

L'avion : histoire et fonctionnement

Une séquence du projet *En marchant, en roulant, en naviguant... je suis « écomobile » !*

Résumé

Après avoir étudié l'histoire de l'aviation, les élèves découvrent le fonctionnement d'un avion, de la portance jusqu'à la propulsion.

Séquence 6 : L'avion

Niveaux conseillés

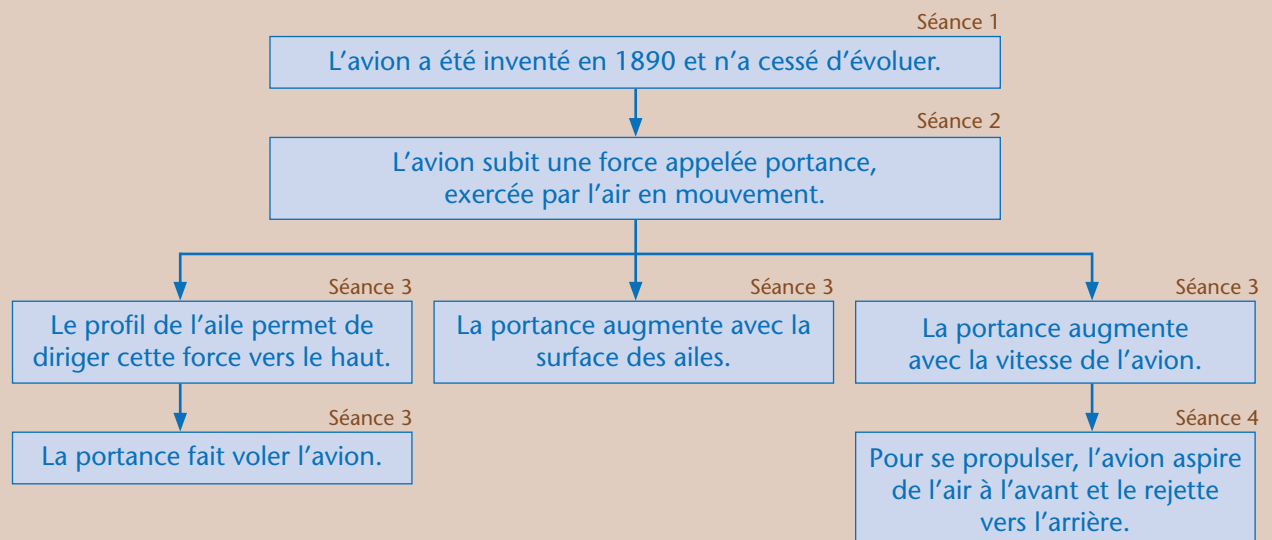
CE2, CM1, CM2, 6^e

Présentation de la séquence

Cette séquence est constituée de quatre séances.

Après avoir étudié l'histoire de l'aviation, les élèves découvrent le fonctionnement d'un avion, de la portance jusqu'à la propulsion.

Le scénario conceptuel ci-dessous permet de suivre la progression notionnelle, exprimée en langage élève.



Résumé des séances

| Titre | Modalités d'investigation | Résumé |
|--|---------------------------|---|
| 1 : Un peu d'histoire... | Étude documentaire | À travers un bref historique, les élèves cherchent à comprendre le fonctionnement d'un avion. |
| 2 : Qu'est-ce qui permet à l'avion de voler ? | Expérimentation | À l'aide d'une feuille de papier, la classe étudie la portance de l'air. |
| 3 : Quel est le rôle de l'aile de l'avion ? (optionnelle) | Expérimentation | La classe manipule pour comprendre l'importance de la forme de l'aile. |
| 4 : Comment un avion est-il propulsé ? | Expérimentation | Une manipulation permet de comprendre le phénomène de la propulsion dans un avion. |

Séance 1 – Un peu d'histoire...

