

Mémoire, Partim B

Auteur : Rondeux, Mélanie

Promoteur(s) : Leyh, Bernard

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en sciences chimiques, à finalité didactique

Année académique : 2023-2024

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/20497>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : Fiches d'orientation, fiches explicatives et exemples de fiches de réalisation des fusées

Annexe 2 : Post-test de la séquence sur les micro-fusées

Annexe 3a : Enquêtes de satisfaction

Annexe 3b : Résultats de l'enquête de satisfaction sur la séquence concernant la micro-fusée (juin 2023)

Annexe 3c : Résultats de l'enquête de satisfaction sur la séquence concernant la pile fruit (juin 2023)

Annexe 3d : Résultats de l'enquête de satisfaction sur la séquence concernant les grands types de réactions en chimie UAA8 (octobre 2024)

Annexe 4a : Pré-test, rapport de laboratoire et post-test de la séquence sur le jus de chou rouge (octobre 2023)

Annexe 4b : Pré-test, rapport de laboratoire et post-test de la séquence sur la pile-fruit (octobre 2023)

Annexe 5 : Exemple de rapport de laboratoire d'un élève (séquence jus de chou rouge – octobre 2024)

Annexe 6 : Liste de sites Internet utiles pour la pédagogie par investigation

Annexe 7 : Glossaire de sigles

Annexe 1 : Fiches d'orientation et fiches explicatives sur la séquence sur les micro-fusées

Fiche d'orientation 1 : Comment faire décoller une micro-fusée ?


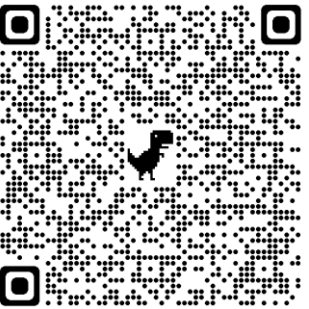
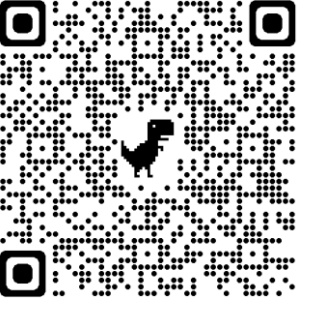
La question qu'il faut se poser, et cela avant de penser au design de ta fusée, est : « comment vais-je faire pour faire décoller ma fusée ? »

Il existe, en effet, plusieurs types de micro-fusées et la technique de décollage va influencer la construction de ta fusée.

Pose-toi les questions suivantes :

- Selon quel principe physique la fusée décolle-t-elle ?
- Que faut-il impérativement pour qu'une fusée décolle ?
- Y a-t-il différents moyens de faire décoller une micro-fusée ? Si oui, lesquels ? Que se passe-t-il ? Et lequel vais-je choisir pour essayer d'envoyer ma fusée le plus haut ?

Pour répondre à ces différentes questions, tu peux t'aider, entre autres, des sites Internet suivants :

<p>Comment fabriquer une fusée (WikiHow) : https://fr.wikihow.com/fabriquer-une-fus%C3%A9e#Fabriquer-une-fus.C3.A9e-.C3.A0-eau (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	
<p>Clubs fusées à eau ou micro fusées (CIRAS) : http://ciras.ac-lille.fr/activites-aero-lille/les-clubs-fusees#:~:text=En%20France%20on%20identifie%20cinq,ailerons%2C%20... (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	
<p>Pourquoi la propulsion chimique (Futura-sciences) : https://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/astronautique-fusees-ergols-576/page/2/ (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	

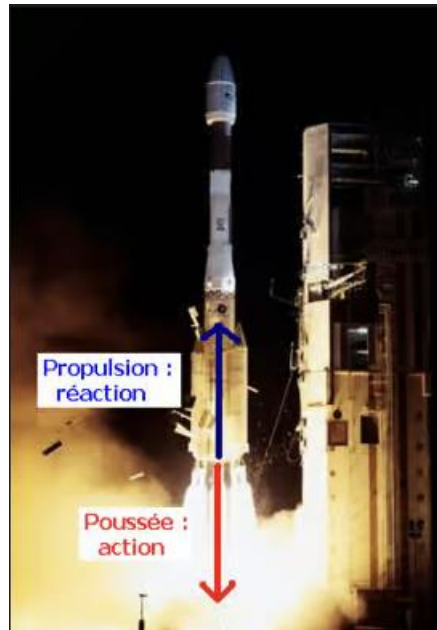
Remarques : N'oublie pas qu'il est important de croiser les informations pour juger de la pertinence de celles-ci. Cela est valable en histoire, comme en sciences ou toutes autres matières.

Fiche d'explication 1 : Comment faire décoller une micro-fusée ?

Les questions qu'il fallait se poser étaient :

- Selon quel principe physique la fusée décolle-t-elle ?

Il a été vu, lors des recherches bibliographiques, que c'est le principe d'action-réaction (voir chapitre de CE1D) qui est responsable du décollage de la fusée.



Principe d'action réaction sur une fusée (source : <https://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/astronautique-fusees-ergols-576/page/2/> - dernière consultation 24/05/2023)

Ce principe d'action-réaction est également connu sous le nom de « troisième loi de Newton » : lorsqu'un corps A exerce une force sur un corps B, le corps B exercera une force sur le corps A de même grandeur, mais dans le sens opposé (voir cours de physique – UAA5 : Forces et mouvements – actions réciproques).

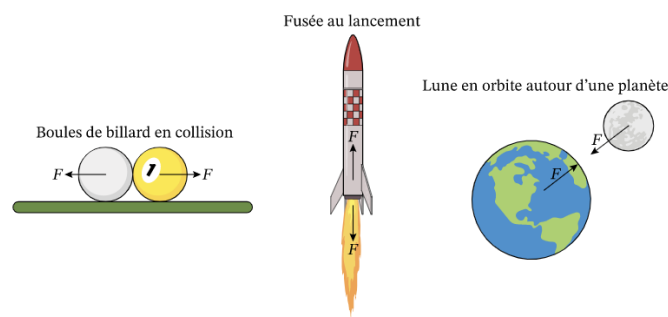


Illustration de la troisième loi de Newton (source : <https://www.nagwa.com/fr/explainers/923174389174/> dernière consultation : 24/05/2023)

Selon cette même loi, la force de réaction va dépendre de la force de l'action. Plus cette dernière est grande, plus la réaction est forte et plus la fusée va aller haut.

- *Que faut-il impérativement pour qu'une fusée décolle ?*

Pour qu'une fusée décolle, il faut créer une poussée (pour créer l'action). Cette poussée est générée par une pression qui est souvent l'œuvre des gaz éjectés de la fusée. Ces gaz sont donc éjectés vers l'arrière de la fusée (action), ce qui a pour conséquence de projeter la fusée vers l'avant (réaction).

Nous avons vu précédemment que l'intensité de la réaction va dépendre de l'intensité de l'action (la masse et la vitesse vont jouer). Cela signifie que plus la masse de gaz éjectée (ou la pression) est importante, plus la force de réaction sera grande et plus la fusée ira haut. La vitesse de libération des gaz est également importante (elle dépend de la dimension du trou de sortie), car elle va aussi conditionner la force de l'action.

- *Y a-t-il différents moyens de faire décoller une micro-fusée ? Si oui, lesquels ? Et lequel vais-je choisir pour essayer d'envoyer ma fusée le plus haut ?*

Il existe bien différents types de micro-fusées, selon ce qui génère la pression nécessaire à la force d'action.

