La physique de l'hydraulique

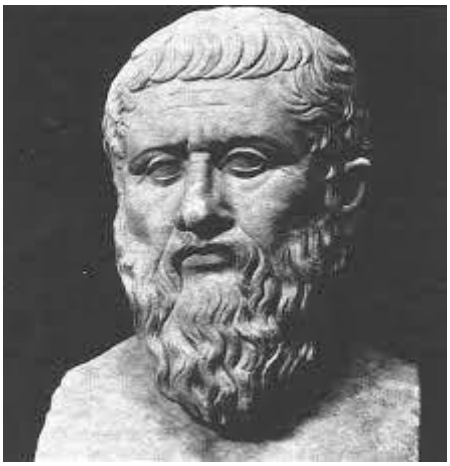
Blueprint respectif	La pompe à incendie de Ctésibios
Description	Dans cette séquence pédagogique, les élèves apprendront les bases de l'hydraulique en utilisant la pompe à incendie de Ctésibios.
Objectifs pédagogiques	Les élèves vont - Apprendre à recréer la pompe à incendie de Ctésibios. - Comprendre la théorie de la physique derrière la pompe à incendie. - Être capables d'utiliser la théorie de base de l'hydraulique à d'autres fins.

Matière(s) scolaire(s) correspondante(s)	Physique, Histoire
Conditions préalables / actions préparatoires pour les enseignants	Les enseignants doivent rassembler les matériaux pour le blueprint
Conditions préalables / actions préparatoires pour les élèves	Comprendre les bases de la physique, savoir utiliser un système de pompage d'eau
Âge des élèves	14-17
Durée	2-3 heures
Niveau de difficulté	Avancé

Description des tâches étape par étape

Étape 1 : Qui est Ctésibios ?

L'enseignant présente à la classe Ctesibios, également écrit "Ktesibios".



Source: http://www.computer-timeline.com/timeline/ctesibius-of-alexandria/

Ctésibios ou Ktesibios (grec : Κτησίβιος ; fl. 285-222 av. J.-C.) était un inventeur, physicien et mathématicien grec qui vivait à Alexandrie, dans l'Égypte ptolémaïque. De nombreuses découvertes et inventions lui ont été attribuées, bien que l'on sache peu de choses sur sa vie. Il est l'auteur des premiers traités sur la science de l'air comprimé et de ses utilisations dans les pompes (pneumatique). Il a également travaillé sur l'élasticité de l'air, ce qui lui a valu le titre de "père de la pneumatique". Son invention la plus célèbre est l'"Hydraulis" (le premier orgue mécanique à tuyaux connu) et il est connu pour avoir amélioré la "Clepsydre" (horloge à eau) qui est considérée comme l'horloge la plus précise jamais créée jusqu'à l'invention de l'horloge à balancier (1656).[1]

Le plus important pour nous, c'est que ses travaux sur l'air comprimé chevauchent ses travaux sur l'hydraulique, ce qui a conduit à la création d'une pompe manuelle capable de soulever l'eau des puits, ce que nous allons explorer aujourd'hui.

Ctesibios a décrit l'une des premières pompes de force destinées à produire un jet d'eau ou à soulever l'eau des puits. Des exemples ont été trouvés sur divers sites romains.[2]

Étape 2 : Introduction à l'hydraulique

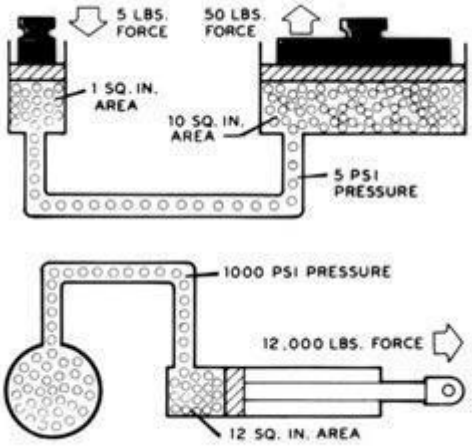
Le professeur explique quels sont les principes de base de l'hydraulique : l'étude des liquides en mouvement, la mécanique des liquides.
La base de tout système hydraulique est exprimée par la loi de Pascal qui stipule que :

Un changement de la pression en n'importe point quelconque dans un fluide enfermé est transmise intacte (non diminuée), également à tous les points dans le fluide.

$$\Delta p = \rho g \cdot \Delta h$$

Ce principe permet de générer des forces importantes avec un effort relativement faible. Les principes de la pneumatique reposent sur la même loi, mais en utilisant un gaz au lieu d'un liquide.

