

# 6

# LA MACHINE ATMOSPHERIQUE

## **A- Recherchez au C.DI :**

1. Recherchez les biographies de « Héron d'Alexandrie, Papin Denis, Savery Thomas, Newcomen Thomas, Hooke Robert, Calley John, Triewald Marten, et Watt James.
2. Sur une ligne graduée, indiquez l'échelle que vous avez choisi afin de faire apparaître les dates de 1650 à 1800.
3. Placez les dates des inventions liées à l'évolution de la machine atmosphérique ainsi que leurs auteurs et mentionnez en quoi cette découverte a fait progresser ces machines.
4. Dessinez sur une feuille A4 blanche, la machine atmosphérique de Savery, agrémentez ce dessin d'une vue de l'intérieur de la mine et placez l'inventeur au premier plan dans une tenue correspondant à son époque.

## **B- Questions sur les fiches E1 et E2:**

1. Pourquoi Savery a-t-il appelé sa machine l' « amie du mineur » ?
2. Pour quelle raison les chaudières de Thomas Savery explosaient-elles ?
3. Quel est le pays qui a vu naître ces machines atmosphériques ? Cela correspondait-il à un besoin ? Si oui lequel ?
4. Pourquoi Newcomen arriva-t-il à mettre au point une machine plus performante que Savery alors que ce n'était pas un spécialiste de la question ?
5. La machine de Newcomen était une machine « atmosphérique » et non une machine à « vapeur », pourquoi ?
6. Qu'est ce qu'un « modus operandi » ?
7. Comment se faisait l'étanchéité entre le piston et le cylindre de la machine de Newcomen ?
8. Pour quelle raison Newcomen ne déposa pas de brevet de son invention ?
9. Pourquoi les inventions n'étaient connues que dans leur pays ou elles étaient découvertes, quelle était la principale barrière à la diffusion des inventions ?

## **C- Recherchez les définitions de :**

- Pompe d' «exhaure », condensé, vapeur, générateur, vide, atmosphère (unité), dépression, et rugosité.

## **D- Calculez :**

1. Sachant : 1 atmosphère correspond à 1,03329 kg/cm<sup>2</sup>, quelle était la pression dans la chaudière de Savery ?
2. Expliquez pourquoi la machine de Savery était moitié «atmosphérique», moitié «à vapeur»?

## **E- Schéma :**

- En vous servant de la fiche E3, faites le schéma en 2 vues (face et côté) de la machine de Newcomen fiche E2.

## **F- Dessin de la maquette :**

A l'aide des différents documents en votre possession, dessinez la maquette de la machine de Newcomen aux mesures de votre future maquette en prenant soin de garder les mêmes proportions que sur le schéma fourni. Dessin vue de face et vue de côté. Pensez aux matériaux que vous allez utiliser (bois, plastique...) et à leur forme d'origine : plaque, tube, barre, ... ainsi qu'aux machines dont vous disposez.

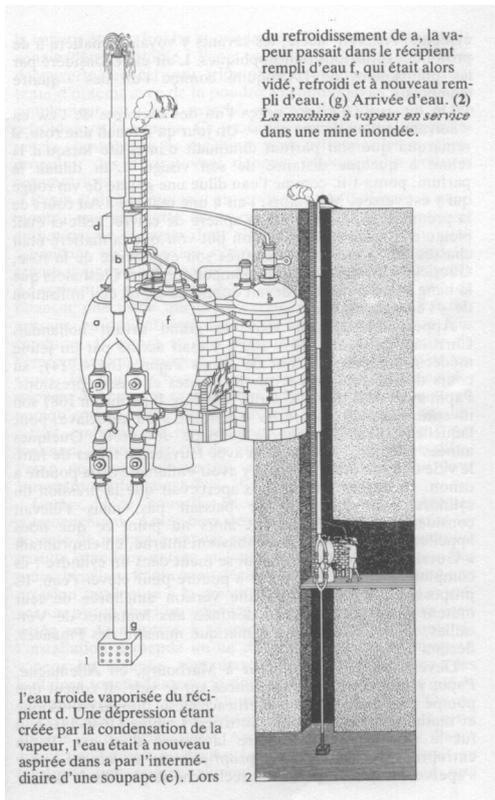
## **G- Réalisation d'une maquette :**

- Construisez la maquette de l'ensemble décrit ci-dessus en respectant les plans que vous avez effectué.

