

L'EVOLUTION
DE LA MESURE DU TEMPS

TABLE DES MATIERES

	Pages
I	
- La genèse de la mesure du temps	2
- Main + Lune : apparition du système sexagésimal	3
- Les chiffres	4
- Les instruments mécaniques	4
- La Révolution dans la mesure du temps (1793 – 1805)	5
- La Révolution mesure son temps	5
Le temps conquérant	5
- L'heure républicaine	6
L'adoption d'une division décimale du jour	6
Les instructions données aux horlogers	8
Les premiers travaux	9
- Les débuts de la métrologie en Suisse	11
- Le Système International d'Unités	11
- La structure du Système International d'Unités	12
II	
- La division décimale de la mesure du temps	13
- Photos des montres	15

La genèse de la mesure du temps

Pendant des millénaires, l'Homme subit la loi du temps dictée par la périodicité des différents phénomènes astronomiques et naturels influençant son environnement direct. Pourtant, le besoin de diviser l'espace-temps du jour incita celui-ci à créer des instruments de mesure toujours plus perfectionnés.

Imaginé aux environs de 1'500 ans avant J.-C., le gnomon (fig. 1) fut certainement le plus ancien instrument à mesurer le temps.

Il est composé d'un élément vertical dont la longueur de l'ombre projetée sur le sol varie en fonction de sa position par rapport au Soleil.

Plus perfectionné que le gnomon, le cadran solaire peut être horizontal (fig. 2) ou vertical (fig. 2'). Il fonctionne également avec la complicité du Soleil. Après les Egyptiens, les Grecs et les Romains utilisèrent à leur tour le cadran solaire dont l'usage continua jusqu'au Moyen-âge et à la Renaissance.

D'autres instruments eurent l'avantage de mesurer le temps en l'absence du Soleil :

- la clepsydre (fig. 3), composée d'un entonnoir gradué indique les différentes heures de la journée au fur et à mesure que l'eau s'écoule,
- la chandelle horaire (fig. 4),
- le sablier (fig. 5).

Fig. 1

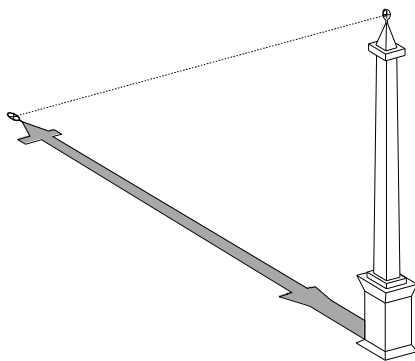


Fig. 2

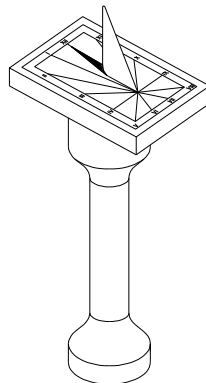


Fig. 2'

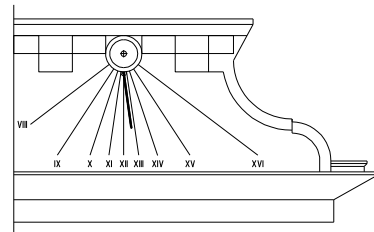


Fig. 3

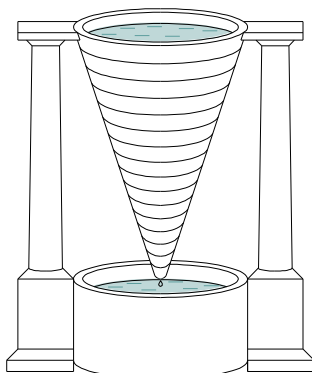


Fig. 4

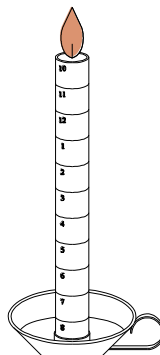
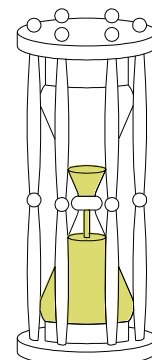


Fig. 5



Main + lune : apparition du système sexagésimal

En observant le ciel et les premières planètes visibles – Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne – les astronomes-astrologues sumériens¹ en ont déduit des mois lunaires. Pour les calculs simples, ils se sont servis de leurs doigts.

Le ciel ponctue l'année en 12 phases de lune. Ainsi comptons-nous le temps en autant d'heures diurnes et nocturnes, divisées en 60 minutes comptant chacune 60 secondes.

Mais pourquoi 60 ?

C'est un héritage datant de 3'000 à 3'500 ans avant J.-C. C'est entre le Tigre et l'Euphrate qu'on a commencé à codifier la journée en 12 heures égales équivalentes à 2 de nos heures. Les heures égales ne seront adoptées en Europe qu'à la fin du XIII^{ème} siècle avec l'apparition de l'horloge !

Les sciences astronomiques et mathématiques sumériennes étaient assez évoluées pour quitter la base dix des 10 doigts, universellement répandue, pour adopter (inventer) le système sexagésimal à base 60.