[1] *Ctesibius of Alexandria*. (n.d.). Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/biography/Ctesibius-of-Alexandria
[2] Hannah Cheshire. (2021, September 10). *Fire extinguishers - A brief history (Part 1)*. FireArrest. https://firearrest.com/fire-extinguishers-a-brief-history-part-1/



[3]

L'enseignant peut illustrer cela à l'aide d'un ensemble de seringues, reliées les unes aux autres. L'une est remplie d'eau et l'autre non. Elles sont toutes deux reliées par un tube étanche à l'air. En poussant sur la première, la seconde se dilate. Un poids peut être attaché à la deuxième seringue afin d'illustrer la puissance du système.

Étape 3 : Demandez aux élèves de trouver des idées sur le fonctionnement de la pompe à incendie et/ou de la construire.

L'enseignant peut soit montrer la pompe (précédemment créée) aux élèves et leur demander de réfléchir à son fonctionnement, soit suivre le blueprint pour construire la pompe à incendie avec les élèves et discuter de chaque composant et de son utilisation dans la pompe.

[3] *Basic hydraulic theory | Cross Mfg*. (n.d.). Cross MFG. https://crossmfg.com/resources/technical-and-terminology/basic-hydraulic-theory

Étape 4 : Présentation de l'expérience et du mécanisme de la pompe à incendie

L'enseignant doit expliquer brièvement les principes des liquides et de la pression qui sont impliqués dans le fonctionnement interne d'un système de pompage d'eau.

Un élément important à expliquer est la vanne, car le système entier dépend d'elle pour fonctionner correctement.

Une valve est un mini système de type porte à sens unique qui permet à l'eau de circuler dans un sens mais l'empêche de revenir dans l'autre sens, comme on peut l'observer naturellement dans le cœur humain. Grâce à la pression exercée par les pistons, l'eau provenant de l'extérieur de la pompe est aspirée à l'intérieur d'un piston lorsque nous tirons dessus, ce qui ouvre la valve. Le levier est en place de sorte que lorsqu'un piston monte, l'autre descend, ce qui permet de maintenir un flux d'eau continu à l'intérieur du récipient central. Comme la zone exerçant la pression à l'intérieur des pistons est assez grande, mais que le tube de sortie dans le conteneur central est assez fin, la pression de l'eau lorsqu'elle sort est assez élevée. Cela permet à ce système de projeter de l'eau loin et de manière continue.
L'enseignant peut également montrer des vidéos :

Vidéo Youtube de la pompe à incendie en action :
https://www.youtube.com/watch?v=d5jAyI3piSE
La pompe à eau de Ctésibius utilisée pour remonter l'eau :

https://www.youtube.com/watch?v=q506nEzC1Vk

Étape 5 : Trouvez d'autres occurrences de ce même principe dans la vie quotidienne

L'enseignant doit demander aux élèves s'ils peuvent penser à d'autres objets qui pourraient bénéficier du même principe qu'une pompe à incendie.

Voici quelques exemples :

- Les freins de voiture
- Grues hydrauliques modernes
- Système de camion à ordures

Conclusion

Dans cette leçon, les élèves découvrent la loi de Pascal et les bases de l'hydraulique. Ils apprennent comment ils étaient utilisés dans la Grèce antique et comment ils peuvent les utiliser pour accomplir certaines de nos tâches quotidiennes.

Activités d'évaluation

Activité 1. Trouvez des informations sur les travaux de Ctésibios et présentez-les à la classe.
Activité 2. Recherchez des informations sur la façon dont Ctésibios a utilisé l'hydraulique dans d'autres inventions.