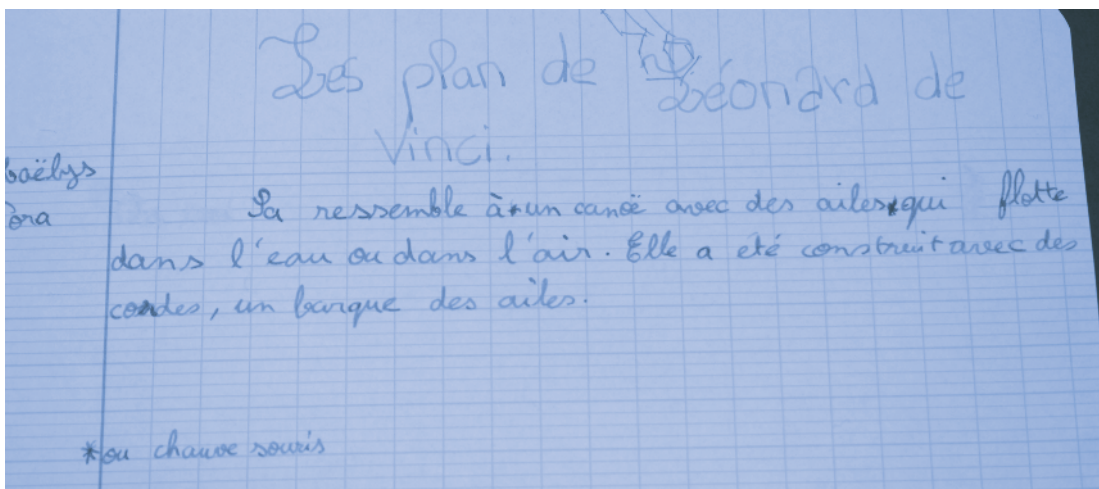
| | |
|---------------------------------|--|
| Niveaux conseillés | CE2, CM1, CM2, 6 ^e |
| Résumé | À travers un bref historique, les élèves cherchent à comprendre le fonctionnement d'un avion. |
| Notion | L'avion a été inventé en 1890 et n'a cessé d'évoluer. |
| Modalité d'investigation | Étude documentaire |
| Matériel | <ul style="list-style-type: none"> • Photocopie de la fiche 16 (Les plans de Léonard de Vinci) • Photocopie de la fiche 17 (L'histoire de l'avion en photos) |
| Lexique | Planer, voler |
| Durée | 1 h |

Étude documentaire (individuellement)

L'enseignant distribue la photocopie de la fiche 16 (Les plans de Léonard de Vinci), en prenant soin de supprimer le titre du document afin de ne pas trop induire les réponses des élèves.

Dans un premier temps, il leur demande de décrire, individuellement et par écrit, ce qu'ils voient et à quoi pourrait ressembler cet engin. Après une dizaine de minutes, l'enseignant organise la mise en commun.

En général, cet objet évoque une chauve-souris, un oiseau, une aile de deltaplane, une machine volante, etc.



Classe de 6^e d'Igor Ferrieu (Le Kremlin-Bicêtre)

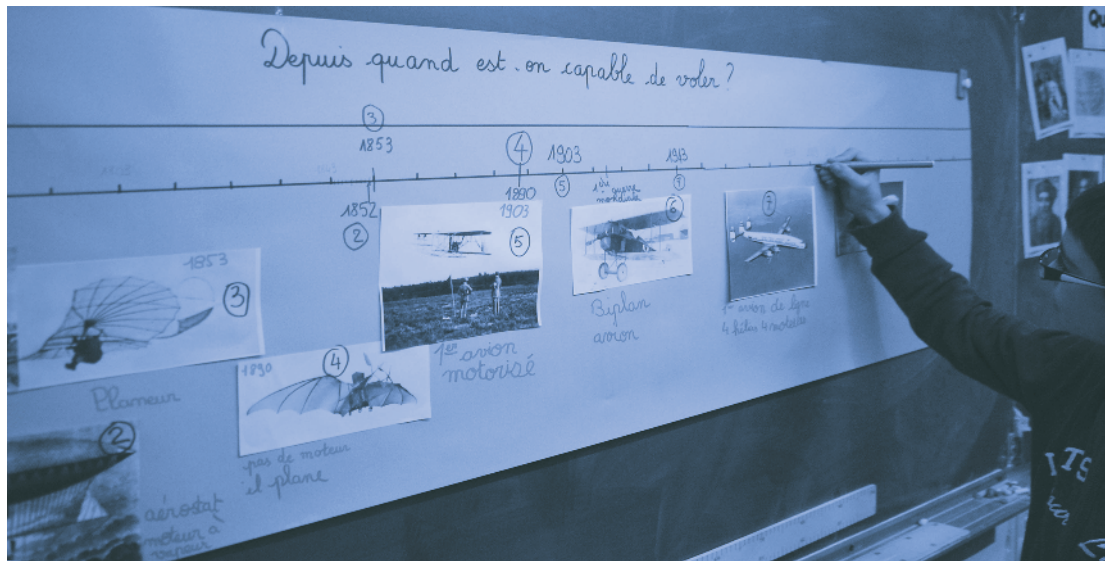
L'objectif est de montrer que Léonard de Vinci a cherché à s'inspirer de la nature et des oiseaux pour représenter un engin qui permettrait à l'homme de voler. Bien qu'il ne soit pas lui-même l'inventeur de l'avion, il a inspiré tous ses successeurs, qui ont pris cette voie pour tenter de voler.