Parce que les Sumériens vivaient sous un régime théocratique absolu, on a voulu voir une origine mystico-cosmique au système sexagésimal : en multipliant le nombre des cinq planètes connues Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne par les douze lunaisons, on obtient $5 \times 12 = 60$. L'observation attentive du ciel a permis aux astronomes-astrologues et prêtres sumériens (souvent confondus) de constater que les mois lunaires ne sont pas rigoureusement égaux. Ils varient entre 29 jours et 6 heures et 29 jours et 20 heures. Les Sumériens ne disposaient pas d'un instrument horaire assez précis, mais en comptant des mois à 29 jours, alternés avec des mois à 30 jours pour totaliser l'année à 354 jours, ils ont observé un déficit annuel de 11 jours qu'ils ont compensé par un mois intercalaire tous les trois ans, pour rester à l'unisson des saisons. Ils ont établi l'année moyenne à 360 jours et divisé la terre plate et ronde en 360 degrés subdivisés en 60 minutes et 60 secondes. Ce qui est toujours en vigueur pour nos calculs d'arcs et d'angles et la détermination d'un point géographique.

Pour les Sumériens, comme pour toute l'humanité pensante depuis les origines, la main reste la première « calculatrice ». De nos jours, on utilise encore la main, les doigts et les phalanges pour indiquer des chiffres et des nombres chez différents peuples d'Asie et commerçants européens.

Les Sumériens ont utilisé les 12 phalanges des quatre doigts de la main droite, comptées sans le pouce. Les douzaines étaient comptabilisées, elles, sur les cinq doigts de la main gauche, 12, 24, 36, 48, 60.

Soixante, divisible par les 6 premiers nombres, satisfaisait aussi bien aux besoins de calcul des commerçants que des bâtisseurs et des astronomes en établissant la fusion entre la main et le ciel.

Et c'est encore à Babylone que se développa, durant le II^{ème} millénaire avant J.-C., la science mathématique avec la numérotation de position, qui assigne à un chiffre une valeur d'unité, de dizaine, de centième, de millième, etc., selon la position qu'il occupe dans un nombre, par exemple 555 : 5 centaines, 5 dizaines et 5 unités.

Il faudra attendre trois mille ans avant que le Moyen Age européen (XIII^{ème} siècle) n'adopte, avec les chiffres indo-arabes, la numérotation de position en même temps que le zéro, inventé en Inde et véhiculé par les musulmans et leur culture honnie parce que décrétée diabolique par l'Eglise des croisades...

Selon Gil Baillod / Montres Passion (avril 2004)

¹ Peuple qui s'établit dans la basse vallée de l'Euphrate.

Les chiffres

Les chiffres que nous utilisons dits *chiffres arabes* furent introduits en Europe au X^{ème} siècle par le pape Sylvestre II. Leur origine n'est pas connue de façon précise. Leur dénomination rappelle seulement que c'est aux Arabes que nous devons notre système de numération décimale écrite.

Les Hébreux, les Grecs, les Romains représentaient les nombres par des lettres. Les *chiffres romains* sont encore employés pour certains usages particuliers :

I = 1,
V = 5,
X = 10,
L = 50,
C = 100,
D = 500,
M = 1'000.

Ces lettres sont combinées comme suit : toute lettre placée à droite d'une autre de valeur égale ou supérieure s'y ajoute ; elle s'en retrace si elle est à la gauche d'une lettre de valeur supérieure.

Les instruments mécaniques

Dès le XIII^{ème} siècle, l'Homme construit **les premières horloges mécaniques** dont l'énergie est fournie par **un poids**.

Au milieu du XV^{ème} siècle, **le ressort** fait son apparition. Il permet la construction d'instruments portables.

En 1657, Huygens² est le premier à avoir conçu et fait construire une horloge dont la précision est donnée par **un pendule**. Il trouve le système appelé **échappement**.

En 1673, Huygens invente également **le spiral** qui, lié à **un balancier**, formera le régulateur de toutes les montres mécaniques.

Aux environs de 1950, **le diapason** pendant une courte période, puis **le quartz** et **l'atome** sont les régulateurs permettant de faire progresser la recherche de la précision.

² Christiaan Huygens (1629 – 1695) : physicien, mathématicien et astronome hollandais.