Les principaux types de micro-fusées sont :

- Fusée à eau :

Généralement le « moteur » de la fusée est alimenté par de l'eau éjectée via la mise sous pression de l'air (par exemple, grâce à une pompe à vélo). Le mode de propulsion de ce type de fusée est donc dû à l'air contenu dans le réservoir. En effet, quand on pompe, l'air se comprime et c'est lui qui va servir à éjecter l'eau qui est aussi contenue dans le réservoir. C'est cela qui propulse la bouteille dans les airs, car en étant éjectée (force d'action), il se crée une force de réaction (de sens opposée).

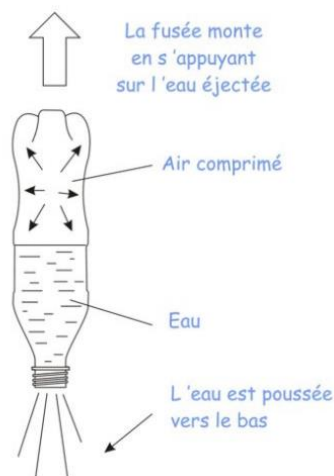


Illustration de la poussée générée par la libération de l'eau à cause
du gaz sous pression (source image :)

http://radiof6kfa.free.fr/rep_site_kfa/docs_experiment/fusees-a-eau.htm dernière consultation : 26/05/2023)

- Fusée avec réaction chimique (sans flamme et sans réaction de combustion) :

Dans les fusées à réaction chimique, le gaz nécessaire à la poussée est généré par une réaction chimique. Il te faut donc trouver une réaction qui produit des gaz et dont les produits de la réaction ne sont, bien entendu, pas dangereux.

A/ Le bicarbonate de sodium et le vinaigre

Bicarbonate de sodium : $\text{NaHCO}_{3(s)}$

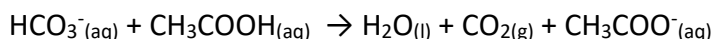
Vinaigre : solution aqueuse d'acide éthanoïque faiblement concentré ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$)

Réactions :

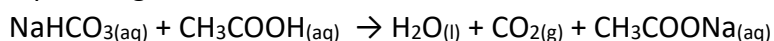
1/ Dissolution $\text{NaHCO}_{3(s)}$ dans l'eau du vinaigre



2/ Réaction acide/base



3/ Equation globale

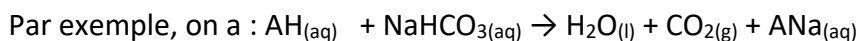


Rappelle-toi, dans une réaction de précipitation, c'est un groupement qui est échangé (UAA8 - les grandes classes de réactions chimiques – réactions de précipitation). Ici, ce n'est plus un groupement qui est échangé. Alors, qu'est-ce qui est échangé ? C'est un ion « H^+ ». On parle alors de réaction acide-base (selon la définition de Brønsted-Lowry). C'est l'acide qui transmet son proton (H^+) à la base. Nous verrons par la suite, un peu plus en détail ce type de réaction (UAA8 - les grandes classes de réactions chimiques – réactions acide-base).

REM : pour rappel, la levure chimique, utilisée régulièrement en pâtisserie, est composée essentiellement de bicarbonate de sodium (base), en mélange avec un acide et un stabilisant (souvent de l'amidon). Au contact de l'eau, l'acide réagit avec la base et produit de $\text{CO}_2(\text{g})$, ce qui a pour effet de faire monter la pâte. Ici aussi, on utilise la production de CO_2 , pas pour faire voler le pain, mais pour le faire gonfler.

B/ Comprimé effervescent dans l'eau

Le comprimé effervescent, quand il rentre en contact avec de l'eau, va se dissoudre et libérer du $\text{CO}_2(\text{g})$. Ces comprimés, en plus des principes actifs, contiennent du carbonate de sodium (Na_2CO_3) ou du bicarbonate de sodium (NaHCO_3) [la base] et un acide (par exemple, l'acide citrique).



Ici aussi, nous sommes en présence d'une réaction acide/base.

Il est intéressant de constater que, bien que ce soit un phénomène physique qui soit à l'origine de la propulsion de la fusée, c'est un phénomène chimique que le génère.

Remarque : Mentos dans du coca

Contrairement à ce qui est communément pensé, les réactions assez violentes qui suivent l'introduction d'une pastille de Mentos dans une bouteille de coca ne sont pas des réactions chimiques mais essentiellement des phénomènes physiques. En effet, il y a, sur la surface de

ces pastilles, un très grand nombre de fines aspérités (les Mentos ont une surface poreuse). Le CO₂ présent dans le coca va donc dégazer rapidement en raison de la nucléation du gaz sur ces aspérités. Il est important de signaler que d'autres facteurs doivent également entrer en jeu (comme l'effet Venturi, ...).

Maintenant que tu sais comment ta fusée va décoller et que tu as choisi ton mode de décollage, tu vas pouvoir concevoir correctement ta fusée.

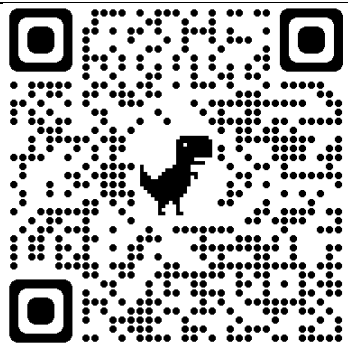

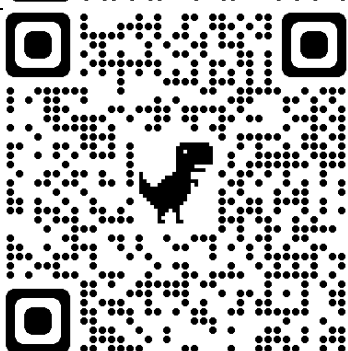
Fiche d'orientation 2 : Comment « designer » une micro-fusée ?

La question que tu dois te poser, maintenant que tu sais comment tu vas faire décoller ta fusée est : comment designer ma fusée en prenant en compte la technique de lancement ? Si je fais une fusée à eau, comment vais-je faire pour connecter la pompe à vélo ? Est-ce plus optimal de faire rentrer la pression par en bas, par en haut, ... ? Si je fais une fusée à réaction chimique, comment faire pour mettre en contact les deux réactifs au moment voulu ?

Ensuite, il faut aussi se poser les questions suivantes :

- Les ailerons : combien d'ailerons vais-je mettre ? Où vais-je les positionner ? Pourquoi ? La forme de ces ailerons est-elle importante ?
- Le corps de la fusée : ici, je vous impose que votre fusée doit mesurer 33 cm (soit une bouteille de coca de 1,5 L – à utiliser). Ai-je pris une bouteille de coca au hasard ? Pourquoi n'ai-je pas pris comme référence une bouteille d'eau plate ?
- La base de lancement : en faut-il une ? Pourquoi ?
- La tête de la fusée : il faut la penser pour y mettre l'altimètre. Il faut aussi penser à autre chose dans son design ? A quoi ?

