



Défi 11

Nous vous mettons au défi de faire voler un objet.



Plus précisément :



Cycle 1 / Cycle 2

Nous vous mettons au défi de ralentir la chute d'un objet.



Cycle 2 / Cycle 3

Nous vous mettons au défi de faire décoller une montgolfière.

Préambule

Ce défi va permettre de travailler sur l'existence et les propriétés de l'air, de mener des investigations simples sur l'air, d'étudier des objets techniques comme le parachute et la montgolfière, et de mettre en œuvre des démarches d'investigation et des démarches technologiques.

Pour le défi C1/C2, l'idée peut être de fabriquer un parachute mais sans forcément l'introduire tout de suite. En effet les élèves peuvent avoir d'autres idées qu'il peut être intéressant de tester : mettre des plumes sur la figurine, lui fabriquer des ailes, le mettre dans un ballon, envelopper la figurine dans un papier, souffler fortement sur la figurine...

Le défi C2/C3 est directement orienté vers la fabrication d'une montgolfière... qui doit décoller ! Cela peut mener, au préalable, à une série d'investigations sur l'air, avec des expériences réalisables par les élèves. Une fois ces investigations menées, pour la fabrication d'une montgolfière, se pose la question de la manière de chauffer l'air (et donc de l'aspect sécurité en classe), et de la taille de la montgolfière (cf pistes de mise en œuvre : plus le volume de la montgolfière sera important, plus elle aura des chances de décoller...). Il faudra peut-être alors privilégier la fabrication d'une montgolfière pour la classe.

De manière générale, privilégier une expérience collective menée par l'enseignant est tout à fait possible. Et cela n'empêche pas de se poser des questions, de faire des hypothèses, et donc de mener une investigation.

Dans les deux défis, l'objet n'est pas imposé. Nous proposons de partir sur une figurine.

Eclairages scientifiques

Le parachute

Le parachute est un dispositif avec une voile, dont le but est de ralentir, par frottement fluide, le mouvement vertical descendant d'une personne ou d'un objet, afin qu'il atterrisse sans dommage sur le sol.

Un frottement fluide est une force de frottement exercée sur un objet se déplaçant dans un fluide. Plus l'objet se déplace vite, plus la force de frottement fluide qui s'exerce sur lui est importante, jusqu'à ce que soit atteint un régime d'équilibre : la force de frottement compense la force de gravitation. La vitesse de l'objet devient constante. (Futura)

Comment varie la vitesse lors d'un saut en parachute ?

Au départ de la chute du parachutiste depuis un avion, la résistance de l'air est initialement inférieure au poids, donc la chute s'accélère. Le parachutiste est au tout début en quasi-apesanteur à 0 *g*, son accélération étant de 1 *g* vers le bas. Cette résistance de l'air croît proportionnellement au carré de la vitesse de chute, jusqu'à égaler le poids, et la vitesse se stabilise.

L'accélération décroît progressivement jusqu'à ne plus être que d'environ 0,1 *g* dans la position cambrée au bout d'une minute environ, juste avant l'ouverture du parachute. Un parachutiste qui chute en position allongée horizontalement, dite « cambrée », rencontre davantage de résistance qu'en chutant en position profilée verticale (environ 300 km/h), et descend donc moins vite (environ 200 km/h). Dans des positions très particulières, des vitesses instantanées de chute de 450 km/h ont pu être obtenues.

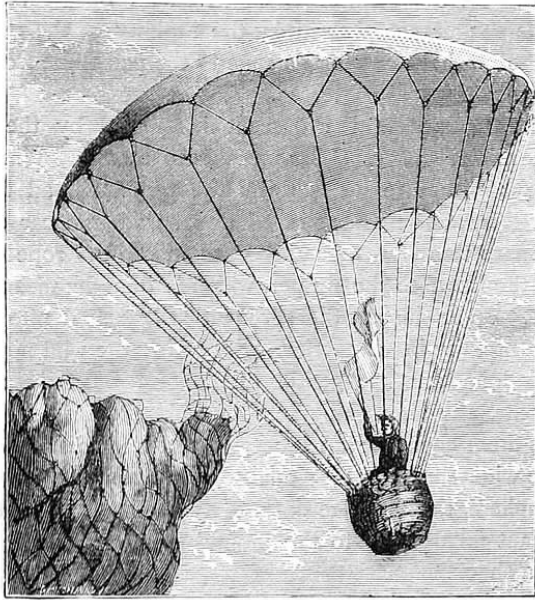
Lorsque le parachutiste ouvre son parachute, l'air s'engouffre dans la voilure et impose une forte résistance, initialement plus grande que le poids : la chute est freinée en quelques secondes d'environ 200 km/h à 15 km/h, ce qui procure une accélération vers le haut entre 3 et 6 *g* qui donne au parachutiste l'impression illusoire de remonter. La vitesse diminuant, la résistance de l'air diminue aussi jusqu'à égaler le poids, et la vitesse se stabilise à nouveau, mais à une valeur beaucoup plus petite que sans parachute (environ 15 km/h). *Wikipedia*

Pourquoi y a-t-il un trou au sommet des parachutes ?

Le petit trou situé au sommet des parachutes (la cheminée) sert à laisser s'échapper l'air emprisonné dans la voile. Cela stabilise le parachute en évacuant l'air, qui sans cela s'échapperait par les côtés en provoquant des oscillations dangereuses au moment de l'atterrissage. On a tous en tête l'image des parachutages militaires durant la Seconde Guerre mondiale où l'on voit les parachutes osciller fortement de droite à gauche : ce trou permet d'éviter que l'air ne sorte par les côtés et génère cette oscillation.