La Révolution dans la mesure du temps (1793 – 1805)

La Révolution mesure son temps

Le temps conquérant

La rationalité du nouveau calendrier (système élaboré par les hommes pour recenser de façon logique les jours, les semaines, les mois et les années, en restant en accord avec les principaux phénomènes astronomiques directement observables, concernant essentiellement la position du Soleil dans l'espace et, éventuellement, celle de la Lune) reposait sur deux principes. D'une part, « faire accorder l'année républicaine avec les mouvements célestes », d'autre part, « mesurer le temps par des calculs plus exacts et plus symétriques », et cela en appliquant le plus largement le système décimal. Ainsi, puisque « la raison veut que nous suivions la nature plutôt que de nous traîner servilement sur les traces erronées de nos prédécesseurs », l'année « commencera à l'avenir à minuit, le jour de l'équinoxe vrai d'automne pour l'observatoire de Paris ». L'année est composée de **12 mois de 30 jours** chacun au lieu d'être partagée « en mois inégaux de 28, 30, 31 jours ». Les cinq derniers jours de l'année forment un « corpus » spécial. Tous les quatre ans on ajoutera un jour à la fin de l'année, à partir de la troisième de la République, « autant que cela sera nécessaire pour que l'année républicaine s'accorde avec les mouvements célestes ».

Les mois sont divisés en trois parties égales, de **10 jours** chacune, au lieu des semaines qui « ne divisaient exactement ni le mois ni l'année ni les lunaisons ». L'implantation du système décimal est d'ailleurs poussée encore plus loin. L'ancienne division en heures et en minutes était irrationnelle et « rendait les calculs difficiles ». Désormais le jour sera divisé en **10 heures**, chaque heure en **dixièmes**, chaque dixième en **centièmes**.

Ainsi l'année sera composée :

- de **12 mois et 5 jours** ou,
- de **36 décades et demie** ou,
- de **365 jours** ou,
- de **3'650 heures** ou,
- de **36'500 dixièmes d'heures** ou,
- de **365'000 centièmes d'heures**.

L'heure républicaine

L'adoption d'une division décimale du jour

Lors de sa séance du 5 octobre 1793, la Convention nationale adopte la nouvelle division du jour proposée par Gilbert Romme³, le 20 septembre, dans le cadre de la réforme du calendrier :

Le jour, de minuit à minuit, est divisé en dix parties, chaque partie en dix autres, ainsi de suite, jusqu'à la plus petite partie commensurable de la durée. Cet article ne sera de rigueur pour les actes publics qu'à compter du premier mois de la troisième année de la République.

Le décret définitif de la Convention nationale sur les divisions du temps et leur nomenclature, datée du 24 novembre 1793, précise dans son onzième article :

La centième partie de l'heure est appelée minute décimale ; la centième partie de la minute est appelée seconde décimale.

Deux motifs majeurs ont dicté le choix d'un système horaire décimal : un souci de rationalité et une volonté d'uniformité. Alors que la réforme du calendrier est née dans un contexte passionnel où s'expriment, avant tout, la haine de l'Ancien Régime et l'anticléricalisme, celle de l'heure apparaît comme le résultat d'une réflexion menée au sein de la communauté scientifique depuis de nombreuses années.

*Quarante ans plus tôt, l'auteur de l'article Décimal du Dictionnaire encyclopédique de Diderot⁴ et d'Alembert⁵ souhaitait que toutes les divisions, par exemple de la livre, du sou, de la toise, du jour, de l'heure, de la minute, etc. fussent de **10 en 10** ; cette division rendrait le calcul beaucoup plus aisé et plus commode, et serait bien préférable à la division arbitraire de la livre en 20 sous, du sou en 12 deniers, du jour en 24 heures, de l'heure en 60 minutes, de la minute en 60 secondes.*

L'incommodité de la division sexagésimale dans les calculs est également soulignée par les académiciens, formant la Commission des poids et mesures, dans le rapport que Jean-Charles Borda⁶ présente à la Convention, en novembre 1792. Les commissaires pensent que le système décimal devrait être étendu à tous les instruments de mesure dont l'astronomie et la géographie font usage. Ils citent l'exemple prometteur d'une horloge astronomique décimale, réalisée par Louis Berthoud⁷ pour les expériences sur la longueur du pendule et les avantages des instruments de Lenoir⁸, présentant une graduation décimale, dont Méchain⁹ et Delambre¹⁰ se servent pour mesurer l'arc terrestre compris entre Barcelone et Dunkerque. Selon eux, la numération décimale apporte à de tels travaux plus de rapidité et de précision.

³ Charles Gilbert Romme (1750 – 1795) : homme politique français, créateur du calendrier révolutionnaire.

⁴ Denis Diderot (1713 – 1784) : écrivain français.

⁵ Jean Le Rond d'Alembert (1717 – 1783) : mathématicien et philosophe français ; son génie précoce de mathématicien lui valut d'être élu à vingt-trois ans à l'Académie des sciences (1741).

⁶ Charles de Borda (1733 – 1799) : mathématicien, physicien et marin français ; il participa, entre autres, à la mesure de l'arc de méridien pour l'établissement du système métrique.

⁷ Pierre-Louis Berthoud (1754 – 1813) : horloger français d'origine neuchâteloise.

⁸ Etienne Lenoir (1744 – 1832) : ingénieur français ; il réalisa en 1784 le "cercle répétiteur", inventé par Charles de Borda, le mètre étalon provisoire de 1793 et l'étalon définitif de 1799.

⁹ Pierre Méchain (1744 – 1804) : astronome français.

¹⁰ Jean-Baptiste Joseph Delambre (1749 – 1822) : astronome français.