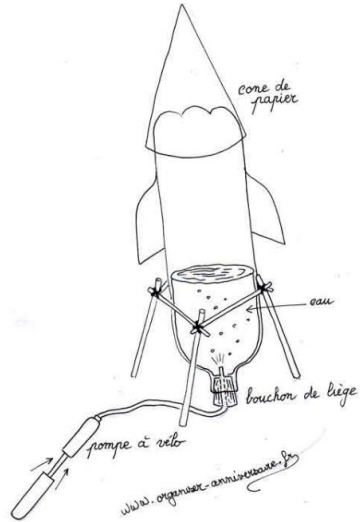
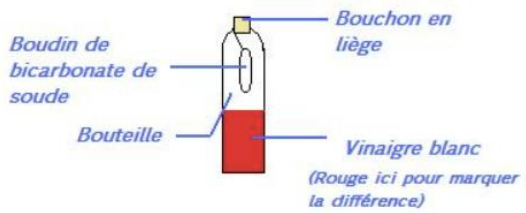


Pour répondre à ces différentes questions, tu peux t'aider, entre autres, des sites Internet suivants :

<p>Comment fabriquer une petite fusée (WikiHow) : https://fr.wikihow.com/construire-une-petite-fus%C3%A9e (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	
<p>T.P.E. fusées à eau (lycée NAVAL) : https://tpe-fusee-a-eau.webnode.fr/la-fusee/le-corps/ (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	
<p>Ailerons (Astromodélisme) : https://www.astromodelisme.com/aillettes/ (dernière consultation : 24/05/2023)</p>	

Fiche d'explication 2 : Comment « designer » une micro-fusée ?

Le corps de la fusée (ou fuselage) :

Le design du corps de la fusée va différer si vous construisez une fusée à eau ou une fusée au bicarbonate, par exemple. En effet, il faut penser l'incorporation de ce dispositif dans la fusée.

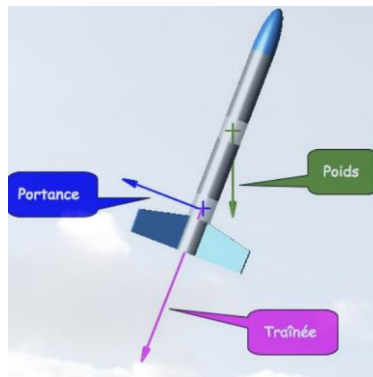
Fusée à eau	Fusée au bicarbonate de sodium
 <p>Source image : https://organiser-anniversaire.fr/bricolages/occuper-enfants-vacances-fusee-a-eau-6309 (dernière consultation : 25/05/2023)</p>	 <p>Source image : https://sciaastro.pagesperso-orange.fr/fusee.html (dernière consultation : 28/05/2023)</p>
 <p>Source image : https://yakamedia.cemea.asso.fr/univers/animer/activites-manuelles-et-dexpression-techniques-plastiques-et-scientifiques/activites-de-creation-dobjets-et-de-jouets/la-fusee-eau (dernière consultation : 25/05/2023)</p>	 <p>Source image : https://www.ias.u-psud.fr/dole/vulgarisation/ecoles/orsay2013/FuseesBicarbonateVinaigreNotice_hdole_201506.pptx.pdf (dernière consultation : 28/05/2023)</p>

Le corps de la fusée doit être aérodynamique et sa résistance mécanique doit être la plus importante possible. Les bouteilles de coca ou d'eau pétillante répondent à ces critères (forme et résistance).

Les ailerons :

Les ailerons ont pour rôle de stabiliser la fusée pendant le vol grâce à la création d'une force de portance maintenant la fusée sur sa trajectoire. En l'absence des ceux-ci, la fusée n'aurait pas de trajectoire rectiligne.

Cependant, ils doivent être correctement « designés » car ils augmentent également la force de traînée.

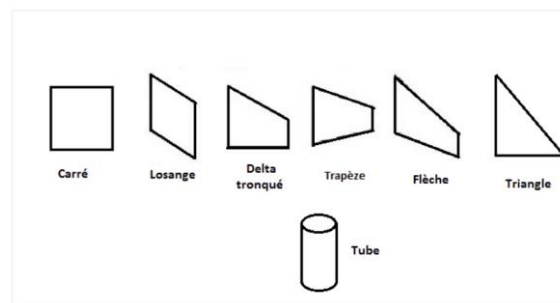


Source image : http://atelier.fusees.free.fr/stabilite_2.php
(dernière consultation : 25/05/2023)

Ils doivent être placés en dessous du centre de gravité de la fusée.

Ils sont souvent au nombre de 3 ou de 4. Mettre plus d'ailerons est possible mais n'apporte pas grand-chose quant à la stabilité de la fusée (souvent juste un aspect esthétique). Placer 4 ailerons est plus facile que 3 car il faut respecter la symétrie.

Il existe différents types d'ailerons et il faut trouver celui qui a la meilleure portance par rapport à sa traînée (faire des essais) :



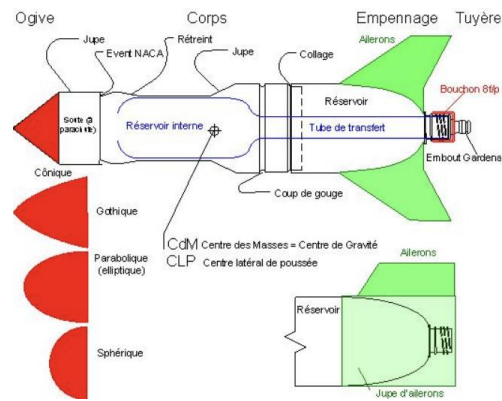
Source image : <https://tpe-fusee-a-eau.webnode.fr/la-fusee/les-ailerons/>
(dernière consultation : 28/05/2023)

La base de lancement :

La base de lancement a pour rôle de maintenir correctement la fusée au sol avant son lancement (bonne direction). Si on réalise un système de fixation, on peut augmenter la pression avant le lancement afin d'avoir une poussée plus importante. En d'autres termes, elle contrôle l'instant et la direction du lancement de la fusée.

La tête de la fusée (l'ogive) :

Il y a différentes formes d'ogives. Il faut la choisir la plus aérodynamique possible (le moins de frottements). La forme de l'ogive va influencer l'altitude maximale atteinte par la fusée.



Source image : <http://fusees.free.fr/fusees.htm>

(dernière consultation : 28/05/2023)

C'est la vitesse de la fusée qui va déterminer la forme de l'ogive.

Fiche d'orientation 3 : Comment déterminer la hauteur de la fusée ? Détermination des paramètres de vol de la micro-fusée (avec altimètre)*1/ Comment déterminer la hauteur à laquelle est montée notre fusée ?*

Existe-t-il un (ou des) moyen(s) pour déterminer la hauteur d'un objet plus ou moins précisément ? Lesquels ?

2/ Si nous avons pu nous procurer un altimètre : détermination des paramètres de vol de notre micro-fusée

Nous avons maintenant fait voler nos micro-fusées. Il nous faut maintenant analyser les résultats enregistrés pendant le vol.

Grâce à notre altimètre, nous avons enregistré : la distance au sol, la vitesse et l'accélération.

Comment se comportent ces trois grandeurs ?

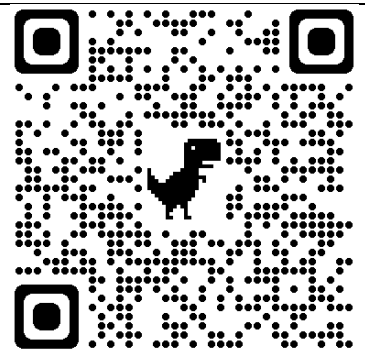
Pour le savoir, nous allons mettre ces données en graphique.

