

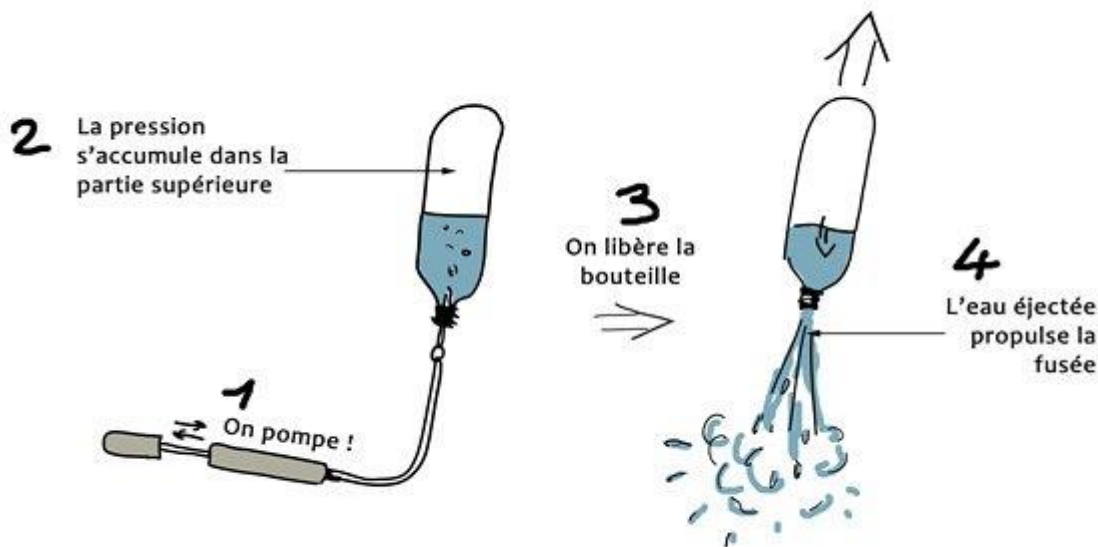
Chap.2 : Construction et lancer de fusée à eau

I/ Construire une fusée à eau

1/ Rappel sur le principe de fonctionnement

La propulsion des fusées à eau se fait selon le principe physique de **l'action-réaction** : de l'air, mis sous pression, expulse violemment de l'eau au travers d'une tuyère et ce faisant propulse la fusée dans la direction opposée, c'est à dire vers le ciel (si elle est orientée à la verticale !).

Vidéo sur you tube : mots clefs : propulsion fil ariane 2



2/ Matériel nécessaire

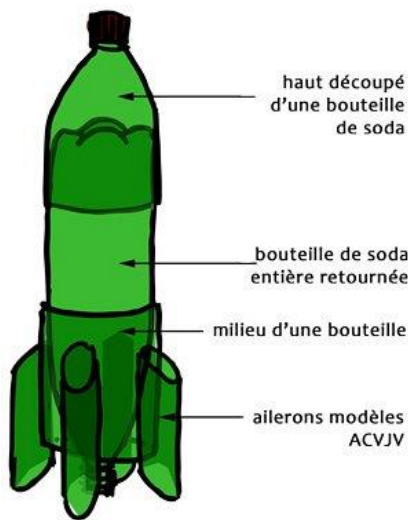
Pour construire une fusée à eau, il faut au minimum :

- une **bouteille d'eau obligatoirement gazeuse** (PET rigide) qui sera **le corps de la future fusée**,
- une **bouteille d'eau obligatoirement d'eau plate** (PET flexible) + bouchon qui sera **la coiffe de la fusée**,
- **d'ailerons** (matériaux divers qui se cisailent facilement qui seront fournis)
- **colle** (éviter le néoprène), **scotch large**, **bonne paire de ciseaux**, **limes (fournies)**.

Quelques précisions :

- La **bouteille d'eau gazeuse (ou soda)** permet de supporter **des pressions internes jusqu'à 5 bars**, ce qui est nécessaire pour appliquer le principe d'action-réaction ! Une bouteille d'eau plate ne supporte qu'une pression 1,5 bar environ et explose après ce qui est potentiellement dangereux !
- La **bouteille d'eau plate** permettra d'absorber le **choc par déformation** lorsque la fusée retombera sur le sol et évitera au corps de la fusée d'être endommagé.

Voici quelques exemples



3/ Méthodologie

Rappel : L'objectif est de construire la fusée à eau qui atteindra l'**apogée** la plus **élevée**.

Voici quelques paramètres à prendre en compte, la liste n'est pas exhaustive :

- Quelle quantité d'eau mettre dans la bouteille ?
- Quelle capacité pour le corps de la fusée (de 1.0L à 2.0L) ?
- Quelle est la forme la plus adaptée de la bouteille ?
- Combien d'ailerons mettre ? A quel endroit ? Quelle forme ?

Pour y parvenir, il faudra procéder à plusieurs essais (**démarche expérimentale**) que l'on peut définir par l'acronyme suivant :

O comme Observation (on peut faire voler des objets plus dense que l'air)

P comme Problématique (la fusée à eau doit aller le plus haut possible)

H comme Hypothèses (les réglages de vos paramètres)

E comme Expérimentation (test au pas de tir)

R comme Résultats (estimation de l'apogée, comparaison avec d'autres)

I comme Interprétation (que s'est-il passé ?)

C comme Conclusion (satisfaisant ou retour aux hypothèses)

Remarque : une **hypothèse** en sciences se rapproche d'une **conjecture** en mathématiques.

III/ Estimations de quelques aspects de la trajectoire de la fusée

1/ Estimer l'apogée de la fusée

Première méthode

Utilisation d'une formule empirique(*), **reliant la durée de la trajectoire avec l'apogée** de la fusée et qui prend en compte les frottements.

Formule (très) simplifiée de Dean Wheeler

$$A(T) = 1,23 T^2 - 3$$

A(T) représente l'apogée, en mètres et T le temps que met la bouteille en vol, sans parachute (à partir du moment où elle quitte le lanceur, jusqu'au moment où elle touche le sol)

Conditions :

- elle est utilisée pour des temps de vol entre 2 et 10 secondes,
- la fusée ne doit pas être ralentie en descente par un système de parachute ou autre,
- le vol doit être vertical.

Lexique (*) : une formule *empirique* est une relation établie expérimentalement mais non démontrée rigoureusement.

Exercice 1

a) **Compléter** le tableau de valeurs suivant :

T	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A(T)									

b) On rappelle la formule du chapitre précédent reliant apogée et temps de vol d'une fusée partant du sol.

$$A = \frac{v_0^2}{2 \times g} \text{ avec } A \text{ représentant l'apogée de la fusée, } v_0 \text{ la vitesse initiale.}$$

Si le temps de vol d'une fusée est de 6 secondes, on peut estimer que sa vitesse initiale était de 32 m/s environ.

Calculer la valeur de A et la **comparer** avec celle obtenue dans le tableau. **Justifier** la différence des résultats.

c) Sur le papier millimétré fourni, **placer** les points du tableau du a) dans un repère orthogonal bien choisi et **tracer** ainsi à main levée la courbe représentative de la fonction A.

Deuxième méthode

Par l'utilisation de la fonction « vidéo » de la tablette, on filme la trajectoire de la fusée à partir **d'une distance connue du lanceur**. On choisit la photo montrant l'apogée de la fusée puis on détermine l'angle du lancer et enfin grâce à la trigonométrie on peut effectuer le calcul voulu.

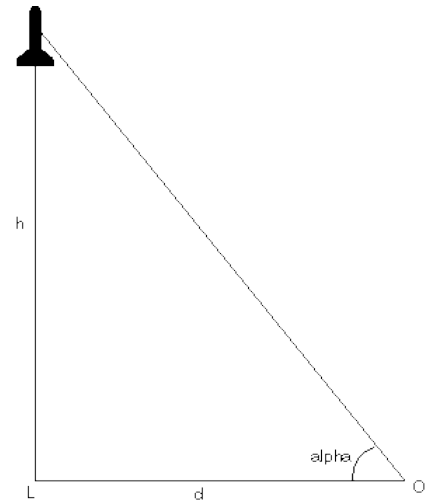
Conditions :

- la distance par rapport au lanceur doit être grande (20 mètres au moins),
- le vol doit être vertical.

Exercice 2 :

On considère un lanceur de fusée posé au sol en position verticale en L et la tablette positionnée en O à 1,5 mètre de hauteur.

- a) **Démontrer** que l'apogée h est donnée par la relation suivante :
- $$h = d \times \tan(\alpha) + 1,5$$
- b) Quelle est l'apogée d'une fusée avec $d = 20$ m et $\alpha = 60^\circ$?



Troisième méthode

On a préalablement planté un **piquet** dont on connaît la **hauteur** près du **lanceur**.

Par l'utilisation de la fonction « vidéo » de la tablette, on filme la trajectoire de la fusée à partir **d'une distance connue du lanceur**. On choisit la photo montrant l'apogée de la fusée, on mesure la hauteur du piquet et celle de la fusée et une simple règle de trois permet d'estimer cette apogée.

Condition :

- le vol doit être vertical.

Exercice 3 :

On considère un piquet mesurant 3 mètres (représenté par le rectangle)

- a) **Mesurer** la hauteur du piquet et h sur l'image.
- b) **Estimer** l'apogée de la fusée.