Aspect historique

Des textes historiques relatent des tentatives de saut en parachute dès l'antiquité 3000 ans avant JC. Depuis, les hommes n'ont cessé de vouloir voler tel Léonard de Vinci et utilisèrent les tours de l'époque pour tester leurs inventions lors de sauts d'essais plus ou moins concluants mais toujours spectaculaires !



Il faudra attendre la fin des années 1700 / début des années 1800 pour voir apparaître les premiers **parachutes modernes** opérationnels dotés d'une nacelle mais c'est surtout au début des années 1900 que le parachute avec harnais voit le jour réellement. Depuis, les parachutes ne cessent d'être améliorés passant d'une forme hémisphérique à une forme d'aile directionnelle, profitant de meilleurs taux de chute, d'un pliage plus facile, de déclencheur de sécurité, de glisseur qui temporisent l'ouverture de la voile, bref, tout ce qui fait un parachute moderne sportif.

Quant au parapente, il est tout simplement dérivé du parachute conventionnel. Les parachutistes cherchaient en effet dans les années 70 à s'entraîner à l'atterrissage à moindre frais sans prendre l'avion. Le saut depuis une montagne était alors très économique. Les ailes devinrent de plus en plus pilotables et surtout leur finesse s'améliora rapidement pour devenir de véritables aéronefs capables d'exploiter les thermiques et rester en l'air de nombreuses heures en parcourant des centaines de kilomètres.

La montgolfière

Aspect historique

On ne comprendrait pas la genèse de la réussite des frères Montgolfier, le premier vol d'un « plus léger que l'air », en 1783, si l'on ne s'intéressait pas à la seconde moitié du XVIII^e siècle, le Siècle des lumières. Cette période est marquée par une extraordinaire effervescence, tant scientifique et technique que littéraire et philosophique. L'Encyclopédie est publiée entre 1751 et 1772. Physique, chimie, mécanique, agronomie sont les disciplines scientifiques qui attirent le plus les chercheurs. On voit l'éclosion de cabinets de physique, en particulier ceux de François Pilâtre de Rozier (1754-1785) et de Jacques Alexandre César Charles (1746-1823), qui testèrent le premier vol humain.

Plusieurs découvertes sont à l'origine de l'invention des aérostats (du grec aêr et statos : qui se tient dans l'air). Le latex, déjà connu des Mayas, va permettre de rendre étanches les toiles des ballons. Les inventeurs de cet immense ballon étaient frères et s'appelaient Joseph et Etienne Montgolfier. Ils ont lu les chapitres de l'Encyclopédie sur l'air et les gaz et souhaitent construire un nouveau moyen de transport qui permettra à l'homme de s'élever pour la première fois dans les airs. Ils n'y arrivent pas tout de suite et testent différentes hypothèses. Ils cherchent d'abord à enfermer de la vapeur d'eau ou de la fumée dans une sorte de sac, mais c'est un échec. Dans les cabinets de physique, l'étude des gaz donne également lieu à d'importantes découvertes. Les recherches des deux frères Montgolfier sont l'aboutissement de ce bouillonnement intellectuel. Tous deux vont rester dans les mémoires comme les inventeurs des aérostats gonflés à l'air chaud.

Au tout début de l'hiver de l'année 1782, alors que Joseph réchauffe sa chemise dans sa chambre devant un feu de cheminée, il s'aperçoit qu'elle se gonfle au-dessus du foyer ! Cette observation lui donne une idée : il découpe et coud un cube de tissu, le place au-dessus du feu et le voit s'élever dans les airs. Forts de cette expérience, les frères Montgolfier décident d'organiser une démonstration publique. En 1783, un vol est organisé au milieu de la cour du château de Versailles avec trois passagers : un canard, un coq et un mouton. Puis, deux mois après, a lieu un vol humain.

Les aérostats ont retrouvé une utilité scientifique grâce aux ballons stratosphériques qui servent, encore aujourd'hui, aux météorologues.

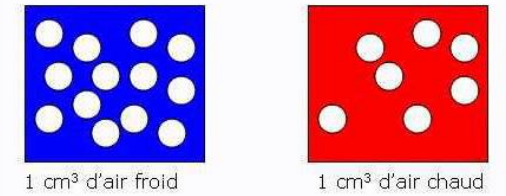
En vidéo : <https://fondation-lamap.org/ressource-multimedia/le-ballon-a-air-chaud-france-1783>

Fonctionnement d'une montgolfière

La montgolfière est un moyen de transport aérien, un aéronef plus léger que l'air aussi appelé aérostat. Le concept est simple, on gonfle une enveloppe grâce à de l'air chaud. L'air chaud ayant une masse volumique plus faible que l'air environnant, le ballon s'élève dans les airs.

Pourquoi l'air chaud est moins dense que l'air froid ?

Selon la température, les particules d'air se déplacent plus ou moins rapidement. L'intensité du mouvement augmente avec le réchauffement ; les particules d'air qui vibrent plus fortement ont besoin de plus d'espace ; la densité diminue. L'air chaud est moins dense que l'air froid. En réalité, une masse d'air donnée occupe un volume d'autant plus important que sa température est élevée. Un volume donné d'air chaud, qui contient moins de molécules d'air, est donc plus léger qu'un même volume d'air froid. La masse volumique de l'air chaud est plus faible que la masse volumique de l'air froid. Cette expérience simple ([vidéo](#)) met en évidence la différence de densité de l'air chaud et de l'air froid.



Par ailleurs il convient de respecter la rigueur scientifique. Par exemple il est inexact de déclarer que « l'air chaud est plus léger », même si cette expression est régulièrement employée.

Comment la montgolfière est-elle maintenue dans les airs ?

C'est la différence de température entre l'air interne et externe à l'enveloppe qui permet à la montgolfière de continuer à voler. L'aéronaute (le pilote du ballon) chauffe donc régulièrement l'air contenu dans la montgolfière afin de rester dans les airs.

