La gnomonique, une mesure du temps

Élisabeth HEBERT
ASSP, IREM de Rouen

La vie sociale et professionnelle des XV^{e} et XVI^{e} siècles n'impose en rien une relation au temps semblable à celle que nous connaissons aujourd'hui. Néanmoins, une nette évolution se fait sentir dans la mesure du temps au cours de ces siècles.

D'un point de vue technique, les instruments de mesure du temps sont multiples aux XV^{e} et XVI^{e} siècles ; nous mentionnons ici les plus répandus. Les clepsydres, horloges à eau héritées de l'Antiquité, sont encore d'usage mais en voie de disparition. Par contre, les sabliers apparus au XIV^{e} s. sont largement répandus, du moins dans certains domaines comme celui de la navigation. Clepsydres et sabliers mesurent une durée, ils mesurent des heures égales. Les horloges mécaniques, timidement apparues au XIII^{e} siècle, se répandent aux XV^{e} et XVI^{e} siècles dans les lieux généralement publics (beffrois, …), parfois comme objet de prestige chez des particuliers.

Mais l'instrument qui symbolise la mesure de l'heure pour ces siècles est le cadran solaire. La gnomonique, la science des cadrans solaires (initialement celle des gnomons dont l'ombre indique l'heure) est un des domaines constitutifs des mathématiques de cette époque. Les traités de mathématiques sont rares au XV^{e} siècle, beaucoup plus nombreux avec l'explosion de l'imprimerie. La plupart des traités européens de ce siècle comportent un chapitre de gnomonique : Apian, Munster, Oronce Fine, Clavius, Salomon de Caus… La gnomonique présentée dans les différents traités varie peu et l'iconographie – souvent de qualité – est parfois identique d'un traité à l'autre.

Mais la gnomonique ne naît bien évidemment pas avec ce siècle : des cadrans solaires étaient déjà utilisés par les Égyptiens ou les Babyloniens ; ils sont tous bien connus des arabes. La gnomonique se développera plus encore au XVII^{e} siècle et donnera naissance à des types de cadrans scientifiquement plus élaborés (cadran analemmatique, cadran magnétique, …).

Différents types de cadrans solaires

Présentation

La page 146 des *Rudimenta Mathématica* du savant allemand Sébastian Munster (1488-1552) présente les différents cadrans communément utilisés à cette époque en deux images. Le titre de cette partie, « de horologiorum descriptione », fait référence aux horloges (mot qui dérive d'« heure », ωρα en grec, hora en latin), instruments permettant la mesure de l'heure : on parle d'horloge à eau, d'horloge à sable, d'horloge mécanique, d'horloge solaire.

Le terme « cadran solaire » renvoie souvent aujourd'hui à un seul type de cadran, le cadran vertical. Les musées d'Europe conservent bien d'autres types de cadrans, en particulier des cadrans portatifs pouvant être réglés en fonction de la latitude du lieu. De formes très variables, un cadran solaire comporte toujours un gnomon, tige dont l'ombre atteint une graduation. Ces graduations sont construites de manière scientifique ; elles font l'objet de constructions géométriques. Elles dépendent de l'orientation du gnomon, de la latitude du lieu, de la position de la surface graduée…

En observant la page de S. Munster, on remarque qu'en ce début du XVI^{e} siècle, les lois de la perspective sont encore fort mal respectées. En particulier les gnomons des cadrans verticaux, horizontaux et équatoriaux qui devraient tous être parallèles (puisque tous orientés vers l'Étoile polaire) sont absents ou dans d'étranges positions. Par ailleurs, les tailles relatives des objets ne sont pas respectées ; dans la réalité certains cadrans sont petits car portatifs, d'autres sont nettement plus imposants car placés sur des murs ou des monuments.

Description de la gravure supérieure

En haut, sur la partie droite de l'image du haut de la page146, on observe trois cadrans verticaux ordinaires : les graduations sont placées en arc de cercle, le gnomon planté dans le Soleil apparaît sur un seul cadran.

Au dessus du bandeau marqué 1531 un cadran vertical, sorte de quadrillage : les lignes horaires sont placées sur des lignes concourantes plutôt « verticales », les « courbes horizontales » sont parcourues par l'ombre d'un certain point du gnomon pour un jour donné, on les appelle « courbes de déclinaison » car chacune est la trace du Soleil en une journée pour une déclinaison donnée du Soleil. Pour ne pas avoir à tracer 365 lignes, on choisit souvent un jour par mois : le jour où l'on entre dans un nouveau signe zodiacal. Ces lignes servent à se repérer dans l'année ; elles tiennent lieu de calendrier.