Pour répondre à ces différentes questions, tu peux t'aider, entre autres, des sites Internet suivants :

7- La mesure (clap 54 b) :

<http://clap54b.free.fr/microfusees/7mesure.htm>

(dernière consultation : 29/05/2023)



Objectif : calculer la hauteur atteinte par la fusée :

<https://trefavensc.fr/01-astronomie/fusee/calcul%20de%20hauteur%20fus%C3%A9e.html>

(dernière consultation : 29/05/2023)



Fiche d'explication 3 : Comment déterminer la hauteur de la fusée ? Comment déterminer les paramètres de vol de ma micro-fusée si elle est munie d'un altimètre ?

1/ Comment déterminer la hauteur à laquelle est montée notre fusée ?

Du moins précis au plus précis :

- Manière comparative : Peu précis

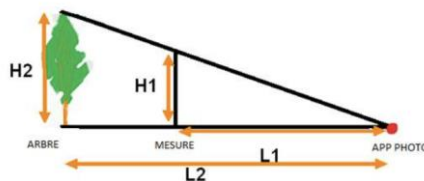
On compare la hauteur d'un objet par rapport à un autre objet. Grâce à cela, on va pouvoir classer la hauteur des différentes fusées par rapport à différents objets (arbre, toit d'un immeuble, fenêtre du premier étage, ...).

Attention : avec cette technique, nous ne pouvons que comparer les distances entre elles, les classer de la plus petite à la plus grande (par exemple). Au mieux, si on connaît une distance de référence, on pourra dire si la distance parcourue par la fusée est plus grande ou plus petite que cette dernière.

Attention également à l'effet de perspective : pour comparer les hauteurs, il faut être plus ou moins perpendiculaire au sol (attention aux effets de parallaxe).

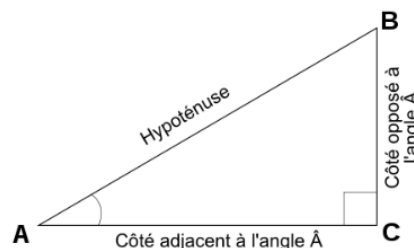
- Calcul : Peu précis si la trajectoire n'est pas verticale

Théorème de THALES : $H2/H1 = L2/L1$



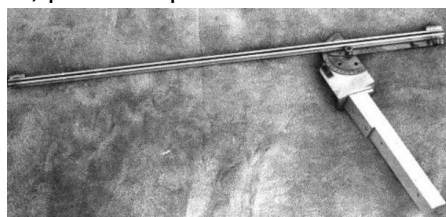
Source image : <https://trefavensc.fr/01-astronomie/fusee/calcul%20de%20hauteur%20fus%C3%A9e.html> (dernière consultation : 29/05/2023)

Trigonométrie dans le triangle rectangle : $\tan \widehat{CAB} = \frac{\text{côté opposé à } \widehat{CAB}}{\text{côté adjacent à } \widehat{CAB}}$



Source image : https://fr.wikipedia.org/wiki/Triangle_rectangle (dernière consultation : 29/05/2023)

Pour calculer l'angle il faut, par exemple :



Source image : <http://clap54b.free.fr/microfusees/7mesure.htm> (dernière consultation : 29/05/2023)

- Mesure : le plus précis mais le plus cher.

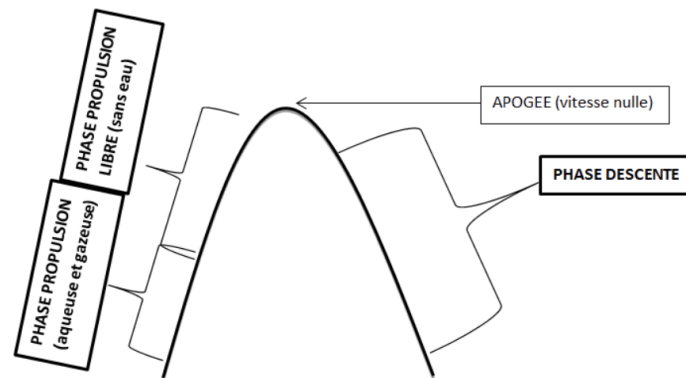
En plaçant un altimètre avec enregistrement des données internes (sur une carte SD par exemple). Il est également possible (à voir au niveau de la place) de coupler un altimètre avec, par exemple, un accéléromètre.

Attention que ces appareils embarqués ne doivent pas être trop lourds ni trop encombrants.

2/ Si nous avons pu nous procurer un altimètre : détermination des paramètres de vol de notre micro-fusée

Nous avons pu constater que l'analyse des données enregistrées lors du vol de la fusée peut être assez compliqué. En effet, la fusée n'est pas parfaitement verticale et nous avons donc une composante x et une composante y.

Ce que l'on peut retenir :



Source image : <https://fuseeaeau.weebly.com/etapes-de-vol-et-centre-de-gravite.html> (dernière consultation : 29/05/2023)

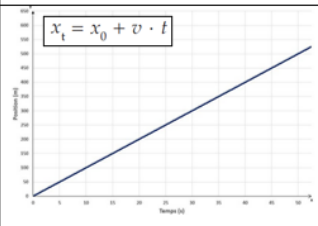
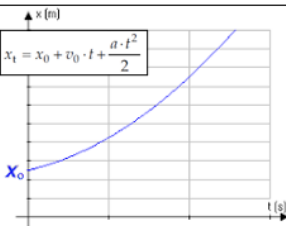
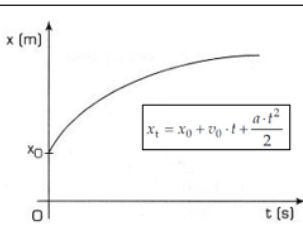
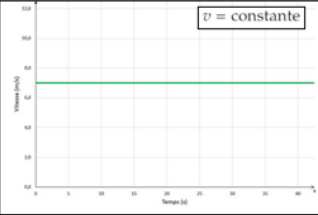
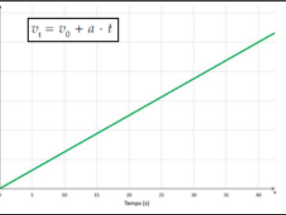
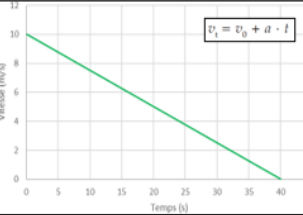
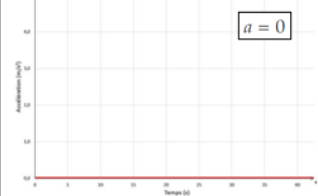
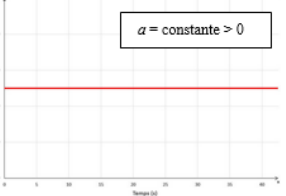
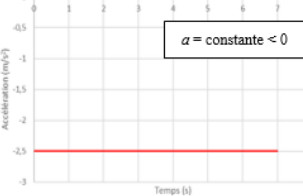
Nous avons donc la phase de propulsion 1 : durant cette phase, le gaz est éjecté (via la réaction chimique ou via la pompe, ...) et il y a accélération de notre fusée. La vitesse de la fusée augmente donc.

Ensuite vient la phase de propulsion 2 : durant cette phase, il n'y a plus de gaz éjecté. La fusée continue tout de même à monter mais son accélération est négative (décélération à cause de la gravité terrestre). La vitesse va donc diminuer pour finalement atteindre 0 m/s.