L'enseignant distribue ensuite la fiche 17 (L'histoire de l'avion en photos). Par groupe, les élèves doivent les classer par ordre chronologique, du plus ancien au plus récent, tout en justifiant pourquoi ils considèrent que tel avion est plus récent qu'un autre (quelle amélioration a été apportée?).

Mise en commun

Les élèves se présentent leurs résultats et les vérifient ensemble. Ils se mettent d'accord pour proposer une seule version, que l'enseignant valide.

Lors de cette discussion, il peut être intéressant de distinguer les actions de voler et planer, et ainsi différencier l'Éole (premier avion) du planeur. Un planeur ne peut que suivre un courant aérien (il tombe lentement, sauf s'il trouve un courant ascendant), tandis qu'un avion est capable de s'élever et de se diriger, indépendamment des courants.



Classe de CM1/CM2 d'Anne Clémenson (Chambéry)

En fonction du temps disponible, l'enseignant pourra proposer une recherche documentaire pour compléter la frise chronologique (recherche de dates), ou fournir lui-même les éléments manquants.

Conclusion

La frise collective est recopiée dans les cahiers d'expériences.

Pour terminer la séance et préparer la réflexion de la séance suivante, l'enseignant demande: *À votre avis, comment l'avion fait-il pour voler?* Les élèves notent leurs hypothèses dans leur cahier.

Éclairage historique sur l'avion

Le premier vol humain eut lieu le 19 octobre 1783 à bord d'une montgolfière, qui exploitait la poussée d'Archimède: une chaudière embarquée dans la nacelle chauffe l'air contenu dans le ballon. Ce dernier, moins dense, s'élève dans les airs.