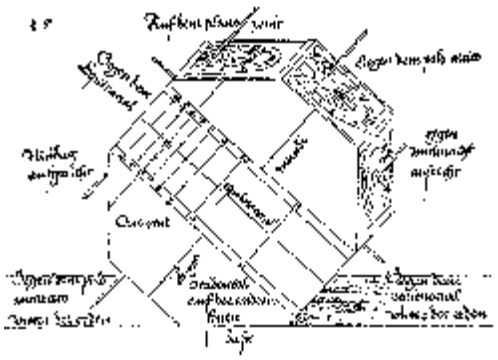
En bas, à droite un cadran horizontal (il manque le gnomon), puis un demi-cube portant sur une face inclinée un cadran équatorial formant un faisceau de graduations régulièrement écartées de 15°, et sur l'autre face qui lui est directement perpendiculaire, un cadran dit polaire ayant toutes ses graduations parallèles.

Enfin, en haut à gauche, un cadran portatif de la forme d'un quart de cercle, dit cadran de hauteur. Les lignes horaires sont des arcs de cercle permettant la lecture des heures saisonnières (6 heures pour le jour, 6 heures pour la nuit).

Description de la gravure inférieure

Sur la gravure du bas de la page 16, on observe une composition de cadrans sculptés dans un bloc pierre, orientés plein Sud. Sur cette composition, de haut en bas on remarque : à l'horizontal un cadran solaire sphérique, puis sur une des faces inclinées un cadran équatorial avec une graduation circulaire régulière, et encore un cadran vertical avec une graduation irrégulière en arc de cercle : le gnomon incliné de ce cadran vertical sert aussi de gnomon au cadran horizontal inférieur. Enfin, tout en bas, sur la face verticale de la composition, un cadran vertical avec les lignes de déclinaison pour chaque signe du zodiaque. Et pour finir, sur la face latérale, un cadran vertical orienté plein ouest avec ses lignes horaires toutes parallèles.

A noter que ce type de composition est répandue au XVI^{e} siècle. Plusieurs auteurs en donnent des variantes ; nous reproduisons en exemple celles de Dürer et de Bullant.



Albrecht Dürer
Underweysung des Messung, 1525
L'art de la mesure. Réédition en français en 1995

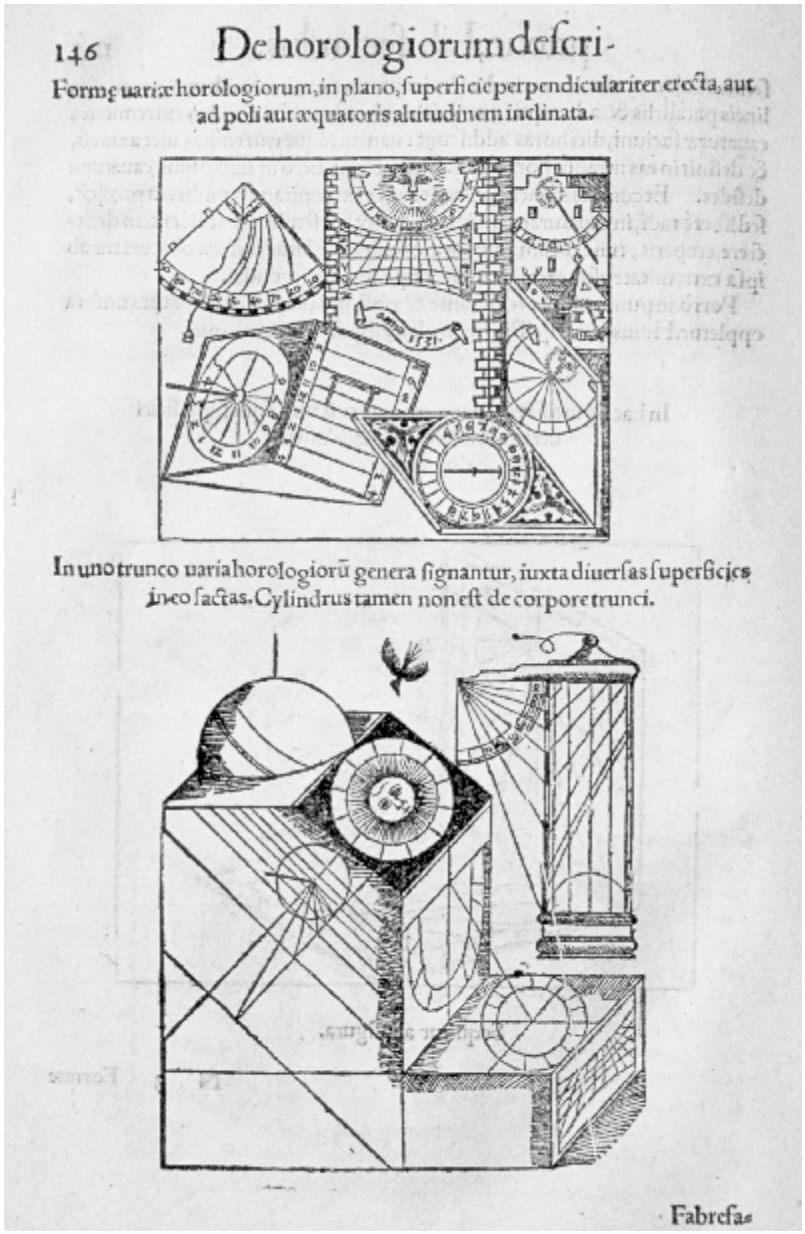
Jehan Bullant
Recueil d'horlogiographie,
1561. BM Rouen

