L'Encyclopédie/1re édition/PENDULE

< L'Encyclopédie | 1re édition

Formey, d'Alembert, Jaucourt
L'Encyclopédie, 1re éd.
1751 (Tome 12, p. 293-300).

◄ PENDRÉ PENDULIER ►

PENDULE, s. m. (*Méchanique*.) est un corps pesant, suspendu de maniere à pouvoir faire des vibrations, en allant & venant autour d'un point fixe par la force de la pesanteur. *Voyez* Vibration.

La pesanteur est l'unique cause des vibrations du *pendule*. Si le corps étoit absolument libre, & abandonné à lui-même, il descendroit vers la terre par la force de sa gravité, autant qu'il lui seroit possible, mais étant attaché par un fil, il ne peut obéir qu'en partie à l'effort de sa gravité, & il est contraint de décrire un arc de cercle.

Les vibrations, c'est-à-dire, les descentes & les remontées alternatives du *pendule* s'appellent aussi *oscillations*. *Voyez* Oscillation.

Le point autour duquel le *pendule* fait ses vibrations, est appellé *centre de suspension* ou *de mouvement*. *Voyez* Centre. Une ligne droite, qui passe par le centre parallélement à l'horison apparent, & perpendiculairement au plan dans lequel le *pendule* oscille, est appellé *axe d'oscillation*. *Voyez* Axe.

Galilée fut le premier qui imagina de suspendre un corps grave à un fil, & de mesurer le tems dans les observation, astronomiques, & dans les expériences de physique par ses vibrations ; à cet égard, on peut le regarder comme l'inventeur des *pendules*. Mais ce fut M. Huyghens, qui le fit servir le premier à la construction des horloges. Avant ce philosophe, les mesures du tems étoient très-fautives ou très-pénibles ; mais les horloges qu'il construisit avec des *pendules*, donnent une mesure du tems infiniment plus exacte que celle qu'on peut tirer du cours du soleil : car le soleil ne marque que le tems relatif ou apparent, & non le tems vrai. *Voyez* Équation du tems.

Les vibrations d'un *pendule* sont toutes sensiblement isochrones, c'est-à-dire, qu'elles se font dans des espaces de tems sensiblement égaux. *Voyez* Isochrone.

C'est ce qui fait que le *pendule* est le plus exact chronometre, ou l'instrument le plus parfait pour la mesure du tems. *Voyez* Tems & Chronometre.

C’est pour cela aussi qu’on propose les différentes longueurs du *pendule*, comme une mesure & invariable & universelle des longueurs, pour les contrées & les siecles les plus éloignés. *Voyez* Mesure.

Ainsi, ayant une fois trouvé un *pendule* dont une vibration est précisement égale à une seconde de tems, prise sur le mouvement moyen du soleil, si le pié horaire (ainsi que M. Huyghens appelle la troisieme partie de son *pendule* à seconde) comparé au pié qui sert, par exemple, d’étalon en Angleterre, est comme 392 à 360 ; il sera aisé, par le calcul, de réduire à ces piés toutes les autres mesures du monde ; les longueurs des *pendules*, comptées du point de suspension jusqu’au centre de la boule, étant les unes aux autres, comme les quarrés des tems pendant lesquels se font les différentes oscillations : elles sont donc réciproquement comme les quarrés des nombres d’oscillations qui se font dans le même tems. C’est sur ce principe que M. Mouton. chanoine de Lyon, a composé un traité *de mensura posteris transmittenda*.

Peut-être même seroit-il à souhaiter que toutes les nations voulussent s’accorder à avoir une mesure commune, qui seroit, par exemple, celle du *pendule* à secondes : par-là on éviteroit l’embarras & la difficulté de réduire les unes aux autres les mesures des différentes nations ; & si les anciens avoient suivi cette méthode, on connoîtroit plus exactement qu’on ne fait aujourd’hui les diverses mesures dont ils se servoient.

Cependant quelques savans croient que cette méthode a des inconvéniens. Selon eux, pour réussir à la rendre universelle, il faudroit que la pesanteur fût la même à tous les points de la surface de la terre. En effet, la pesanteur étant la seule cause de l’oscillation du *pendules*, & cette cause étant supposée rester la même, il est certain que la longueur du *pendule* qui bat les secondes, devroit être invariable, puisque la durée des vibrations dépend de cette longueur, & de la force avec laquelle les corps tombent vers la terre. Par conséquent, la mesure qui en résulte seroit universelle pour tous les pays & pour tous les tems ; car nous n’avons aucune observation qui nous porte à croire que l’action de la gravité soit différente dans les mêmes lieux en différens tems.

Mais des observations incontestables ont fait connoître que l’action de la pesanteur est différente dans differens climats, & qu’il faut toujours alonger le *pendule* vers le pole, & le raccourcir vers l’équateur. Ainsi, on ne sauroit espérer de mesure universelle que pour les pays situés dans une même latitude.

Comme la longueur du *pendule* qui bat les secondes à Paris, a été déterminée avec beaucoup d’exactitude, on pouroit y rapporter toutes les autres longueurs. Pour rendre la mesure universelle, il faudroit avoir par l’expérience des tables des différences des longueurs du *pendule*, qui battroit les secondes dans les différentes latitudes. Mais il n’est nullement aisé de déterminer ces longueurs par l’expérience avec la précision nécessaire pour en bien connoître les différences, qui dépendent quelquefois de moins que d’un quart de ligne. Pour connoître la quantité de l’action de la pesanteur dans un certain lieu, il ne suffit pas d’avoir une horloge à *pendule*, qui batte les secondes avec justesse dans ce lieu ; car ce n’est pas la seule pesanteur qui meut le *pendule* d’une horloge, mais l’action du ressort, & en général tout l’assemblage de la machine agit sur lui, & se mêle à l’action de la gravité pour le mouvement. Il n’est question que de trouver la quantité de l’action de la seule pesanteur ; & pour y parvenir on se sert d’un corps grave suspendu à un fil, lequel étant tiré de son point de repos, fait les oscillations dans de petits arcs de cercle, par la seule action de la pesanteur. Afin de savoir combien ce pendule sait d’oscillations dans un tems donné, on se sert d’une horloge à *pendule* bien reglée pour le tems moyen, & l’on compte le nombre d’oscillations que le *pendule* d’expérience, c’est-à-dire, celui sur qui la pesanteur agit, a fait, pendant que le *pendule* de l’horloge a battu un certain nombre de secondes. Les quarrés du nombre des oscillations que le *pendule* de l’horloge & le *pendule* d’expérience font en un tems égal, donnent le rapport entre la longueur du *pendule* d’expérience, & celle du *pendule* simple qui feroit ses oscillations par la seule force de la pesanteur, & qui seroit isochrone au *pendule* composé de l’horloge, & qui par conséquent battroit les secondes dans la latitude où l’on fait l’expérience, & cette longueur est celle du *pendule* que l’on cherche. M. *Formey*.