En présentant le projet de la nouvelle mesure du jour, Gilbert Romme – dont les inclinations et la formation sont celles d'un mathématicien – reprend les remarques des savants de l'Académie dans son argumentation. Il souligne que les astronomes français ont fait quelques changements à la division de leurs instruments, qui tendent à rendre les opérations plus promptes et plus exactes ; le perfectionnement sera complet lorsque le temps sera soumis à la règle simple et générale de tout diviser décimalement. Il rappelle qu'on a construit quelques montres d'observation où le jour est divisé en parties décimales et, emporté par l'enthousiasme, il précise qu'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.

Ces arguments, invoqués en faveur de la décimalisation de l'heure, sont publiquement exposés dans l'Instruction sur l'ère de la République destinée à l'information des citoyens :

La division de l'heure en soixante minutes, de la minute en soixante secondes, est incommode dans les calculs, ne correspond plus à la nouvelle division des instruments d'astronomie, si utiles pour la marine et pour la géographie ; la division décimale donne au travail plus de célérité, plus de facilité et de précision.

Le souhait d'uniformiser le système des mesures est également décisif dans le choix des nouvelles unités de temps. En les instituant, la Convention complète la loi adoptée, le 1^{er} août 1793, sur la division décimale des poids ainsi que des mesures de longueur, de superficie et de capacité.

Favorables à l'établissement de l'heure décimale, les savants l'appliquent dès le mois de vendémiaire (22 septembre au 21 octobre), sans attendre le décret de frimaire (21 novembre au 20 décembre). Ainsi, Antoine-Laurent de Lavoisier¹¹, dans une lettre de convocation aux membres de la Commission des poids et mesures, pour le 13 octobre (22 vendémiaire), s'exprime selon les nouvelles règles : Vous êtes prié, citoyen, de vous rappeler que la Commission des poids et mesures s'assemblera dorénavant les 2, 5 et 8 de chaque décade, à 7 heures décimales très précises (4 heures 48 minutes après-midi vieux style).

Autant de zèle n'est pas exigé du commun des citoyens. Mesurant le bouleversement des habitudes et l'importance des transformations sur les garde-temps qu'il entraîne, les députés ne rendent le temps décimal obligatoire qu'à partir du 22 septembre 1794 (1^{er} vendémiaire, an III). Pour faciliter son introduction dans la vie quotidienne, ils publient des instructions destinées à informer le public et les horlogers.

¹¹ Antoine-Laurent de Lavoisier (1743 – 1794) : chimiste français ; député suppléant aux Etats généraux de 1789, il fut nommé en 1790, membre de la Commission pour l'établissement du nouveau système des poids et mesures.

Les instructions données aux horlogers

Imprimés en grand nombre pour propager la réforme, les almanachs comportent des tables de concordance entre les heures anciennes et nouvelles. Les plus complets possèdent des tableaux comparatifs, pour chaque mois, entre les heures des levers et des couchers du soleil, et de la lune.

Deux tables de conversion accompagnent le décret, l'une pour réduire les heures, minutes et secondes anciennes en heures, minutes et secondes décimales, l'autre pour effectuer l'opération inverse. Notons que les tierces décimales (centièmes) sont introduites : une seconde ancienne équivaut à une seconde et 16 tierces décimales ; une minute ancienne est égale à 69 secondes et 44 tierces décimales. Le jour traditionnel de 24 heures, comprenant 1'440 minutes ou 86'400 secondes, vaut un jour décimal de 10 heures, composé de 1'000 minutes ou 100'000 secondes.

Outre les almanachs, les manuels destinés à vulgariser l'emploi du système décimal dans les poids et mesures présentent aussi les unités de temps nouvelles comparées aux anciennes et la manière de les utiliser.

Des exemples expliquent parfois l'usage des tableaux. Aussi clairs qu'ils soient, les tableaux de concordance n'offrent pas l'avantage d'un cadran d'horloge où la correspondance des heures est immédiatement lisible. Le grand travail de la réforme incombe aux horlogers.

Dès la promulgation du décret, les députés sont conscients que le succès de la décimalisation du temps dépend, en grande partie, des artisans qui, par leurs montres et leurs pendules, ont le pouvoir de l'introduire dans la vie quotidienne des Français. Deux pages de recommandations leur sont adressées dans l'Instruction sur l'ère de la République. On leur demande de trouver les moyens les plus simples, les plus expéditifs, les plus exacts et les plus économiques pour diviser le jour de minuit à minuit en 10, 1'000 ou 100'000 parties.

Les conseils de l'Instruction concernent particulièrement la composition des cadrans et la fonction des aiguilles.

Pour familiariser progressivement le public avec l'heure décimale, le Comité d'instruction publique propose de partager le cadran en deux parties, dont l'une porterait la division en 12 heures, et l'autre la division en 5 heures ; une même aiguille indiquerait à la fois les deux divisions. Cette disposition imaginée par Gilbert Romme, président du comité, a l'avantage de présenter une comparaison claire et simple des heures.