Derrière la composition en pierre, on peut observer un cadran de berger. Ce cadran cylindrique est de petite taille car portatif. Les graduations du cylindre sont

construites pour une latitude donnée ; ce cadran n'est donc pas conçu pour les grands voyages. Le gnomon est une tige perpendiculaire au cylindre. En l'absence de trigonométrie, le faisceau de lignes placé sous le gnomon sert uniquement à assurer la construction géométrique des graduations du cylindre. Le cadran final ne comporte pas ce faisceau ; ce qui n'a rien de surprenant puisqu'on trouve souvent dans les figures de cette époque des représentations comportant plusieurs niveaux d'informations.

La page 146 de Sébastian Munster, 1531

Page issue de *Rudimenta Mathématica*, lib. second : de horologiorum descriptione
Bibliothèque Municipale de Rouen.



146 De horologiorum deſcri-

Formę uariæ horologiorum, in plano, ſuperficie perpendiculariter erecta, aut ad poli aut æquatoris altitudinem inclinata.

In uno trunco uaria horologiorū genera ſignantur, iuxta diuerſas ſuperficies ineo factas. Cylindrus tamen non eſt de corpore trunci.

Fabrefa-

Diversité des heures à la Renaissance

Présentation

Depuis l'antiquité plusieurs heures sont en usage, l'heure n'est pas infailliblement la vingt-quatrième partie du jour solaire. On distingue, avec des noms qui peuvent varier :
* l'heure saisonnière : la nuit et le jour sont divisés chacun en douze parties égales. Compte tenu des saisons, la durée de ces heures varie.
* l'heure solaire : la vingt-quatrième partie d'un jour solaire, durée entre deux passages successifs du Soleil à sa hauteur maximale (midi Soleil). L'heure solaire s'obtient en référence à une rotation, soit du Soleil autour de la Terre si l'on se place dans le modèle de Ptolémée, soit une rotation (en réalité un peu plus) de la Terre si l'on se place dans le modèle de Copernic. Les heures solaires sont de durée égale, ou presque... Avec le besoin de précision, on est amené au XVII^{e} siècle à distinguer l'heure solaire de l'heure solaire moyenne. En effet, les jours solaires ne sont pas tous égaux, ils peuvent varier de plus ou moins seize minutes. On appelle « heure solaire moyenne » la vingt-quatrième partie d'un jour solaire moyen. C'est l'heure des horloges et bien sûr celle que nous utilisons aujourd'hui.