Voilà un précis de ce que quelques savans ont pensé sur cette mesure universelle tirée du *pendule* ; on pourroit y répondre qu’à la vérité la longueur du *pendule* n’est pas exactement la même dans tous les lieux de la terre ; mais outre que la différence en est assez petite, on ne peut disconvenir, comme ils l’avouent eux-mêmes, que la longueur du *pendule* ne demeure toujours la même dans un même endroit ; ainsi les mesures d’un pays ne seroient au-moins sujettes à aucune variation, & on auroit toujours un moyen de les comparer aux mesures d’un autre pays avec exactitude & avec précision. On peut avoir sur ce sujet les réflexions de M. de la Condamine dans les *mémoires de l’académie, année* 1747.

M. Huyghens détermine la longueur du *pendule* qui bat les secondes à trois piés, trois pouces, & trois dixiemes d’un pouce d’Angleterre, suivant la réduction de M. Moor : à Paris MM. Varin, Des Hays & de Glos ont trouvé la longueur du *pendule* à secondes de 440 lignes $\frac{5}{9}$; M. Godin de 440 lignes $\frac{5}{9}$; M. Picard de 440 & $\frac{1}{2}$, & il trouva la même dans l’île de Heune, à Lyon, à Bayonne & à Sette. M. de Mairan ayant répété l’expérience en 1735 avec beaucoup de soin, l’a trouvée de 440 lignes $\frac{17}{30}$, qui ne differe de la longueur de M. Picard que de $\frac{1}{90}$ de ligne. Ainsi on peut s’en tenir à l’une ou l’autre de ces mesures pour la longueur exacte du *pendule* à secondes à Paris. Remarquez que les longueurs des *pendules* se mesurent ordinairement du centre de mouvement, jusqu’au centre de la boule ou du corps qui oscille.

Sturmius nous apprend que Riccioli fut le premier qui observa l’isochronisme des *pendules*, propriété si admirable, & qu’il en fit usage pour la mesure du tems : après lui Ticho, Langrenus, Werdelin, Mersene, Kircher & d'autres, ont trouvé la même chose ; mais Huyghens, comme nous l'avons déja dit, est le premier qui ait appliqué le *pendule* aux horloges. *Voyez* HORLOGE.

Il y a des *pendules* simples & composés.

Le *pendule* simple consiste en un seul poids, tel que *A*, considéré comme un point, & en une ligne droite inflexible, comme *CA*, regardée comme si elle n'avoit aucune pesanteur ; & suspendue au centre *C*, autour duquel elle peut aisément tourner. *Pl. de Méchanique, fig. 36.*

Le *pendule* composé consiste en plusieurs poids, fixés de maniere à conserver la même distance, tant les uns des autres, que du centre autour duquel ils font leurs vibrations. *Voyez* COMPOSÉ *&* OSCILLATION.

Théorie du mouvement des pendules. 1°. Un *pendule* élevé en *B*, retombera par l'arc de cercle *BA*, & s'élevera encore en décrivant un arc *AD* de même grandeur, jusqu'à un point *D*, aussi haut que le premier ; de-là il retombera en *A*, & se relevera jusqu'en *B*, & continuera ainsi perpétuellement de monter & de descendre.

Car supposons que *HI* soit une ligne horisontale, & que *BD* lui soit parallele ; si le corps *A*, que l'on considere ici comme un point, est elevé en *B* ; la ligne de direction *BH*, étant une perpendiculaire tirée du centre de pesanteur *B* sur la ligne horisontale *HI*, tombe hors du point *C*, & par conséquent l'action de la pesanteur n'est point détruite par la résistance de la verge *BC*, comme elle l'est lorsque la verge est dans une situation verticale *CA*, le corps ne sauroit donc rester en *B*, il faut qu'il descende. *Voyez* DESCENTE.

Mais ne pouvant, à cause du fil qui la retient, tomber perpendiculairement par *BH*, il sera forcé de décrire l'arc *BA :* de plus, quand il arrive en *A*, il tend à s'émouvoir suivant la tangente *AI*, avec la vitesse qu'il a acquise en tombant le long de l'arc *BA*, & cette vîtesse est égale à celle qu'elle auroit acquise en tombant de la hauteur *BH* ou *FA ;* & comme le corps ne peut se mouvoir suivant *AI*, à cause du fil qui le retient, il est obligé de se mouvoir sur l'arc *AD*. Or en montant le long de cet arc, la pesanteur lui ôte à chaque instant autant de degrés de vîtesse qu'elle lui en avoit donnés lorsqu'elle descendoit le long de l'arc *BA* ; d'où il s'ensuit que lorsqu'il sera arrivé en *D*, il aura perdu par l'action successive & répétée de la pesanteur, toute la vitesse qu'il avoit au point *A :* donc quand il sera arrivé en *D*, il cessera de monter, & redescendra par l'arc *DA* pour remonter jusqu'en *B*, & ainsi de suite. *Voyez* ACCÉLERATION *&* PESANTEUR.

Ce théorème est confirmé par l'expérience dans un nombre fini d'oscillations : mais si on les supposoit continuées à l'infini, on appercevroit enfin quelque différence : car la résistance de l'air, & le frottement autour du centre *C*, détruira une partie de la force acquise en tombant : ainsi le corps ne remontera pas précisément au même point.

C’est pourquoi la hauteur à laquelle le *pendule* remonte diminuant considérablement, les oscillations cesseront enfin, & le *pendule* demeurera en repos dans la direction perpendiculaire à l’horison, qui est sa direction naturelle. On fait cependant abstraction de la résistance de l’air & du frottement que le *pendule* éprouve à son point de suspension lorsqu’on traite des oscillations des *pendules*, parce qu’on ne les considere que dans un tems très-court ; & que dans un petit espace de tems ces deux obstacles ne font pas un effet sensible sur le *pendule*. Ainsi les vibrations du même *pendule*, dans des petits arcs de cercles inégaux, s’achevent dans des tems sensiblement égaux, quoiqu’ils ne le soient pas géométriquement, & que divers inconvéniens puissent les augmenter ou les diminuer.