La simplicité, l'économie sont les qualités primordiales réclamées des travaux des horlogers. Pour les usages les plus ordinaires, des montres à une seule aiguille sont préconisées. Les mouvements anciens doivent être conservés et adaptés au nouveau système en y faisant le moins de changement possible.

Dans les horloges, le comité suggère de supprimer la minuterie, agrandir le cadran, en laissant subsister l'ancienne division, et sur le pourtour présenter les dix heures décimales en deux tours concentriques afin qu'elles correspondent aux heures duodécimales.

Les premiers travaux

L'un des premiers artisans qui consacre des travaux à l'établissement de la réforme est Hanin¹², établi dans l'île de la Cité, à Paris, au Marché-Neuf N° 50. Il se présente comme « Balancier-Mécanicien », et non comme horloger, sa spécialité étant sans doute la construction des balanciers et pendules réglant les mouvements d'horloges.

Le 27 septembre 1793, il présente au Comité d'instruction publique un modèle de cadran marquant la concordance des heures et minutes anciennes avec les nouvelles. La proposition de le faire graver pour l'insérer dans l'Annuaire qui sera édité pour la seconde année de la République est acceptée. Le 25 novembre (5 frimaire an II), il livre son travail définitif qui lui vaut, pour son zèle, une mention honorable. La moitié du jour divisée en douze heures, marquées en chiffres romains, est mise en correspondance avec la moitié du jour divisée en cinq heures, indiquées en chiffres arabes. Une décision du Comité, en date du 18 janvier 1794 (29 nivôse an II) stipule qu'une somme de 1874 livres lui sera payée pour les dix mille exemplaires de son cadran qu'il a fournis à Baudouin¹³, imprimeur de la Convention, pour être joints à l'Almanach.

Tandis qu'elle adopte le premier décret sur l'ère républicaine, le 5 octobre 1793, la Convention ordonne de faire exécuter rapidement une pendule décimale pour la salle des séances. Le même jour, Romme et un autre membre du comité, Arbogast¹⁴, sont chargés de rédiger un programme de concours pour l'exécution de cette horloge. Deux jours plus tard, la discussion des députés s'ouvre sur sa construction. Le lendemain, 8 octobre (17 vendémiaire), la Convention accepte une pendule astronomique décimale présentée par Robin¹⁵.

La description de son auteur nous apprend qu'elle possède une sonnerie décimale et un remontoir d'égalité, invention chère au constructeur. Elle est munie d'un pendule à gril sur lequel est ajusté un pyromètre à cadran d'émail. Son cadran est divisé en dix heures, cent minutes, cent secondes. Le mouvement est logé dans un pilastre en bois d'acajou, dont les panneaux sont de glace qui laissent voir tout l'intérieur.

Ce décor paraît, sans doute, insuffisant aux députés puisqu'on peut lire dans le Moniteur du 2 janvier 1794 (13 nivôse an II) un arrêté signé par Robin, désigné comme président, à propos d'un concours pour la décoration de la pendule qui sera placée dans la salle. Les modèles et esquisses des artistes seront placés sur des chevalets du 20 au 30 nivôse, dernier délai, dans la salle des conférences.

Les 31 mars (11 germinal) et 6 avril (17 germinal), Villar¹⁶ et David¹⁷, le peintre, sont nommés pour s'entendre avec les membres du Comité des inspecteurs de la Salle au sujet de la conservation des modèles exposés. Il s'agit sans doute de modèles, en terre cuite, de motifs ou sujets en bronze. Cette hypothèse est affirmée par la mention de leur présentation sur « des chevalets », et la note de l'arrêté signalant que les citoyens Fiquet¹⁸ et Sergent¹⁹ sont chargés de recevoir les morceaux présentés. Le résultat du concours nous est inconnu, et aucune des horloges de Robin – dont nous avons connaissance – ne peut être assimilée à cette œuvre. Néanmoins, nous pouvons la rapprocher d'un régulateur conservé au Musée Lambinet, à Versailles.

¹² Guillaume Emmanuel Hanin : auteur du Compas Métromètre lequel indique avec précision le rapport entre les anciennes et nouvelles mesures linéaires. Il devient membre de la Société des inventions et découvertes le 11 pluviôse an V (30 janvier 1797).

¹³ François-Jean Baudouin (1759 – 1835) : libraire, éditeur, imprimeur et homme politique français.

¹⁴ Louis François Antoine Arbogast (1759 – 1803) : mathématicien, avocat et homme politique français d'origine alsacienne.

¹⁵ Robert Robin (1742 – 1799) : horloger français. Il fut l'horloger du Roi Louis XVI.

¹⁶ Noël-Gabriel-Luce Villar (1748 – 1826) : homme d'Eglise et homme politique français.

¹⁷ Jacques-Louis David (1748 – 1825) : peintre, académicien, conventionnel français.

¹⁸ Jean-Jacques Fiquet (1747 – 1824) : homme politique de la Révolution française.