# 6

# LA MACHINE ATMOSPHERIQUE

Textes et photos extraits du livre « les machines » collection trésor des mécanismes.



« Thomas Savery (1650-1715) avait pris en 1698 un brevet pour sa pompe à vapeur qu'il avait appelé l'« amie du mineur » : elle était en effet destinée à pomper les eaux d'infiltration dans les mines. Elle présentait pourtant en partie les mêmes défauts que celle de Papin.

Le modèle de travail avait très bien fonctionné dans son atelier Londonien mais, dans la pratique, la colonne montante souleva des problèmes. La pression de la vapeur montait jusqu'à dix atmosphères, et les joints et les tuyaux éclataient : fréquemment, quand ce n'était pas la chaudière qui explosait il n'y avait pas de soupape de sûreté. Mais on doit supposer que Savery était un homme d'affaire avisé, car un certain nombre de ses pompes furent utilisées dans les premières années du XVIII<sup>e</sup> siècle, l'une d'elle alimenta même des fontaines ! »

## Le retour de « l'énergie du néant »

« Thomas Newcomen (1663-1729) était un marchand de Dartmouth en Angleterre, et faisait le commerce des machines de mines. Ces affaires l'amenaient souvent à ce rendre dans les mines de Staffordshire, auxquelles l'eau causait de graves problèmes. Il s'intéressa à la mécanisation des pompes d'exhaure. Cela se passa dans les années 1690, à peu près à l'époque où Savery travaillait à son invention. Les recherches de Newcomen étaient

néanmoins tout à fait indépendantes de l'« amie du mineur » conçue par Savery encore qu'il ait eu connaissance des projets de Papin d'un générateur de force motrice qui utiliserait le vide créé par la condensation de la vapeur. En 1702, il demanda conseil au savant Robert Hooke (1635-1703) de la Royal Society. Hooke jouissait alors d'une grande réputation. Il confirma le bien-fondé du principe sur lequel reposait le générateur de Papin, mais il doutait de la possibilité de produire un piston qui s'ajusterait parfaitement à l'intérieur d'un cylindre. Aidé d'un mécanicien nommé John Calley, Newcomen poursuivit ses expériences, en dépit de l'avis défavorable de Hooke. Au bout de plusieurs années d'efforts, la première machine « atmosphérique » vit le jour, en 1712.

C'est ainsi que Newcomen et Calley furent les premiers à construire un générateur de force motrice pratique où le travail était produit par « l'énergie du néant ». La vapeur n'était ici qu'un intermédiaire : elle était condensée pour créer un vide. »

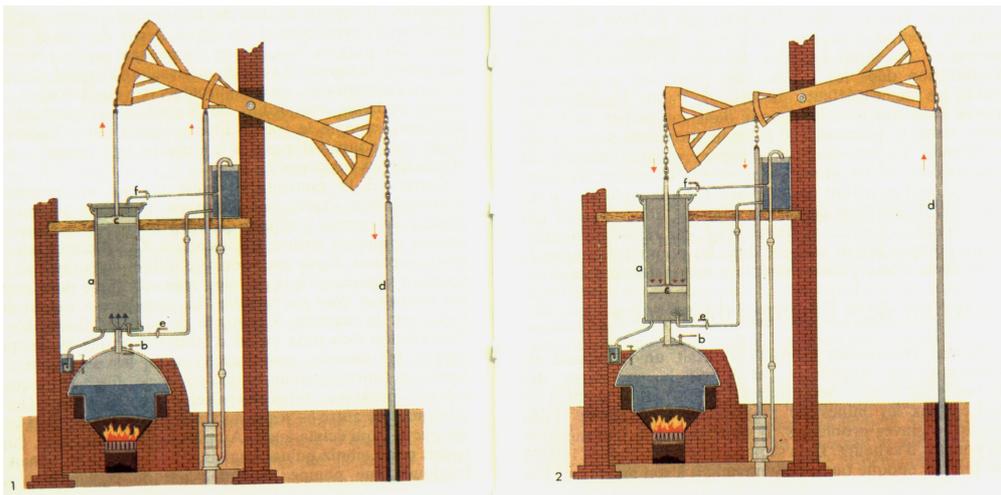
# 6

# LA MACHINE ATMOSPHERIQUE

« La source d'énergie était constituée par la pression de l'air. C'est la raison pour laquelle la machine de Newcomen est appelée machine atmosphérique ou, pour reprendre le terme de l'époque, machine à feu et à air, ce qui correspond bien à la réalité : le feu fournissait la chaleur qui transformait l'eau en vapeur, mais c'était l'air qui était actif.