Les oscillations dans de plus grands arcs se font toujours dans un tems un peu plus long, & ces petites différences qui font très-peu de chose dans un tems très-court & dans de très-petits arcs, deviennent sensibles lorsqu’elles sont accumulées dans un tems plus considérable, ou que les arcs different sensiblement. Or mille accidens soit du froid, soit du chaud, soit de quelque saleté qui peuvent se glisser entre les roues de l’horloge, peuvent faire que les arcs décrits par le même *pendule* ne soient pas toujours égaux, & par conséquent les temps marqués par l’aiguille de l’horloge, dont les vibrations du *pendule* sont la mesures seroient ou plus courts ou plus longs. L’expérience s’est trouvée conforme à ce raisonnement ; car M. Derham ayant fait osciller dans la machine pneumatique un *pendule*, qui faisoit ses vibrations dans un cercle, il trouva que lorsque l’air étoit pompé de la machine, les arcs que son *pendule* décrivoit étoient d’un cinquieme de pouce plus grands de chaque côté que dans l’air, & que ses oscillations étoient plus lentes de deux secondes par heure. Les vibrations du *pendule* étoient plus lentes de 6 secondes par heure dans l’air, lorsqu’on ajustoit le *pendule* de façon que les arcs qu’il décrivoit fussent augmentés de cette même quantité d’un cinquieme de pouce de chaque côté ; *Trans. phil. n°. 294.* car l’air retarde d’autant plus le mouvement des *pendules*, que les arcs qu’ils décrivent sont plus grands ; le *pendule* parcourt de plus grands arcs dans le vuide, par la même raison qui fait que les corps y tombent plus vîte, c’est-à-dire, parce que la résistance de l’air n’a pas lieu dans ce vuide. Enfin M. Derham remarque que les arcs décrits par son *pendule* étoient un peu plus grands, lorsqu’il avoit nouvellement nettoyé le mouvement qui le faisoit aller.

C’est pour remédier à l’inegalité du mouvement des *pendules*, que M. Huyghens imagina de faire osciller les *pendules* dans des arcs de cycloïde, au lieu de leur faire décrire des arcs de cercle. *Voyez* Résistance *&* Frottement.

2°. Si le *pendule* simple est suspendu entre deux demi-cycloïdes *CB* & *CD* (*Pl. Méch. fig. 37.*) dont les cercles générateurs aient leur diametre égal à la moitié de la longueur du fil *CA*, de maniere que le fil, en oscillant, s’applique ou se roule autour des demi-cycloïdes ; toutes les oscillations, quelle que soit la différence ou l’inégalité de leur grandeur, seront isochrones, c’est-à-dire, se feront en des tems égaux.

Car, puisque le fil du *pendule CE* est roulé autour de la demi-cycloïde *BC* ; le centre de pesanteur de la boule *E*, que l’on y considere comme un point, décrira, par son développement, une cycloïde *BEAD*, comme on le démontre par la théorie de cette courbe : or toutes les ascensions & descentes dans une cycloïde sont isochrones, ou se font en tems égaux : c’est pourquoi les oscillations du *pendule* sont aussi isochrones. *Voyez* Cycloïde.

Imaginons présentement, qu’avec la longueur du *pendule CA*, on décrit un cercle du centre *C :* il est certain qu’une portion très-petite de la cycloïde, proche le sommet *A*, est presque décrite par le même mouvement ; car si le fil *CA* ne décrit qu’une très petite portion de la cycloïde, comme *AL*, il ne s’enveloppera autour des cycloïdes *CB, CD*, que par une petite partie de son extrémité vers *C*, & les points *A, L* seront sensiblement à la même distance du point *C ;* c’est pourquoi un petit arc de cercle se confondra presqu’entierement avec le cycloïde.

Ainsi, dans les petits arcs de cercle, les oscillations des *pendules* seront sensiblement isochrones, quoiqu’inégales entr’elles ; & le rapport au tems de la descente perpendiculaire par la moitié de la longueur du *pendule*, est le même que celui de la circonférence d’un cercle à son diametre, comme M. Huyghens l’a démontré pour la cycloïde.

D’où il suit que plus les *pendules* qui oscillent dans des arcs de cercle sont longs, plus les oscillations sont isochrones ; ce qui s’accorde avec l’expérience ; car dans deux grands *pendules* d’égale longueur, mais qui oscillent dans des arcs inégaux, pourvu néanmoins que l’un de ces arcs ne soit pas trop grand, à peine appercevra-t-on quelqu’inégalité ou différence dans le nombre de cent oscillations.

D’où il suit encore que l’on a une méthode de déterminer l’espace que parcourt en un tems donné un corps pesant qui tombe perpendiculairement. Car ayant le rapport du tems d’une oscillation au tems de la chûte par la moitié de la longueur du *pendule*, on a le tems de la chûte par la moitié de la longueur du *pendule ;* d’où l’on peut déduire l’espace qui sera parcouru dans tout autre tems donné quelconque.

C’est au célebre M. Huyghens que nous sommes redevables de toute la théorie des *pendules*, qui oscillent entre deux demi-cycloïdes, tant par rapport à la théorie qu’à la pratique : il la publia d’abord dans son *horologium oscillatorium, sive demonstrationes de motu pendulorum*, &c.

Depuis ce tems on a démontré en beaucoup de manieres différentes tout ce qui regarde le mouvement des *pendules*, & le célebre M. Newton nous a donné dans ses *principes* une belle théorie sur ce sujet, dans laquelle il a étendu aux épicycloïdes les propriétés que M. Huyghens avoit démontrées de la cycloïde.

3°. L'action de la pesanteur est moindre dans les parties de la terre, où les oscillations du même *pendule* sont plus lentes, & elle est plus grande où elles sont plus promptes.

Car le tems d'une oscillation dans la cycloïde est au tems de la descente perpendiculaire par le diametre du cercle générateur, comme la circonférence du cercle est au diametre. Par conséquent, si les oscillations du même *pendule* sont plus lentes, la descente perpendiculaire des corps pesans est aussi plus lente, c'est-à-dire, que le mouvement est moins accéleré, ou que la force de la pesanteur est moindre, & réciproquement.

Ainsi, comme l'on trouve par expérience que les oscillations du même *pendule* sont plus lentes près de l'équateur que dans les endroits moins éloignés du pole, la force de la pesanteur est moindre vers l'équateur que vers les poles ; & de-là on a conclu que la figure de la terre n'est pas précisément une sphere, mais un sphéroïde. *Voyez* Figure de la terre.

Ainsi M. Richer trouva, par une expérience faite en l'île de Cayenne, vers le quatrieme degré de latitude, qu'un *pendule* qui bat les secondes à Paris, devoit être racourci d'une ligne & un quart, pour réduire ses vibrations au tems d'une seconde.