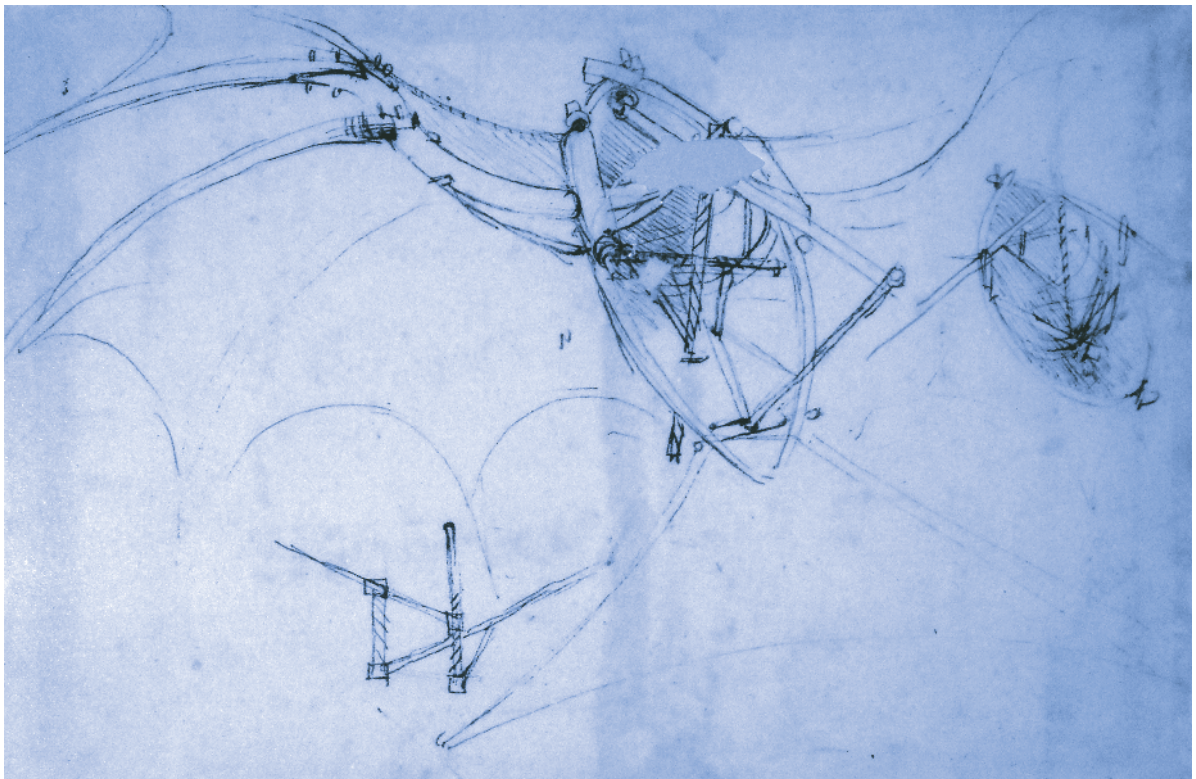
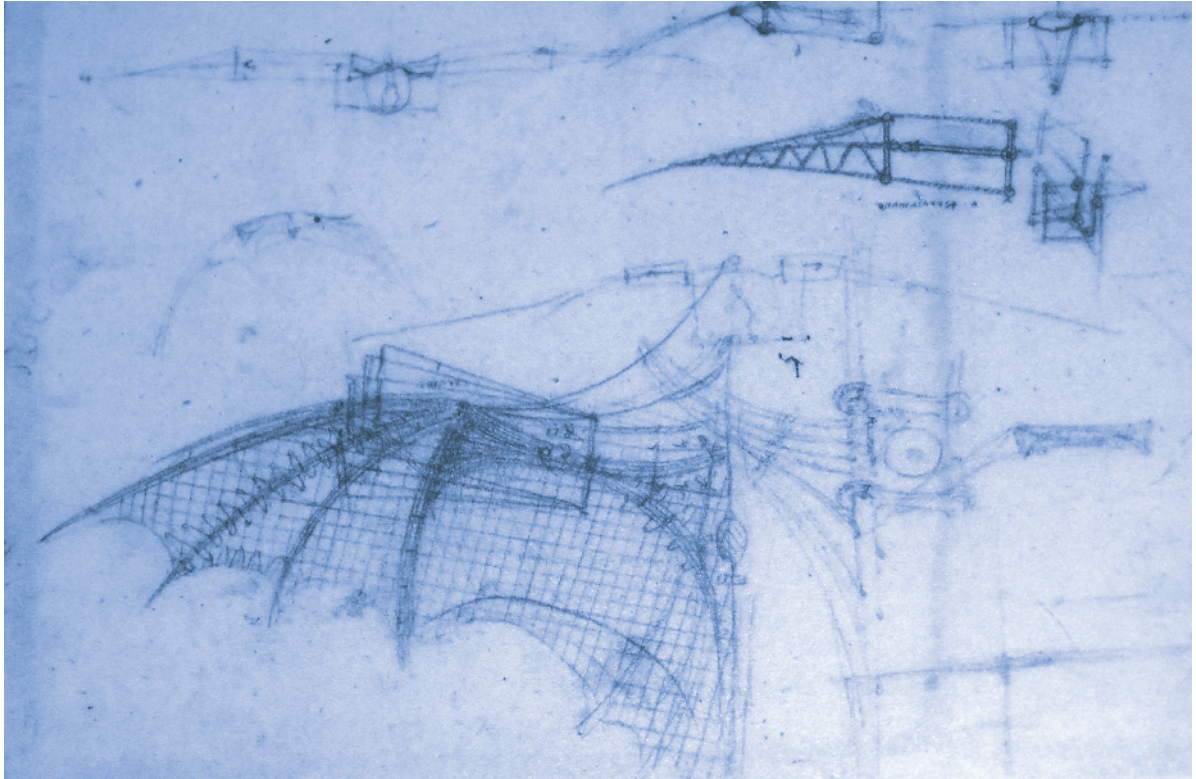
Un siècle plus tard, les pionniers de l'aviation se sont inspiré des oiseaux pour essayer de voler et construire les premiers engins volants. Otto Lilienthal publie en 1889 *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegenkunst*: « Le vol des oiseaux comme fondement de l'art du vol ». C'est notamment en observant des cigognes qu'il eut l'idée d'incurver les ailes de ses machines qui, jusqu'alors, avaient des ailes horizontales. Ses planeurs étaient construits à l'aide d'une structure en bambou et de rotin recouverte d'une toile de coton. D'une envergure de 7,6 mètres au départ, son monoplan lui permettait de planer jusqu'à 300 mètres lorsqu'il se lançait d'une hauteur de 20 mètres.

Véritable précurseur, Lilienthal a été le premier à pouvoir diriger son planeur. Suspendu par les coudes et les avant-bras, c'est grâce à son corps qu'il réussit à modifier sa trajectoire et même à gagner en altitude par rapport à son point de départ.