Comment le pilote règle-t-il la hauteur de vol de la montgolfière ?

Plus il va chauffer, plus l'écart de température interne / externe à l'enveloppe sera grand, plus la montgolfière montera vite. L'aéronaute règle ainsi la vitesse d'ascension de la montgolfière.

Comment redescendre en montgolfière ?

Le pilote ralentit le rythme de chauffe pour mettre la montgolfière en descente. Il règle la fréquence de chauffe par rapport à la vitesse de descente qu'il désire.

A quelle vitesse vole une montgolfière ?

La Montgolfière est le seul aéronef qui n'a pas de vitesse horizontale dans la masse d'air. La montgolfière n'a ni avant, ni arrière, elle est symétrique. Elle n'a pas de bord d'attaque ni de bord de fuite. Elle ne se déplace pas dans la masse d'air, on dit qu'elle n'a pas de vitesse horizontale. La montgolfière se déplace avec la masse d'air, à la même vitesse. S'il y a un vent de 10 Km/h, la Montgolfière se déplacera donc à 10 Km/h.

Comment diriger une montgolfière ?

Comme on vient de la dire, la Montgolfière ne se déplace pas dans l'air. Il appartient donc au pilote de trouver la masse d'air, ou couche d'air, ayant la direction qui l'intéresse. Le pilote de Montgolfière va donc agir sur son altitude afin de trouver le bon cap.

→ Les explications de [C'EST PAS SORCIER](#) sur le fonctionnement d'une montgolfière.

Comment accompagner les élèves dans la compréhension de ces phénomènes ?

Les phénomènes en jeu sont trop complexes (densité, poussée d'Archimède), pour être abordés directement au niveau du cycle 3. On se contentera de décrire les phénomènes physiques sans chercher à les expliquer. Travailler sur la matérialité de l'air constitue un prérequis nécessaire pour bien comprendre le phénomène. Des expériences pour prendre conscience de son existence et pour montrer que l'air a une masse doivent avoir été réalisées en cycle 2 et les acquis en sont réinvestis ici.

Travailler sur la **densité**, sans aller jusqu'au principe d'Archimède, comme le « **flotte-coule** », peut faciliter la compréhension des phénomènes en jeu, et donner du sens aux mouvements d'air. **De plus, les expériences réalisables avec de l'eau (bouteille/ballon, eau colorée chaude) peuvent aider à la compréhension du comportement de l'air, à condition d'expliquer que l'eau constitue un système permettant de modéliser l'air**, dans l'hypothèse que les deux fluides ont le même comportement dans les conditions d'étude.

Sources

<https://phymain.unisciel.fr/lair-chaud-est-plus-leger/>

Eduscol : <https://eduscol.education.fr/document/16897/download>

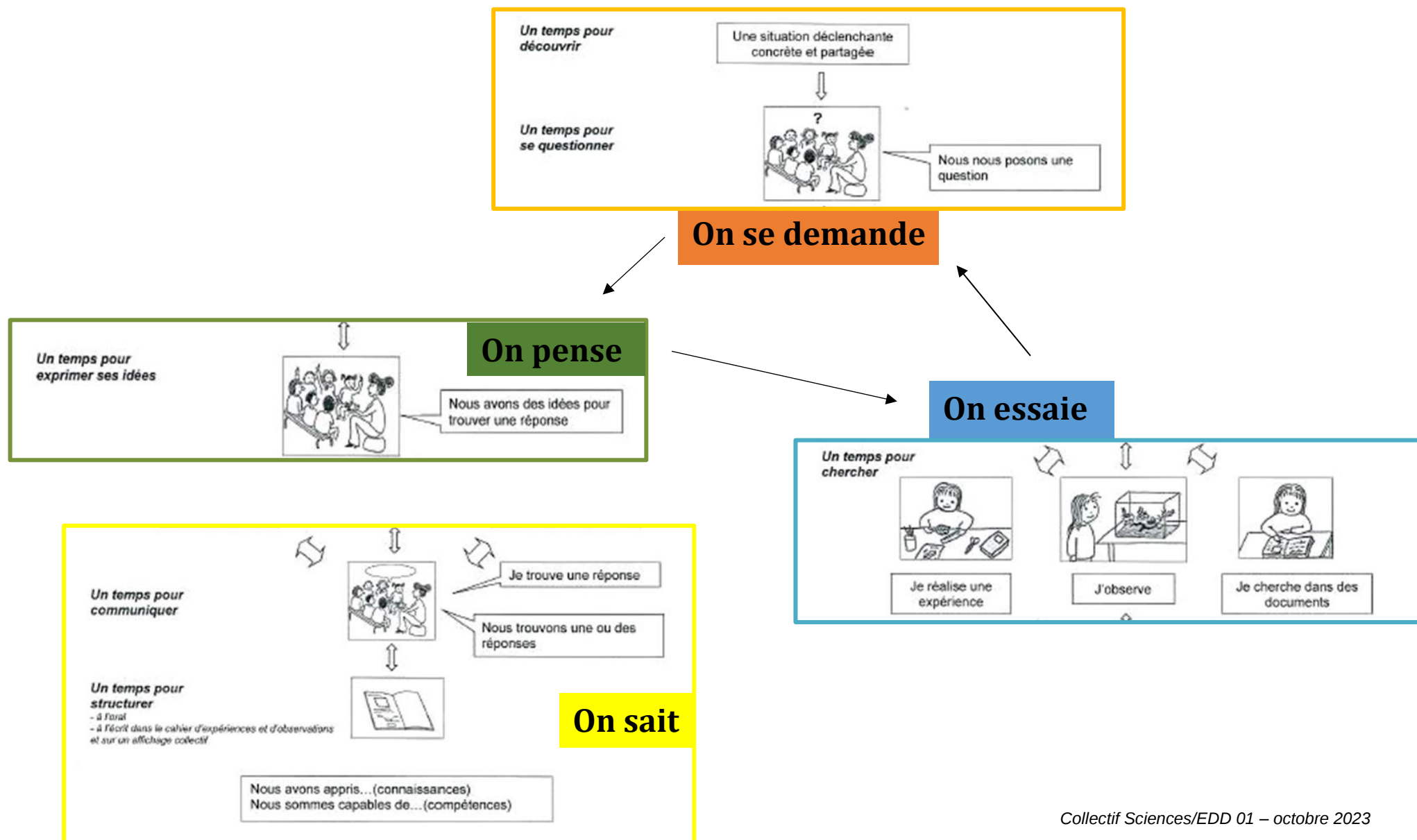
La main à la pâte : https://fondation-lamap.org/sites/default/files/sequence_pdf/le-ballon-a-air-chaud.pdf

<https://www.hautesalpesmontgolfiere.com/pourquoi-et-comment-vole-une-montgolfiere/>

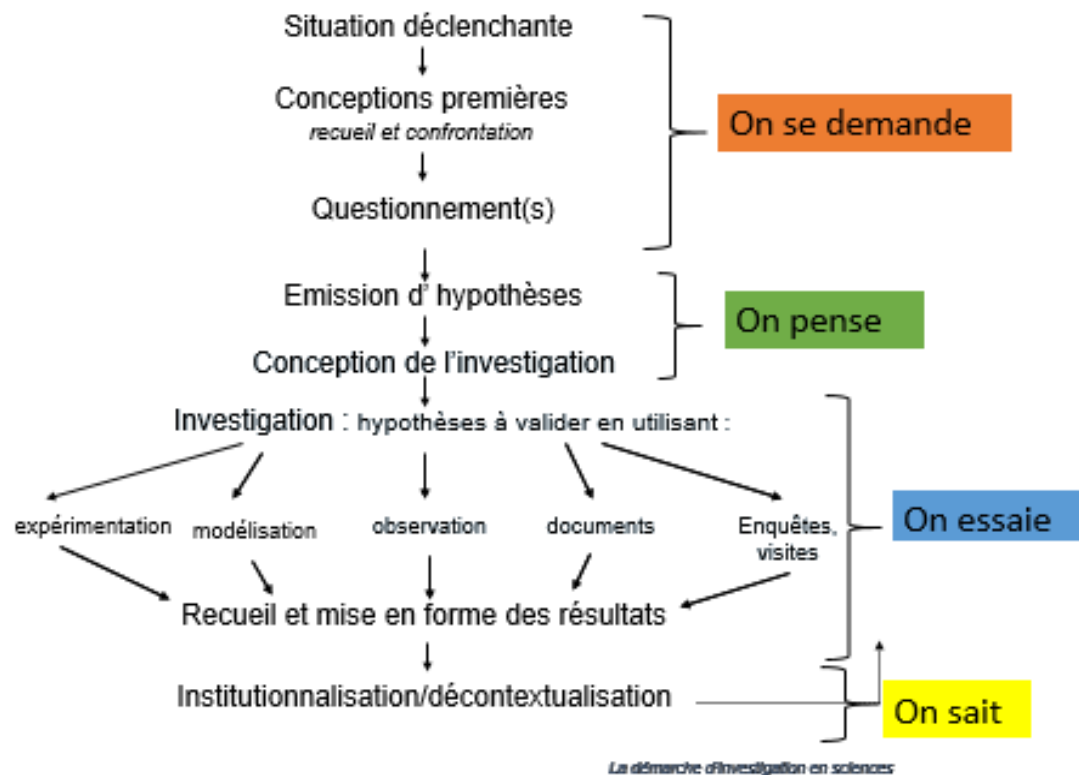
Ce que l'on travaille

C1	C2	C3
<u>Explorer la matière</u> Action directe sur les matériaux dès la petite section : modeler – tailler – morceler – assembler – transformer Découvrir les effets des actions et utiliser quelques matières ou matériaux naturels dont l'air. Les activités qui conduisent à des transformations mécaniques ou sous l'effet de la chaleur ou du froid permettent progressivement d'approcher quelques propriétés de ces matières et matériaux. Elles sont l'occasion de discussions entre enfants et avec l'enseignant, et permettent de classer, désigner et définir leurs qualités en acquérant le vocabulaire approprié. <u>Utiliser, fabriquer, manipuler des objets</u> Les utilisations d'instruments et d'objets sont l'occasion de constater des phénomènes physiques, notamment en utilisant des instruments simples (perforatrice ...). Les enfants ont besoin d'agir de nombreuses fois pour constater des régularités qui sont les manifestations des phénomènes physiques qu'ils étudieront plus tard (la gravité, <u>L'enseignant observe que l'élève commence à réussir :</u> • repérer des transformations de matériaux sous l'effet de la chaleur (sécher, durcir, fondre...), de l'air (déplacer, gonfler...), d'actions mécaniques avec des mains (froisser, plier...) et avec des outils (découper, percer...) • agir de manière raisonnée sur un matériau, choisir le bon matériau en fonction d'un besoin, d'un effet attendu, d'un projet.	<i>Compétences du Socle :</i> DOMAINE 4 - les systèmes Naturels et les systèmes techniques : curiosité et sens de l'observation ; capacité à résoudre des problèmes. DOMAINE 2 - les méthodes et outils pour apprendre : conduite de projets individuels et collectifs DOMAINE 1 - les langages pour penser et communiquer : langue française, langages mathématiques, scientifiques et informatiques <i>Connaissances et Compétences programmes :</i> Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques : Pratiquer, avec l'aide des professeurs, quelques moments d'une démarche d'investigation : questionnement, observation, expérience, description, raisonnement, conclusion. Imaginer, réaliser : Imaginer et réaliser des objets simples et de petits montages. S'approprier des outils et des méthodes : Choisir ou utiliser le matériel adapté proposé pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience. Pratiquer des langages : Communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire. Restituer les résultats des observations sous forme orale ou d'écrits variés (notes, listes, dessins, voire tableaux). Qu'est-ce que la matière ? Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air : existence, effet et quelques propriétés de l'air (matérialité et compressibilité de l'air). Les objets techniques : Observer et utiliser des objets techniques et identifier leur fonction.	<i>Compétences du Socle :</i> DOMAINE 4 - les systèmes Naturels et les systèmes techniques : curiosité et sens de l'observation ; capacité à résoudre des problèmes. DOMAINE 2 - les méthodes et outils pour apprendre : conduite de projets individuels et collectifs DOMAINE 1 - les langages pour penser et communiquer : langue française, langages mathématiques, scientifiques et informatiques <i>Connaissances et Compétences programmes :</i> Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques : Concevoir et mettre en œuvre des expériences ou d'autres stratégies de résolution pour tester ces hypothèses. Proposer et/ou suivre un protocole expérimental. Interpréter des résultats de façon raisonnée et en tirer des conclusions en mobilisant des arguments scientifiques. Communiquer sur les démarches, les résultats et les choix en argumentant. Concevoir, créer, réaliser : Concevoir et réaliser une maquette pour modéliser un phénomène naturel ou un objet technique. Pratiquer des langages : Rendre compte de ses activités en utilisant un vocabulaire précis et des formes langagières spécifiques des sciences et des techniques. Expliquer un phénomène à l'écrit et à l'oral. Matière, mouvement, énergie, information Différencier les états physiques solide (forme et volume propres), liquide (volume propre et absence de forme propre) et gazeux (ni forme propre ni volume propre) Les objets techniques au cœur de la société Repérer les évolutions d'un objet dans différents contextes (historique, géographique, économique, culturel, technologique). Associer les solutions technologiques aux fonctions techniques. Identifier les matériaux utilisés. Choisir un matériau en fonction de ses propriétés physiques. Rechercher des idées de solutions à l'aide de schémas ou de croquis pour résoudre un problème technique donné.

Des étapes pour des démarches d'investigation en maternelle



Pour les plus grands...



Ou alors...



Une investigation ou des investigations ?

Dans ce type de défi, on peut imaginer mettre en œuvre plusieurs investigations pour répondre au problème général qu'est le défi :

- Investigations sur l'existence de l'air pour les plus jeunes élèves.
- Investigations sur le comportement de l'air chaud.
- Investigations sur flotte/coule pour faire l'analogie avec la plus faible densité de l'air chaud dans la montgolfière.
- Recherche des matériaux qui conviendront le mieux à la fabrication d'une montgolfière, d'un parachute ...
- etc...

Tout est une question de guidage ... !

« Les élèves apprennent mieux tout seul, à condition de ne pas les perdre ! » (A. Tricot)

Engager les élèves dans une démarche d'investigation ne consiste pas à poser une question et laisser les élèves se débrouiller tout seul. Au contraire, la démarche sera d'autant plus efficace que les élèves seront guidés dans leur recherche. Mais il ne s'agit pas non plus de les empêcher de chercher.

Des exemples de guidage :

- **Faire se questionner les élèves** *et pas seulement questionner les élèves* : susciter le questionnement est un objectif à long terme, pas un préalable à l'enseignement des sciences.
- **Aider à la formulation (MDL)** : La phase de questionnement et de formulation de l'hypothèse peut demander un fort guidage, notamment dans l'apport de lexique et la manière de formuler le problème.
- **Créer du conflit cognitif « dépassionné »** : pour que les élèves se rendent compte que d'autres pensent autrement (**décentrage**), et qu'on va pouvoir vérifier (retour au réel). Il s'agit aussi de passer des simples révisions aux **prévisions argumentées**.
- **Faire du lien** entre ce qu'ils font, ce qu'ils ont déjà fait, ce qu'ils vont faire, pour aider à la projection, l'anticipation : qu'est-ce qu'on cherche ? Pourquoi on va faire telle chose ? Qu'est-ce qu'on va observer ou pas? -> Et tout ça par écrit. Cela permet de **structurer les connaissances**, pendant, et pas seulement à la fin.

Cycles 1 / 2 : ralentir la chute d'un objet

Prérequis

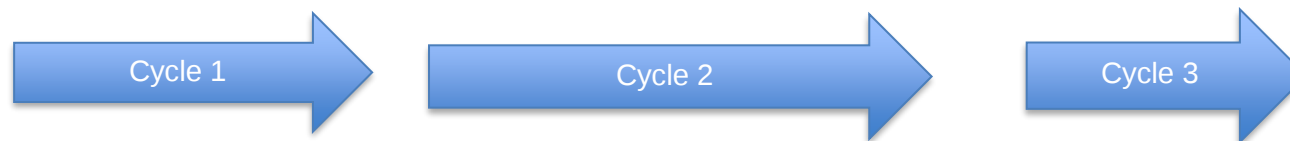
Les élèves savent que l'air est de la matière et qu'il occupe l'espace.

La séquence de JM Rolando « [L'air du cycle 1 au cycle 3](#) » pourra être mise en œuvre pour prouver l'existence de l'air.

→ au cycle 1 (pages 2 et 3).

→ au cycle 2 (pages 3 à 6).

L'air est de la matière.	L'air est un gaz.	L'air est un gaz particulier.	Il existe d'autres gaz.
Il possède à ce titre les propriétés générales de la matière	Il possède à ce titre toutes les propriétés de l'état gazeux.	Il possède des propriétés spécifiques que ne possèdent pas les autres gaz.	Ils possèdent eux aussi des propriétés spécifiques, que ne possède pas l'air.



Cycle 1 : prise de conscience de l'air lorsqu'il est en mouvement

Cycle 2 : conservation lors d'un déplacement

On se demande 	L'enseignant lâche le bonhomme, il tombe. Il pose la question aux enfants : « Pouvez-vous le faire tomber moins vite ? Les enfants répondent par oui ou par non (c'est une question fermée). La question est reformulée (GUIDAGE) : « Comment peut-on le faire tomber moins vite ? » « Comment peut-on ralentir la chute du bonhomme ? »
On pense 	Proposition de mise en œuvre : L'enseignant demande aux élèves de chaque groupe de répondre à cette question et de la dessiner sur le carnet d'expériences... Les élèves émettent leurs hypothèses. Pour faciliter les échanges qui suivront, l'enseignant demande aux élèves de noter leurs hypothèses à l'aide de dessins ou d'écrits simples. Il les guide pour arriver à des illustrations et des explications plus claires. <u>Propositions envisagées</u> : Les élèves proposent de fabriquer un parachute pour soutenir le bonhomme ; d'accrocher le bonhomme à un ballon ; de coller des plumes au bonhomme ; de mettre le bonhomme dans le ballon ; d'envelopper le bonhomme dans un papier ; de souffler fortement (à l'aide d'un sèche-cheveux) vers le haut sous le bonhomme ... <u>Présentation à la classe des propositions de chaque groupe. (GUIDAGE)</u> Les élèves présentent leurs dessins aux camarades pour demander leurs avis et conseils. Certains projets d'élèves peuvent faire ressortir quelques perceptions fausses. L'enseignant n'indique pas directement ces erreurs, mais les fait découvrir (GUIDAGE) à travers des discussions entre les élèves, ou par l'expérimentation. Pendant les présentations commentées des dessins, l'enseignant demande aux élèves d'explicitier leurs raisonnements (GUIDAGE). L'objectif est de leur faire comprendre que l'hypothèse vient des expériences de la vie quotidienne et des connaissances acquises, qu'elle est basée sur des faits et n'est pas seulement le fruit de l'imagination. A ce moment-là, il faut inciter les élèves (GUIDAGE) à échanger leurs expériences de la vie quotidienne, partager leurs idées, se poser des questions et se donner des conseils, formuler des exemples et contre-exemples qui étayent ou fragilisent leurs propos.



Les élèves mettent en œuvre le protocole élaboré lors de l'étape précédente.

L'enseignant observe et note les problèmes rencontrés par chaque groupe . Il organise des discussions (**GUIDAGE**) ou questionne les élèves pour les amener à réfléchir sans leur donner la solution. Les problèmes rencontrés lors des expérimentations des élèves :

- 1 - Les élèves n'ont pas conscience qu'il faut comparer les temps de chute pour prouver que le bonhomme tombe moins vite.
- 2 - Certains élèves ont préparé un chronomètre pour mesurer la durée de chute du bonhomme, mais ne peuvent pas l'utiliser. La durée de chute est trop courte.
- 3 - Des problèmes techniques de fabrication conduisent à l'échec de l'expérimentation. (Par exemple, le bonhomme ne tient pas attachée avec un fil.)
- 4 - Les élèves peuvent être attirés par l'expérimentation des autres groupes, ou abandonner leur propre projet en raison de difficultés
- 5 - Certains utilisent un sèche-cheveux pour retarder la chute du bonhomme, mais ils découvrent qu'ils n'ont pas de solution pour contrôler le souffle (direction, trajectoire du bonhomme).

Les élèves prennent en note le résultat des discussions collectives et améliorent leur projet d'expérimentation.

L'enseignant aide les élèves (**GUIDAGE**) à différencier leurs propres notes (en les caractérisant avec un signe particulier), les conseils des autres élèves ou les idées nouvelles. Ainsi les enfants sont sensibilisés au respect des réflexions de leurs camarades.

On sait



Tester les situations d'expérimentation des autres groupes, percevoir que la vitesse de la chute est reliée à la résistance de l'air.

Lors de la première expérimentation, la plupart des élèves n'a pas encore réfléchi aux causes du ralentissement de la chute du bonhomme. Sans orientation de l'enseignant (**GUIDAGE**), les élèves risquent de négliger cette question très importante dans cette séance. A partir des résultats d'expérimentation précédents, l'enseignant organise donc une discussion sur ce sujet (**GUIDAGE**).

L'enseignant peut poser la question suivante : « **D'après vous, pour quelle raison le bonhomme tombe-t-il moins vite ?** » A ce moment-là, les élèves vont dire peut-être que c'est le parachute, le ballon ou un autre dispositif qui a retardé la chute du bonhomme. L'enseignant peut alors demander: « **Comment ceux-ci ont-ils retardé la chute du bonhomme? Comment ont-ils fait ?** » A ce moment-là, les élèves disent souvent que c'est l'air qui tient le parachute et le ballon. Ainsi, l'enseignant peut les conduire à observer que c'est toujours l'air qui intervient dans chaque expérience pour retarder le bonhomme(**GUIDAGE**).

Cette explication est compréhensible et applicable par des enfants de 8 ans, il n'est pas nécessaire de leur demander d'utiliser le terme de « résistance de l'air ».

Cycles 2 / 3 : faire décoller une montgolfière

Connaissances et compétences convoquées pour démarrer la séquence

Notion de volume, en termes de « contenance » (en mathématiques dans la partie « grandeurs et mesures »).

Conscience que l'air est partout bien qu'invisible.

Points de vigilance : place du langage, représentations initiales des élèves...

Éviter d'utiliser des phrases incorrectes sur le plan scientifique : « l'air chaud est plus léger que l'air froid » n'est pas une formulation correcte (même si elle est très utilisée), car ce qui varie n'est pas la masse, mais le volume occupé. À des élèves de CE2, on pourra dire qu'un volume d'air chaud a une masse plus faible que le même volume d'air froid. Distinguer le registre du langage courant du registre scientifique : « il fait lourd par temps chaud » n'est pas une formulation de nature scientifique.

A noter :

Dans la description de la séquence proposée ci-dessous, plusieurs investigations sont menées **simultanément** :

- Celles liées aux aspects **scientifiques** (propriétés de l'air, poussée d'Archimède,...)
- Celles liées aux aspects **technologiques** (comment fabriquer la montgolfière).

On pourrait également mener ces investigations **successivement** :

- En premier lieu se questionner sur l'air et ses propriétés (dilatation de l'air, poussée d'Archimède, ...)
- Puis démarrer une autre démarche, plus technologique, pour fabriquer une montgolfière (recherche de matériaux, forme de la montgolfière, réalisation de prototypes, etc...)

On se demande

Propositions de situations de départ :

→ **lecture d'un texte** : historique de la montgolfière cf [Vademecum](#) p. 20

Récit lu par le professeur : « Vous voyez au tableau un énorme ballon, construit à partir de toile de coton cousue sur du papier, gonflé par un feu de paille et à la base duquel était accroché un panier. Je vais vous raconter comment est née cette invention permettant pour la première fois à l'homme de s'élever dans les airs à la fin du XVIIIe siècle.

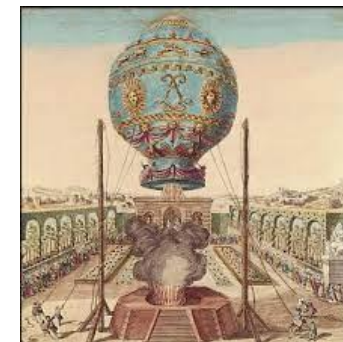


Figure 3 - Ascension captive d'une montgolfière dans les jardins de la papeterie Réveillon, le 19 octobre 1783. - Source : BNF

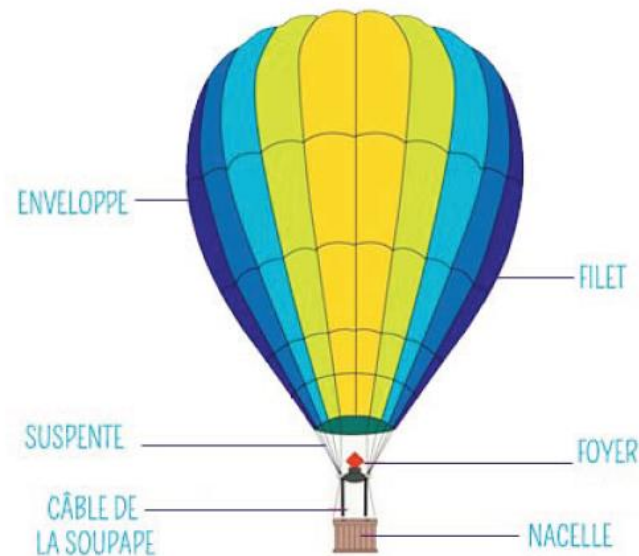
Le XVIIIe siècle en France est aussi appelé « le siècle des Lumières », car c'est à cette époque que de nombreux savants et philosophes découvrent et partagent de nouvelles connaissances scientifiques. Ils écrivent ensemble une encyclopédie qui rassemble les savoirs. Les inventeurs de cet immense ballon étaient frères et s'appelaient Joseph et Étienne Montgolfier. Ils ont lu les chapitres de l'encyclopédie sur l'air et les gaz et souhaitent construire un nouveau moyen de transport qui permettra à l'homme de s'élever pour la première fois dans les airs. Ils n'y arrivent pas tout de suite et testent différentes hypothèses. Ils cherchent d'abord à enfermer de la vapeur d'eau ou de la fumée dans une sorte de sac, mais c'est un échec. Au tout début de l'hiver de l'année 1782, alors que Joseph réchauffe sa chemise dans sa chambre devant un feu de cheminée, il s'aperçoit qu'elle se gonfle au-dessus du foyer ! Cette observation lui donne une idée : il découpe et coud un cube de tissu, le place au-dessus du feu et le voit s'élever dans les airs. Forts de cette expérience, les frères Montgolfier décident d'organiser une démonstration publique à laquelle sont invités de nombreux scientifiques de l'Académie des sciences. Ils fabriquent pour l'occasion un aérostat en toile renforcée d'une triple épaisseur de papier. Celui-ci s'envole grâce à un petit réchaud placé sous l'enveloppe et où brûle de la paille. Ainsi gonflé, l'aérostat vole pendant près de dix minutes avant d'atterrir 2,5 km plus loin. L'incroyable nouvelle se répand. Le roi Louis XVI convoque les frères Montgolfier au château de Versailles. Le 19 septembre 1783, le ballon est installé sur une estrade édifée au milieu de la cour du château. Une fois gonflé, il s'envole et prend la direction du bois de Vincennes. Il emmène trois passagers : un coq, un mouton et un canard. Huit minutes plus tard, il se pose après un parcours de 3,5 km. Les passagers n'ont pas souffert en altitude, ils ont pu respirer. Le canard, quant à lui, a malheureusement eu le bec cassé à l'atterrissage. Il est temps maintenant d'organiser le premier vol humain. C'est le 21 novembre 1783 que deux volontaires, Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes, s'élancent pour accomplir le premier vol libre humain au monde. Ils s'élèvent à 1000 mètres d'altitude au-dessus de Paris et parcourent une dizaine de kilomètres en vingt-cinq minutes à bord de l'invention des frères Montgolfier décorée pour l'occasion des emblèmes royaux. Grâce à cette invention, la France est appelée la « reine des airs ». Des meubles, bijoux, faïences, tissus, habits sont décorés de motifs aérostatiques qui symbolisent le progrès. Le célèbre photographe Nadar sera le premier à réaliser une photographie aérienne en 1858. Cette invention va aussi permettre au savant Louis Joseph Gay-Lussac de découvrir qu'à 6639 m d'altitude, l'air est le même qu'à la surface du sol. Les aérostats ont retrouvé une utilité scientifique grâce aux ballons stratosphériques qui servent, encore aujourd'hui, aux météorologues.