M. Deshayes, dans un voyage qu'il fit en Amérique, confirma l'observation de M. Richer ; mais il ajoute que la diminution établie par cet auteur paroît trop petite.

M. Couplet le jeune, à son retour d'un voyage en Brésil & en Portugal, se réunit à M. Deshayes, quant à la nécessité de raccourcir le *pendule* vers l'équateur, plus que n'avoit fait M. Richer. Il observa que même à Lisbonne, le pendule à secondes doit être deux lignes $\frac{1}{2}$ plus court qu'à Paris ; ce qui est une plus grande diminution que celle de Cayenne, telle que M. Richer l'a déterminée, quoique Cayenne ait 24 degrès moins de latitude que Lisbonne. Mais les observations de M. Couplet n'ont point paru assez exactes à M. Newton pour qu'on pût s'y fier : *crassioribus*, dit-il, *hujus observationibus minus fidendum est. Prop. xx. liv. III.* de ses principes.

D'autres auteurs ont prétendu que la diminution du *pendule* ne se faisoit point regulierement : Messieurs Picard & de la Hire ont trouvé la longueur du *pendule* à secondes exactement la même a Bayonne, à Paris, & à Vranibourg en Danemarck ; quoique la premiere ville soit à 43 degrés $\frac{1}{2}$ de latitude, & la derniere à 53°. 3′.

C'est pourquoi M. de la Hire présuma que la diminution n'est qu'apparente, que la verge de fer avec laquelle M. Richer mesura son *pendule*, peut s'être alongée par les grandes chaleurs de l'île de Cayenne ; & qu'ainsi, en approchant de la ligne, le *pendule* ne devroit pas proprement être raccourci, abstraction faite de la chaleur. Mais en premier lieu, on pourroit répondre, que suivant la table donnée par M. Newton de la longueur du *pendule* aux différentes latitudes, la différence des longueurs du pendule à 43 degrés & demi & à 35 degrés, est assez petite pour avoir été difficile à appercevoir ; car cette différence n'est que d'environ $\frac{3}{10}$ de lignes ; à plus forte raison la différence à Bayonne & à Paris sera-t-elle encore plus insensible. A l'égard de l'observation de M. de la Hire sur l'accroissement des verges du *pendule* par le froid, & leur dilatation par la chaleur, M. Newton répond que dans l'expérience que M. de la Hire rapporte, la chaleur de la verge étoit plus grande que celle du corps humain, parce que les métaux s'échauffent beaucoup au soleil, au lieu que la verge d'un *pendule* n'est jamais exposée à la chaleur directe du soleil, & ne reçoit jamais un degré de chaleur égal à celui du corps humain ; d'où il conclut qu'une verge de *pendule* longue d'environ 3 piés, peut être, à la vérité, un peu plus longue en été qu'en hyver, & à l'équateur que dans nos climats, si on a égard à la chaleur, mais que son alongement ne doit pas être assez grand pour produire toute la différence que l'on observe dans la longueur du *pendule*. M. Newton ajoute qu'on ne peut point attribuer non plus cette différence aux erreurs des Astronomes françois ; car quoique leurs observations ne s'accordent pas parfaitement entr'elles, cependant la différence en est si petite, qu'elle peut être négligée. En comparant entr'elles ces différentes observations, M. Newton croit qu'on peut prendre deux lignes pour la quantité dont le *pendule* à secondes doit être augmenté sous l'équateur.

M. de Maupertuis, à la fin de son traité de *la parallaxe de la luxe*, nous a donné un précis des principales opérations qui ont été faites pour la mesure du *pendule* dans les différens endroits de la terre par les plus habiles observateurs, & il y joint les observations qui ont été faites par lui-même & par messieurs Clairaut, Camus, le Monnier, *&c.* à Pello pour y déterminer la longueur du *pendule*. Il déduit en suite de ces observations les rapports de la pesanteur en différens lieux, dont il a formé une table ; il trouva par exemple qu'un poids de 100000 livres à Paris peseroit à Pello 100137, & à Londres 100018. *Voyez* Figure de la terre. *Voyez* aussi les ouvrages de messieurs *Bouguer, la Condamine, Boscowich, &c.* sur cet important sujet.

4°. Si deux *pendules* font leurs vibrations dans des arcs semblables, les tems de leurs oscillations sont en raison sous-doublée de leurs longueurs.

D'où il suit que les longueurs des *pendules*, qui font leurs vibrations dans des arcs semblables, sont en raison doublée des tems que durent les oscillations.

5°. Les nombres des oscillations isochrones faites dans le même tems par deux *pendules*, sont réciproquement comme les tems employés aux différentes vibrations.

Ainsi les longueurs des *pendules*, qui sont leurs vibrations dans des petits arcs semblables, sont en raison doublée réciproque des nombres d'oscillations faites dans le même tems.

6°. Les longueurs des *pendules*, suspendus entre deux cycloïdes, sont en raison doublée des tems, pendant lesquels se font les différentes oscillations.

D’où il suit qu’elles sont en raison doublée réciproque des nombres d’oscillations faites dans le même tems ; & que les tems des oscillations, faites en différentes cycloïdes, sont en raison sous-doublée des longueurs des *pendules*.

7°. Pour trouver la longueur d’un *pendule*, qui fasse un certain nombre de vibrations en un tems donné quelconque.

Supposons que l’on demande 50 vibrations dans le tems d’une minute, & que l’on demande la longueur de la verge, en comptant du point de suspension jusqu’au centre d’oscillation ou de la boule qui est au bout : c’est une regle constante que les longueur des *pendules* sont l’une à l’autre réciproquement comme les quarrés de leurs vibrations. Maintenant supposons qu’un *pendule* à secondes, c’est-à-dire, qui fait 60 vibrations dans une minute, est de 39 pouces & $\frac{2}{10}$; dites donc, le quarré de 50, qui est de 2500, est au quarré de 60, qui est de 3600, comme 39 $\frac{2}{10}$ est à la longueur du *pendule* cherché, que l’on trouvera de 56 pouces $\frac{4}{10}$.

Remarque pratique. Puisque le produit des termes moyens de la proportion sera toujours 1411200, c’est-à-dire, $3600 \times 39\frac{2}{10}$, il n’y a seulement qu’à diviser ce nombre par le quarré du nombre des vibrations assigné ; & le quotient donnera la longueur d’un *pendule*, qui fera précisement autant de vibrations dans une minute.

8°. La longueur d’un *pendule* étant connue, trouver le nombre de vibrations qu’il fera dans un tems donné.