Plus tard, l'avion subira de nombreuses évolutions, classées ici par ordre chronologique :

| Noms | Années | Inventeur | Évolutions techniques |
|--|-------------------|--|--|
| L'Éole (ou avion I) | 9 octobre 1890 | Clément Ader | Le mot « avion » est employé pour la première fois. L'Éole utilise un moteur à vapeur en vol. Cet engin effectua le premier décollage de l'histoire de l'aviation. |
| Le flyer | 15 septembre 1904 | frères Wright | Le flyer effectue des vols prolongés et surtout contrôlés. Il utilise un moteur à combustion interne. |
| Un biplan de la Première Guerre mondiale (SPAD S. XIII) | 4 avril 1917 | SPAD: Société de production des avions Deperdussin | Le carénage devient en métal. Les pistons du moteur, autrefois alignés, sont ici organisés en étoile, autour de l'axe de l'hélice. |
| Le Lockheed constellation | 9 janvier 1943 | Lockheed | Constitué d'un carénage métallique, il est propulsé grâce à un quadrimoteur à hélices. Il peut transporter jusqu'à 80 passagers. Il sera l'avion du président américain Dwight David Eisenhower. |
| L'Airbus A380 | 27 avril 2005 | Airbus | Il représente actuellement la plus grande capacité de transport de personnes (525). |

FICHE 16
Les plans de Léonard de Vinci



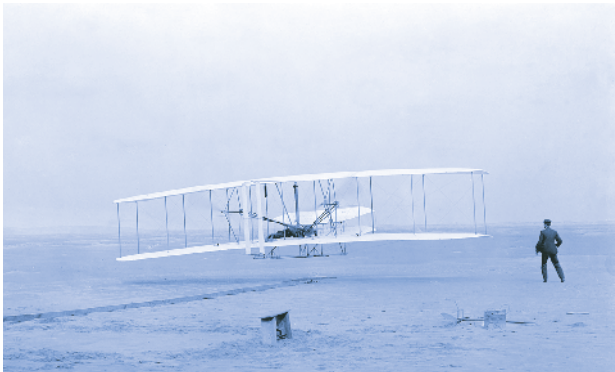
FICHE 17
L'histoire de l'avion en photos



BIPLAN DE LA PREMIÈRE GUERRE MONDIALE



L'ÉOLE



LE FLYER



LE LOCKHEED CONSTELLATION



L'AIRBUS A380



LE PLANEUR

Séance 2 – Qu'est-ce qui permet à l'avion de voler ?

| | |
|---------------------------------|--|
| Niveaux conseillés | CE2, CM1, CM2, 6 ^e |
| Résumé | À l'aide d'une feuille de papier, la classe étudie la portance de l'air. |
| Notion | L'avion subit une force, appelée portance, exercée par l'air en mouvement. |
| Modalité d'investigation | Expérimentation |
| Matériel | Feuille de papier |
| Lexique | La portance |
| Durée | 45 min |

Prérequis

Avant de commencer cette séance, les élèves doivent savoir que l'air exerce une force (cycle 2). On peut le vérifier de différentes façons :

- la résistance perçue lorsque la voiture est en mouvement et que l'on passe la main par la fenêtre ;
- l'utilisation d'un drapeau (tendu lorsque l'on court ou lorsqu'il y a du vent) ;
- étudier des photos de dégâts matériels liés au vent.

Question initiale

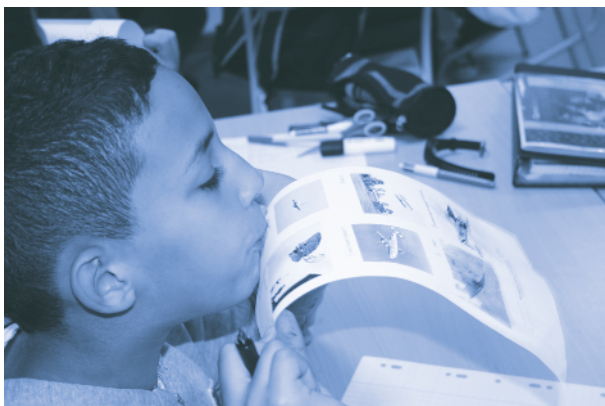
L'enseignant demande aux élèves de répondre individuellement et par écrit à la question : *Qu'est-ce qui permet à un avion de voler ?* Les réponses sont assez variées : le vent, les hélices, le moteur, l'élan, les ailes, la vitesse, les réacteurs... Afin de bien différencier ce qui est nécessaire au vol de ce qui permet d'avancer, l'enseignant peut demander : « *Que se passe-t-il si le moteur s'arrête ?* ».

Finalement, la classe conclut que l'avion a besoin d'une force exercée par l'air (*le vent passe par-dessous et ça le fait décoller / il a besoin de la force de l'air...*).

