**Les bateaux « Pop-Pop »**

**Exploitation pédagogique**

**INTRODUCTION :**

Un **bateau pop-pop** est un petit [bateau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bateau) [jouet](https://fr.wikipedia.org/wiki/Jouet) propulsé par un [moteur à vapeur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_%C3%A0_vapeur) rudimentaire, chauffé par une bougie. Ce jouet a été inventé dans les années 1890 par l'ingénieur français Désiré Thomas Piot et il a été ultérieurement perfectionné. Le nom « pop-pop » est une [onomatopée](https://fr.wikipedia.org/wiki/Onomatop%C3%A9e) évoquant le bruit répétitif du fonctionnement de certains modèles. Ce bateau a ainsi des noms variables selon les langues : *pop-pop* (anglais), *put-put, puff-paff, toc-toc* (allemand), *phut-phut, pouet-pouet*[*1*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bateau_pop-pop#cite_note-pop-1)*, can-can*...

1. **Principes scientifiques en jeu :**
2. Le moteur pop-up est une [machine thermique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_thermique), faisant subir à l'eau des transformations cycliques et transformant l'énergie thermique (bougie) en énergie mécanique (déplacement d'eau). La flamme chauffe le réservoir et il apparait alors une [oscillation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Oscillation) de [bulle de gaz](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bulle_%28physique%29) (vapeur d'eau) avec à une phase d'expulsion d'eau suivi d'une phase d'aspiration. Un moteur pop-pop simplifié, constitué d'un seul tube (sans réservoir) fonctionne parfaitement. Dans un moteur pop-pop à deux tuyaux (ou plus), l'eau n'entre pas par un tube pour ressortir par l'autre tube. L'eau est éjectée simultanément par les deux tubes durant la première phase du cycle, puis aspirée simultanément par les deux tubes lors de la deuxième phase.
3. Ce mécanisme cyclique n'est pas complètement compris et il généralement simplifié ainsi : La chaleur [vaporise](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vaporisation) un peu d'eau ; la bulle de gaz créée repousse la colonne d'eau vers l'extrémité du tube. Par [inertie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Inertie), le mouvement d'éjection se poursuit dans la partie froide du tube. Au contact de la paroi froide du tube, la vapeur d'eau se contracte et se condense. Avec la diminution du volume de gaz, l'eau est à nouveau aspirée vers la zone chaude et le cycle recommence.
4. On observe que plus la chaleur est importante, plus l'amplitude de l'oscillation

augmente (quantité d'eau éjectée/aspirée), mais la fréquence (durée du cycle) ne varie pas[10](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bateau_pop-pop#cite_note-Reyssat-10). La fréquence de l'oscillation est liée aux dimensions du tube.

1. Le moteur pop-pop est un [pulsoréacteur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pulsor%C3%A9acteur), c'est à dire un [moteur à réaction](https://fr.wikipedia.org/wiki/Moteur_%C3%A0_r%C3%A9action) cyclique. Lors de la phase d'éjection de l'eau, le bateau est propulsé par la « réaction » à la projection du jet droit d'eau ([hydrojet](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hydrojet)) hors d'une tuyère[9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bateau_pop-pop#cite_note-Horn-9).
2. Le fonctionnement du bateau pop-pop peut sembler surprenant : on pourrait s'attendre à ce que, si l'eau sort et entre à travers le tube d'échappement, le bateau soit poussé alternativement vers l'avant et l'arrière, et soit ainsi immobilisé. Mais le bateau pop-pop avance. Ce phénomène est observé par le physicien [Ernst Mach](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ernst_Mach) en 1876 : un appareil qui aspire et rejette alternativement le liquide environnant se déplace comme s'il ne faisait que rejeter du liquide (à l'exemple du [calmar](https://fr.wikipedia.org/wiki/Calmar)).
3. **Bateaux Pop-pop et programmes (cycle 3):**

**SOCLE COMMUN**

**Domaine 4 / Les systèmes naturels et les systèmes techniques**

Par l’observation du réel, les sciences et la technologie suscitent les questionnements des élèves et la recherche de réponses. Au cycle 3, elles explorent trois domaines de connaissances : l’environnement proche pour identifier les enjeux technologiques, économiques et environnementaux ; les pratiques technologiques et des processus permettant à l’être humain de répondre à ses besoins alimentaires ; le vivant pour mettre en place le concept d’évolution et les propriétés des matériaux pour les mettre en relation avec leurs utilisations. Par le recours à la démarche d’investigation, les sciences et la technologie apprennent aux élèves à observer et à décrire, à déterminer les étapes d’une investigation, à établir des relations de cause à effet et à utiliser différentes ressources. Les élèves apprennent à utiliser leurs connaissances et savoir-faire scientifiques et technologiques pour concevoir et pour produire.

**COMPETENCES TRAVAILLEES**

**Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques**

* Proposer, avec l’aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique :
* Formuler une question ou une problématique scientifique ou technologique simple ;
* Proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ou un problème ;
* Proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ;
* Interpréter un résultat, en tirer une conclusion ;
* Formaliser une partie de sa recherche sous une forme écrite ou orale.

**Concevoir, créer, réaliser**

* Identifier les évolutions des besoins et des objets techniques dans leur contexte.
* Identifier les principales familles de matériaux.
* Décrire le fonctionnement d’objets techniques, leurs fonctions et leurs composants.
* Réaliser en équipe tout ou une partie d’un objet technique répondant à un besoin.

**S’approprier des outils et des méthodes**

* Choisir ou utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production.
* Faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l’outil utilisés.
* Garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées.
* Expliquer un phénomène à l’oral et à l’écrit.
1. **Activités suggérées :**
2. La situation de départ peut consister à montrer un bateau pop-pop en fonctionnement sur le bassin fourni avec la malle. Puis à faire s’exprimer toutes les hypothèses et les questions à propos de ce qu’on a vu (et entendu), de ce qu’on a constaté. On peut utiliser, pour ces représentations initiales, la méthode des étiquettes-mots affichés au tableau, regroupées par familles, le but étant que la réflexion, individuelle au départ, devienne un questionnement partagé.

On favorise ainsi le mélange d’hypothèses et de remarques très différentes, qu’il faut donc regrouper, classer… et vérifier ! :

*Le bruit fait vibrer le bateau, qui avance ensuite du côté pointu (proue) ; est-ce que le capot joue un rôle ? ; il doit y avoir de l’eau qui sort de tuyères (tuyaux) ; pourquoi faut-il du temps avant que le moteur démarre ?*

Les 7 bateaux contenus dans la malle vont permettre de vérifier les hypothèses, de répondre aux questions par petits groupes. C’est là qu’il faut anticiper, c’est-à-dire arriver avec du matériel. Voici les principales hypothèses pouvant être testées et le matériel qui peut servir.

1. - Certaines expériences ne nécessitent pas de matériel (ôter le capot, par exemple)
2. - Boucher une tuyère (avec une allumette, un peu de papier d’alu, de la patafix...)
3. - Mise en évidence des mouvements d’eau avec de l’encre et une pipette (celle qui sert à remplir convient)
4. - Crever la membrane du moteur (ensuite le bateau est foutu !)
5. - Utiliser un plus gros moteur (le site qui vend les bateaux vends aussi de moteurs seuls)
6. - Un moteur de taille normale dans une boite de sardines (ou de maquereaux) ce qui change la forme de la coque…
7. - D’autres bougies pour varier l’intensité de la chauffe.
8. - On peut vérifier qu’un simple tube fait avancer le bateau : plié en U (c’est-à-dire comme le moteur pop-pop sans le réservoir). Ce genre de tube en laiton se trouve dans les magasins de modélisme ou dans les magasins de bricolage .
9. - Un réservoir rigide fonctionne aussi : le bateau avance sans faire le bruit « pop-pop »
10. Fabrication de bateaux Pop-pop : consulter les fichiers :

 1 - <http://fr.toysfab.com/2012/01/fabriquer-un-bateau-pop-pop/>

 2 – Construction d’un bateau Pop\_pop.pdf (en pièce jointe)

 3 – Des exemples en vidéo : <http://www.instructables.com/howto/poppop/>

1. Proposition : organiser un concours de bateaux Pop-pop : consulter le fichier « Organiser un concours de bateaux Pop-pop.pdf » ou <http://elisefreinet53240.toutemonecole.fr/uploads/n2/5275/fichiers/1463956921.9307_hz.pdf>