Cette question est l’inverse de la premiere : dites la longueur donnée 56 $\frac{4}{10}$ est à la longueur du *pendule* à secondes, qui sert de modele, c’est-à-dire ici, est à $39\frac{2}{10}$, comme le quarré des vibrations de ce dernier *pendule* dans un tems donné : par exemple, une minute est au quarré des vibrations cherchées ; c’est-à-dire, $56\frac{2}{10} \,.\, 39\frac{2}{10} :: 3600 \,.\, 2500$, & la racine quarrée de 2500 ou 50 sera le nombre des vibrations que l’on demande.

Mais dans la pratique, il faut agir ici comme dans le premier problème ; vous n’aurez seulement qu’à diviser 1411200 par la longueur, vous aurez le quarré du nombre des vibrations ; de même que l’on divise ce nombre par le quarré des vibrations pour trouver la longueur.

Sur ces principes M. Derham a construit une table des vibrations des *pendules* des différentes longueurs dans l’espace d’une minute.

Longueur du pendule en pouces.	Vibrations en une minute.	Longueur du pendule en pouces.	Vibrations en une minute.
1.	375.7.	30.	68.6
2.	265.6.		
3.	216.9.	39.2.	68.0
4.	187.8.		
5.	168.0	40.	59.5.
6.	153.3.	50.	53.1.
7.	142.0.	60.	48.5.
8.	132.8.	70.	44.9.
9.	125.2.	80.	42.0.
10.	118.8.	90.	39.6.
20.	84.0.	100.	37.5.

Remarquez que ces lois du mouvement des *pendules* ne s’observeront pas à la rigueur, à moins que le fil qui soutient la boule n’ait aucun poids, & que la pesanteur de tout le poids ne soit réuni en un seul point.

C’est pourquoi il faut se servir dans la pratique d’un fil très-fin & d’une petite boule, mais d’une matiere fort pesante ; sans cela le *pendule*, de simple qu’on le suppose, deviendroit composé, & ce seroit presque la même chose que si différens poids étoient appliqués à différens endroits de la même verge inflexible.

L’usage des *pendules*, pour mesurer le tems dans les observations astronomiques, & dans les occasions où l’on a besoin d’un grand degré de précision, est trop évident pour qu’il soit besoin d’en parler ici.

On peut régler la longueur du *pendule* avant son application, & la faire pour battre un tems demandé, par exemple, les secondes, les demi-secondes, *&c.* par l’*art. 4.* ou bien, on peut la prendre à volonté, & déterminer ensuite les tems des vibrations suivant l’*art. 8.*

Quant à l’usage des *pendules* pour la mesure des distances inaccessibles, fort éloignées par le moyen du son, *voyez* Son, *Chambers, Wolf, &c.* (*O*)

Méthode générale pour trouver le mouvement d’un pendule. Soit *a* le rayon du cercle que décrit le *pendule*, ou la longueur du *pendule ; b*, l’abscisse totale qui répond à l’arc du centre, en prenant cette abscisse depuis le point le plus bas ; *x*, l’abscisse d’une portion quelconque de cet arc ; *p*, la pesanteur ; *u*, la vîtesse en un point quelconque, on aura $uu{=}2p(b{-}x)$. *Voyez* les articles Force accélératrice & Plan incliné) ; & le tems employé à parcourir un arc quelconque infiniment petit, sera $\frac{-adx}{a\sqrt{2ax-xx}} = \frac{-adx}{\sqrt{2ax-xx}} \times \frac{1}{\sqrt{2p}.\sqrt{b-x}}$. Or, lorsque l’arc descendu n’a pas beaucoup d’amplitude, *x* est petit par rapport à *a ;* & on peut, au lieu de $\frac{1}{\sqrt{2ax-xx}}$, ou $\frac{1}{\sqrt{x}+\overline{2a-x}^{\frac{1}{2}}}$ écrire $\frac{1}{\sqrt{x}} \times \left(\frac{1}{\sqrt{2a}} + \frac{x}{4a\sqrt{2a}}\right)$, *&c.* (*voyez* Binome, Approximation, & Exposant) ; de maniere que l’élément du tems sera à-peu-près $\frac{-a}{\sqrt{1p}} \times \left(\frac{dx}{\sqrt{2a}\sqrt{2x-xx}} + \frac{xdx}{4a\sqrt{2a}\sqrt{bx-xx}}\right)$, *&c.* quantité qui étant intégrée par les regles connues, donnera à-peu-près le tems d’une demi-vibration du *pendule*. On peut même, lorsque l’arc descendu est fort petit, négliger entierement le terme $\frac{+xdx}{2a\sqrt{2a}\sqrt{bx-xx}}$; & alors le tems de la descente du *pendule* sera sensiblement le même que celui de la descente dans une cycloïde qui auroit le rayon osculateur à son sommet égal au rayon du *pendule*.

On voit aussi que le tems de la descente par un arc de cercle, est en général un peu plus grand que celui de la descente par un tel arc de cycloïde : de plus il est aisé de comparer le tems d’une vibration avec le tems de la descente verticale d’un corps le long d’un espace quelconque *h*. Car la vîtesse, à la fin de cet espace, est $\sqrt{2ph}$, & l’élément du tems est $\frac{dh}{\sqrt{2ph}}$, dont l’intégrale est $\frac{\sqrt{2h}}{\sqrt{p}}$. Or le tems de la demi-vibration est égal à l’intégrale de $\frac{-adx}{\sqrt{2a}.\sqrt{2p}\sqrt{bx-xx}}$, ou de $\frac{-dx}{\sqrt{bx-xx}} \times \frac{a}{\sqrt{2a}.\sqrt{2p}}$, c’est-à-dire (en nommant *c* la circonférence du rayon *a*) $a\frac{c}{2a} \times \frac{a}{\sqrt{2a}\sqrt{2p}}$. Donc les deux tems sont entre eux comme $\frac{4\sqrt{a}}{c}$ à $\sqrt{2h}$. D’où il est aisé de tirer tous les théorèmes sur les *pendules*.

Dans ces théorèmes on fait abstraction de la résistance de l’air ; cependant il est bon d’y avoir égard, & plusieurs géometres s’y sont appliqués. *Voyez* les *Mém. de Pétersbourg, tom. III. & V. Voyez* aussi mon *Essai sur la résistance des fluides, art. scv. xcvj. & suiv*. (*O*)

Pendule, Réciprocation du. On appelle ainsi un petit mouvement presque insensible de libration ou d’oscillation que doit avoir, suivant quelques philosophes, un long *pendule* attaché fixement à un plancher, & qu’on y laisse en repos.

Il est certain que le centre de gravité de la terre change continuellement de place, ne fût-ce que par le mouvement du flux & reflux. *Voyez* Flux et reflux. Or ce mouvement dans le centre de gravité doit produire une altération dans la direction & le mouvement des graves. Reste à savoir si cette altération est sensible. Pour cela il faut suspendre à un plancher un long *pendule*, & voir si ce *pendule* est dans un parfait repos. Un gentilhomme de Dauphiné, nomme Calignon de Peirins, ami de Gassendi, ayant fait cette expérience sur un *pendule* de trente piés, prétendit y avoir observé du mouvement ; ce qui occasionna entre les Savans une dispute dont on peut voir le détail dans l’histoire de l’académie de 1742 : depuis ce tems, d’autres savans ont entrepris de répéter la même expérience, & ont trouvé des résultats différens, les uns tenant pour le balancement, les autres le niant. Enfin M. Bouguer, dans les *Mémoires de l'académie de 1754*, a traité cette matiere avec beaucoup de soin ; & il en résulte que la réciprocation du *pendule*, lorsqu'il y en a, tient à une cause prochaine & irréguliere, & ne peut être mise au rang des phénomenes généraux qui dépendent du système du monde. (*O*)

Pendule, s. f. (*Horlogerie.*) espece d'horloge à *pendule*, exécutée en général avec plus de précision que les horloges de cette espece, & qui n'en differe essentiellement que par la disposition de ses parties, sur-tout de la cage qui ressemble fort à celle des montres.

Dans le tems où l'on commença à appliquer le *pendule* aux horloges, les premieres dans lesquelles on employa ce nouveau régulateur, furent probablement appellées d'abord *horloges à pendule*, ensuite simplement *pendules ;* & comme ces horloges n'étoient que d'une grandeur médiocre & faites avec plus de précision que les autres, il est arrivé de-là, que malgré que dans toutes les horloges on ait substitué dans la suite le *pendule* au balancier, il n'y a eu que celles d'une certaine grandeur & dont nous venons de parler auxquelles on ait donné le nom de *pendules*, les autres ayant conservé celui d'*horloges*, comme horloge de *clocher, de chambre*, &c.

On distingue les *pendules* en général *en pendules* à poids & *pendules* à ressort. Dans les premieres, sont toutes les *pendules* à grandes vibrations, à équation, *&c.* Dans les secondes, sont toutes celles d'une certaine grandeur qui ont pour principe de mouvement un ressort, comme celles qui se mettent sur un pié, sur une table, qui se plaquent contre un mur, *&c.* telles font ordinairement les *pendules* à quinze jours à sonnerie, les *pendules* à quarts, les *pendules* à trente heures, les *pendules* à répétition, les *pendules* à trois parties ; c'est-à-dire celles qui répetent l'heure lorsque l'on tire le cordon, & qui sonnent en même tems l'heure & les quarts d'elles-mêmes. Enfin, celles à quatre parties, qui, outre les propriétés de ces dernieres ont encore celle d'être à réveil ; il y a encore des *pendules* à carillon & des *pendules* à remontoir, qui sont en quelque façon à poids & à ressort, la force motrice originale étant un ressort employé à faire sonner la sonnerie, & en même tems à remonter un poids qui fait aller le mouvement. *Voyez* Remontoir.

Pendule d'équation, (*Horlogerie.*) espece de pendule construite de façon qu'elle marque & l'heure du tems vrai, & celle du tems moyen ; au moyen de quoi, la différence entre ces deux especes d'heure, indique l'équation du soleil. Quoiqu'on ait commencé de très-bonne heure à faire des horloges curieuses qui marquoient les mouvemens des planetes, *&c.* cependant leur mouvement étoit trop irrégulier, pour qu'on pensât à leur faire marquer les équations du soleil, ces horloges avançant ou retardant souvent d'une demi-heure en très-peu de tems, tandis que l'équation du soleil n'est que de seize minutes dans l'espace de trois mois. Mais dès que l'on eût appliqué le *pendule* aux horloges, le mouvement de ces horloges, ou plutôt de ces *pendules*, en devint si juste par rapport à celui des horloges ordinaires, qu'on s'apperçut bien-tôt que pour les bien régler, il falloit avoir égard à l'équation du soleil ; ce qui fit apparemment naître l'idée des *pendules* *d’équation*. Une des premieres dont on ait connoissance, est celle qui se trouva dans le cabinet du roi d’Espagne en 1699, dont parle M. Sully dans la regle artificielle du tems, édit. de pag. Cette *pendule* marquoit l’équation du soleil, au moyen de deux aiguilles, dont l’une indiquoit le tems vrai, & l’autre le tems moyen, & c’est de cette façon qu’on les a faites en Angleterre. Le même M. Sully propose dans le même livre de faire une *pendule* non pas d’équation, mais dont l’inégalité des vibrations du *pendule* répondroit à l’inégalité des jours, *&c.* Idée qui étoit aussi venue au R. P. D. Alexandre bénédictin, dès 1699, ce qu’il prouve par le certificat de l’académie royale des Sciences, qu’il rapporte : ce pere dans son *traité des Horloges*, s’efforce de prouver la beauté de cette invention ; mais pour peu qu’on entende l’horlogerie, on verra combien elle est ridicule, & que les *pendules* ne sont pas déja trop précises pour ajouter de nouvelles sources d’erreur dans l’alongement & le raccourcissement périodique du *pendule ;* mais il est inutile de parler de cette espece de *pendules*, qui ne sont réellement pas des *pendules d’équation*.

Pendule *en tant qu’appliqué aux horloges*. L’invention des horloges à *pendule*, qu’on appelle simplement *pendule*, est due à l’industrie heureuse du siecle passé : Huyghens & Galilée s’en disputent l’honneur. Le premier qui a fait un volume considérable sur ce sujet, déclare qu’on n’a exécuté cette espece d’horloge qu’en 1657, & qu’on n’en a imprimé la description qu’en 1658. Becker, dans sa *nova dimetiendi temporis theoria*, se déclare vivement pour Galilée, & rapporte (à la vérité de la seconde main) toute l’histoire de cette invention, ajoutant qu’un nommé *Thessler*, horloger du pere du grand duc de Toscane, qui vivoit de son tems, avoit fait la premiere *pendule* à Florence, sous la direction de Galilée, *Galileo*, & qu’il en avoit envoyé un modele en Hollande. L’académie del Cimento dit expressément, que l’application du *pendule* au mouvement des horloges avoit été d’abord proposée par Galilée, & que c’étoit son fils Vincenzo Galilei qui l’avoit mis le premier en pratique en 1649.

Quel qu’ait été l’auteur de cette invention, au moins est-il certain qu’elle n’a reçû sa perfection que de Huyghens, lequel fait remarquer avec soin, que si Galilée en a eu quelqu’idée, au-moins ne l’a-t-il pas portée à sa maturité.

C’est en 1662, que M. Fromentil, hollandois, a fait en Angleterre la premiere *pendule*.

Le *pendule* en tant qu’appliqué à l’horloge, est composé d’une verge d’acier, *AB, fig. 18*. (*Pl. de la pendule à secondes*) suspendue à un point fixe *P ;* de façon qu’elle puisse se mouvoir librement autour de lui ; & d’un corps grave *B*, auquel on donne la forme lenticulaire, afin de diminuer la résistance que l’air apporte à son mouvement.

Ce qui rend le *pendule* si supérieur aux autres régulateurs, c’est que perdant fort peu de son mouvement, il est entretenu en vibration par une force très-foible à son égard, & dont par conséquent les inégalités influent bien moins sur sa justesse.

Si l’on met en vibration dans le même tems un *pendule* & un balancier joint à son ressort, l’expérience fait voir qu’au bout de 90 secondes, le dernier aura perdu tout son mouvement, au lieu que l’autre le conservera pendant dix heures & plus. Ainsi les restitutions du mouvement sur le *pendule*, sont à celles qu’exige le balancier aidé du ressort, à-peu-près comme un à 400.

Plusieurs causes concourent à cette supériorité du *pendule* sur le balancier : les particules du ressort éprouvant un frottement les unes sur les autres, quand il reprend sa premiere figure ; la force qu’il devroit communiquer au balancier en est d’autant plus diminuée ; mais ce qui contribue encore plus à la perfection du *pendule*, c’est la suspension. *Voyez* Suspension.

L’expérience a montré qu’un long *pendule* donne plus de régularité qu’un court, en parcourant les mêmes espaces ; en voici les raisons.

1°. Sa lentille descendant par un plan moins incliné, peut être beaucoup plus pesante, parce que son mouvement est moins difficile à restituer, & parce qu’il s’en perd une moindre quantité ; le nombre des oscillations dans un tems quelconque, n’étant pas si considérable, & l’air n’étant point frappé avec autant de rapidité dans chacune d’elles.

2°. Pour des solides de figures semblables, les surfaces n’étant point comme les masses, mais comme les quarrés de leurs racines cubiques, les résistances de l’air deviennent d’autant moins puissantes sur les lentilles fort pesantes.

3°. Ces vibrations plus lentes rendent le rouage plus simple, plus constamment le même, & moins sujet à l’usure. On remarque que dans le, *pendules* à secondes, par exemple, les trous des pivots ne s’usent presque jamais.

4°. Par toutes les raisons précédentes, la force motrice d’un long *pendule* peut être beaucoup moins considérable à l’égard du poids vibrant ; & les inégalités de cette force influent beaucoup moins sur la justesse des vibrations. Enfin, les longs *pendules* peuvent décrire des arcs beaucoup plus petits, qui, comme il est démontré, *article* Cycloide, approchent davantage des arcs cycloidaux.

Pendule à 15 jours a ressort & à sonnerie. La *figure qu’on voit dans nos Pl. d’Horlog.* représente une *pendule* de cette espece dont on a ôté la grande platine ; on y voit la disposition des roues du mouvement & de la sonnerie, comme dans tous les mouvemens ; c’est toujours la même théorie ; on entendra facilement de quelle maniere elles agissent les unes sur les autres ; la seule différence essentielle entre cette *pendule*, & la *pendule* à secondes, dont nous venons de parler, c’est qu’au lieu de poulie il y a ici un barillet *R*, denté à sa circonférence ; *S* est la seconde roue ; *T* la troisieme, ou la roue à longue tige ; *V* la roue de champ, & *X* la roue de rencontre. On voit dans *une autre fig.* la maniere dont la roue de champ agit sur la roue de rencontre, & dont celle ci agit sur les palettes de la verge. De l’autre côté, on voit le rouage de sonnerie, qui est composé de cinq roues, en comptant le barillet *Q*, denté aussi ; à sa circonférence *P*, est la seconde roue, *O* la troisieme, ou la roue de chevilles, *M*, la roue d’étoquiau, *N*, la roue du volant, & 4 le pignon du volant. La *fig. suiv.* représente cette *pendule* vûe du côté où sont les aiguilles ; le cadran étant ôté, on voit le détentillon *D C 6*, dont le bras *6* est levé toutes les demi-heures, pour faire sonner la *pendule*, au moyen des deux chevilles opposées qui sont sur la roue de minutes *B*. La *figure 15.* représente la détente qu’on voit en place dans le profil de la *figure 9.* les parties *FD*, sont représentées par les parties *p ;* la fonction de la partie *E*, est mieux représentée en *E* dans la *figure 7.* où on la voit qui s’appuie sur le détentillon ; au moyen de quoi, celui-ci s’éleve à toutes les demi-heures. Pour entendre bien comment toutes ces pieces agissent pour faire sonner la *pendule, voyez l’article* Sonnerie

A, fig. 7. est la tige du marteau qui a un ressort qui tend toujours à la faire tourner dans le sens contraire à celui où elle tourne quand les chevilles de la troisieme roue agissent sur l’espece de palette qu’elle a en *Y*. On voit en haut de cette *figure 7*. le marteau dont la queue entre quarrément sur cette tige : *7.* & *8.* sont les rochets qui entrent à quarré sur les arbres de barillet, & qui sont retonus par les cliquets. *Voyez l’article* Encliquetage. Les *figures 13, 12*, & *10*, représentent le chaperon, le remontoir, & la potence *AD*, qui contient la verge des palettes *CA*, & dans la partie *A* de laquelle roule le pivot d’en haut de la roue de rencontre. *B*, est la contre potence qui reçoit le pivot d’en bas de cette roue.

Pendules à quarts. Les hommes étant toûjours portés à imiter, ce n’est qu’avec effort qu’ils sortent des routes ordinaires. Ainsi la sonnerie des heures dans les premieres horloges ayant été faite avec un rouage particulier, quand on voulut leur faire sonner les quarts, on n’imagina rien de mieux que de faire aussi un rouage pour la sonnerie des quarts, quoique ce fût employer beaucoup d’ouvrage à produire peu d’effet ; ce qui est directement contraire à la saine méchanique, qui veut que la complication des machines soit toûjours proportionnelle à celle des effets qu’elles produisent : plusieurs horlogers sentant ce défaut des *pendules à quarts* ont voulu y rémédier, en les faisant sonner l’heure & les quarts par un seul rouage, mais jusqu’à-present il y en a peu qui aient réussi, leurs *pendules* pour la plûpart étant fort compliquées ; il n’y a guere que quelques habiles horlogers & mon pere qui en aient fait avec cette simplicité qui est, si cela se peut dire, la véritable élégance dans les machines.

La *fig. 28.* représente la disposition des rouages du mouvement, de la sonnerie des heures & de celle des quarts d’une *pendule* à quarts ordinaire ; le mouvement ne différant en rien essentiellement de la *pendule* à quinze jours que nous venons de décrire. Quant au nombre des roues du mouvement, les voici :

Barillet, 84 — 14

2^{e} roue, 84 — 7

3^{e} roue, 78 — 6

roue de champ, 66 — 6

roue de rencontre, 33 — 2

verge des palettes.

pendule,

Par ces nombres, on voit que la troisieme roue ou la roue à longue tige, faisant un tour par heure, le nombre des vibrations du *pendule*, dans le même tems, sera de 9438, & par conséquent que la longueur de ce *pendule* sera de cinq pouces trois lignes, ou à-peu-près ; un *pendule* de cette longueur donnant par heure 9450 vibrations. Or par les nombres des premiers mobiles, il est clair que la roue à longue tige fait soixante-douze tours pour un du barillet, & le ressort faisant six tours dans le barillet, il s'ensuit que le ressort, avant d'être au bas, fera faire à cette roue 432, qui équivaudront à autant d'heures ; & ce nombre étant divisé par 24 donnera le nombre de jours que la *pendule* marchera avant que d'être au bas. Quant aux nombres des roues de la sonnerie, ils sont les mêmes que ceux dont il est parlé à l'*article* Sonnerie : ainsi nous y renvoyons.

La sonnerie des heures n'en differe pas essentiellement non plus, si ce n'est 1°. que cette *pendule* sonnant la demie par les quarts, un tour du chaperon au lieu d'equivaloir à 90 coups de marteau, n'équivaut qu'à 78, nombre des heures qu'une *pendule* doit sonner en 12 heures ; & 2°. que le détentillon *QRS* (*fig. 29.*) au lieu d'être levé par la roue de minutes toutes les heures, l'est par un chaperon *T* qui appartient aux quarts : de sorte que l'heure ne peut sonner qu'après les quarts, & qu'il n'est point nécessaire que ce détentillon ait une partie *H fig. 13.* telle que celui d'une *pendule* à sonnerie ordinaire, pour faire le délai, parce qu'ici la sonnerie des heures est dirigée par celle des quarts ; & que dès que ceux-ci sont sonnés, il faut que l'heure parte. Quant à la sonnerie des quarts, voici comme elle s'exécute. La roue de minutes *N fig. 19.* porte quatre chevilles qui levent alternativement le détentillon des quarts *NOP*, pour faire détendre la sonnerie des quarts comme à l'ordinaire ; celle-ci étant libre, sonne de la maniere suivante. La roue *I Q, fig. 18.* porte un nombre de chevilles égal aux coups de marteau que les quarts doivent frapper pendant une heure, c'est-à-dire dix ; & comme ces dix coups doivent être frappes alternativement par deux marteaux, dont l'un doit toûjours partir le premier : six de ces chevilles sont d’un côté de la roue & quatre de l’autre, & non toutes d’un même côté, comme il est marqué dans la *fig.* ces chevilles levent alternativement une double bascule *M* pour les deux marteaux qui sont ici placés sur le côté, mais qu’on n’a point représentés. La sonnerie des quarts ayant été mise en liberté, la *pendule* sonne un certain nombre des quarts qui sont déterminés, de même que dans la sonnerie des heures, par une roue de compte (*fig. 19. 2.*) qui entre à quarré sur l’axe de la roue de chevilles, & qui est divisée en quatre parties 1, 2, 3, 4, pour un quart, deux quarts, *&c.* lorsque l’aiguille des minutes est sur le midi, dans l’instant que les quatre quarts sont sonnés, la cheville *S* du chaperon *T* leve le détentillon *QRS* de la sonnerie des heures, au moyen de quoi l’heure sonne. On conçoit bien que le nombre des tours de la roue de chevilles de la sonnerie des quarts par rapport à ceux de son barillet, sont déterminés de façon que si la *pendule* va 18 jours, par exemple, cette roue sera autant de tours qu’il y a d’heures dans cet intervalle de tems ; c’est ce qu’on verra facilement par les nombres de cette sonnerie. On concevra de même que comme la sonnerie des heures ne frappe que 78 coups en 12 heures, la roue de chevilles de cette sonnerie fera par tour du chaperon un nombre de tours qui multiplié par celui de ses chevilles, sera encore égal à 78. *Voyez* là-dessus l’*article* Sonnerie.

Nombres des roues de cette pendule. Mouvement.

Barillet, 84 — 14

2e roue, 77 — 7

3e roue, 72 — 6

roue de champ, 60 — 6

roue de rencontre, 31 — 2

verge des palettes.

pendule,

Sonnerie des heures.

Barillet, 84 — 14

2^{e} roue, 78 — 8

— 8 chevilles.

roue de chevilles, 56 — 7

roue d’étoquiau, 56 — 6

roue du volant, 48 — 6 pignon du volant.

Sonnerie des quarts.

Barillet, 84 — 14

2^{e} roue, 72 — 8

10 chevilles.

roue de chevilles, 60 — 6

roue d’étoquiau, 56 — 6

roue du volant, 48 — 6 pignon du volant.

Pendule, (*Physiq. génér.*) entre les découvertes sur le *pendule*, les Anglois attribuent à M. Christophe Wren, un des plus illustres Architectes de son siecle, les suivantes. Ils prétendent qu’il a trouvé le premier que le *pendule* dans un tour & retour, se meut inégalement en des tems égaux, selon une ligne de sinus ; qu’il pourroit se mouvoir d’une maniere circulaire ou elliptique, & que ces vibrations auroient les mêmes périodes que celles qui sont alternatives ; que par la jonction de plusieurs *pendules*, qui dépendroient les uns des autres, on pourroit représenter les mouvemens des planetes ou d’autres plus embarrassés encore ; ce qui n’empêcheroit pas ces *pendules* de faire sans confusion, de même que les planetes, trois ou quatre mouvemens différens, en agissant sur le même corps en divers périodes ; enfin, qu’on pourroit trouver une mesure universelle pour l’usage ordinaire, par le moyen du *pendule*. (*D. J.*)