Les heures solaires se généralisent au XV^{e} et XVI^{e} siècles, néanmoins l'origine des heures peut aussi varier. De ce fait, on distingue à cette époque pour l'essentiel :
* les heures italiques : elles prennent pour origine le coucher du Soleil et sont utilisées en Italie à cette époque.
* les heures babyloniques : elles indiquent le temps écoulé depuis le lever du Soleil. Elles étaient utilisées en Mésopotamie. A cette époque, elles le sont encore à Nuremberg, à Majorque…
* les heures astronomiques : ces heures solaires ont pour origine midi et permettent aux astronomes qui observent la nuit d'observer sur une nuit appartenant à un même jour.
* les heures communes : ayant pour origine minuit, elles permettent un changement de jour en cours de nuit. Autrefois utilisées par les Égyptiens et les Romains, elles sont en usage aux XV^{e} et XVI^{e} siècles dans la plupart des pays d'Europe. L'utilisation de minuit pour origine du jour a été fixée par une convention internationale au début du XX^{e} siècle.

Pour tenir compte de cette diversité, certains astrolabes et cadrans solaires comportent des lignes permettant de lire différents types d'heures.

On observera que Stöffler (1452-1531), astronome et mathématicien allemand, dans son *traité de la composition et fabrique de l'astrolabe* adopte un vocabulaire parfois différent de celui que nous avons retenu ; celui-ci est effectivement très fluctuant d'un traité à l'autre. Pour notre part, nous avons préféré

retenir dans cette profusion des noms qui, de notre point de vue, font sens et ne sont pas ambigus.

Stöffler : propos sur les heures égales et inégales (1560)

Traité de la composition et fabrique de l'astrolabe de Jean Stöffler, traduit du latin par Pierre de Mesmes. 1560. Disponible sur Gallica. Pages 82 verso à 84

> Et est dit jour naturel[1], pource qu'il n'est point diversifié en diverses habitations, mais est sensiblement est egal à toutes les habitations de la terre : ce que n'est pas du jour artificiel, comme je diray bien tost. Le jour naturel, selon les romains, commence à my-nuict : selon les Babyloniens & Chaldées, à Soleil levant : selon les Juifs & Atheniens, à Soleil couchant : selon les Astronomiens, il commence à midy. De la difference des jours naturels, moyens, & apparens, Ptolemée en dispute amplement au tiers de son Almageste. Le jour artificiel[2], est la revolution ou circuition, que fait le Soleil sur l'Horizon[3] : c'est à dire, le temps par lequel est mesurée icelle revolution, c'est à dire, le mouvement du Soleil en notre hemisphere. Et est dit artificiel, pour autant qu'il est divers selon les diverses parties de la terre habitable : & est aussi pour autant que l'habitation de terre est aucune chose artificielle, laquelle procede par art & volonté : car c'est chose volontaire qu'on habite en tel lieu, ou en tel : pourtant à bon droit est dit artificiel.
>
> Mais la revolution du Soleil sous terre, c'est à dire, le temps, par lequel iceluy mouvement est mesuré, est appellé la nuict artificielle. Et pourtant ce que communément par tout on divise par heures, tant le jour naturel que l'artificiel, & la nuict aussi : il convient sçavoir, qu'il y a deux manieres d'heures : les unes qui sont Equinoctiales[4] : & les autres, temporelles[5].
>
> L'heure Equinoctiale, que nous appelons egale[6], est la vingtquatrieme partie du jour naturel : c'est à sçavoir, le temps, auquel quinze degrez de l'Equinoctial montent et lievent. Et est dite Equinoctiale, pour autant qu'elle est faite par l'Equinoctial. Et est dite egale, selon l'estimation du commun peuple, pour raison de la régularité & egalité du mouvement dudit Equinoctial. J'ai dit, selon l'estimation du commun peuple : car selon la

[1] Aujourd'hui encore le mot « jour » a, en français, deux acceptions : d'une part, l'espace de temps réglé par la rotation de la Terre, espace de vingt-quatre heures, dit jour naturel par Stöffler, et d'autre part le temps pendant lequel le Soleil éclaire l'horizon, que cet auteur appelle jour artificiel. Certaines langues possèdent deux mots différents pour désigner « jour » .

[2] S'il fait jour en un lieu, ceci n'est pas vrai sur toute la Terre : faire jour est donc « artificiel ».

[3] Comme il apparaît à l'observation, selon le modèle de Ptolémée la Terre est fixe et le Soleil tourne autour de la Terre.

[4] L'heure équinoctiale correspond à une rotation de 15° de la sphère des fixes autour de l'axe des pôles. Elle correspond à une observation du mouvement de 15° sur l'équateur, trajectoire du Soleil aux équinoxes.