Newcomen n'était pas un savant : c'était un amateur passionné et bien de son époque. Mais il en savait assez pour prendre conseil auprès de gens mieux au fait de la question. Il s'entourait d'homme ayant les qualifications pratiques ou théoriques nécessaires. John Callay appartenait à la première catégorie, Marten Triewald à la seconde. Ce dernier (1691-1747) était un très talentueux ingénieur Suédois qui, en 1716 s'installa en Angleterre, où il reçut une solide éducation en sciences naturelles à Royal Society, en tant qu'assistant de Jean T. Désaguliers. Il se lia d'amitié avec le vieux Newton et fut quelque temps l'assistant de Thomas Newcomen. Triewald participa à la construction d'au moins une machine atmosphérique et fut le premier à en donner une description correcte sur le plan physique du *modus operandi*. De retour en Suède en 1726, il s'efforça de convaincre les sociétés minières de son pays de construire une machine de Newcomen. Les mines de Dannemora en commandèrent une. Après plusieurs modifications utiles apportées par Triewald, la machine fut prête en 1728, mais il n'en fit une description complète que six ans plus tard. Son rapport intitulé « Description d'une machine à feu et à air aux mines Dannemora » ne fut malheureusement pas accessible en aucune langue internationale avant 1928, date à laquelle la société Newcomen publia une version anglaise à l'occasion du bicentenaire de la machine.

Le brevet pris par Savery pour sa pompe à vapeur, « l'amie du mineur », en 1698 étant très complet, Newcomen ne put faire breveter sa machine atmosphérique. »



La machine atmosphérique de Newcomen fonctionnait de la manière suivante : (1) la vapeur était introduite dans le cylindre grâce à un robinet ; le piston était alors théoriquement soulevé par la pression de la vapeur, qui n'était cependant pas très forte, il était soulevé surtout par le poids de la tige de la pompe. La course motrice commençait lorsque le robinet était fermé. (2) En même temps, un autre robinet s'ouvrait, faisant jaillir de l'eau froide dans le cylindre, ce qui condensait la

vapeur et la transformait en une très petite quantité d'eau. La pression de l'air extérieur abaissait ensuite le piston.

Si le piston s'était adapté d'une façon étanche à la paroi du cylindre, celui-ci aurait été pratiquement vide d'air au moment de la condensation de la vapeur. Mais l'un des problèmes posés par cette machine était la rugosité de la paroi du cylindre. Aucune machine n'existant alors pour tailler l'intérieur des pièces, le cylindre était coulé. Une certaine étanchéité du piston était assurée par une garniture de cuir ou de chanvre. On ajouta un joint hydraulique pour améliorer cette étanchéité; l'eau était versée goutte à goutte si cela était suffisant sur le haut du piston au moyen d'un robinet.

Compte tenu de ces imperfections, on estime que la moitié seulement de la dépression théoriquement possible à l'intérieur du cylindre était exploitée pendant chaque course motrice.

# 6

# LA MACHINE ATMOSPHERIQUE

**REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE (1/4) (SYMBOLES MÉCANIQUES)**  
NF E 04-015 / E 60-032

**1. LIAISON CINÉMATIQUE ENTRE DEUX SOLIDES (NF E 04-016).**

Liaison encastrement 0 rotation 0 translation } 0 degré de liberté		Liaison appui plan 1 rotation 2 translations } 3 degrés de liberté	
Liaison pivot 1 rotation 0 translation } 1 degré de liberté		Liaison rotule 3 rotations 0 translation } 3 degrés de liberté	
Liaison glissière 0 rotation 1 translation } 1 degré de liberté		Liaison linéaire rectiligne 2 rotations 2 translations } 4 degrés de liberté	
Liaison glissière hélicoïdale 1 rotation 1 translation } 1 degré de liberté conjuguées		Liaison linéaire annulaire 3 rotations 1 translation } 4 degrés de liberté	
Liaison pivot glissant 1 rotation 1 translation } 2 degrés de liberté		Liaison ponctuelle 3 rotations 2 translations } 5 degrés de liberté	