Récit extrait et adapté à partir de la ressource suivante : [le ballon à air chaud](#) de La main à la pâte.

→ **Observation de l'objet**

De quoi est composée une montgolfière ? A quoi servent les différents constituants ? **(GUIDAGE)**

HEMA DE LA MONTGOLFIÈRE



[Source site momes.net](http://momes.net)

→ **Questionnement** : comment fait la montgolfière pour s'envoler ? cf [séquence Eduscol](#)

On pense

- Lister les hypothèses des élèves sur ce qui fait que la montgolfière s'élève.
- Lister les hypothèses des élèves sur les matériaux qui vont permettre de construire une montgolfière qui s'élève.

(GUIDAGE sur la formulation des hypothèses)

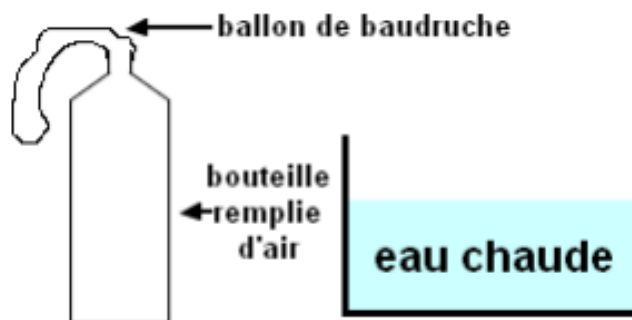
On essaie

Différentes expériences possibles pour comprendre ce qui permet à la montgolfière de s'élever. Certaines peuvent être mises en œuvre par les élèves, d'autres montrées par l'enseignant ou montrées en vidéo.

- Une partie des expériences peut porter sur la compréhension du phénomène physique en jeu : dilatation de l'air chaud, poussée d'Archimède.
- Une autre partie des expériences peut porter sur une démarche technologique pour rechercher des solutions techniques pour construire un objet qui puisse s'envoler.

Expériences sur les phénomènes physiques en jeu

- Expérience du ballon de baudruche et avec une bouteille dans de l'eau chaude et froide pour observer la dilatation de l'air



A ton avis, que va-t-il se passer si l'on place la bouteille entièrement encapuchonnée du ballon de baudruche dans l'eau chaude ?

Extrait du Module pédagogique sur l'air : [L'air est-il de la matière ?](#) C3

- Expérience flotte coule pour le travail sur la densité -> Tester des objets de tailles identiques et de densité différentes dans un bac d'eau (balle de ping pong, cochonnet,...). En les immergeant et en les lâchant du fond du récipient, observer ce qui se passe. Certains vont rester au fond et d'autres remonter à la surface. Mettre en évidence l'influence du rapport poids/volume/forme.
- Expérience du ballon de baudruche gonflé avec de l'air chaud. cf video C'est pas sorcier à 18'30
<https://www.youtube.com/watch?v=yVDT6UQ1IgY>

Pour ces différentes expériences, on peut **(GUIDAGE)** :

- montrer le protocole d'expérience,
- leur faire décrire,
- recueillir leurs prévisions argumentées (que va-t-il se passer, et à votre avis pourquoi ?),
- leur faire faire ou la faire devant eux ou la montrer en vidéo,
- analyser les résultats observés,
- en tirer des connaissances.

Expériences en lien avec la démarche technologique :

Investigations possibles sur :

- le poids des matériaux,
- les matériaux résistants à la chaleur, à la manipulation,
- leur résistance à la fabrication (colle...),
- les techniques d'assemblage...

⇒ Cf dossier [Eduscol](#) et [annexe](#)

⇒ **Gabarit de construction** : [Annexe 3 Eduscol](#)

On sait

Quelques recommandations :

La trace écrite sera décontextualisée (**GUIDAGE**). Par exemple utiliser des formulations du type « Quand on chauffe de l'air, il prend plus de place qu'avant, on dit qu'il se dilate », plutôt que « quand on met la bouteille dans de l'eau chaude, le ballon positionné sur la bouteille se gonfle ».

Exemples de formulation : l'air est de la matière, il a une masse, il peut se déplacer, il n'a pas de forme propre. Quand on chauffe de l'air, il prend plus de place qu'avant, on dit qu'il se dilate. C'est ce qu'on peut observer si on a vu une montgolfière avant qu'elle s'envole : on chauffe l'air dans le ballon, et le ballon se gonfle. L'air chaud dans l'enveloppe de la montgolfière a une masse plus faible que l'air autour. C'est pour cela que la montgolfière décolle.

Attention aux erreurs d'interprétation !

On pense parfois que c'est parce que l'oxygène qui se trouvait dans la montgolfière a été brûlé qu'il y a de la place. C'est faux : la disparition de l'oxygène lors de la combustion ne laisse pas de vide. En effet, cet oxygène brûlé est remplacé notamment par du dioxyde de carbone, qui prend autant de place que l'oxygène disparu !

Ressources autres ...

Certains ont essayé... :

- Parachute :
 - <https://www.youtube.com/watch?v=eHBuAVUY1Os>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=pm40FG-TOpw>
- Montgolfière :
 - <https://www.youtube.com/watch?v=12xVSgq4lGo>

Prolongements

Education Artistique et Culturelle : étude d'œuvre d'art autour des montgolfières.

Etudier les autres aérostats, par exemple les dirigeables.