¹⁹ Antoine Louis François Sergent dit Sergent-Marceau (1751 – 1847) : peintre et graveur français.

Comme le régulateur de la Convention, celui-ci possède un remontoir d'égalité, un pendule à gril muni d'un pyromètre en émail, une gaine en acajou vitrée surmontée d'un chapiteau. La platine du mouvement porte une inscription gravée : Pendule à seconde Décimale par Robin Membre de la Société des inventions et découvertes de France. Le pendule est signé : Pendule de compansation (sic) Par Robin aux Galeries du Louvre A PARIS. Le cadran et le mouvement ont été transformés pour être adaptés à l'heure duodécimale et au calendrier grégorien, après 1805, par l'un des fils Robin qui a apposé son nom sur le cadran actuel. Son mécanisme n'a jamais comporté de sonnerie.

Les recherches de Robert Robin sur les nouveaux garde-temps ne se bornent pas aux horloges. En présentant sa pendule à la Convention, il signale qu'il a conçu une montre à répétition sonnante aussi les minutes de dix en dix.

Dès la fin de l'année 1793, il publie ses travaux sur les montres décimales dans le mémoire contenant, à titre principal, la description de l'échappement libre qu'il a inventé deux ans auparavant.

En proposant des solutions pour adapter les montres à la nouvelle division, l'horloger répond aux vœux formulés par la Convention. Le premier moyen consiste à faire un cadran en dix heures et à changer la minuterie. Le deuxième, plus économique, se limite à la modification du cadran qui comporte sous la division en douze heures, celle en cinq heures, le V étant placé à midi. Les heures décimales étant divisées en dix parties, l'aiguille des heures indique, outre l'heure dans les deux systèmes, les minutes décimales de dix en dix. L'aiguille des minutes marque seulement la traditionnelle division sexagésimale.

Dans la même publication, Robin indique avec minutie la manière de construire une bonne montre à cadran décimal. Il constate des avantages dans la construction des nouvelles montres : la marche plus lente des mobiles réduit l'usure provoquée par les frottements ; la diminution des tours de la fusée facilite le logement de la chaîne et favorise l'exécution des montres plates qui sont à la mode.

Les relations privilégiées entretenues par Louis Berthoud avec les membres de l'Académie des Sciences le conduisent à construire des pièces décimales dès l'année 1792. L'horloger est introduit, à double titre, dans le milieu des savants du temps : d'abord par son oncle et maître, Ferdinand Berthoud²⁰, auteur de nombreuses pendules à l'usage des astronomes, dont il dirige l'atelier à partir de 1785 ; et par son mariage, en 1784, avec Thérèse Bézout²¹, nièce et fille adoptive du géomètre Etienne Bézout²², mathématicien, membre de l'Académie.

Le 1^{er} mai 1792, Louis Berthoud reçoit de Cassini²³, directeur de l'Observatoire, la somme de 500 livres en acompte de la commande d'une pendule astronomique réalisée selon le système de l'heure décimale.

Les liens étroits de l'horloger avec les savants et, en particulier les membres de la Commission des poids et mesures, sont révélés par ses deux montres décimales construites pour Borda et Lavoisier. La commande des deux savants est la preuve tangible de l'intérêt de la communauté scientifique pour la decimalisation du temps, notamment exprimé dans ses rapports à la Convention.

Selon Catherine Cardinal / *La Révolution dans la mesure du temps*

²⁰ Ferdinand Berthoud (1727 – 1807) : horloger et chercheur neuchâtelois. Il accède à la maîtrise d'horloger à Paris en 1753.

²¹ Thérèse Bézout (1762 – 1832) : fille adoptive d'Etienne Bézout, épouse de l'horloger Pierre-Louis Berthoud.

²² Etienne Bézout (1730 – 1783) : mathématicien, académicien et enseignant français.

²³ Jean-Dominique Cassini (1748 – 1845) : astronome et cartographe français.

Les débuts de la métrologie en Suisse

L'échange des biens exigeant des valeurs de référence pour le mesurage et la pesée ainsi qu'une multiplicité d'unités de mesure très différentes apparut en Suisse de bonne heure déjà, et partout dans le monde. A l'origine, elles variaient de ville à ville ; pis encore, sous le même nom, on désignait des quantités changeant selon les contrées.

*Avec l'extension des relations commerciales au XVIII^{ème} siècle et les progrès de la science et de la technique, on finit toutefois par prendre conscience de plus en plus nettement, des difficultés et des tracasseries qu'apportait le fatras des unités. D'où la première tentative, en 1801, d'introduire en Suisse aussi, le **système métrique** existant en France depuis 1795.*

Ce système de mesures ne rencontra d'abord aucun succès dans notre pays. Il s'écartait trop des habitudes, d'où son échec. Néanmoins, il ouvrait des perspectives pour l'avenir.

*En 1835, douze cantons signèrent un concordat par lequel chacun d'eux s'engageait à utiliser le **système métrique** et l'**échelle décimale** tout en gardant, dans la mesure du possible, la terminologie traditionnelle de la livre et du pied.*

En 1851, la Confédération, s'appuyant sur la Constitution de 1848, déclarait :

- *le **système métrique** et l'**échelle décimale** obligatoire pour toute la Suisse et,*
- *en 1868, introduisait par une loi **ledit système métrique** en concurrence avec les mesures préexistantes.*

*L'unification de la métrologie laissant toujours à désirer en raison de ce bilatéralisme au niveau des cantons, la Suisse décida en 1875, d'abolir le concordat et de ne laisser subsister que le **système métrique**.*

En même temps, elle adhéra au titre de membre fondateur, à la Convention internationale du mètre visant à l'instauration d'unités mondialement reconnues.

Le Système International d'Unités

La signature de la Convention du mètre avait uniformisé au niveau international, les unités de référence de la longueur, de la surface, du volume et du poids. Toutefois, au cours de la rapide évolution technique de la fin du XIX^{ème} siècle, il apparut avec toujours plus d'évidence que les nombreuses unités déjà existantes des autres domaines de la physique réclamaient, elles aussi, une standardisation.

Ce besoin découlait de la constatation que dans la nature "tout se tient" et que le nombre d'unités résultant de l'étude isolée des phénomènes naturels étaient superflues. Ainsi, par exemple, on avait établi que la puissance représente la même grandeur physique en électricité, en thermodynamique et en mécanique, et qu'une seule unité suffirait. Or, à cette époque, on employait trois unités différentes difficiles à ramener l'une à l'autre :

- *le watt dans la première de ces disciplines,*
- *la calorie-heure dans la seconde et*
- *le cheval-vapeur dans la dernière.*

Les efforts déployés pour établir un système d'unités uniforme et cohérent aboutirent en 1901 à celui proposé par l'ingénieur italien Giorgi, qui reposait sur les unités de base : mètre, kilogramme, seconde et ohm.

*En se développant, il devint le MKSA (système mètre – kilogramme – seconde – ampère), reconnu internationalement en 1948, et dont est issu par l'adjonction de trois autres unités de base, le **Système International d'Unités (SI)** adopté en 1960 par la 11^{ème} Conférence générale des poids et mesures.*

La structure du Système International d'Unités

Le SI est conçu de façon rigoureusement scientifique. Il se fonde sur sept unités de base au moyen desquelles on peut en principe mesurer toutes les grandeurs physiques.

Le nombre de sept ne doit rien au hasard : il est déterminé par celui des grandeurs physiques dans le système qui sont considérées comme indépendantes. Etant donné que le nombre des grandeurs qu'on veut utiliser en physique dépasse de sept le nombre des équations de détermination (équations de définition et lois naturelles), on a besoin de sept unités pour rendre mesurables les grandeurs physiques. On les appelle des unités de base.

Les sept unités de base sont :

- le mètre (la longueur),
- le kilogramme (la masse),
- la seconde (le temps),
- l'ampère (l'intensité du courant électrique),
- le kelvin (la température thermodynamique),
- la mole (la quantité de matière),
- la candela (l'intensité lumineuse).

La seconde est définie comme étant 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.

*Bien que, d'après les connaissances actuelles, toute grandeur physique mesurable puisse se ramener à une combinaison des sept unités de base, on donna des noms particuliers à certaines combinaisons utilisées pour des grandeurs physiques d'usage courant. A titre d'exemple, mentionnons la grandeur <force>, dont l'unité se définit comme le kilogramme fois mètre divisé par des secondes au carré ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$), mais qu'il est possible de désigner également sous le nom de <newton>. Ces unités dérivées forment avec les unités de base les unités SI proprement dites. **Une propriété importante des unités dérivées est leur cohérence : elles se forment toutes par une combinaison d'unités de base, dans lesquelles apparaît seul le facteur numérique 1. Cela met fin aux calculs de conversion fort compliqués, qui, naguère encore s'imposaient, en partie du moins.***

Citons comme exemple l'ancienne unité de force kilopond qu'il fallait multiplier par le facteur numérique 9,80665 pour la convertir en $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$.

La division décimale de la mesure du temps

La montre Comparative est née

(2007 version 1) / (2021 version 2)

L'heure et la minute sont des unités de temps acceptées par le Système International d'Unités (SI). Elles n'ont pourtant pas de relation *cohérente*, leur rapport étant sexagésimal, alors que le SI cherche à définir des unités ayant un rapport décimal. Ainsi, les unités de temps données en minutes ou en heures demandent des conversions. La seconde est fractionnée de façon **décimale**, alors que l'heure et la minute le sont de façon **sexagésimale**.