Lorsque la vitesse atteint 0 m/s, on est à l'apogée. L'altitude atteinte par la fusée y est maximum.

Arrive enfin la phase descendante, c'est-à-dire la chute de la fusée jusqu'au sol. A ce moment, la vitesse et l'accélération vont augmenter.

Pour résumer les différents mouvements vus :

	MRU	MRUA	MRUD
	M : l'objet est en mouvement R : le long d'une trajectoire rectiligne U : avec une vitesse constante	M : l'objet est en mouvement R : le long d'une trajectoire rectiligne UA : avec une accélération constante	M : l'objet est en mouvement R : le long d'une trajectoire rectiligne UD : avec une décélération constante
Position			
Vitesse			
Accélération			

Annexe 2 : Exemples de fiches de réalisation des fusées**Fiche de réalisation 1 : fusée à eau**

Matériel	Danger(s)
<p>La fusée</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 bouteilles de coca de 1,5 L - 1 papier carton rigide - 1 cutter ou une bonne paire de ciseaux - 1 rouleau de scotch ou 1 pistolet à colle - 1 crayon et un latte (ou équerre) - Des marqueurs ou autre (décoration des fusées) <p>Le système de lancement</p> <ul style="list-style-type: none"> - De l'eau - 1 pompe à vélo (de préférence su pied et avec un manomètre) - 1 bouchon de même dimension que l'ouverture de la bouteille (en Liège ou en plastique) - 1 valve de vélo <p>La rampe de lancement</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 paille - 1 tuteur ou une tige en métal 	<p>La fusée à eau a une énergie assez importante. Il faut donc délimiter un périmètre de sécurité lors de la mise sous pression et du lancement (10m).</p> <p>Se procurer le tuyau le plus long possible pour pomper (le plus loin possible de la base de lancement)</p> <p>Faire des essais sous pression de la bouteille. Remplir la bouteille d'eau au maximum, puis la mettre sous pression. Cela implique qu'il y a peu d'air comprimé et que la déflagration (si la bouteille explose) sera assez faible.</p>
Mode opératoire	
<p>Réalisation de la fusée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Découper le haut de la deuxième bouteille (pour faire l'ogive) - Découper le milieu de la deuxième bouteille, en découpant également le culot (pour faire un support pour les ailerons) - Assembler les bouteilles comme sur le schéma ci-dessous, avec le scotch <div data-bbox="311 1411 646 1691"> </div> <p>Source image : https://trefavensc.fr/01-astronomie/fusee/2_la_realisation_dune_fusee_eau_35_50_min.html (dernière consultation : 26/05/2023)</p> <p>Tu peux également réaliser une ogive en papier ou carton pour la décorer (essayer différentes formes)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confectionner les ailerons et coller ces derniers symétriquement (essayer différents modèles et différentes quantités) <div data-bbox="327 1780 518 2038"> </div> <p>Source image : https://www.planete-sciences.org/espace/Fusee-a-eau/Construire-une-fusee-a-eau (dernière consultation : 26/05/2023)</p>	

Réalisation de la rampe de lancement et du système de fixation :

- Coller la paille sur la bouteille
- Enfoncer la tige en métal ou le tuteur dans le sol le plus verticalement possible

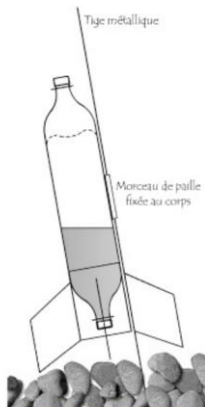


Figure 9 : Guidage élémentaire

Source image : https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcondorcet.ecollege.haute-garonne.fr%2FlectureFichiergw.do%3FID_FICHER%3D1386538084493&psig=AOvVaw1Km3t8Df99KJ-7xiQNwzQw&ust=1685179655491000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQjhqFwoTCMijgsfVkv8CFQAAAAAdAAAABAQ (dernière consultation : 26/05/2023)

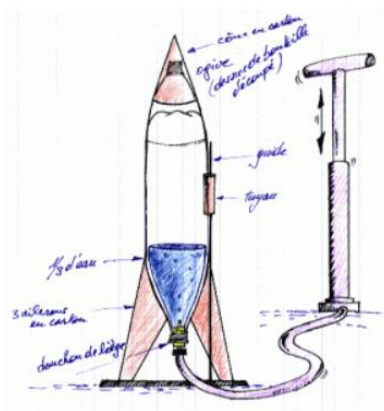
Réalisation du système de lancement :

- Trouer le bouchon de Liège pour y insérer la valve de vélo



Source de l'image : https://wikifab.org/wiki/Fus%C3%A9e_%C3%A0_eau_simple_et_rapide (dernière consultation : 26/06/2023)

- Retourner la bouteille et remplir environ 1/3 du volume avec de l'eau (**essayer différents volumes d'eau**)
- Enfoncer le bouchon (celui-ci peut peut-être être taillé pour pouvoir rentrer, s'il est trop gros, ou être entouré de scotch pour assurer la bonne étanchéité, s'il est trop petit)
- Raccorder la valve à la pompe
- Retourner la bouteille et vérifier la bonne étanchéité
- Glisser la tige en métal dans la paille



Source de l'image : <https://www.agencema.fr/enfants/activites-manuelles-bricolage/fabriquer-une-fusee-a-eau-avec-parachute> (dernière consultation : 26/06/2023)

Mise sous pression :

- Sécuriser la zone
- Pomper (normalement on peut atteindre 4 à 5 bar de pression avant que le bouchon ne lâche)

Fiche de réalisation 2 : fusée au bicarbonate de sodium

Matériel	Danger(s)
<p>La fusée</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 bouteilles de coca de 1,5 L - 1 papier carton rigide - 1 cutter ou une bonne paire de ciseaux - 1 rouleau de scotch ou 1 pistolet à colle - 1 crayon et un latte (ou équerre) - Des marqueurs ou autre (décoration des fusées) <p>Le système de lancement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Du vinaigre - Du bicarbonate de sodium - 1 sachet pour le thé ou un mouchoir - 1 punaise - 1 ficelle - 1 bouchon de même dimension que l'ouverture de la bouteille (en Liège ou en plastique) <p>La rampe de lancement</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 paille - 1 tuteur ou une tige en métal 	<p>La fusée à eau a une énergie assez importante. Il faut donc délimiter un périmètre de sécurité lors de la mise sous pression et du lancement (10m).</p> <p>Porter des lunettes pour manipuler</p>
Mode opératoire	
<p>Réalisation de la fusée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Découper le haut de la deuxième bouteille (pour faire l'ogive) - Découper le milieu de la deuxième bouteille, en découpant également le culot (pour faire un support pour les ailerons) - Assembler les bouteilles comme sur le schéma ci-dessous, avec le scotch <div data-bbox="311 1400 654 1668"> </div> <p>Source image : https://trefavensc.fr/01-astronomie/fusee/2_la_realisation_dune_fusee_eau_35_50_min.html (dernière consultation : 26/05/2023)</p> <p>Tu peux également réaliser une ogive en papier ou carton pour la décorer (essayer différentes formes)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confectionner les ailerons et coller ces derniers symétriquement (essayer différents modèles et différentes quantités) <div data-bbox="327 1769 518 2027"> </div> <p>Source image : https://www.planete-sciences.org/espace/Fusee-a-eau/Construire-une-fusee-a-eau (dernière consultation : 26/05/2023)</p>	