[5] L'heure saisonnière est ici appelée temporelle, naturelle, inégale, ou encore « heure de planette ».
Attention : le jour naturel ne génère pas les heures naturelles ! La terminologie est inversée

[6] L'heure solaire est appelé équinoxiale ou égale.

verité precise, il conviendrait quelque peu adjouster ausdits quinze degrez de l'Equinoctial, pour raison de mouvement naturel du Soleil, qu'il fait contre le mouvement du premier mobile[7], pendant que quinze degrez montent : mais parce que telle addition est moult petite, le commun peuple n'en tient compte, & l'estime pour rien[8]. Ceste heure equinoctiale, ou egale, selon aucuns, est dite heure du Soleil, pour ce que nous la cognaissons par le mouvement d'iceluy. Mais l'heure temporelle, ou naturelle ou inegale, ou heure de planette, est la douziesme partie du jour artificiel, ou de la nuit semblablement. Et est à sçavoir que ces heures temporelles, ou inegales, commencent au Soleil levant, & les heures inegales de la nuict à Soleil couchant. Ces heures sont celles, desquelles usaient les anciens, qui divisaient tous les jours en douze heures égales, & semblablement les nuicts. Et pour autant qu'ils les divisaient, ou distinguaient, selon la domination & gouvernement des planettes, par lesquels ils disaient et croyaient les choses de ça bas estre regies et disposées : à ceste cause ils les appelaient heures naturelles, planetaires[9], ou temporelles : lesquelles à present nous appellons inegales, pour autant que les jours artificiels ne sont pas entre eux egaux : mais presque toujours sont inegaux entre eux, & avecques les nuicts. Pour autant ensuyt que les heures d'un jour ne sont pas egales aux heures d'un autre jour, ny aux heures de la nuict : mais plus tost les heures des plus gras[10] jours sont les plus grandes, & celles des plus courts sont les moindres. Et pourtant en aucun temps sont plus grandes, qu'en autre[11] : car l'heure déterminée du plus grand jour est plus grande que l'heure determinée du moindre. Non pas qu'elle soit dite inegale, comparée aux autres heures de son mesme jour, car elles sont toutes egales, comme estant chacun la douziesme partie du jour[12]. Mais elles sont inegales, en egard & faisant comparaison aux heures des autres jours. Ce nonobstant deux fois l'année, tant les heures egales, que les inegales, sont egales ensemble & pareilles : c'est à sçavoir, quand le Soleil entre au commencement du Belier & de la Balance[13].

[7] Dans le modèle des sphères de Ptolémée, le premier Mobile est la sphère céleste extérieure, celle des étoiles ; elle effectue une rotation autour de la Terre en 23 heures 56 minutes.
[8] On confond ces 23 heures 56 minutes et 24 heures
[9] L'heure saisonnière est déterminée en référence au coucher et lever du soleil et donc au lever et coucher des planètes.
[10] Lorsque la durée du jour est plus longue que celle de la nuit, on parle d'un jour gras.
[11] Prenons un exemple. Le 20 Octobre le jour se lève à 6 h 20 et se couche à 16 h 50. Le jour dure donc 10 heures et 30 minutes. Une heure saisonnière correspond donc à 52 minutes ½. Evidemment lorsque les « jours rallongent » la durée des « heures rallongent » puisque les heures s'obtiennent en divisant par 12.
[12] On comprendra aisément avec ce texte pourquoi la terminologie « heures égales » et « heures inégales » est ambiguë : on lui a préféré « heures saisonnières » et « heures solaires ».
[13] Les entrées dans les signes du Bélier et de la Balance correspondent aux équinoxes de Printemps et d'Automne.

Bibliographie

AMIOT A. et HEBERT E., *Plongée dans l'univers de la gnomonique*, in Hébert Élisabeth, Les instruments scientifiques dans l'Histoire, Paris, Ellipses, 2004
D'ALEMBERT, *Encyclopédie méthodique*, Mathématiques, Article « heure », Paris, Edition Panckoucke, 1785
MATRICON J., *Mesurer le temps*, in Hébert Élisabeth, *Les instruments scientifiques dans l'Histoire*, Paris, Ellipses, 2004
MATRICON J. & ROUMETTE J., *L'invention du temps*, Explora, Paris, 1991