Exemples

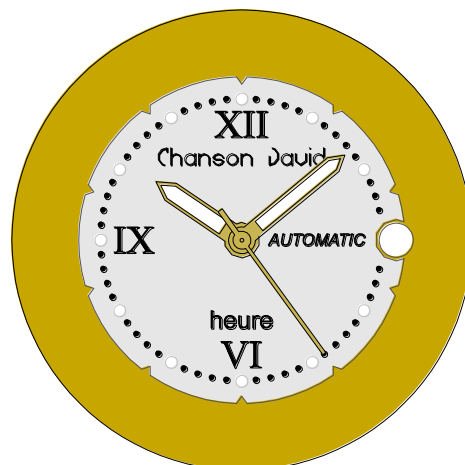
- La durée d'un film est en général indiquée en minutes ; une conversion doit donc être effectuée afin de déterminer le nombre d'heures ;
- Les disciplines sportives sont chronométrées en heures, minutes, secondes, dixièmes, centièmes et millièmes de seconde.

Sur le cadran (fig. 6), la position des aiguilles précise 10 heures, 8 minutes et 24 secondes.

Fig. 6

La seconde, actuelle unité de base de la mesure du temps, n'est ainsi pas compatible avec le système décimal. Afin de le rendre cohérent, il est nécessaire de concevoir une nouvelle unité.

La logique mathématique et le SI plaident en faveur d'une division décimale de la mesure du temps. **La division de la durée du jour calendaire moyen** (actuellement 24 heures, soit deux fois 12 heures) **en 2 x 10 unités est en adéquation avec le SI.**



L'unité de temps décimale est **la divide** (division décimale).

Langue	Verbe	Nom	Adjectif
Latin	dividere	divisio	decimalis
Français	diviser	division	décimal - e
Allemand	dividieren	Division	dezimal
Anglais	to divide	division	decimal
Espagnol	dividir	división	decimal
Italien	dividere	divisione	decimale
Néerlandais	verdeling	divisie	decimale

Toutefois, le remplacement de la division sexagésimale par une division décimale de la mesure du temps demande une période d'adaptation, d'où la nécessité de concevoir un affichage comparatif et concomitant sur un cadran à deux échelles des deux types de mesure du temps.

Imaginé en 1999, un concept de montres révolutionnaires propose sur un cadran double échelle, l'affichage simultané des divisions sexagésimales – à savoir **l'heure et la minute** – et décimale – **la divide** – de la mesure du temps.

Sur le cadran (fig. 7), l'extrémité de l'aiguille des heures indique la correspondance de l'unité décimale par rapport aux unités sexagésimales.

La montre Comparative (fig. 8) est née.

Langue	Verbe	Nom	Adjectif
Latin	comparare	comparatio	comparativus
Français	comparer	comparaison	comparatif - ive
Allemand	vergleichen	Vergleich	vergleichend
Anglais	to compare	comparison	comparative
Espagnol	comparar	comparación	comparativo
Italien	comparare	comparazione	comparativo
Néerlandais	compareren	vergelijking	comparatief

Fig. 7

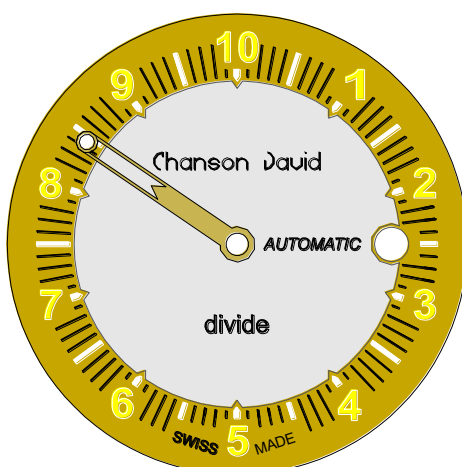
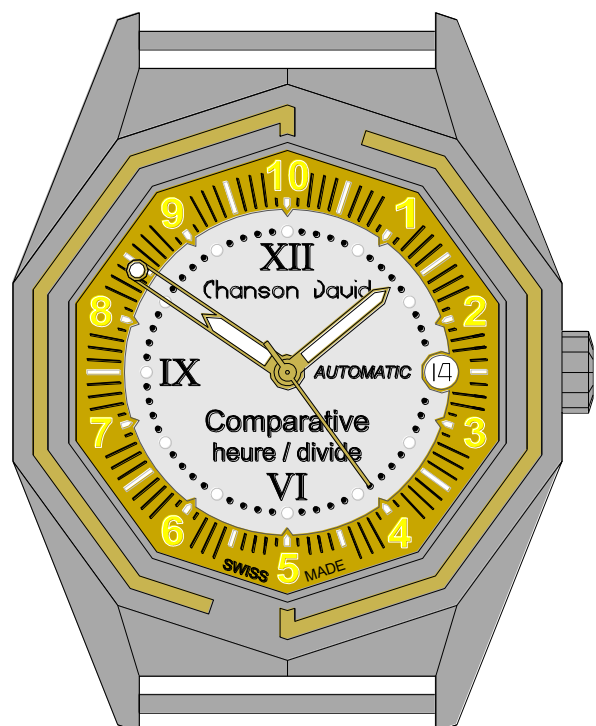


Fig. 8



2.1



2.2



2.3



2.4



2.5



2.6



2.7



2.8



Chanson David

Janvier 2026