Réalisation de la rampe de lancement et du système de fixation :

- Coller la paille sur la bouteille
- Enfoncer la tige en métal ou le tuteur dans le sol le plus verticalement possible

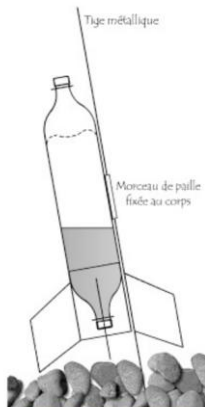


Figure 9 : Guidage élémentaire

Source image : https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcondorcet.ecollege.haute-garonne.fr%2FlectureFichiergw.do%3FID_FICHER%3D1386538084493&psig=AOvVaw1Km3t8Df99KJ-7xiQNwzQw&ust=1685179655491000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQjhxqFwoTCMijgsfVkv8CFQAAAAAdAAAAABAAQ (dernière consultation : 26/05/2023)

Réalisation du système de lancement :

- Retourner la bouteille et remplir environ 1/3 du volume avec du vinaigre (**essayer différents volumes de vinaigre et masses de bicarbonate**)
- Remplir le sachet de thé avec 2-3 c à s de bicarbonate (ou faire un boudin avec le mouchoir)
- Fermer le sachet avec une ficelle et accrocher la ficelle au bouchon de liège avec une punaise (laisser plus ou moins 5 cm de ficelle – quand le bouchon est en place, le bicarbonate ne peut être en contact avec le vinaigre)



Source image : <https://www.festival-astronomie.com/documents/vds/fusee-bicarbonate.pdf> (dernière consultation : 28/05/2023)

- Enfoncer le bouchon (celui-ci peut-être être taillé pour pouvoir rentrer ou être entouré de scotch pour assurer la bonne étanchéité) – attention : pas de contact entre le vinaigre et le sachet de bicarbonate de sodium

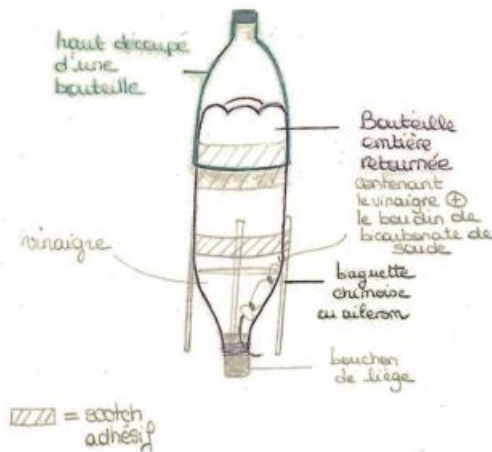


Source image : <https://www.jesuisunemaman.com/blog/fabrication-d-une-fusee-maison-experience-scientifique> (dernière consultation : 28/05/2023)

Entamer la réaction :

- Retourner la bouteille (mise en contact entre le vinaigre et le bicarbonate)
- Glisser la tige en métal dans la paille

*Schéma de la bouteille prête
à décoller*



Source image : <http://cercle-cp.fr/wordpress/wp-content/uploads/2020/10/La-fusee.pdf> (dernière consultation : 28/05/2023)

Rem : la mise à feu peut prendre quelques minutes, le temps que la réaction puisse se produire

Annexe 2 : Post-test pour la séquence sur les micro-fusées

Date :	Année :	Nom :
		Prénom :

Ce que j'ai retenu (post-test) :**Les fusées**

1/ Pour réaliser une fusée capable de voler, le design est-il important pour :

- Les ailes : OUI / NON
- L'obus : OUI / NON

En quoi est-ce important ou n'est-ce pas important ?

2/ Une micro-fusée décolle grâce au principe :

- D'action-réaction
- De frottement
- D'inertie

Décris ce principe :

3/ Comment peut-on faire décoller une fusée :

- Uniquement grâce à une réaction chimique
- Uniquement grâce à un processus physique
- Grâce aux deux processus

Explicite :

4/ Comment as-tu procédé pour réaliser ta micro-fusée? Était-ce une réaction physique ou chimique ?

A quoi fallait-il particulièrement faire attention ?

5/ Comment as-tu procéder pour connaître la hauteur de ta fusée ? Explique.

6/ Décris quel(s) type(s) de mouvement (MRU, MRUA, ...) on trouve le long de la trajectoire d'une fusée.

Annexe 3a :	La fusée – La pile fruit – A/B	Nom :
		Prénom :
		Date :

Enquête de satisfaction

Cochez la case correspondant à votre opinion pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en interprétation des données					
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en pratique de laboratoire					
J'ai trouvé que c'était une expérience intéressante					
Ce qui était attendu de moi en matière d'apprentissage en réalisant cette expérience était clair					
Réaliser cette expérience a amélioré ma compréhension de la science					
Des informations générales suffisantes, d'un niveau approprié, ont été fournies dans l'introduction					
L'encadrant a offert un soutien et des conseils efficaces					

Annexe 3a :	La fusée – La pile fruit – A/B	Nom : Prénom : Date :
-------------	---------------------------------------	-----------------------------

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
La procédure expérimentale a été clairement expliquée dans le fascicule de laboratoire ou dans les notes					
Je perçois la pertinence de cette expérience pour mes études en science					
L'expérience m'a donné l'opportunité d'assumer la responsabilité de mon propre apprentissage					
J'ai trouvé que le temps imparti pour réaliser les manipulations était suffisant					
J'ai trouvé que le temps imparti pour traiter les données en aval était suffisant (debriefing)					
Dans l'ensemble, en tant qu'expérience d'apprentissage, je qualifierais cette expérience de très positive					

Annexe 3a :	La fusée – La pile fruit – A/B	Nom : Prénom : Date :
-------------	---------------------------------------	-----------------------------

Cette expérience vous a-t-elle plu ? Pourquoi ?

OUI – NON

CAR :

.....

.....

.....

Cette expérience vous a-t-elle apporté quelque chose ? Si oui, quoi ?

OUI – NON

.....

.....

.....

.....

Que proposeriez-vous pour améliorer cette activité ?

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 3b :	La fusée - résultats	Nom : 4 élèves Prénom : Date :
-------------	-----------------------------	--------------------------------------

Enquête de satisfaction

Cochez la case correspondant à votre opinion pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en interprétation des données	I	II	I		
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en pratique de laboratoire	III	I			
J'ai trouvé que c'était une expérience intéressante	III	I			
Ce qui était attendu de moi en matière d'apprentissage en réalisant cette expérience était clair	III	I			
Réaliser cette expérience a amélioré ma compréhension de la science	I	III			
Des informations générales suffisantes, d'un niveau approprié, ont été fournies dans l'introduction	II	I	I		
L'encadrant a offert un soutien et des conseils efficaces	III		I		

Annexe 3b :	La fusée - résultats	Nom : 4 élèves Prénom : Date :
-------------	-----------------------------	--------------------------------------

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
La procédure expérimentale a été clairement expliquée dans le fascicule de laboratoire ou dans les notes	III		I		
Je perçois la pertinence de cette expérience pour mes études en science	III		I		
L'expérience m'a donné l'opportunité d'assumer la responsabilité de mon propre apprentissage	II	I	I		
J'ai trouvé que le temps imparti pour réaliser les manipulations était suffisant		IIII			
J'ai trouvé que le temps imparti pour traiter les données en aval était suffisant (debriefing)	I	II		I	
Dans l'ensemble, en tant qu'expérience d'apprentissage, je qualifierais cette expérience de très positive	III	I			

Annexe 3b :	La fusée - résultats	Nom : 4 élèves Prénom : Date :
-------------	-----------------------------	--------------------------------------

Cette expérience vous a-t-elle plu ? Pourquoi ?

OUI : « Nous sommes sortis de la théorie ; en faisant une activité manuelle, j'ai mieux compris le fonctionnement de la fusée et tous ses différents attraits » ; « car elle lie l'apprentissage à l'amusement » ; « malgré l'échec de la fusée, c'était très enrichissant »

Cette expérience vous a-t-elle apporté quelque chose ? Si oui, quoi ?

OUI et NON : « je connaissais cette expérience mais j'ai appris qu'il était important que les éléments de la fusée (nez, ailerons, ...) soient métriquement placés pour qu'elle parte bien droit »

OUI : « un autre point de vue et des développements vis-à-vis de la matière »

Que proposeriez-vous pour améliorer cette activité ?

« plus de matériel » ; « plus de temps pour réaliser les recherches »

Annexe 3c :	La pile fruit (juin 2023) – résultats	Nom : 4 étudiants Prénom : Date :
-------------	--	---

Enquête de satisfaction

Cochez la case correspondant à votre opinion pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en interprétation des données	III		I		
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en pratique de laboratoire	II	I	I		
J'ai trouvé que c'était une expérience intéressante	IIII				
Ce qui était attendu de moi en matière d'apprentissage en réalisant cette expérience était clair	III	I			
Réaliser cette expérience a amélioré ma compréhension de la chimie	II	II			
Des informations générales suffisantes, d'un niveau approprié, ont été fournies dans l'introduction	II	II			
L'encadrant a offert un soutien et des conseils efficaces	IIII				

Annexe 3c :	La pile fruit (juin 2023) – résultats	Nom : 4 étudiants Prénom : Date :
-------------	--	---

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
La procédure expérimentale a été clairement expliquée dans le fascicule de laboratoire ou dans les notes	III	I			
Je perçois la pertinence de cette expérience pour mes études en chimie	III	I			
L'expérience m'a donné l'opportunité d'assumer la responsabilité de mon propre apprentissage		IIII			
J'ai trouvé que le temps imparti pour réaliser les manipulations était suffisant	I	I	I	I	
J'ai trouvé que le temps imparti pour traiter les données en aval était suffisant (debriefing)	I	II	I		
Dans l'ensemble, en tant qu'expérience d'apprentissage, je qualifierais cette expérience de très positive	III	I			

Annexe 3c :	La pile fruit (juin 2023) – résultats	Nom : 4 étudiants Prénom : Date :
-------------	--	---

Cette expérience vous a-t-elle plu ? Pourquoi ?

OUI : « le sujet était intéressant et ça a permis de sortir de la théorie pour plus de pratique » ; « elle était divertissante et utile » ; « faire des expériences avec des trucs de la vie de tous les jours est cool. Je comprends cependant que pour des raisons de manque de temps, on n'en fasse pas plus souvent »

Cette expérience vous a-t-elle apporté quelque chose ? Si oui, quoi ?

NON : Pas d'explication

OUI : « De la compréhension et de l'intérêt » ; « une meilleure compréhension de la matière en chimie »

Que proposeriez-vous pour améliorer cette activité ?

« rien, tout était parfait 😊 » ; « rien »

Annexe 3d :	La pile fruit 2 et A/B - résultats	Nom : 5 étudiants Prénom : Date :
-------------	---	---

Enquête de satisfaction

Cochez la case correspondant à votre opinion pour chacune des affirmations ci-dessous.

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en interprétation des données	III		II		
Cette expérience m'a aidé.e à développer mes compétences en pratique de laboratoire	II	II	I		
J'ai trouvé que c'était une expérience intéressante	III	I	I		
Ce qui était attendu de moi en matière d'apprentissage en réalisant cette expérience était clair	III	I	I		
Réaliser cette expérience a amélioré ma compréhension de la chimie	I	II	II		
Des informations générales suffisantes, d'un niveau approprié, ont été fournies dans l'introduction	IIII	I			
L'encadrant a offert un soutien et des conseils efficaces	IIII				

Annexe 3d :	La pile fruit 2 et A/B - résultats	Nom : 5 étudiants Prénom : Date :
-------------	---	---

	Tout à fait d'accord	Plutôt d'accord	Neutre	Plutôt pas d'accord	Pas du tout d'accord
La procédure expérimentale a été clairement expliquée dans le fascicule de laboratoire ou dans les notes	IIII				
Je perçois la pertinence de cette expérience pour mes études en chimie	II	I	II		
L'expérience m'a donné l'opportunité d'assumer la responsabilité de mon propre apprentissage		IIII	I		
J'ai trouvé que le temps imparti pour réaliser les manipulations était suffisant	II	I	II		
J'ai trouvé que le temps imparti pour traiter les données en aval était suffisant (debriefing)	III	II			
Dans l'ensemble, en tant qu'expérience d'apprentissage, je qualifierais cette expérience de très positive	IIII	I			

Annexe 3d :	La pile fruit 2 et A/B - résultats	Nom : 5 étudiants Prénom : Date :
-------------	---	---

Cette expérience vous a-t-elle plu ? Pourquoi ?

OUI et NON : « c'était finalement amusant de manipuler mais je n'ai rien appris » ; « je ne pense pas avoir appris quelque chose mais je me suis bien amusé »

OUI : « sortir de la théorie en faisant une activité manuelle » ; « utiliser des truc qu'on a chez soi, c'est cool » ; « c'était différent de ce qu'on fait d'habitude »

Cette expérience vous a-t-elle apporté quelque chose ? Si oui, quoi ?

NON : pas d'explication

OUI et NON : « je n'ai rien appris mais je comprends mieux l'intérêt de la science »

OUI : « je comprends mieux ce que j'ai vu l'année passée »

Que proposeriez-vous pour améliorer cette activité ?

« plus de matériel » ; « plus de temps » ; « rien »

Annexe 4a :	Les réactions « acide-base »	Nom : Prénom : Date :
-------------	---	-----------------------------

1/ Pré-test

- a) Pour les réactions « acide-base », que vais-je choisir comme expérience pour illustrer le concept ?
 - Essayer d'allumer une diode avec un fruit
 - Changement de couleur du jus de chou rouge
 - Mélange entre le coca et le lait
- b) Dans une réaction acide-base, qu'est ce qui est échangé ?
- c) Entre quoi et quoi ? Définissez ces composés.
- d) Ecrire les équations de réactions (et demi-réactions, si besoin)
- e) Expliquez ce qu'est-ce que le pH?
- f) Autoprotolyse de l'eau

Annexe 4a :	Les réactions « acide-base »	Nom : Prénom : Date :
-------------	---	-----------------------------

2/ Rapport de laboratoire

Matériel utilisé	Danger(s)

Mode opératoire

Annexe 4a :	Les réactions « acide-base »	Nom : Prénom : Date :
-------------	---	-----------------------------

Résultats

Conclusions

Annexe 4a :	Les réactions « acide-base »	Nom : Prénom : Date :
-------------	---	-----------------------------

3/ Post-test

- a) Pour les réactions « acide-base », qu'ai-je choisir comme expérience pour illustrer le concept ?
 - Essayer d'allumer une diode avec un fruit
 - Changement de couleur du jus de chou rouge
 - Mélange entre le coca et le lait
- b) Dans une réaction acide-base, qu'est ce qui est échangé ?
- c) Entre quoi et quoi ? Définissez ces composés.
- d) Ecrire les équations de réactions (et demi-réactions, si besoin)
- e) Expliquez ce qu'est-ce que le pH?
- f) Autoprotolyse de l'eau

Annexe 4b:	Les réactions d'oxydoréductions	Nom : Prénom : Date :
------------	--	-----------------------------

1/ Pré-test

- a) Pour les réactions d'oxydoréductions, que vais-je choisir comme expérience pour illustrer le concept ?
 - Essayer d'allumer une diode avec un fruit
 - Changement de couleur du jus de chou rouge
 - Mélange entre le coca et le lait
- b) Dans une réaction d'oxydoréduction, qu'est ce qui est échangé ?
- c) Entre quoi et quoi ? Définissez ces composés.
- d) Ecrire les équations de réactions (et demi-réactions, si besoin)
- e) Expliquer le principe général d'une pile. Attention au vocabulaire.

Annexe 4b:	Les réactions d'oxydoréductions	Nom : Prénom : Date :
------------	--	-----------------------------

2/ Rapport de laboratoire

Matériel utilisé	Danger(s)
Mode opératoire	

Annexe 4b:	Les réactions d'oxydoréductions	Nom : Prénom : Date :
------------	--	-----------------------------

Résultats

Conclusions

Annexe 4b:	Les réactions d'oxydoréductions	Nom : Prénom : Date :
------------	--	-----------------------------


3/ Post-test

- a) Pour les réactions d'oxydoréductions, qu'ais-je choisir comme expérience pour illustrer le concept ?
 - Essayer d'allumer une diode avec un fruit
 - Changement de couleur du jus de chou rouge
 - Mélange entre le coca et le lait
- b) Dans une réaction d'oxydoréduction, qu'est ce qui est échangé ?
- c) Entre quoi et quoi ? Définissez ces composés.
- d) Ecrire les équations réactions (et demi-réactions, si besoin)
- e) Expliquer le principe général d'une pile. Attention au vocabulaire.

Annexe 5 : Mode opératoire d'un élève

Activité (CESS) :	Les réactions « acide-base »	Nom : Prénom : Date :
-------------------	---------------------------------	-----------------------------

2/ Rapport de laboratoire

Matériel utilisé	Danger(s)
<ul style="list-style-type: none"> - pipette - tubes à essais - Berlin - liquides (eau, savon, lait, vinaigres, Na_2CO_3...) - vase marteau, pipette agitateur - clous rouge - papier PR 	<ul style="list-style-type: none"> - Cristaux de soude ↳ Na_2CO_3 ⇒ manipuler avec précaution^o (gants et lunettes) Même si on avait trouvé de l'ammoniac ⇒ Δ ce qui est écrit sur les bouteilles
Mode opératoire <ul style="list-style-type: none"> - extraire le jus du clou rouge - Mettre le jus → tube à essais - Mesurer le PR de chaque liquide qu'on va ajouter dans le clou → Cmt?  - Ajouter les + liquides dans le clou rouge → proportion^o? - Regarder la couleur 	

Activité (CESS) :	Les réactions « acide-base »	Nom :
		Prénom :
		Date :

Résultats		
LIQUIDE	PH (papier ^{rouge} PH)	COULEUR
eau	7	PAS changé
Vinaigre	1	PAS changé
lait	6/7	mauve clair
Na_2CO_3	11/12	bleu foncé
rouge + eau	7	rose / rouge
bleu rouge	3/2	mauve
bière	4	PAS changé

Je sais que vous avez testé
le jus de citron → pourquoi
n'est-il pas P_H? Ce n'est pas
parce que c'est faut si la fin
si un coup de tête qu'il ne doit
pas figurer de le tableau

Conclusions

En

La couleur d'une solution est liée
au P_H.

+ c'est Basique → + c'est bleu

⇒ le jus de citron est un indicateur coloré

Basique ⇒ + de 7
Acide ⇒ - de 7.

Annexe 6 – Idées d’activités en pédagogie par investigation (Sites Internet)

Voici divers sites visités lors de l’étude bibliographique, sur lesquels des idées d’activités sont proposées (cette liste n’est bien sûr pas exhaustive) :

- <https://fondation-lamap.org/preparez-votre-classe/themes-scientifiques-et-pedagogiques> (Fondation la main à la pâte. Activons les sciences en casses – dernière consultation : 02/03/2024)
- https://media.eduscol.education.fr/file/Programmes/36/7/SVT_College_Ressources_Principes-generaux_117367.pdf (p5, dernière consultation 04/01/2024)
- https://media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/74/4/Socle_Banque_Culture-scientifique-technologique_College-Situations-apprentissage-evaluation_117744.pdf (Socle commun de connaissances et de compétences – collège – banque de situations d’apprentissage et d’évaluation ; dernière consultation : 12/03/2024)
- <https://ww2.ac-poitiers.fr/svt/spip.php?article298> (exemple d’une démarche d’investigation – académie de Poitiers – dernière consultation : 02/03/2024)
- <https://lea.fr/je-m-informe/dossiers/sciences-l-ecole-l-experimentation-l-investigation/exemple-demarche-d-investigation-peau-d-chercheur> (Les sciences à l’école : de l’expérimentation à l’investigation, Lea.fr, dernière consultation : 02/03/2024)
- <https://eduscol.education.fr/document/49775/download?attachment> (Enseigner les sciences et la technologie à l’école primaire – Ministère de l’éducation nationale et de la jeunesse – dernière consultation : 02/03/2024)
- <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/3477/3477-situationprobleme-techno.pdf> (Construire et faire vivre de véritables situations-problèmes en TECHNOLOGIE – dernière consultation : 12/03/2024)
- <https://primas-project.eu/modules/modules-english/> (projet PRIMAS – dernière consultation : 02/03/2024)
- https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fmedia.eduscol.education.fr%2Ffile%2Fbanque_socle%2F11%2F5%2FBanque_Compotence3_SVT_Hormones-puberte_178115.doc&wdOrigin=BROWSELINK (Banque de situations d’apprentissage et d’évaluation compétence 3 – hormones et puberté – dernière consultation : 12/03/2024)
- <http://culturescientifique89.ac-dijon.fr/?La-demarche-d-investigation-au-cycle-3> (Trois exemples d’investigations en sciences au cycle 3, dernière consultation : 14/03/2024)
- <https://www.unige.ch/primas/index-12.html> (Promouvoir la démarche d’investigation dans l’enseignement des mathématiques et des sciences, rechercher une activité – Secondaire, dernière consultation : 09/05/2024)
- ...

Annexe 7 : Glossaire de sigles

AAAS : American Association for the Advancement of Science, 1989

CEB : Certificat d'Etudes de Base

CE1D : Certificat d'Enseignement secondaire du 1^{er} Degré

CE2D : Certificat d'Enseignement secondaire du 2^{ème} Degré

CESS : Certificat d'Enseignement Secondaire Supérieur

EAD : Enseignement A Domicile

E-L : E-Learning

FWB : Fédération Wallonie-Bruxelles

NRC : National Research Council, 1996

TDA(-H) : Trouble du Déficit de l'Attention (avec Hyperactivité)

TICE : Technologie de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement