

Expression de la période

Consigne individuel (20 min)

A partir du texte de Galilée, extrait du *Discours concernant deux sciences nouvelles*, on obtient une ébauche de relation exprimant la période. En 1659, Huygens que la période dépend non seulement de la longueur *l* du pendule mais aussi d'un paramètre terrestre fondamental, la gravitation (notée maintenant *g* et homogène à une accélération en m.s^{-2}).

L'analyse dimensionnelle permet de valider ou invalider les diverses relations envisageables.

Galilée 1638. *Discours concernant deux sciences nouvelles*. 1638.

Salviati. J'ai pris deux boules, l'une en plomb et l'autre en liège, la première étant au moins cent fois plus lourde que la seconde, puis j'ai attaché chacune d'elles à deux fils très fins, longs tous deux de quatre coudées fixés par le haut. Puis, les écartant de la position verticale, je les ai lâchées en même temps [...]. En observant une bonne centaine d'allées et venues, j'ai clairement constaté qu'entre la période du corps pesant, et celle du corps léger, la coïncidence est telle que [...] le premier n'acquiert aucune avance sur le second [...], mais que tous deux ont un rythme de mouvement rigoureusement identique. On observe également l'action du milieu qui, en gênant le mouvement, ralentit bien davantage les vibrations du liège que celles du plomb, sans toutefois modifier leur fréquence : même si les arcs décrits par le liège n'ont plus que cinq ou six degrés, contre cinquante ou soixante pour le plomb, les oscillations sont toujours effectuées en des durées égales. [...]

Notez ici deux détails qui méritent d'être connus. L'un, c'est que les vibrations de ce pendule se font en des temps si déterminés qu'il est absolument impossible de les faire s'accomplir en des temps différents, sauf en allongeant ou en raccourcissant la corde. Vous pouvez d'ailleurs vous en assurer tout de suite par une expérience : accrochez une pierre à une ficelle dont vous tenez l'autre bout en main, et essayez, par tous les moyens que vous voudrez, sauf l'allongement ou le raccorciissement de la ficelle, d'arriver à la faire osciller autrement que dans son temps déterminé ; vous verrez que c'est absolument impossible. L'autre détail est vraiment étonnant : le même pendule fait ses vibrations avec la même fréquence (du moins les différences sont très petites et presque imperceptibles), que les arcs sur cette circonférence soient très grands ou très petits. Je le déclare, que nous écartions le pendule de la verticale d'un, deux ou trois degrés seulement, ou bien de 70, 80, voire d'un angle droit, une fois qu'on l'aura laissé en liberté, dans les deux cas ses vibrations auront la même fréquence. [...]

Quant aux longueurs des fils constituant ces pendules, elles sont proportionnelles au carrées des temps ; si bien que pour obtenir un pendule dont le temps d'oscillation soit le double de celui d'un autre pendule, il convient de donner au premier une longueur quadruple de celle du second. De la même manière si un pendule a une longueur neuf fois supérieure à celle d'un autre pendule, le premier effectuera trois oscillations pendant que le second en accomplira une seule. [...]

Sagredo. Si j'ai bien compris, je pourrais donc facilement connaître la longueur d'une corde attachée à une hauteur quelconque, même si son point de suspension était invisible et que seule son extrémité inférieure était visible. Si en effet j'attache à l'extrémité de cette corde un objet lourd, auquel je communique un mouvement de va-et-vient, et si un ami compte le nombre de ses oscillations pendant que moi-même je compte les oscillations effectuées par un autre pendule suspendu à un fil mesurant exactement une coudée, alors grâce au nombre des oscillations de ces deux pendules durant un même temps, je trouverai la longueur de la corde. [...]

Salviati. Vous ne vous tromperiez même pas d'une palme surtout si vous prenez un grand nombre d'oscillations.

Sagredo. A bien des reprises, vous m'avez donné l'occasion d'admirer la richesse de la nature, quand, à partir de situations communes et banales, vous avez fait surgir des connaissances aussi étonnantes que nouvelles [...]. Il m'est souvent arrivé de prêter attention à des oscillations, et notamment à celles de ces lampes d'église, suspendues à de longues cordes, et que quelqu'un par inadvertance avait mises en mouvement. Mais le plus que j'aie su tirer de ces observations, c'est que ces mouvements devaient avoir une grande sagacité, et en même temps peu de choses à faire, pour passer ainsi des heures et des heures à maintenir avec une telle régularité le balancement d'un poids. Quant à conclure que ce même mobile, suspendu à une corde de cent coudées, puis écarté de son point le plus bas tantôt de quatre-vingt-dix degrés, tantôt d'un degré ou d'un demi-degré seulement, ait besoin du même temps pour franchir le plus petit et le plus grand de ces arcs, cela, je crois, ne me serait jamais venu à l'esprit ! D'ailleurs cela me semble encore tenir de l'impossible.