L'enseignant tient une feuille de papier dans sa main et demande aux élèves : *Que se passe-t-il si on souffle par en-dessous ?* Sans difficulté, ils répondent que la feuille va se soulever. Il demande ensuite : *Et si on souffle par au-dessus ?* Là, la classe est plus partagée ; certains élèves pensent que la feuille va se soulever, et d'autres qu'il ne va rien se passer.

Expérimentation (individuellement)

Les élèves réalisent la manipulation proposée. Ils comparent le résultat à leurs hypothèses et complètent leurs réponses.



*En soufflant légèrement au-dessus de la feuille, on crée un écoulement d'air qui soulève celle-ci.
Classe de 6^e d'Igor Ferrieu (Le Kremlin-Bicêtre)*

Mise en commun

Cette manipulation montre que le mouvement de l'air au-dessus de la feuille permet de la soulever. L'enseignant peut aussi montrer que si l'on déplace la feuille horizontalement, elle se soulève. Dire que l'air est en mouvement ou que la feuille est en mouvement dans l'air est similaire : c'est le mouvement relatif qui compte.

Oralement, les élèves cherchent comment ce principe pourrait s'appliquer à l'avion. L'enseignant introduit la notion de *portance* et propose une définition de ce principe, que les élèves notent dans leur cahier.

Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, par exemple : *L'avion subit une force, appelée portance, exercée par l'air en mouvement. Cette force est dirigée vers le haut et permet à l'avion de voler.*

Séance 3 – Quel est le rôle de l'aile de l'avion ? (optionnelle)

| | |
|---------------------------------|--|
| Niveaux conseillés | CM2, 6 ^e |
| Résumé | La classe manipule pour comprendre l'importance de la forme de l'aile. |
| Notions | <ul style="list-style-type: none">• Le profil de l'aile permet de diriger cette force vers le haut.• La portance augmente avec la surface des ailes.• La portance augmente avec la vitesse de l'avion.• La portance fait voler l'avion. |
| Modalité d'investigation | Expérimentation |
| Matériel | Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none">• Feuille de papier• 1 sèche-cheveux ou ventilateur• 2-3 pics à brochette• 2 pailles• Une petite plaque de polystyrène |
| Durée | 1 h |

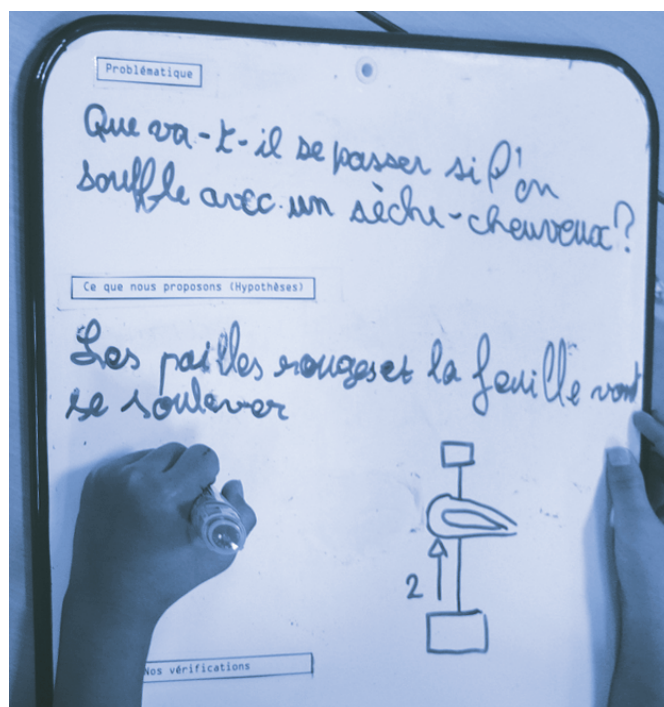
Question initiale

L'enseignant présente le dispositif de la manipulation que les élèves vont réaliser :

- 2 pics à brochettes plantés verticalement sur un support en polystyrène.
- Une feuille pliée de façon à imiter le profil d'une aile, et percée de 2 trous dans lesquels on a fixé 2 morceaux de paille verticalement (les pailles vont coulisser sur les pics à brochette). Éventuellement, fixer un pic à brochette, horizontalement, à l'intérieur du profil de l'aile, de façon à l'empêcher de trop se déformer.
- Un sèche-cheveux ou un ventilateur.

