calendrier musulman en est un bel exemple), des calendriers solaires déterminés par l'année tropique (le calendrier grégorien en est une illustration si l'on excepte la problématique de la fête de Pâques) et des calendriers luni-solaires qui s'efforcent de réaliser une symbiose entre les deux modes précédents de caractérisation de l'écoulement temporel.

Motivée par des contraintes d'ordre économique ou scientifique, une découpe du temps et de la journée en particulier, de plus en plus précise, s'est imposée progressivement. Les divisions anciennes, peu précises, étaient souvent tributaires des saisons, mais progressivement le monde industriel a imposé des contraintes beaucoup plus sévères. Cette tendance s'est accélérée durant les dernières décennies et la précision atteinte a dépassé désormais les besoins réellement rencontrés par l'homme de la rue pour ne plus polariser souvent que le monde des scientifiques.

Les unités de découpe du temps, qui nous sont familières, ne sont pas très rationnelles mais elles véhiculent avec elles le poids de l'histoire et des traditions. Ainsi, alors que nous vivons dans un mode largement dominé par le système décimal, ce dernier a effectivement cours en ce qui concerne la division du temps en périodes longues (siècles, millésimes) ou très courtes (fractions de secondes) mais il n'a pas

réussi supplanter le système hexagésimal voire duodécimal pour les divisions intermédiaires !

Considérant l'évolution temporelle de l'humanité durant les deux derniers millénaires, on est passé, comme l'écrit J. Attali, du *temps des dieux* propre à l'Antiquité, dont l'écoulement était défini par les mouvements cycliques des astres, au *temps des corps* (XII<sup>e</sup> siècle) issu de l'avènement des horloges mécaniques puis au *temps des machines* (XVII<sup>e</sup> siècle), le ressort spiral d'Huygens permettant d'en contrôler la découpe et, enfin, au *temps des codes*, propre à notre époque contemporaine et rythmé par les oscillations du cristal et les fréquences atomiques.

C'est cette dualité « calendrier – découpe de la journée » et ses contradictions apparentes que nous allons évoquer dans la présente contribution. La problématique considérée dans cet article est très vaste et, vu l'espace imparti, il ne nous est évidemment possible que de survoler certaines facettes de cette réalité extrêmement complexe. Pour davantage de détails, nous renvoyons le lecteur à la bibliographie sommaire indiquée en fin d'article.

## **2. Les différentes formes de temps**

Le *temps psychologique* permet à l'homme, dans une succession qui lui est propre, de classer les événements qui l'intéressent sur une échelle de temps cohérente. L'intervention de la mémoire est ici prépondérante. Cette échelle de temps est cependant subjective et, puisqu'elle est propre à un individu et ne véhicule pas l'universalité qu'il convient, elle ne peut servir de référence pour la définition d'une échelle de temps générale. Il en est de même du *temps physiologique* associé aux modifications organiques de l'être humain lors de son évolution temporelle. On sait en effet que la courbe d'évolution du temps physiologique, liée à la modification d'un

paramètre organique choisi, peut subir des variations considérables en fonction notamment des conditions de vie. Pour des raisons de commodité et d'uniformisation, la vie en société, ne tient pas compte du vieillissement physiologique des individus mais elle exige un *temps standardisé*, normalisé, objectivé. Les choix historiques qui ont déterminé l'unité standard de temps, c'est-à-dire la seconde, ont toujours été dictés par la nécessité d'une précision croissante et par le souhait d'une généralisation davantage affirmée. Le temps standardisé, auquel chacun de nous se réfère, est celui délivré par les montres et les horloges.

Les modèles mathématiques décrivant le mouvement des corps célestes permettent l'introduction d'un *temps dynamique*. Les phénomènes auxquels il est fait référence sont le mouvement diurne apparent du Soleil autour de la Terre qui permet de définir le temps solaire vrai et le temps solaire moyen, le mouvement réel de la Lune autour de la Terre qui sert de base aux calendriers lunaires ainsi que le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même qui définit l'unité naturelle du temps humain à savoir le jour.

Le *temps intégré* résulte de l'addition d'intervalles temporels standards, généralement très courts et clairement définis. Le mouvement pendulaire (déplacement uniforme d'une masse au bout d'un fil) définit un temps intégré qui nous est familier. Les horloges à quartz, fondées sur le principe de la piézo-électricité, et les horloges atomiques constituent d'autres exemples nettement plus récents de systèmes physiques générant un temps intégré de grande précision.

### 3. Les échelles de temps

La quantification d'une suite d'événements exige la définition d'un intervalle de temps et, par conséquent, l'introduction conventionnelle d'une unité servant à le décrire.

Cette unité, typiquement la seconde, requiert l'usage de garde-temps divers et variés comme les sabliers, les montres et les horloges.

Une *échelle de temps* permet de déterminer, avec précision, la date et le moment d'une occurrence quelconque. Elle doit être caractérisée par des qualités suffisantes de précision, d'uniformité, de répétitivité, d'universalité, d'accessibilité et de pérennité. Il en résulte qu'un intervalle temporel, mesuré à une époque déterminée, est impérativement identique à celui répertorié à un autre moment. L'universalité impose l'utilisation possible d'un standard par un plus grand nombre. Chacun doit en outre pouvoir l'utiliser sans qu'elle ne subisse d'interruption.

Ces différentes qualités sont rencontrées par les échelles de temps utilisées de façon universelle en ce début du troisième millénaire de l'ère chrétienne.

---

#### 4. Les unités naturelles de découpe du temps

Les unités astronomiques naturelles pour la découpe du temps sont l'année tropique, la lunaison ou le mois synodique et, enfin, le jour solaire vrai.

L'*année tropique* est l'intervalle de temps entre deux passages consécutifs du Soleil par la position moyenne du point vernal  $\gamma$ , obtenue en ne considérant pour ce dernier que le mouvement de précession des équinoxes et abstraction faite des mouvements de nutation<sup>2</sup>. Elle vaut 365,24222 jours ou 365 j 5 h 48 min 48 s. La durée moyenne de l'année grégorienne (ou l'année de notre calendrier) est de 365,2425 jours ou 365 j 5 h 49 min 12 s. L'excès de l'année grégorienne sur l'année tropique est de 24 s ou 6 h 43 min en 1000 ans ou 2 j 19 h 12 min en 10 000 ans.

Le *temps solaire vrai*, qui est aussi celui indiqué par les cadrans solaires, sert de

---

<sup>2</sup> On se place ici dans l'astronomie des apparences en considérant le mouvement apparent du Soleil autour de la Terre.

«sablier» naturel pour le décompte des jours, des mois et des années. Le *jour solaire vrai* en particulier est défini comme l'intervalle de temps séparant deux passages consécutifs du centre du Soleil au méridien du lieu. Sa valeur est comprise entre 23 h 59 min 39 s et 24 h 0 min 30 s.

Les fluctuations annuelles du jour solaire vrai sont liées à l'obliquité de l'écliptique et à l'ellipticité de l'orbite terrestre. Pour ces raisons, on préfère au Soleil vrai, un Soleil moyen (fictif) qui parcourt l'équateur (et non plus l'écliptique) vers l'Est d'un mouvement uniforme. Le mouvement du Soleil moyen sur l'équateur céleste permet de caractériser le *temps solaire moyen* et de définir le *jour solaire moyen* qui correspond à l'intervalle de temps entre deux passages successifs du Soleil moyen au méridien du lieu (midi). Le Soleil fictif coïncide avec le Soleil vrai à chaque transit de celui-ci au point vernal. Jusqu'en 1955, la seconde du système international d'unités (SI) fut définie à partir du 1/86 400 du jour solaire moyen.

L'écart entre le moment du passage du Soleil vrai et du Soleil moyen au méridien d'un lieu définit *l'équation du temps*. Cet écart varie entre +16 minutes et -16 minutes environ au cours de l'année. Les valeurs numériques sont données dans des tables annuelles dont *La Connaissance du Temps*, qui est publiée à Paris, depuis 1679, par le Bureau des Longitudes.

Les astrophysiciens ont l'habitude de définir une *année sidérale* qui correspond à l'intervalle de temps séparant deux passages consécutifs du Soleil par le même point de son orbite apparente sur l'écliptique, le point de référence pour la longitude étant le point vernal. Elle diffère quelque peu de l'année tropique car elle vaut 365,25636 jours solaires moyens ou 365 j 6 h 9 min 9 s. Le *jour sidéral* correspond à l'intervalle de temps séparant deux passages d'une même étoile au méridien. Il vaut 23 h 56 min 4 s.

Les mouvements de la Lune sont régis essentiellement par l'attraction terrestre

mais l'influence solaire et celle des autres planètes induisent des perturbations significatives. Les astronomes définissent différentes périodes<sup>3</sup> de révolution de la Lune, dont:

- la *période sidérale* qui correspond à deux passages de la Lune à la même position dans le ciel par rapport aux étoiles (27,3216609 j ou 27 j 7 h 43 min 11,5 s) ;
- la *période synodique*, appelée aussi *lunaison*, et qui est définie à partir du retour de la Lune à la même position par rapport au soleil (29,5305882 j ou 29 j 12 h 44 min 2,8 s).

Les différentes phases de la Lune sont bien connues et sont associées aux mouvements relatifs du système Terre-Lune-Soleil. Lorsque ces trois astres sont situés dans le prolongement l'un de l'autre, on définit l'opposition (ou pleine lune) et la conjonction (ou nouvelle lune) selon que la Terre est située entre la Lune et le Soleil ou que la Lune se trouve entre le Soleil et la Terre. Il est bien établi que les valeurs de la lunaison et, par conséquent, de l'intervalle de temps entre deux phases consécutives de la Lune, varient au cours d'une année.

Le mois synodique est l'unité de base des calendriers lunaires et la nouvelle lune sert à définir le début du mois.

---

<sup>3</sup> On peut définir aussi la *période anomalistique* à partir de deux localisations successives de la Lune au périégée (sa durée vaut 27,5545502 j ou 27 j 13 h 18 min 33, 1 s.), la *période draconitique* qui traduit le retour de la Lune au nœud ascendant (sa valeur est de: 27,2122178 j ou 27 j 5h 5min 35,8 s) ainsi que la *période tropique* lorsqu'on considère les passages successifs du satellite terrestre à la même position par rapport au point vernal (27,3215816 j ou 27 j 7 h 43 min 4,7 s).

## 5. Évolution dans la mesure du temps

### 5.1. Quelques instruments anciens

Dans l'Antiquité et jusqu'au XV<sup>e</sup> siècle, le besoin d'échelles précises pour la découpe temporelle n'existait quasiment pas. Des instruments astronomiques assez rudimentaires étaient en usage. Nous allons mentionner brièvement ici certains d'entre eux.

Le *gnomon* ou cadran solaire primitif est sans doute l'instrument le plus ancien utilisé pour placer des repères dans le temps. Il est constitué d'une tige verticale dont l'ombre se projette sur une surface plane. Comme la longueur et la direction de l'ombre portée varient au cours de la journée, on peut se servir de celle-ci pour établir une division du temps. La variabilité, pour une heure fixée de la longueur de l'ombre et de sa direction, est évidemment à mettre en relation avec la variation annuelle de la déclinaison solaire. L'utilisation du gnomon est très ancienne et son emploi fut sans doute universel. Certains obélisques de l'Égypte ancienne ont servi de style à des cadrans solaires primitifs. Un des premiers cadrans solaires utilisés en Grèce serait dû à Anaximandre. Les anciens cadrans étaient des cadrans de hauteur ou altimétriques solaires (basés sur la variation de la hauteur du Soleil). Fondées sur ce principe, les «montres de berger», connues depuis le XVI<sup>e</sup> s., fournissaient une indication approximative de l'heure.

Le *scaphé*, une variété de gnomon antique, se présentait sous la forme d'un globe de pierre évidé, dans le fond duquel était fixée une tige. Douze lignes perpendiculaires au bord de la demi-sphère marquaient les heures du jour comptées depuis l'aube et une ligne circulaire, proche du fond du récipient montrait le solstice d'été (hauteur maximale du soleil dans le ciel), une autre ligne horizontale tracée à proximité du bord



indiquant le solstice d'hiver (hauteur minimale).

Spécifiquement mésopotamien, le *polos* était constitué par une demi-sphère creuse dont la concavité était tournée vers le ciel. Suspendue au centre de la sphère, une petite bille interceptait la lumière solaire et son ombre était projetée sur la paroi interne où elle décrivait le mouvement du soleil. Cet instrument permettait notamment de déterminer le moment des solstices.

À côté du gnomon, instrument diurne par excellence, les Égyptiens se servaient, de jour comme de nuit, de *clepsydras* ou horloges à eau. La plus ancienne remonterait au XIII<sup>e</sup> s. avant notre ère et aurait été fabriquée pour Aménophis III (1408 - ca. 1372 av. J.-C.). Les clepsydras étaient constituées d'une cuve remplie d'eau, munie à l'intérieur d'une échelle horaire et d'une ouverture aménagée à la base pour l'écoulement du liquide. Pour assurer un écoulement constant de celui-ci malgré la variation du niveau d'eau à l'intérieur du récipient, la clepsydre présentait une forme évasée vers le haut. Une difficulté liée à l'usage de cet instrument résidait dans le fait que les divisions du jour et de la nuit en douze parties égales conduisaient à des heures inégales selon les saisons (sauf au moment des équinoxes). Les clepsydras trouvèrent un écho dans l'Occident chrétien et, associées aux cadrans solaires, elles jouèrent un rôle appréciable dans les monastères, du moins jusqu'au 4<sup>ème</sup> quart du XIII<sup>e</sup> s. environ, pour inviter les moines à la prière car les abbayes utilisaient le décompte du temps articulé autour des heures canoniales.

Le *sablier* est composé de deux ampoules de verre, séparées par un étroit goulot, et contenant du sable ou du marbre pulvérisé, le contenu du récipient supérieur s'écoulant par gravité vers le réservoir inférieur au travers, le plus souvent, d'une plaque de métal percée d'un trou. L'origine du sablier n'est pas établie avec certitude. Certains auteurs prétendent que les Égyptiens connaissaient déjà son usage. D'autres affirment

que ce garde-temps n'existait pas dans l'Antiquité mais qu'il apparut au XIV<sup>e</sup> s. pour se répandre aux XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> s. Quoi qu'il en soit, on fit appel aux sabliers dans les usines, au début de l'ère industrielle, pour mesurer le temps. On les installa aussi sur les bateaux car ils avaient la faculté de fonctionner, même en cas de tangage du navire. Le clergé en fit aussi un usage fréquent.

## 5.2. Les horloges monumentales

Avec l'urbanisation progressive de la société, les besoins de garde-temps plus précis s'accrochèrent. On assista alors au développement progressif des horloges mécaniques. Plus tard, les difficultés rencontrées par les marins pour déterminer avec précision la longitude en mer incitèrent également au développement de nouvelles approches pour maîtriser davantage la découpe du temps.

L'inventeur de la première horloge, à rouages mécaniques et à échappement contrôlé, n'est pas connu. Il est peu probable, comme certains l'ont cru longtemps, qu'il s'agisse de Gerbert, un moine français du X<sup>e</sup> s. qui devint pape sous le nom de Sylvestre II (999-1003). Les premières descriptions précises et relatives, avec certitude, à des horloges mécaniques remontent au début du XIV<sup>e</sup> s.

Parmi les horloges monumentales qui virent le jour aux XIII<sup>e</sup> et XIV<sup>e</sup> s., on peut mentionner celles de :

- 1284 Cathédrale d'Exeter (Angleterre)
- 1286 Cathédrale Saint-Paul à Londres (Angleterre)
- 1300-1325 Cathédrale de Beauvais (France)
- 1313 Cathédrale de Nevers (France)
- 1314 Pont de la ville de Caen (France)
- 1352-1354 Cathédrale de Strasbourg (France)
- 1361 Notre-Dame de Nuremberg (Allemagne)
- 1365 Cathédrale de Bâle (Suisse)
- 1370 Tour carrée du palais de justice de Paris (France)
- 1372 Cathédrale de Malines (Belgique)
- 1380 Cathédrale de Lund (Suède)
- 1383 Cathédrale Saint-Jean à Lyon (France).

Toutes les horloges mécaniques possèdent les organes essentiels suivants à savoir un organe moteur ou une source d'énergie motrice (poids ou ressort), un organe de transmission (un rouage), l'échappement ou organe distributeur qui laisse échapper périodiquement de la force motrice, l'organe régulateur ou oscillateur qui fournit la base de temps, un système d'affichage du temps formé souvent par un cadran et des aiguilles et enfin le dispositif de remontage qui permet le renouvellement de l'énergie motrice.

Les progrès de l'horlogerie mécanique résultent des efforts multiples consentis dans plusieurs pays occidentaux qui rivalisèrent d'ingéniosité et de créativité (France, Suisse, Angleterre, Allemagne,...). Ils concernent une recherche constante en vue d'une amélioration de la précision et une miniaturisation progressive impliquant un passage des horloges monumentales aux horloges de salon et aux horloges de carrosse puis, finalement, aux montres individuelles. On admet généralement que la fabrication de la *première montre* serait l'œuvre de Peter Heinlein (1480-1542), un serrurier de Nuremberg. Il est à noter que la seconde aiguille sur les horloges ou les montres apparut dans la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle en relation avec, d'une part, le besoin croissant de précision et, d'autre part, la possibilité de construire des garde-temps caractérisés par une meilleure précision mécanique.

C'est au XVIII<sup>e</sup> s. que le hollandais C. Huygens révolutionna l'horlogerie en préconisant l'usage du pendule et du ressort spiral.

### **5.3. Les garde-temps modernes**

Les premières *horloges électriques* sont apparues vers 1840. Dans un tel dispositif, l'électricité fournit l'énergie nécessaire à l'entretien de l'organe régulateur (pendule, balancier spiral, diapason). L'énergie électrique est délivrée au système au moyen de piles ou d'accumulateurs sous forme d'un courant continu.

Réalisée par W. A. Marrison en 1928, la première *horloge à cristal* de quartz se révéla d'une précision étonnante puisqu'elle atteignait le 1/1000 de seconde en 24 heures, soit nettement mieux que la meilleure horloge électrique à balancier disponible. Selon la taille et les dimensions, les fréquences des horloges à quartz sont comprises entre 1 KHz et 130 MHz. La première montre à quartz à aiguilles (ou analogique) est apparue en 1967 et la montre à quartz numérique, pour laquelle l'affichage est réalisé directement par des chiffres, a vu le jour en 1971.

La précision du dispositif à quartz a pu être améliorée grâce à la mise au point de l'horloge atomique. C'est en 1947 qu'un oscillateur contrôlé par une transition quantique de la molécule d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) fut construit aux États-Unis. En 1967 (13<sup>e</sup> Conférence générale des poids et mesures), la définition de la seconde a été établie d'après un phénomène atomique. L'unité de temps du système international d'unités est définie depuis lors comme suit : « *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.* » Quelques laboratoires spécialisés fabriquent des appareils à jet de césium, conçus de façon à réaliser au mieux cette définition. D'autres types d'étalons atomiques que les horloges à césium existent : ils utilisent des atomes d'hydrogène, de rubidium ou des ions mercure.

## 6. Le temps universel

Chaque méridien possède son temps solaire vrai et son temps solaire moyen: il s'agit donc de temps locaux. Depuis 1883, conventionnellement, le temps solaire moyen de l'Observatoire de Greenwich (Angleterre), augmenté de douze heures — le temps solaire moyen étant compté à partir de midi — est pris comme référence. On obtient de la sorte *le temps universel* (désigné par UT ou TU). Remarquons que ce temps civil (c'est-à-dire le temps solaire moyen augmenté de douze heures), compté à partir de minuit, évite le changement de quantième au milieu de la journée. Le temps universel UT est parfois désigné, à tort, comme le Greenwich Mean Time (GMT) qui diffère de 12 heures du temps universel.

Depuis le Congrès de Rome, en 1883, et surtout celui de Washington, en 1884, la Terre a été divisée en 24 fuseaux horaires de 15° différant chacun d'une heure, les différents pays étant rattachés à un ou à plusieurs de ces fuseaux en fonction de leur extension géographique.

Le souci de précision croissante a amené la Communauté internationale à considérer, dès 1955, plusieurs variantes du temps universel défini plus haut. On sait que la longitude d'un lieu terrestre fluctue suite au mouvement des pôles. UT0 est le temps universel défini, pour un observatoire déterminé, sans tenir compte de ces fluctuations. En considérant celles-ci, on définit UT1, qui est, en conséquence, réellement universel. Si l'on tient compte en outre des variations saisonnières d'UT1, on peut déduire UT2.

Une cinquantaine d'horloges atomiques, réparties sur la surface du globe, permettent la mesure d'UT avec des erreurs d'observation de l'ordre de 0,01 s. Il est possible d'obtenir, grâce à une centralisation des mesures par le Bureau International de l'Heure (BIT), un *temps universel coordonné* (UTC) avec une imprécision d'environ 0,001 s. Les signaux horaires et les horloges parlantes diffusent le UTC défini, depuis le

1<sup>er</sup> janvier 1972, comme une succession de secondes numérotées. Suite à un accord international, il a été convenu de corriger d'une seconde l'heure affichée par les horloges atomiques afin que celle-ci reste en accord à moins de 0,9 s avec le temps universel. Les corrections d'une seconde du temps légal, lorsque ce dernier s'écarte trop du temps universel, sont introduites le 1<sup>er</sup> janvier ou le 1<sup>er</sup> juillet de chaque année par le Service international de la Rotation de la terre (IERS).

## **7. Le temps des éphémérides**

Le *temps des éphémérides* (TE), a été défini, en 1956, pour une dizaine d'années et précéda le temps atomique introduit en 1967. Cette échelle de temps était déduite d'observations astronomiques. Par convention, il fut décidé de prendre comme origine du TE, l'instant où la longitude du Soleil était égale à  $279^{\circ} 41' 27",54$  durant l'hiver 1899-1900 et, en conséquence, ce moment précis fut noté comme le 31 décembre 1899 à 0h TE. Cette échelle temporelle servit notamment à la définition de la seconde de 1956 à 1967. Cette dernière était égale à la fraction  $1/31.556.925,9747$  de l'année tropique pour le 31 décembre 1899 à 12 h TE. Il fut recommandé par l'UAI, en 1976, de remplacer, à partir de 1984, le TE par une autre échelle qui s'obtient à partir du temps atomique international par l'addition de 32,184 s. Le temps des éphémérides reste utile pour l'interprétation d'observations astronomiques anciennes.

## **8. Les grandes divisions du temps à l'échelle humaine : les ères**

Une ère est une période historique correspondant à une chronologie déterminée ou caractérisée par certains faits de civilisation, les années étant rapportées à un moment fixe dans le temps. La plupart des ères en usage dans le monde ont été introduites à

posteriori et furent définies longtemps, souvent plusieurs siècles, après les événements auxquels elles se réfèrent. Les dates correspondant au début de certaines d'entre elles sont parfois très lointaines, quelquefois mal définies et fréquemment résolument mythiques.

### 8.1. Les ères anciennes

Dans l'histoire de l'humanité, le dénombrement des années s'est fait selon de multiples ères dont l'énumération serait fastidieuse. Nous allons seulement donner ici quelques éléments d'information.

La chronologie des Sumériens n'était pas rapportée à une ère mais les années étaient répertoriées généralement à partir du début du règne des souverains successifs.

Dans la Grèce ancienne, on faisait généralement référence aux Olympiades, un décompte introduit par l'historien Timée (III<sup>e</sup> s. av. J.-C.). L'origine était située en 776 av. J.-C.. Les années étaient comptées par périodes de 4 ans, en indiquant le nombre d'olympiades écoulées et en considérant ensuite les années de l'olympiade en cours.

Chez les Romains, l'ère de référence était celle de la fondation de Rome (*Ab Urbe Condita* ou *AUC*) qui commençait en 753 av. J.-C. et qui fut établie par Varron.

Une chronologie, à laquelle les Chrétiens firent souvent référence, est l'ère de Dioclétien ou des Martyrs qui commence le 29 août 284 apr. J.-C. et qui porte ce nom en relation avec le fait que le règne de Dioclétien fut marqué par la persécution des Chrétiens.

Pour la période hellénistique, on peut mentionner l'ère des Séleucides qui remonte au 1<sup>er</sup> octobre de l'année 312 av. J.-C. et qui se maintint en Asie jusqu'à la domination arabe. L'ère des Arsacides doit son nom à la dynastie parthe fondée par Arsace qui régna de 250 av. J.-C. à 224 apr. J.-C.. L'ère des Sassanides doit son nom à une dynastie

iranienne qui, entre 224-226 et 651 apr. J.-C. édifia un empire s'étendant de la Mésopotamie à l'Indus.

L'ère de Nabonassar (ou Nabunaser) est une ère fictive utilisée uniquement par les historiens et qui fut instaurée par l'astronome grec Ptolémée au II<sup>e</sup> s. apr. J.-C. Elle doit son nom au plus ancien souverain auquel il put remonter dans les listes chronologiques (Nabonassar, un roi qui prit le pouvoir en 747 av. J.-C. à Babylone).

## 8.2. L'ère chrétienne

*L'ère chrétienne* (appelée aussi *ère dionysienne* ou *ère vulgaire*) a été instaurée par un moine scythe, Denys le Petit, mort à Rome en 540. C'est vers 530 que, pour des raisons de comput pascal, il postula que le Christ était né le 25 décembre de l'an 1 (soit l'année 753 de la fondation de Rome). On sait maintenant que la manière de compter les années dans l'ère chrétienne est incorrecte si l'on se réfère à la naissance réelle du Christ qui serait, en fait, antérieure de plusieurs années au début de l'ère chrétienne. L'ère de Denys le Petit fut adoptée d'emblée par l'Eglise mais son usage ne se généralisa en France qu'à partir du VIII<sup>e</sup> s. sous Pépin le Bref puis Charlemagne.

## 8.3. Les ères «contemporaines»

Outre l'ère chrétienne qui sert généralement de référence à la chronologie contemporaine, plusieurs ères ont encore cours en ce début de XXI<sup>e</sup> siècle. Parmi celles-ci, on peut mentionner l'ère des Musulmans et l'ère des Juifs.

Les Musulmans font usage de *l'ère de l'Hégire*, ou ère mahométane, qui a pour origine le 16 juillet 622 apr. J.-C. et qui rappelle la fuite du prophète à Médine, suite aux persécutions dont il était l'objet à La Mecque. Le début de cette ère est le jeudi 15 juillet au soleil couché.



Les Hébreux ont adopté pour leur chronologie une *ère dite mondiale*. Le point de départ pour les calculs est la néoménie ou nouvelle lune (le molad) débutant le lundi 24 septembre 344, soit le premier Tishri de cette année-là. À partir de ce moment, il fut décidé que l'ère débiterait le 1<sup>er</sup> Tishri (lundi 7 octobre) de l'an 3761 av. J.-C. Cette ère est toujours en vigueur actuellement dans les synagogues (le 1<sup>er</sup> Tishri apparaissant souvent en septembre dans le décompte grégorien).

## 9. Les cycles d'années

Les *cycles* regroupent des nombres élevés d'années qui se répètent de manière plus ou moins régulière, ces événements à caractère répétitif possédant, en général, une origine astronomique. Ils sont, par exemple, liés à l'apparition d'un astre ou à des phénomènes de conjonction de planètes. L'histoire des peuples a vu défiler de nombreux cycles d'années dont certains, même tombés en désuétude, sont restés fameux.

Plusieurs cycles furent en usage dans la Grèce ancienne, le plus connu étant *celui de Méton*, un astronome qui, vers 432 av. J.-C., imagina un cycle comprenant 6940 jours distribués en 235 mois lunaires ou 19 années solaires. Méton avait remarqué que, après 19 années, les phases de la lune revenaient aux mêmes dates des mois identiques. Callipe proposa une amélioration du cycle de Méton en multipliant la durée de celui-ci par 4 et considéra des intervalles de temps de 76 ans appelés *périodes callipiques*.

Pour améliorer l'accord entre le défilement des lunaisons et les années solaires, un cycle de huit années faisant appel à des intercalations fut introduit dans la Grèce antique. Il était appelé *octaétéride*. Chaque période de 8 ans comprenait 5 années ordinaires de 354 jours et 3 années intercalaires de 13 mois.

On connaît, chez les Égyptiens, l'existence d'un cycle de 25 années égyptiennes (c'est-à-dire de 9125 jours) correspondant à 309 mois synodiques et appelé *période Apis*. Après une période de 25 ans, les mêmes phases de la Lune réapparaissent aux mêmes jours de l'année.

*Le cycle romain de l'indiction* fut introduit au IV<sup>e</sup> s. ou, peut-être, à l'époque du Concile de Nicée; il correspondait à une période de 15 ans utilisée pour la levée des impôts. Il fut en usage, en Orient autant qu'en Occident, durant le haut Moyen Age.

Chez les Mayas, la combinaison du calendrier civil (haab) de 365 jours et du décompte religieux (tzolkin) de 260 jours engendrait un cycle de 52 ans ou encore de 18 980 jours. Ce cycle de 52 ans, que l'on appelait «*tour du calendrier*», était fondamental chez ce peuple.

Les Arabes combinent un cycle lunaire et un *cycle solaire*. Le cycle lunaire comporte 30 années musulmanes. Durant ce cycle de 30 ans, il convient d'accroître d'une journée le dernier mois de l'année (qui passe alors de 29 à 30 jours) pour onze années différentes dites abondantes. Le *cycle solaire* des musulmans comporte 210 ans, soit 7 fois la durée du cycle lunaire. Après un tel cycle, les jours de la semaine coïncident à nouveau avec les mêmes quantifièmes du mois de l'année lunaire.

La *période julienne*<sup>4</sup> est une suite ininterrompue de jours qui commence en 4713 av. J.-C.. Ce cycle de 7980 ans exclut les semaines et les mois. Son introduction est due à l'érudit français Joseph Julius Scaliger qui la considéra pour des commodités de dénombrement d'années.

Dans le calendrier grégorien, le *cycle solaire de 28 ans* correspond à l'intervalle de temps nécessaire pour que les mêmes jours de la semaine se retrouvent aux mêmes jours de l'année permettant la réutilisation d'un ancien calendrier. La durée de ce cycle

---

<sup>4</sup> Son étymologie n'a évidemment rien à voir avec Jules César !

résulte du fait que la semaine comporte 7 jours et qu'une année bissextile intervient tous les quatre ans pour ajouter un jour supplémentaire.

## 10. Les siècles

Dans le cadre de la décimalisation partielle du décompte temporel, il est courant de faire appel aux siècles et aux millésimes. Le I<sup>er</sup> siècle après J.-C. commence en l'an 1 et se termine le 31 décembre de l'an 100, le II<sup>e</sup> siècle commence en l'an 101 et finit avec l'an 200 inclusivement, etc... Avant l'ère chrétienne, le I<sup>er</sup> siècle couvre la période depuis l'an 100 av. J.-C. jusque l'an 1 inclusivement, le II<sup>e</sup> siècle, depuis l'an 200 jusque l'an 101, etc... Pour déterminer le siècle, il suffit donc d'ajouter une unité aux centaines du millésime de l'année considérée sauf si le millésime se termine par deux zéros. Ainsi les années 200, 201, 1900 et 1950 appartiennent aux II<sup>e</sup>, III<sup>e</sup>, XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. Le troisième millénaire a commencé le 1<sup>er</sup> janvier de l'an 2001. Le quatrième millénaire débutera le 1<sup>er</sup> janvier de l'an 3001.....

## 11. L'année grégorienne et le nombre de jours du mois

La subdivision du calendrier en mois résulte sans aucun doute du défilement constant des lunaisons. La Lune, avec ses différentes phases (nouvelle lune, premier croissant, pleine lune, dernier quartier) a toujours constitué un compteur de temps bien adapté pour l'humanité. L'étymologie à ce sujet est éloquente car, en grec, le mot *μην* désigne le mois et *μηνη*, la Lune. Néoménie signifie autant le début du mois que la nouvelle lune. On retrouve la même racine dans *moon*, *month* (en anglais), *Der Mond*, *der Monat* (en Allemand).

La lunaison cependant ne joue qu'un rôle mineur dans la vie des hommes car son importance pour les travaux agricoles est négligeable. C'est la raison pour laquelle le calendrier a pu se dégager progressivement du mois synodique, sans intérêt vital pour l'homme.

La répartition des jours dans les mois de notre calendrier grégorien trouve son origine dans la Rome ancienne et dans le décompte adopté par les Romains pour leur propre calendrier. Ce décompte en mois de 30 et 31 jours est lié, en partie, aux superstitions de ce peuple mais a subsisté jusqu'à nos jours, une des raisons résidant sans doute dans le fait que le problème du calendrier<sup>5</sup> n'a pas de solution exacte. Pour cette raison, il importe de revenir quelque peu sur ce calendrier romain.

À l'époque de la fondation de Rome, le calendrier des Albains comportait 10 mois de 30 ou 31 jours (304 jours). Il fut adopté par les Romains et par Romulus qui, conformément à la tradition, est considéré comme le fondateur du calendrier romain. Il fut ensuite réformé sous le règne de Numa Pompilius. Sous l'influence des Grecs, notamment de Pythagore, il attribua 355 jours à la nouvelle année. Il enleva un jour aux mois d'Aprilis, de Junius, Sextilis, September, November et December, qui n'en comptèrent plus que 29, et laissa les autres inchangés. Il ajouta 57 jours, qu'il répartit en deux mois (à savoir un mois de 29 jours et un autre de 28 jours), et il plaça ceux-ci avant le mois de Martius. Ce calendrier connut des dérives importantes associées à une mauvaise mise en œuvre de la procédure des intercalations qui devait être assurée par les Pontifes. C'est ce qui incita Jules César à introduire *la réforme dite julienne*. Pour effectuer cette réforme, César fit appel à un astronome d'Alexandrie du nom de Sosigène qui s'inspira d'un calendrier à base astronomique dû à Eudoxe (vers 370 av. J.-C.).

La durée du jour solaire fut fixée, selon la réforme, à 365 jours et 6 heures. Il fut décidé que, tous les quatre ans, l'année comporterait un jour supplémentaire (bissextile). Sosigène, afin d'éviter un trop grand changement, suggéra que le jour supplémentaire constituerait un redoublement du 24 février. César décida aussi que l'année comporterait 365 jours avec une stricte alternance des mois de 31 et 30 jours avec les exceptions que Sextilis en aurait 31 comme Quintilis mais que Februarius n'en compterait que 28 (ou 29 tous les 4 ans). Il prit encore la décision que l'année commencerait avec Januarius mais choisit de ne modifier ni l'ordre ni le nom des mois. C'est ainsi que Martius, Maius, Quintilis et October conservèrent leur statut de mois longs. Deux jours furent ajoutés à Januarius, Sextilis et December qui n'en avaient que 29. Un but principal de la réforme de César consistait à faire coïncider en durée l'année tropique et l'année du calendrier.

L'année tropique, qui vaut actuellement 365,24222 jours ou 365 jours 5 heures 48 minutes 48 secondes, est plus courte de 0,00778 jour que l'année julienne qui comporte 365,25 jours. Ceci correspond à une différence de 11 minutes et 12 secondes par an qui atteint 0,78 jour, soit environ trois quarts de jour, en un siècle et trois jours en quatre siècles du calendrier julien. C'est cet écart qui a imposé une réforme du calendrier pour maintenir le calendrier en accord avec l'année des saisons. C'est en 1582 qu'intervint la célèbre réforme du calendrier julien. Elle fut l'œuvre du pape Grégoire XIII qui promulgua la bulle *Inter Gravissimas* le 24 février 1582.

L'année grégorienne comporte 365,2425 jours (soit 365 jours 5 heures 49 minutes et 12 secondes) et est, par conséquent, plus longue que l'année tropique de 0,0003 jour. Ceci revient à dire que, en 10 000 ans, le calendrier actuel sera excédentaire de trois jours.

---

<sup>5</sup> Le problème du calendrier consiste à tenter de rendre compatible l'année tropique, le mois synodique et le jour solaire vrai mais ces trois quantités sont

L'ordre des mois et leur durée, hérités du calendrier julien, ont été maintenus par la réforme grégorienne et, de ce fait, a subsisté jusqu'à nos jours : janvier (31), février (28 ou 29), mars (31), avril (30), mai (31), juin (30), juillet (31), août (31), septembre (30), octobre (31), novembre (30) et décembre (31).

Il est important de noter que ce décompte, tributaire de l'histoire, a ses qualités et ses défauts souvent discutés dans la littérature spécialisée et dans le détail desquels nous n'entrerons pas ici.

## **12. Les divisions du mois : les semaines**

La durée de la semaine s'apparente à la durée des phases de la Lune. Son emploi est cependant loin d'avoir fait l'unanimité chez les peuples anciens. Les Chinois, les Égyptiens et les Grecs comptèrent d'abord en décades.

La répartition des jours dans les mois, adoptée par les Romains, était tributaire de trois jours particuliers qui marquaient la division du mois en parties inégales. Il s'agissait des calendes (le premier jour du mois), des nones (le 7<sup>e</sup> jour de Martius, Maius, Julius et October; le 5<sup>e</sup> des autres mois) et des ides (le 15<sup>e</sup> jour ou le 13<sup>e</sup> jour respectivement). Les journées étaient numérotées selon un décompte à rebours à partir de ces jours pivots.

L'origine de la semaine de 7 jours remonte sans doute aux Babyloniens pour lesquels le nombre 7 était considéré comme néfaste. Cette superstition leur imposait de ne rien entreprendre les 7, 14, 21 et 28 du mois. Ces rites superstitieux avaient cependant un caractère aristocratique et concernaient surtout les personnages importants. Cette trêve du septième jour fut adoptée par les Hébreux lors de leur captivité à Babylone.

---

incommensurables.

La semaine des Juifs comporte sept jours comme celle des Chrétiens. Le jour de repos, conformément à la loi de Moïse, est le samedi ou jour du Sabbat. Les jours de la semaine sont désignés, dans les annuaires juifs, par les premières lettres de l'alphabet hébreu. On les numérote à partir de dimanche qui porte le n° 1, le 6e jour s'appelant parascève, préparation du Sabbat.

La semaine pénétra tardivement en Grèce et chez les Alexandrins. Son emploi en Occident date seulement du III<sup>e</sup> siècle de notre ère. Le dimanche fut accepté comme un jour de repos par un décret de Constantin daté de 321.

Il est à noter que les noms des jours de la semaine sont associés aux astres dans la plupart des langues européennes. L'ordre des jours de la semaine est moins évident qu'il y paraît à première vue. Elle est à mettre en relation avec la liste des planètes connues des Grecs et avec le fait que les Égyptiens consacraient chaque heure du jour à une des planètes.

### **13. La division du jour : heures et secondes**

Il est assez étonnant de constater que la numération sexagésimale est valable pour une partie du décompte temporel. L'heure comporte en effet soixante minutes et la minute soixante secondes. Il en est de même en ce qui concerne la base douze: la plupart des cadrans de nos montres et horloges comportent en effet douze chiffres.

Cette numération sexagésimale se retrouve encore de nos jours dans la vie courante: le cercle comporte 360°, un degré 60' et une minute 60". On retrouve également la base douze dans le commerce ou la restauration (huîtres, escargots ...).

Chez les Chaldéens, le jour comportait douze heures-doubles (kapsu) d'égale durée. Ils furent parmi les premiers à diviser le jour en douze parties. Les Sumériens

utilisaient pour leur numération la base soixante. Les débuts de cette numération sexagésimale restent mystérieux même si plusieurs hypothèses ont été formulées. Théon d'Alexandrie, un Grec qui commenta les écrits de Ptolémée, prétend que ce nombre 60 fut choisi parce qu'il était le plus petit commun multiple de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 ! Selon certains, l'origine de cette numération se trouve dans la division du cercle en  $360^\circ$ , suivie d'une nouvelle division de celui-ci en six parties égales en utilisant une corde. La division du cercle en  $360^\circ$ , pourrait être reliée au mouvement annuel apparent de la sphère céleste qui exige environ 360 jours pour ramener les mêmes étoiles aux mêmes positions. La distribution de ces degrés en six arcs de  $60^\circ$  pourrait trouver son origine dans le côté de l'hexagone inscrit au cercle que l'on retrouve sur certains monuments d'Assyrie.

Il est cependant plus plausible de penser que le système sexagésimal trouve son origine dans la symbiose de deux cultures antérieures aux Sumériens qui utilisaient des systèmes de comptes différents de bases cinq et douze respectivement. L'origine du système quinaire était anthropomorphique et celle de la base duodécimale serait manuelle également. Sur une des deux mains, on dénombrait les phalanges des 4 premiers doigts (pouce exclu) soit 12 phalanges. La seconde main était utilisée pour dénombrer le nombre de fois 12 phalanges, soit un maximum de 60 si l'on utilisait les 5 doigts.

Il est à noter qu'un système de base soixante, lié à une procédure de décompte sur les phalanges, est encore utilisé de nos jours dans différents pays situés entre le Proche-Orient et la péninsule indochinoise, notamment dans certaines régions d'Égypte, de Syrie, d'Irak, d'Inde ou du Pakistan.

La division du jour en soixante parties se retrouve en Orient ou en Extrême-Orient, chez les Chinois et dans les calendriers védiques (30 mahurta de 2 nadika).



Notons que notre division actuelle de la journée n'est pas unique. Ainsi, dans le calendrier hébreu, si le jour se compose de 24 heures et commence à 6 heures du soir, l'heure par contre est composée de 1080 parties égales appelées scrupules (halaqim) et chaque scrupule (heleq) comporte lui-même 76 moments ou instants (rega'im).

#### 14. Une tentative de décimalisation du temps

Une tentative célèbre de décimalisation du décompte temporel (journée) est due aux révolutionnaires français. Leur projet était largement inspiré de l'Égypte ancienne et basé sur des divisions et sous-divisions justifiées par des considérations astronomiques<sup>6</sup> : *“Les Égyptiens, depuis la plus haute Antiquité, et les Babyloniens 746 ans avant l'ère vulgaire, se rapprochèrent des vrais principes en faisant leur année de 365 jours, distribués en 12 mois égaux de 30 jours et 5 épagomènes.”* [...] *“On s'est sans doute déterminé pour le nombre 12, parce que c'est lui qui exprime combien de fois la Lune passe devant le Soleil, pendant que la Terre fait une révolution. Cette division est commode et ne peut être combattue solidement.”*

La division des mois en semaines de 7 jours est combattue avec fermeté, en tirant argument de l'introduction générale du système métrique, une perspective selon laquelle la décimalisation de la division du mois apparaît comme inéluctable : *“Nous vous proposons de l'introduire [le système métrique] dans la division du mois qui étant de 30 jours sera divisé en 3 parties de 10 jours chacune et qu'on pourra appeler décade.”*

Chaque mois est divisé en trois parties égales de dix jours chacune, appelées *décades*, distinguées entre elles par première, seconde et troisième; les mois, les jours de la décade et les jours complémentaires sont caractérisés par les dénominations ordinales: premier, second, troisième,....;

*Le jour, de minuit à minuit, est divisé en dix parties ou heures, chaque partie en dix autres et ainsi de suite. La centième partie de l'heure est appelée “minute décimale”; la centième partie de la minute porte le nom de “seconde décimale”.*

Ce calendrier, qui se voulait universel, mais qui était en fait d'essence française ne s'imposa jamais réellement si ce n'est dans les documents officiels. Son abandon est

<sup>6</sup> Les textes cités dans ce paragraphe sont tirés de l'ouvrage « Le calendrier républicain » mentionné dans la liste bibliographique.

l'oeuvre de Bonaparte. Le calendrier républicain a en fait vécu moins de 13 ans. En effet, si l'on songe que l'an I ne fut pas utilisé et que l'an XIV n'a duré que 3 mois et huit jours, ce calendrier ne fut en usage effectivement que pendant environ 12 ans. Il devait tomber dans les oubliettes de l'histoire si ce n'est durant une courte tentative de réintroduction durant la Commune (du 6 au 23 mai 1871).

Cette tentative de décimalisation du temps, associée au calendrier républicain, fut introduite assez naturellement vu le contexte de l'époque car, si la normalisation des poids et mesures fut tentée sans succès à l'époque même de la création de l'Observatoire de Paris (1667), c'est seulement au moment de la Révolution que l'Académie des sciences fut chargée de définir les éléments d'un système d'uniformisation des poids et mesures. On trouve dans le rapport de Gilbert Romme, présenté à la Convention nationale du 20 septembre 1793, les avantages liés à un système national et les motivations de l'introduction de celui-ci. *“Vous avez senti tous les avantages de la numérotation décimale. Vous l'avez adoptée pour les poids et mesures de toute espèce, ainsi que pour les monnaies de la République; nous vous proposons de l'introduire pour la division du mois. [...] La division de l'heure en soixante minutes et de la minute en soixante secondes, est très incommode dans les calculs; [...] Le perfectionnement sera complet lorsque le temps sera soumis à la règle simple et générale de tout diviser décimalement.*

*On a construit quelques montres d'observation, où le jour est divisé en parties décimales. Elles mesurent jusqu'au cent-millième du jour qui équivaut au battement du pouls d'un homme de taille moyenne, bien portant et au pas redoublé militaire. [...]*

Il convient de remarquer que l'heure décimale attirait avant tout les savants qu'elle séduisait par sa logique. Elle n'intéressait que peu le peuple attaché à ses traditions et réglant sa vie sur des garde-temps officiels. Ce fut un soulagement général lorsque l'heure décimale fut rapportée. L'abandon officiel de la division décimale du jour et de ses parties intervint, sans surprise, le 10 ventôse 1795 c'est-à-dire bien avant la fin de l'usage du calendrier républicain.

La décimalisation totale de notre système temporel, qui se heurte au poids de l'histoire et des traditions, est sans doute encore loin de sa réalisation !

## Bibliographie sommaire

- Attali J., *Histoires du temps*, Fayard, Paris (1982)
- Audoin C. et Guinot B., *Les fondements de la mesure du temps*, Masson, Paris (1998)
- Biémont É., *Rythmes du temps, Astronomie et Calendriers*, De Boeck Université, Paris – Bruxelles (1999)
- Biémont É., *Le calendrier et son histoire*, Bull. Cl. Sc. Acad. Roy. de Belgique 6<sup>e</sup> série, Tome VII (1-6), 15 (1996)
- Blanc A., *L'homme emprisonne le temps: Les calendriers*, Les Belles Lettres, Paris (1986)
- Chauve-Bertrand (Abbé), *La question du calendrier*, La Renaissance du livre, Paris (1920)
- Couderc P., *Le calendrier*, «Que sais-je?» n°203, PUF, 6<sup>e</sup> édition, Paris (1986)
- Delcourt J.J., *La mesure du temps*, Masson, Paris (1992)
- Ifrah G., *Histoire universelle des chiffres, Tomes I et II*, Robert Laffont, Paris (1994)
- Landes D.S., *L'heure qu'il est*, Gallimard, Paris (1987)
- Le calendrier républicain*, Service des calculs et de mécanique céleste du Bureau des longitudes, Paris (1989)
- Les heures révolutionnaires*, publié par l'Association française des Amateurs d'Horlogerie Ancienne (AFAHA), Besançon (1989)
- O'Neil W.M., *Time and the Calendars*, Sydney Univ. Press, Sydney (1975)
- Parisot J.-P. et Suager F., *Calendriers et chronologie*, Masson, Paris (1996)
- Richards E.G., *Mapping Time: the Calendar and its History*, Oxford University Press (1998)
- Salles R., *Si le temps m'était compté*, Éditions Ouest-France (1991)