L'enseignant ne réalise pas l'expérience, mais demande aux élèves: *À votre avis, que va-t-il se passer si j'allume le sèche-cheveux?*

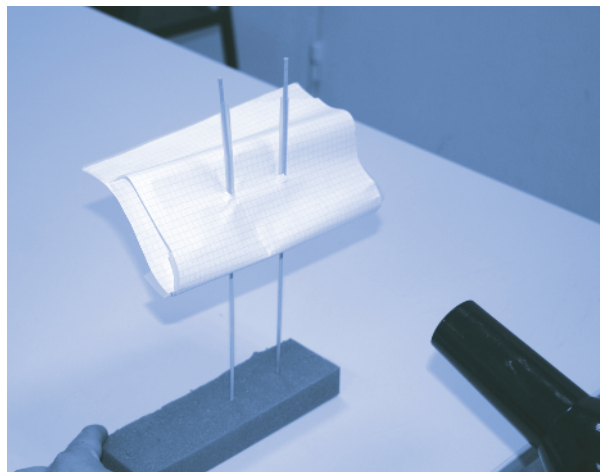
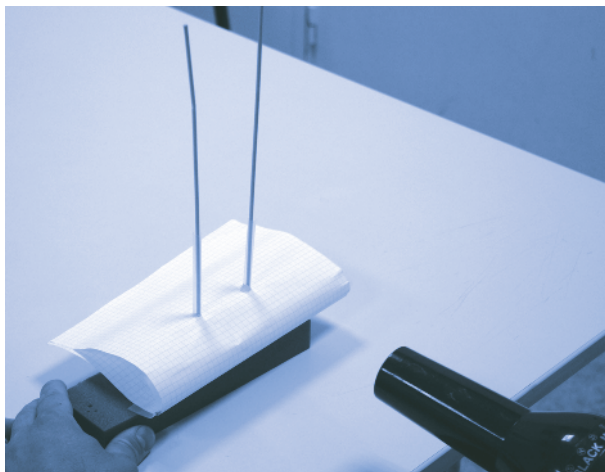
Les élèves notent leurs hypothèses individuellement.



Classe de 6^e d'Igor Ferrieu (Le Kremlin-Bicêtre)

Expérimentation (par groupes)

Les élèves reproduisent le dispositif à l'aide du matériel disponible (pour gagner du temps, l'enseignant peut avoir préparé lui-même ces dispositifs à l'avance).



Le souffle du sèche-cheveux fait décoller l'aile (à droite l'aile est déformée par le souffle, mais cela n'a pas d'importance ici).

Cette expérience, pour bien fonctionner, nécessite un sèche-cheveux assez puissant et des pics à brochette bien parallèles (de façon à ce que les pailles n'aient pas de mal à glisser). Des vidéos sont en ligne sur le site Internet du projet.

Mise en commun

L'enseignant demande alors collectivement: *Comment peut-on faire pour que la feuille vole plus facilement?* Les paramètres sur lesquels on peut jouer sont:

- la forme de l'aile (une feuille plus bombée, ou une section plus profonde);
- la surface de l'aile (une aile plus grande);
- le poids de la feuille (une feuille plus légère);
- la vitesse de l'air (un sèche-cheveux plus puissant).

(Facultatif) Expérimentation (par groupes)

Les élèves vérifient leurs hypothèses en changeant un paramètre à chaque fois.

Attention: si l'on souhaite étudier l'influence de la forme de l'aile, il faut trouver un système pour la rigidifier de façon à ce qu'elle ne se déforme pas sous l'effet du souffle du sèche-cheveux.

Conclusion

La classe élabore une conclusion, par exemple: *Le profil de l'aile permet de diriger cette force vers le haut. La portance, qui permet de faire voler l'avion, augmente avec la surface des ailes et avec la vitesse de l'avion.*

Séance 4 – Comment un avion est-il propulsé ?

| | |
|---------------------------------|--|
| Niveaux conseillés | CE2, CM1, CM2, 6 ^e |
| Résumé | Une manipulation permet de comprendre le phénomène de la propulsion d'un avion. |
| Notions | Pour se propulser, l'avion aspire de l'air à l'avant et le rejette vers l'arrière. |
| Modalité d'investigation | Expérimentation |
| Matériel | Pour chaque groupe : <ul style="list-style-type: none">• 1 ballon de baudruche• 1 grande ficelle (plusieurs mètres)• 1 paille• Du ruban adhésif |
| Lexique | Propulsion |
| Durée | 1 h |

Question initiale

L'enseignant pose, collectivement, la question : *Comment le moteur fait-il avancer l'avion ?*

Si les élèves ont du mal à cerner le fonctionnement du moteur (qu'il soit à réaction ou à hélice), ne pas hésiter à reprendre les photos des différents avions présentés en séance 2. À quoi sert l'hélice ? Que fait-elle ? Que devient l'air aspiré ?

On peut aussi, en référence à l'expérience de la séance précédente, s'interroger sur le rôle du sèche-cheveux et constater qu'il aspire de l'air d'un côté pour le rejeter de l'autre. Finalement, on peut présenter le réacteur comme une sorte de gros sèche-cheveux.

Expérimentation (par groupes)

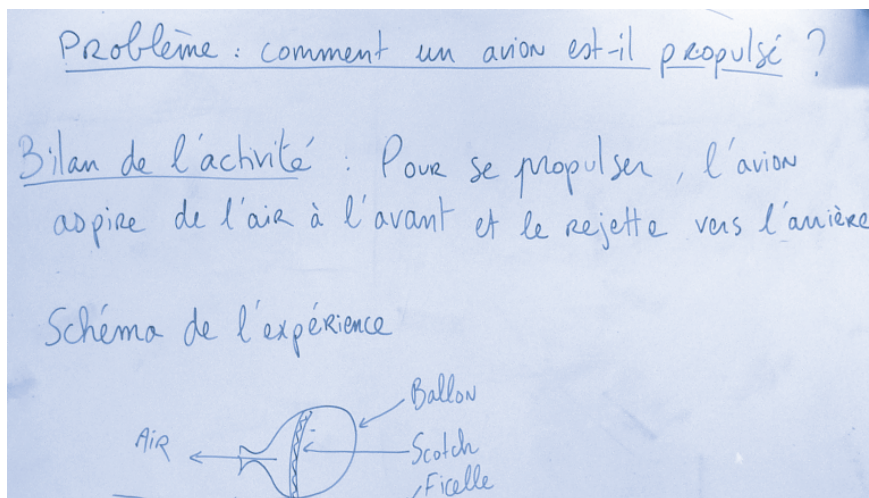
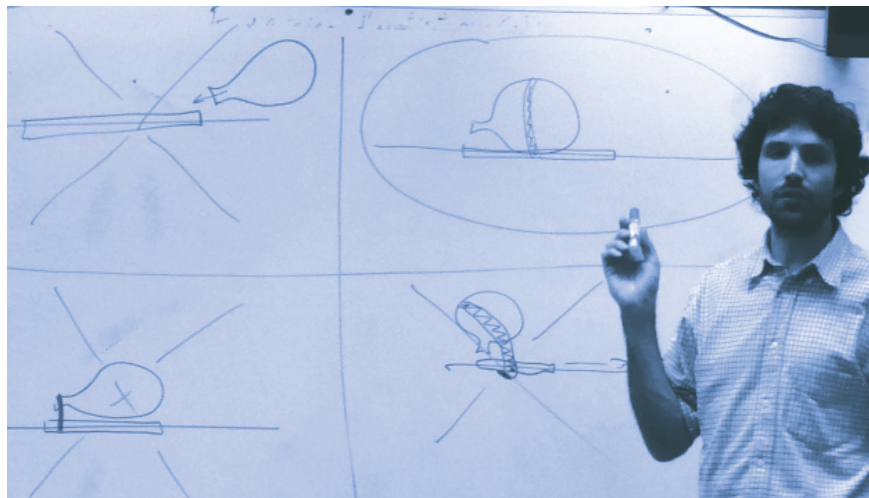
Par groupe et à l'aide du matériel proposé, les élèves doivent réussir à faire avancer une paille sur une corde sans la toucher ni souffler dessus. Par exemple : la paille coulisse sur la ficelle tendue entre 2 supports ; le ballon est fixé à la paille. Lorsqu'il se dégonfle, il fait avancer la paille. Une vidéo de cette expérience est présentée sur le site Internet du projet.

Mise en commun

La mise en commun peut faire ressortir quelques différences dans les dispositifs réalisés par les élèves : si le ballon est posé perpendiculairement à la paille, rien ne se passe. Idem si sa fixation empêche l'air de s'échapper.



Classe de 6^e d'Igor Ferrieu (Le Kremlin-Bicêtre).



Classe de 6^e d'Igor Ferrieu (Le Kremlin-Bicêtre)

Après avoir schématisé l'expérience réalisée, les élèves énoncent ce qu'ils ont compris en se replaçant dans le contexte de l'avion. Ils peuvent, pour s'aider, reprendre la fiche 17 (L'histoire de l'avion en photos).

Note: un renvoi peut être fait vers la dernière séance de la séquence « Bateau », qui traite également de l'action-réaction.

Conclusion

La classe élabore une conclusion collective, par exemple: *Pour se propulser, l'avion aspire de l'air à l'avant et le rejette vers l'arrière.*

Cette ressource est issue du projet thématique *En marchant, en roulant, en naviguant... je suis « écomobile » !*, paru aux Éditions Le Pommier.



Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation La main à la pâte

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE