

Animer un atelier aéronautique



Compilation d'idées d'animations destinés aux encadreurs d'ateliers
(Expériences, logiciels, vidéos... etc.)



Présentation du document & auteur.

Ce document "prof animateur" est destiné à la préparation et la présentation de manipulations illustrant les séquences de cours d'un atelier aéronautique.

Vous y trouverez

- **Des idées de manipulations**

La majorité ont été réalisés et vérifiés. Certaines, plus délicates (comme de l'eau en surfusion), ont été filmées et le film inclus dans les vidéos des cours. Parfois quelques lignes décrivent des manipulations super intéressantes... Testez TOUT !

- **Des références de vidéos d'illustration**

Les références vidéo correspondent à des extraits utilisés dans les cours.

Cela peut être des séquences personnelles filmées au labo, mais aussi des vidéos prélevées sur le net et même parfois des extraits issus de vidéos commercialisées (*) (comme l'Histoire de l'aviation en 7 émissions de Costelle).

(*) Attention aux droits d'auteurs ! C'est difficile à respecter vous DEVEZ avoir un exemplaire "officiel" et ne pas passer que de tout petits extraits à un public très restreint.

- **Des idées d'activité élèves.**

- **Des logiciels avec une proposition d'utilisation**

La numérotation vous paraît fantaisiste... c'est normal ! Ce document a été initialement rédigé en coïncidence avec le cours de l'atelier BIA. Les numérotations y font, si possible, référence.



Illustrations & Copyrights.

Comme dans tous les autres documents de la série vous pourrez trouver des images extraites de documents existants ou d'internet. Les schémas ont pour la plupart été repris sur des bases existantes... mais très souvent modifiés ou complétés.

Si malgré tout, l'auteur d'un schéma, d'une image ou d'une photo pense que l'on est en infraction avec les lois sur les copyrights, il est prié de contacter le service académique (DAFA) de Montpellier pour demander à ce que l'illustration (préciser le titre du document et la page SVP) posant problème soit retirée du polycop.

Nous remplacerons le plus rapidement possible cette illustration.



Index

Pour ceux qui disposent de la version modifiable (MS Word) :

Ajout d'un renvoi vers la table d'Index.

Sélectionner le mot ou le groupe de mot puis la combinaison de touches **Maj+Alt+X**

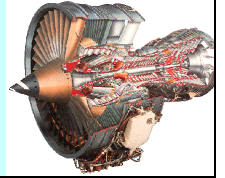
Choisir vos options puis valider.

Plan simplifié du document.

<i>Présentation du document & auteur.</i>	1
<i>Illustrations & Copyrights.</i>	1
<i>Index</i>	1
I - Connaissances des aéronefs.	3
La structure de l'avion.	3
I - Connaissances des aéronefs.	4
Les instruments de bord.	4
Utilisation d'une simulation des instruments de bord.	8
I - Connaissances des aéronefs.	9
Les moteurs à explosion.	9
I - Connaissances des aéronefs.	12
Les propulseurs à réaction.	12
METEOROLOGIE.	16
L'atmosphère.	16
METEOROLOGIE.	23
Manips : ECHANGES DE CHALEUR.	23
METEOROLOGIE.	27
Manips : La formation des nuages.	27
METEOROLOGIE.	30
Animations.	30
Aérodynamique et mécanique du vol.	31
AERODYNAMIQUE.	32
FORCES.	41
Navigation – Simulateurs de VOR et de radionavigation.	42
NAV - Préparer une navigation.	45
Les films et l'aéronautique	47



I - Connaissances des aéronefs. La structure de l'avion.



1) L'avion

Les **visites en aéroclub** permettent de faire le point sur les avions rencontrés mais pas toujours sur leurs structures internes... souvent cachés par des revêtements opaques.

Des images ou des **maquettes** rendent service pour décortiquer le principe de ces constructions légères et solides.



2) L'aile (nervures longerons...)

Les différentes pièces (nervures, longerons etc) constituant une aile peuvent sembler fragiles individuellement...

Les nervures ci contre sont des VRAIE nervures d'une construction amateur. Noter l'emplacement du passage du longeron.

Mais lorsque les pièces sont assemblées l'ensemble est extrêmement rigide et solides.



On peut toucher du doigt ce genre de chose en prenant en main l'aile d'un aéromodèle (*ci contre... opportunément entoilé avec un film translucide*) ou un morceau (*nervures en bois*) d'un avion en construction amateur.



3) Gouvernes

L'emplacement et le fonctionnement des gouvernes peut se découvrir sur des maquettes dédiées ou sur un **aéromodèle** (*modèle ci-dessus, beaucoup plus fragile qui nécessite plutôt des manœuvres utilisant la télécommande. Les aéromodèles disposent très rarement de volets.*)





I. Les instruments de bord fonctionnant avec des capsules de vidie.

1) Altimétrie et pression atmosphérique.

Altimètre simulé

Placer la seringue fermée (ressort compressé) et obturée (tube + pince de Mohr) sous la pompe à vide.

Pomper ! On observe que le ressort repousse le piston de la seringue.



Matériel :

- Pompe à vide et cloche
- Une seringue (grande capacité), un ressort, une pince de Mohr (une pince avec blocage genre pince étau peut convenir en protégeant le tube). (Le ressort n'est pas fondamental...)

2) Altimètre - pressiomètre capsule de Vidie.

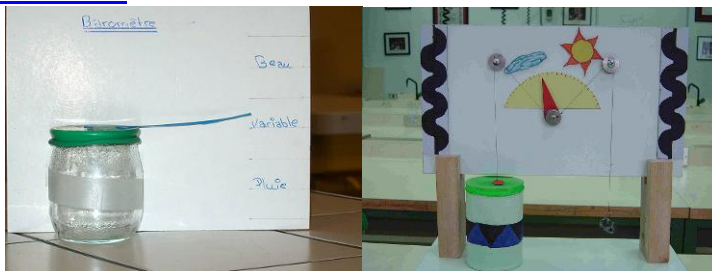
Altimètre = capsule de Vidie.

Capsule anéroïde. Réalisation artisanale. Plus classique dans tous les petits baromètres muraux. Fonctionne par déformation d'une capsule que nous avons simplifié par un volume limité par une membrane souple.

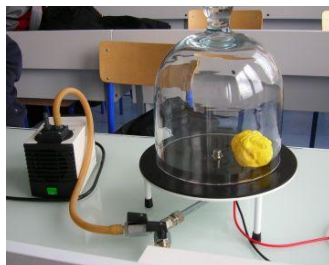
Une **version amplifié** est proposé plus loin

Matériel :

- Pot de yaourt en verre coiffé d'une membrane (ballon de baudruche). La membrane sera fortement enfoncée en chassant l'air piégé dans le but d'être gonflée lors de la mise en dépression sous la cloche à vide.
- Système de repérage (papier / carton, fil avec amplification au choix).
- Pompe à vide et cloche



3) Altimètre réel.



Placer un **altimètre de récupération** (déclassé ou une version chinoise voir ci-dessous) sous une cloche à vide... observer la "montée" !

Matériel :

- Altimètre déclassé à récupérer dans un club ou dans un service de maintenance.
- Pompe à vide et cloche

Ci-contre la manip qui utilise un ballon peu gonflé qui va se dilater lorsque la P va diminuer... on peut aussi utiliser un gant noué c'est plus sympa

Séquence didactique (*) Partie 1 : « Que fait l'altimètre lorsqu'on monte en altitude? »

(*) M. Lecoutre Arnaud – Collège Condorcet

Matériel nécessaire:

Un **altimètre fonctionnel** mais non agréé a été utilisé. Ici il s'agit d'une "copie chinoise" à environ 299 € (http://www.opaleaero.com/boutique/achat/produit_details.php?id=347) mais cela peut aussi être un vrai instrument déclassé (Eurocopter nous en fourni parfois). Ou encore moins cher directement in China si vous trouvez le bon site...



Consignes :

- Ne pas faire tomber l'altimètre et surtout ne pas souffler dedans car il ne fonctionnerait plus.

- Régler les aiguilles de l'altimètre sur 0 à l'aide du bouton. Tu remarqueras que dans le petit cadran s'affiche un chiffre correspondant à la pression de l'air en hecto Pascal (hPa) là où tu te trouves
- Monter au deuxième étage du bâtiment et regarder ce que font les aiguilles.
- Noter sur ta feuille de TP tes observations puis rédiger tes conclusions en utilisant nécessairement les mots **PRESSION DE L'AIR** et **HAUTEUR**

Observation à réaliser:

- les aiguilles ont tourné légèrement dans le sens des aiguilles d'une montre.
- **Conclusions à trouver:**

Les aiguilles de l'Altimètre tournent quand l'instrument change de position verticalement.
On sait que plus on monte, moins le poids de l'air est important sur nous donc sur l'instrument.

Problématique posée:

Partie 2 : « Qu'y a-t-il dans un altimètre et comment réagit-il? »

Matériel nécessaire:

- une cloche à vide
- un altimètre
- un baromètre

Consignes 1:

- Observer si possible les éléments intérieurs de l'altimètre et du baromètre
- décrire ce que vous voyez, les points communs.



Consignes 2:

- - placer l'altimètre et le baromètre sous la cloche à vide
- pomper pour enlever une quantité suffisante d'air.

Observation 1:

- - on voit une capsule plate en métal et des pièces ressemblant à celles présentes dans une horloge: des roues, des axes, des leviers et des aiguilles
- l'altimètre a un bouton de réglage.



Observations 2:

- l'aiguille du baromètre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre
- l'aiguille de l'altimètre tourne dans le sens des aiguilles d'une montre

Explications à trouver:

- Lorsqu'on retire l'air de la cloche, le baromètre montre que la pression en hPa diminue.

- L'altimètre lui, se comporte comme dans l'expérience N°1 lorsqu'on a changé de hauteur dans le bâtiment.
- Ces deux appareils réagissent donc au changement de la pression de l'air.
- L'altimètre est une sorte de baromètre gradué avec une échelle différente.

A l'intérieur de ces deux appareils, il y a une capsule métallique et un mécanisme pour faire tourner les aiguilles lorsque la pression extérieure varie.

Partie 3 : « Que subit un objet lorsque la pression de l'air autour de lui diminue? »

Blaise Pascal a dit: " « Si on prend un ballon à demi-plein d'air, flasque et mou, et qu'on le porte sur une montagne de 500 toises, il arrivera qu'à mesure qu'on montera, il s'enflera de lui-même et quand il sera en haut, il sera tout plein gonflé comme si on avait soufflé de l'air de nouveau, et en redescendant, il s'aplatira peu à peu, des mêmes degrés. »

Notez au passage qu'on peut faire la même observation avec une simple bouteille d'eau minérale vide un peu écrasée et bouchée à basse altitude lorsqu'on franchi des cols dans les Alpes (déboucher en haut pour observer la descente).

"Pourquoi les ballons sonde que l'on envoie dans la stratosphère finissent toujours par éclater ?

Matériel nécessaire:

- Une cloche à vide
- un altimètre
- Un gant en latex

Consignes :

- placer l'altimètre et le gant en latex très faiblement gonflé et fermé dans la cloche à vide.
- pomper pour retirer l'air
- noter sur ta feuille de TP tes observations puis tes conclusions en utilisant nécessairement le mot **PRESSION**.



Observations à réaliser

- Au début de l'expérience, le gant est à peine gonflé
- Quand on retire de l'air de la cloche, le gant se gonfle tandis que l'altimètre réagit à la baisse de pression.

Conclusions à trouver:

La pression que l'air exerce sur la paroi extérieure du ballon est égale à celle exercée par l'air dans le ballon sur la paroi intérieure. Ces deux pressions se compensent
 Lorsque l'air est aspiré, la pression sur la paroi extérieure du ballon diminue lentement.
 L'air enfermé dans le ballon exerce alors sur le ballon une pression plus grande que celle régnant sous la cloche.
 Le volume du ballon augmente pour que les pressions de l'air agissant sur ses parois (intérieure et extérieure) s'équilibrent et ainsi de suite.

Partie 4 : « Comment fonctionne l'intérieur de l'altimètre? »

Matériel nécessaire:

- Une cloche à vide
- Un altimètre

Un **altimètre fonctionnel** mais non agréé a été utilisé. Il s'agit d'une "copie chinoise" à 200 €.

- Un bocal muni d'une membrane et d'une paille servant d'aiguille
- Un support muni d'une feuille graduée

Le deuxième objet est une **maquette** composé d'un pot de confiture d'un gant latex pour la membrane, d'une paille tournant autour d'un axe sommaire (tige fil de fer traversant la paille) qui permet une bonne amplification et un index papier.

Consignes :

- placer l'ensemble du matériel dans la cloche
- pomper pour retirer l'air
- noter sur ta feuille de TP tes observations

puis tes conclusions en utilisant nécessairement les mots CAPSULE DE VIDÉ, DÉFORMATION, PRESSION

Observations à réaliser

Au début de l'expérience, la membrane est plate et la paille indique le zéro. L'altimètre est à zéro.

Quand on retire de l'air de la cloche, la membrane se gonfle, la paille tourne et indique une valeur plus basse. L'altimètre réagit à la baisse de pression et ses aiguilles tournent aussi



Conclusions à trouver:

La pression de l'air extérieur diminue et l'air contenu dans le bocal ayant une pression supérieure, il pousse la membrane.

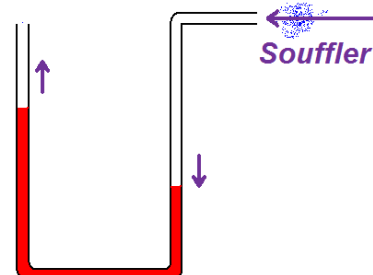
La déformation de la membrane entraîne la rotation de l'aiguille.

Sur le même principe, la capsule de Vidi de l'altimètre se déforme aussi et entraîne les aiguilles en rotation.

4) L'anémomètre. Surpression dynamique liée à l'écoulement de l'air.

Mesure de pression dynamique et donc de vitesse. (pour les avions cela dépend de la masse volumique de l'air donc il y a des "corrections" ...)

Le tube placé face au vent relatif (souffle) voit sa pression interne augmenter ce qui se traduit par une différence de niveau avec le second tube resté lui à la pression statique.



Matériel :

- Un ventilateur puissant, ou un sèche cheveu... ou la bouche non collée au tube ! le poire à lavement
- Tube en U + retour horizontal contenant un liquide coloré...

II. Les instruments de bord fonctionnant avec des gyroscopes.

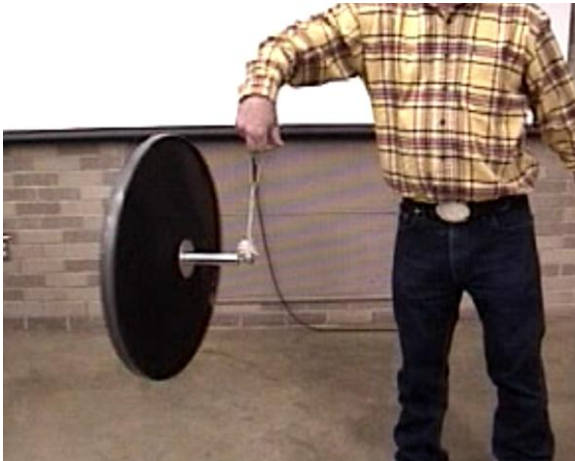
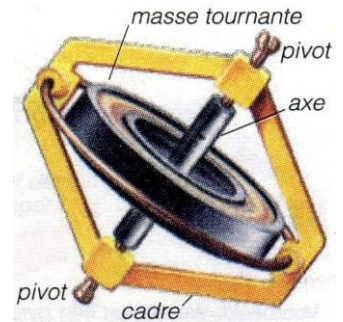
1) Les gyroscopes : généralités.

- **Gyroscope réel (commercialisé).**

Lancé rapidement et posé sur son support, il conserve sa position dans l'espace (propriété qui nous intéresse !).

LA BONNE VIDEO : [Gyro 3 Stabilité sur cardan 2 deg lib - TTB mais court.flv](#)

Lorsque sa vitesse de rotation diminue il commence un mouvement de précession... ce qui complète la connaissance de l'objet.



- **Manip précession SPECTACULAIRE**

Manip précession : suspendre la roue lancée par un fil relié à un côté de l'axe.

TRES SPECTACULAIRE : on a l'impression que les lois de la gravitation sont bafouées ! (les vidéos existent en multitude sur internet).

Vidéo : [Gyro-précession-enorme.mpeg](#)

C'est effectivement sympa ... mais très peu d'intérêt pour le BIA.

- **Roue de vélo**

Manip de compréhension réalisable facilement en classe. Un élève tient la roue de vélo par l'axe (avec des gants de chantier ou de jardin)

Le professeur lance la rotation rapide ...

L'élève doit tourner autour de l'axe de lacet... il se produit autre chose !!! Les sensations lors des déviations permettent de comprendre l'existence de forces et surtout de la combinaison des effets. **Le schéma ci-contre permet de PREVOIR la direction des effets**

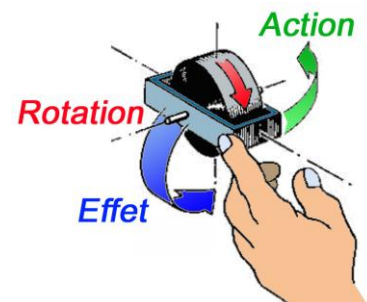
- **Toupie**

Manip simple réalisable facilement en classe.

- **Vidéos**

Attention les plus faciles à trouver concernent la précession... Celle qui nous intéresse est la conservation de la position malgré les mouvements du support !!!

Les vidéos sans précession sont très rares... et vous pouvez aussi faire la manip





I. Les instruments de bord sur un simulateur de vol

Utilisation de logiciels pour des séances BIA

Utiliser **Flight Simulator** dans le but de visualiser les différents instruments et leur fonctionnement. Mais aussi toutes les autres informations disponibles voyants etc

1) Fonctionnement des instruments de bord.

Les logiciels de simulation tels que Flight Simulator permettent

- Le calage de l'instrument (*altimètre au sol, conservateur de cap etc...*)
- Lecture de l'instrument en fonctionnement
- Enregistrement de la séquence (graphiques)
- Réaliser des copies d'écrans pour un réinvestissement en cours...

2) Les différentes informations reçues par le pilote.

Dans Flight Simulator on peut aussi :

- Entendre ou voir des alertes comme par exemple l'avertisseur de décrochage
- Voir les basculements d'aiguille pour les instruments de navigation lors du survol des balises au sol.
- Observer les aiguilles de l'ILS sur l'approche
- Voir fonctionner les différents Markers (3 couleurs) sur approche ILS
- Comprendre les aides à l'atterrissage au sol (feux de part et d'autre de la piste)
- Etc...

I - Connaissances des aéronefs. Les moteurs à explosion.



I. Groupe motopropulseur (GMP) : différents types de moteurs.

1) Le moteur à explosion 4 temps classiques (type voiture automobile)

Les VRAIS manips sont difficiles à réaliser et les modèles réduits (aéromodélisme) sont souvent des 2 temps...

On trouve beaucoup d'animations sur internet... Elles ne sont pas tout à fait représentatives d'un moteur d'avion mais permettent l'accès au fonctionnement d'un moteur "4 temps".

On peut donc

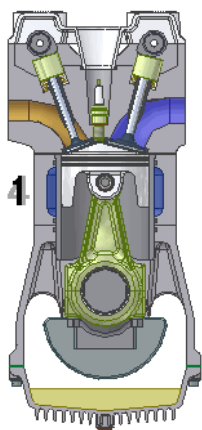
utiliser des maquettes

Utiliser des séquences d'images animées (de type image **.gif** ou des animations Flash **.swf**) disponibles sur internet.

Animation Flash ou gif animés :



Une maquette "Jeulin" à 133 €.



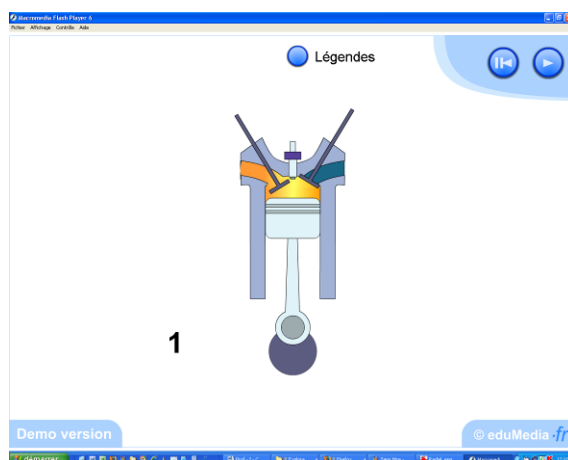
4-Stroke-Engine.gif

pour un moteur 4 temps classique. (*)

(*) NON aviation ! C'est-à-dire sans les doubles allumages et encore moins des vieilles tiges de culbuteurs...



Radial_engine.gif pour un moteur en étoile



Moteur4TempsFr[1].swf Une animation Flash

2) Les moteurs rotatifs

L'ensemble des cylindres, solidaires de l'hélice et tournant autour d'un vilebrequin fixé au bati moteur de l'avion... c'est un moteur rotatif.

Un extrait de vidéos anciennes permet de le visualiser. Cet extrait parle aussi du tir à travers l'hélice

Vidéo (extrait) :

III - Moteur rotatif.avi



II. GMP : Le carburateur

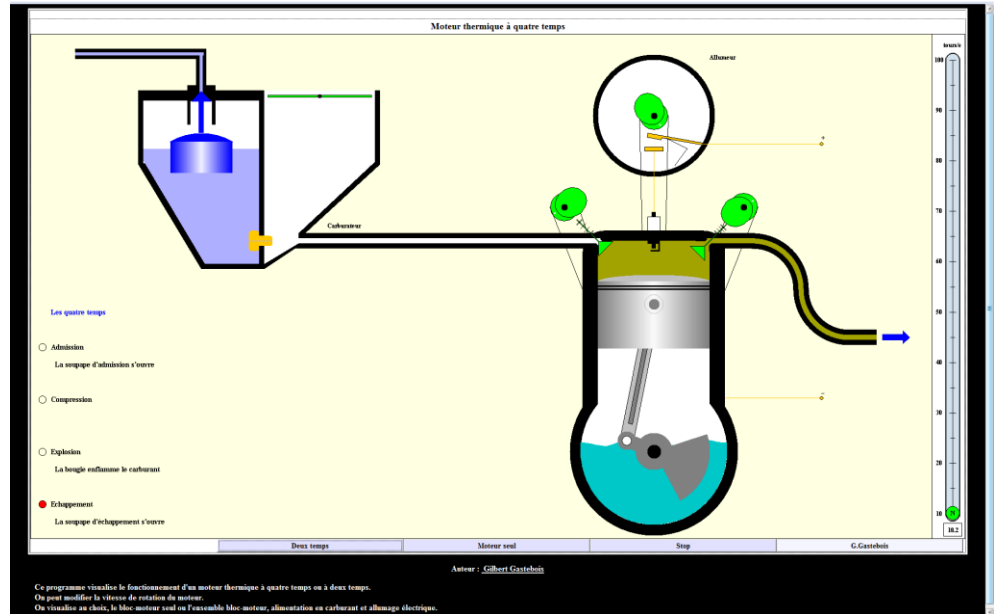
1) Anim AVEC carburateur

Une animation java ([moteur.htm](#)) permet d'apprécier tous les détails de fonctionnement du moteur (carburateur, soupapes, arbre à cames, allumage etc).

La vitesse étant réglable c'est d'autant plus intéressant à suivre.

On peut aussi découvrir le moteur 2 temps.

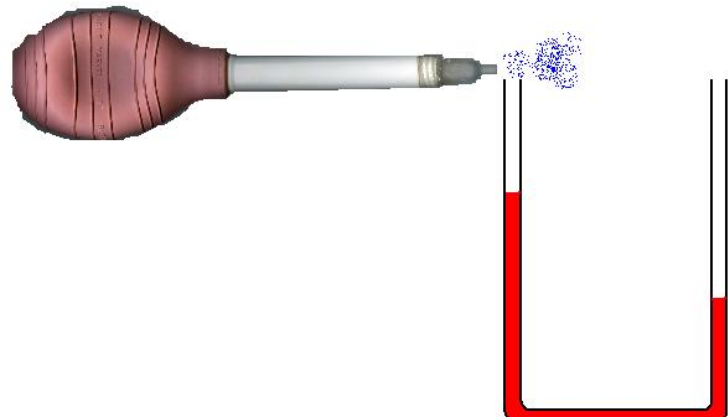
**ABSOLUMENT
INDISPENSABLE**



2) Dépression et aspiration liée à l'écoulement de l'air.

Cette mise en évidence de la dépression liée à l'écoulement de l'air peut être utile pour expliquer le fonctionnement d'instruments de bord tels que l'anémomètre (badin) mais aussi la vaporisation de carburant dans un carburateur !

- Une poire à lavement soufflant l'extrémité d'un tube en U contenant un liquide coloré...
- La montée du liquide est liée à la création d'une dépression.
- Ici on constate ou on "mesure" (*) la dépression.



(*) si on peut évaluer la différence de hauteur de niveau tout en connaissant la masse volumique du liquide.

Cette expérience montre que la pression diminue (aspiration) lorsque la vitesse d'écoulement de l'air augmente.

Matériel :

- Tube en U transparent (*labo de chimie*) rempli avec un liquide coloré. (*Un repère gradué en arrière plan peut être utile*)
- Poire soufflante (*ou à lavement. Voir schéma*)

3) Dépression suivi de vaporisation... par exemple dans un carburateur

Souffler FORT

Souffler dans le tube de fixatif provoque une aspiration de l'eau du verre.

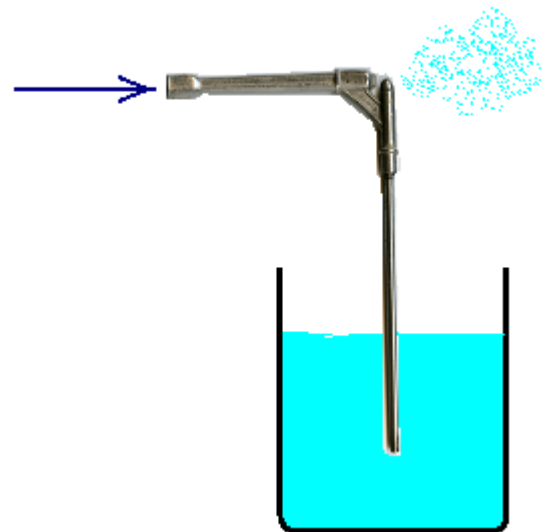
Conclusions :

Si ça monte c'est qu'il y a dépression,
Si c'est pulvérisé c'est qu'il y a un courant d'air.

Cette expérience montre le principe de la vaporisation de l'essence au niveau d'un gicleur de carburateur.

Compléments :

Cette expérience montre AUSSI (*conclusion identique à la précédente*) que la pression diminue (*aspiration*) lorsque la vitesse d'écoulement de l'air augmente.

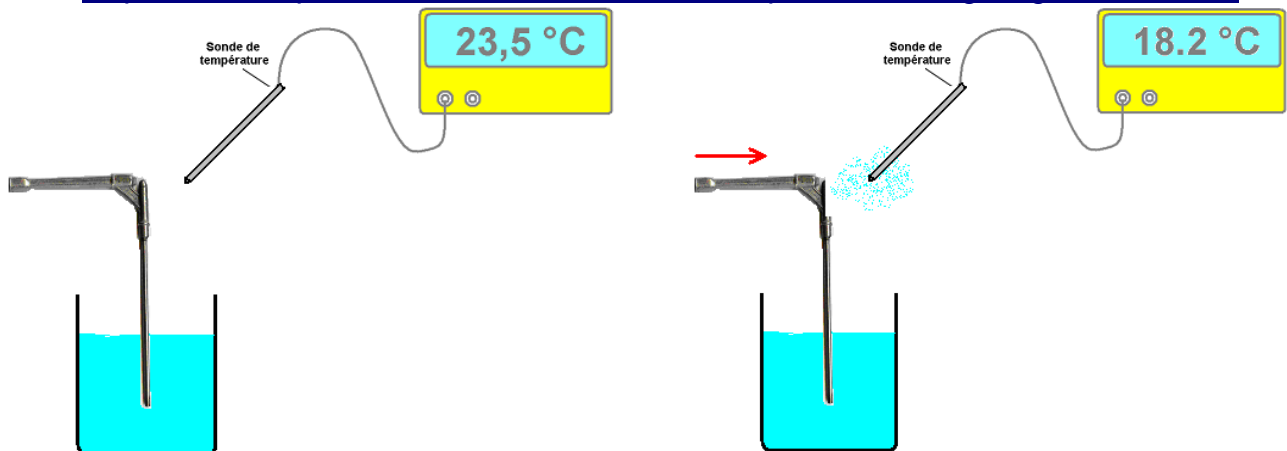


Matériel :

- Tube "fixatif" (matériel spécial pour artiste peintre) plongeant dans le liquide à pulvériser
- Le système peut aussi être réalisé avec deux tubes de verre (labo de chimie) et un assemblage à 90°.
- Un bécher (ou un verre !) d'eau distillée...

Cette expérience est tout à fait identique à la précédente à ceci près que la dépression dans le tube va faire monter le liquide tellement haut qu'il va sortir du tube et être entraîné par le "courant d'air"... puis vaporisé. C'est ce qui se passe au niveau du gicleur dans un carburateur.

Dépression, vaporisation et abaissement de température... le givrage carburateur



Manip identique à la précédente mais accompagnée d'une mesure de température AVANT puis PENDANT au niveau de la zone de pulvérisation / vaporisation.

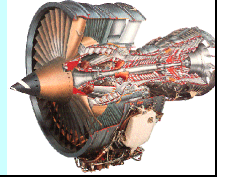
Cette expérience montre l'abaissement de température occasionné par la vaporisation de l'eau (ou de tout autre liquide) au niveau d'un carburateur.

Matériel :

- Le liquide doit être à la même température que la pièce
- Thermomètre avec sonde de température à faible inertie thermique.

Remarque : l'abaissement de température mesuré ici avec la sonde peut aussi être ressenti par le corps humain lorsqu'il sort d'un bain de mer par fort vent. L'eau pour être vaporisée doit changer d'état... cette transformation nécessite une grande quantité d'énergie appelée chaleur latente de changement d'état. Cette chaleur est empruntée aux corps environnants c'est-à-dire à la masse d'air mais aussi à la peau du baigneur qui ressent immédiatement le phénomène si la vaporisation de l'eau (son "séchage") est rapide.

Une manip montrant le même phénomène sera revue en météo... elle est encore plus spectaculaire avec de l'éther (abaissement plus de 20°C)



I. Principe de la propulsion à réaction.

1) Poussée... action et réaction :

Le ballon de baudruche

Un simple ballon de baudruche gonflé puis lâché dans la salle montre le principe général... Même si le ballon a un mouvement erratique dans la pièce.

Essayer de justifier ce mouvement par un bilan des interactions (prof de physique !)

Matériel :

Un (ou plusieurs !) ballons de baudruche...

Le mouvement d'une chaise à roulette

Se positionner sur un objet pouvant se déplacer sans trop de frottements par rapport au sol (chaise à roulette ou tout autre dispositif jusqu'aux patins à glace si l'hiver est rigoureux). A l'arrêt lancer un objet lourd ... afin de constater que le lanceur part dans une direction opposée à l'objet lancé ("Principe d'interaction" anciennement nommée "loi de l'action et de la réaction").

Cette expérience et la précédente permettent d'expliquer le principe de propulsion des fusées par éjection de gaz dans la direction opposée au mouvement souhaité pour la fusée.

Matériel :

- Un support mobile pour le personnage lanceur : une (ou deux !) chaise type dactylo... ou un skateboard d'élève
- Un objet lourd à lancer (idéalement un médecine-ball... sinon un cartable bien garni)

Application à la voiture fusée

Un ballon de baudruche auquel on a adjoint un guidage de l'air expulsé (tube) et un modèle réduit à propulser (ici une voiture) permet de montrer l'efficacité du système.

Cette expérience est une mise en application des conclusions précédentes.

Matériel :

Un (ou plusieurs !) ballons de baudruche...

Un tube léger (ici de l'aluminium) permettant de conserver l'orientation du jet d'air et un dispositif de fixation au véhicule (schéma planchette de bois et un élastique).

Modèle réduit de voiture

Une voiture miniature. (ça peut marcher aussi avec certains petits avions mais le centrage du propulseur et le réglage de la "poussée" est difficile)



On peut perfectionner en construisant un modèle plus élaboré.

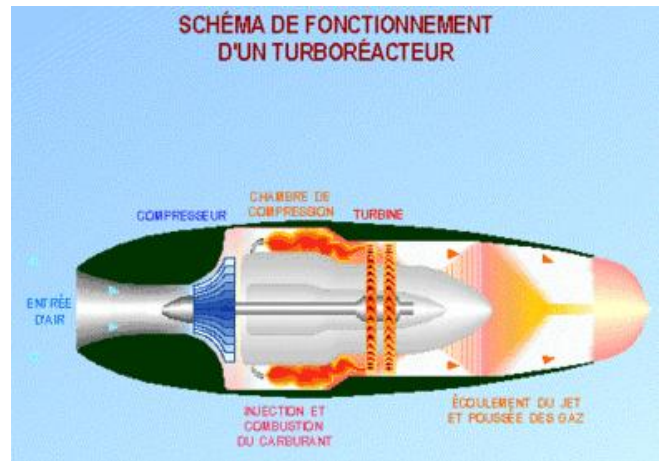


2) Le moteur a réaction.

Les VRAIS manips sont évidemment impossibles à réaliser... mais, encore une fois, des animations existent :

Utiliser des séquences d'images animées (de type image **.gif** ou des animations Flash **.swf**) disponibles sur internet.

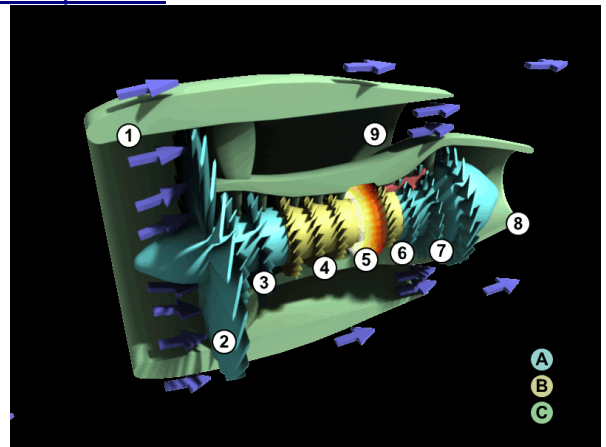
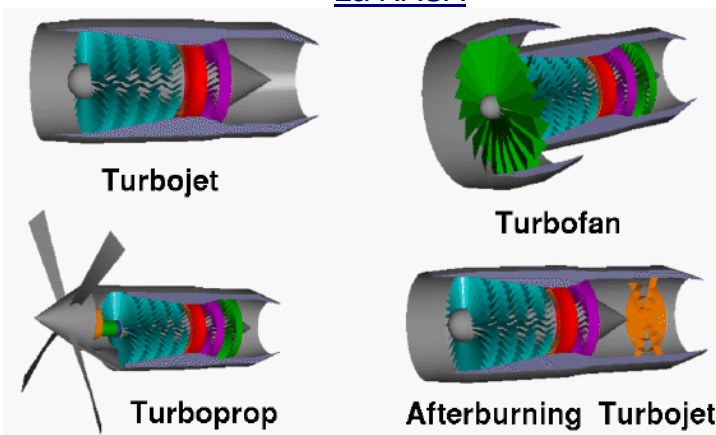
Animation Flash ou gif animés :



Fonctionnement turboréacteur compresseur centrifuge.gif

Des animations complètes :

La NASA



[http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-](http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/Animation/turbtyp/etpp.html)

[12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/Animation/turbtyp/etpp.html](http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/Animation/turbtyp/etpp.html)

3) Le statoréacteur

Le Leduc et son stato réacteur.

La vidéo permet de redécouvrir ce moteur et ses applications actuelles (la post combustion) tout en tournant une page d'histoire.

Vidéo (extrait) :

[III-GMP Costelle 7-Statoréacteur.avi](#)



II. Exemples simples de propulsion à réaction.

1) La fusée à eau

Étude du fonctionnement de la fusée à eau

Une petite campagne de tir montre que la pression et la quantité d'eau dans la bouteille joue beaucoup sur les performances.

Cette expérience permet de montrer l'influence de la masse et de la vitesse d'éjection du fluide sur la propulsion de la partie fusée.

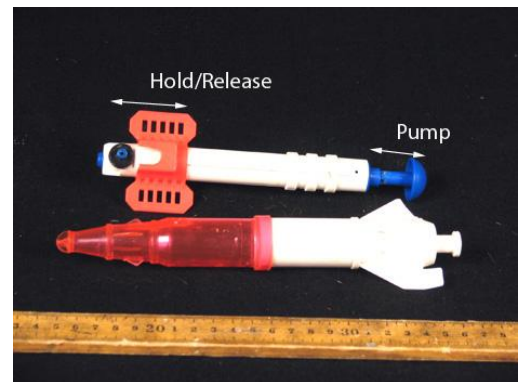
Un vrai travail de recherche peut être réalisé dans une classe.

Matériel :

- Fusée à eau achetée dans le commerce (la plupart des sites sont en anglais taper " Water Rocket " dans votre moteur de recherche... puis sortez votre carte bleue vous n'allez pas vous ruiner) ...
- ou a réaliser selon les nombreuses idées disponibles sur internet.



L'utilisation de raccords automatique pour tuyaux de jardin semblant être le plus simple à mettre en œuvre comme sur l'un des modèles commercialisés ci-contre.



<http://www.eurocosm.com/Application/Products/Toys-that-fly/water-rocket-F.asp>

<http://www.fas.harvard.edu/~scidemos/NewtonianMechanics/AirWaterRocket/AirWaterRocket.html>

Une version spectaculaire de la fusée à eau.

Les fusées sont à acheter ou à construire selon les nombreuses illustrations disponibles sur internet

Passer aussi la vidéo délirante avec fusée à eau humaine !

Vidéo :

[III- GMP - Réacteurs- Fusée a eau-Humaine-Délire.flv](#)

Matériel :

Une fusée à eau !



2) La fusée à propergol solide.

ATTENTION - L'utilisation de ce genre de matériel est très règlementée ... même si vous souhaitez utiliser un modèle de feu d'artifice.

Pratiquer ce genre de lancement avec des élèves nécessite un diplôme validant une formation "micro-fusées". Voir le site de planète science

Site internet : <http://www.planete-sciences.org/national/>

Matériel :

Enveloppe de la fusée à réaliser par les élèves.

Propulseurs standardisés fournis (moyennant finance !) aux animateurs "diplômés"

Vous pouvez passer une qualification micro fusée "officielle" avec planète sciences (stages payants).

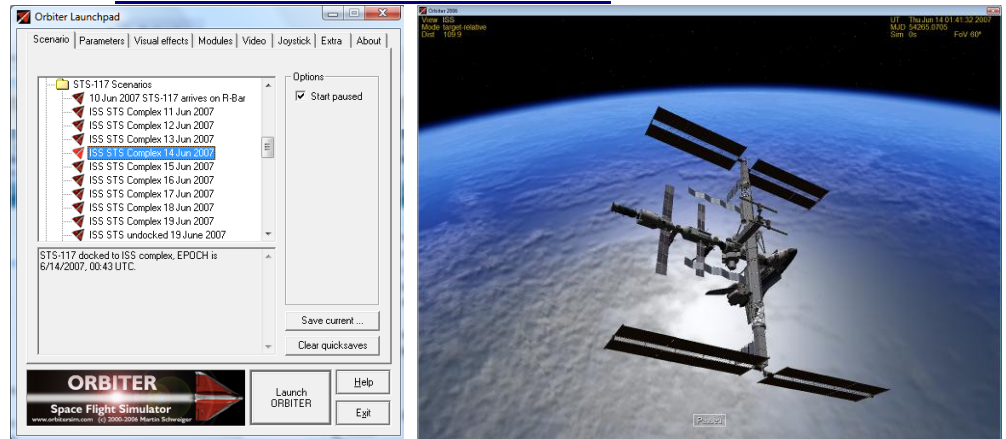


III. Initiation au pilotage des fusées

Simulateur de lancement de fusée.

Un simulateur : *Orbiter space flight simulator (*)*, **totalemt gratuit** permet de s'initier au pilotage des fusées mais aussi de revivre une grande partie de l'aventure spatiale.

(*) *Taper cette séquences de mots sur Google. Recherchez en français ou sur tout le WEB et vous serez étonnés !*



Rencontre spatiale Shuttle & ISS.



En approche finale sur Atlantis.



Ou aux commandes d'un module Apollo.

Très intéressant et parait-il très réaliste, ce simulateur gratuit nécessite de s'investir pendant de longues heures devant son écran.

Sur la dernière version les images sont époustouflantes !

IV. Fonctionnement des instruments de bord.

1) Les logiciels de simulation tels que Flight Simulator

- Calage de l'instrument
- Lecture en fonctionnement
- Enregistrement de la séquence
- Copies d'écrans

I. Composition de l'atmosphère

1) L'eau vapeur est invisible

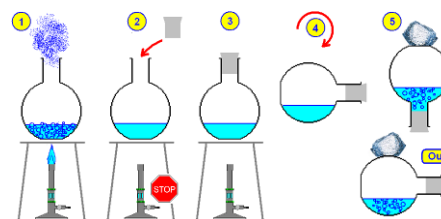
Il existe plusieurs vidéos illustrant ces manip... mais c'est tellement facile à faire et tellement spectaculaire (faire bouillir de l'eau en plaçant un glaçon sur la bouteille !) qu'il faut absolument les réaliser !

Ces manip constituent un très fort point d'accroche pour les élèves.

Le bouillant de Franklin

Cette manip doit garder un certain mystère avant l'explication finale... appuyée par la manip d'après.

Bouillant de Franklin (*Chgt états...fonction de la pression*)

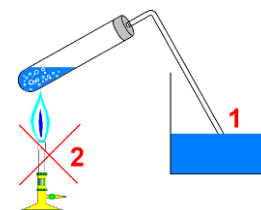


La vapeur d'eau est un gaz invisible

Saturer l'atmosphère du tube en vapeur d'eau en chassant tout l'air par une ébullition prolongée.

Placer le tube à dégagement dans un béccher d'eau froide... attendre !

En qqes secondes l'eau du béccher est aspirée



Manip d'explication pour invisibilité $H_2O_{(vap)}$

Tubes à essais (+ porte tubes) avec bouchon & tube à dégagement coudé + bécchers + ED + Pincés + Bunsen

2) Notion de surfusion

Vidéos surfusion

Les vidéos illustrant la surfusion sont aussi des idées de manips (*notamment pour l'acétate de sodium*) :

- Surfusion acétate de sodium : [sodium.flv](#)
- Surfusion de l'eau on note surtout la transformation complète et la variation de volume : [eaured3](#)
- Surfusion de l'eau (*une bouteille immobile depuis plusieurs mois dans un placard en Sibérie*) on note surtout la propagation de la cristallisation : [surfusion](#)

Utilisation de l'acétate de sodium

- Utiliser les blocs (*perso*) chauffelette pour le ski (*acétate de sodium*).

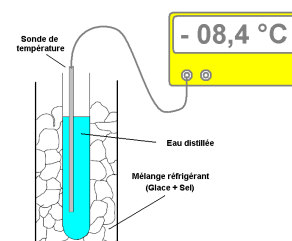
Surfusion de l'eau

- Manip "classique de surfusion d'une eau pure.

Prendre un tube à essai rigoureusement propre (*neuf si possible*).

Le remplir à moitié d'eau distillée (*très important !*) puis le placer dans le mélange réfrigérant. (*)

Ajouter immédiatement la sonde de température fixée à une pince. (*La sonde ne doit pas toucher les parois*). On peut éventuellement suivre avec un second capteur l'évolution de la température du mélange réfrigérant (*le record au lycée Jean Monnet est à $-19^{\circ}C$*).



(*) **Matériel** : Glace, sel, cuillères, grand bécher, ED, pince brucelles (à épiler). Tubes à essai propre (NEUF si possible). Statif et pince pour tenir le tube. Valet élévateur (croisillons) pour le bécher. DEUX thermomètres digitaux (avec sonde) PLUS éventuellement génériss+ Esao4 et un (ou plusieurs) capteur de température.
Mélange : le mélange efficace correspond à 2/3 de glace pilée et 1/3 de sel (volumes approximatifs). Il doit être mélangé rapidement (grosse cuillère).

Illustration du rôle des "noyaux de condensation" pour de l'eau surfondue des nuages.

- Lors d'une manip "surfusion" de l'eau introduire à la pince brucelles un petit cristal de glace... la propagation de la solidification est immédiate !
- L'observation du déclenchement pour les chaufferettes acétate de sodium montre aussi la notion de germe puis la propagation.

Illustration du rôle des "noyaux de condensation" pour de la vapeur d'eau.

Les objectifs de la manip sont multiples :

- 1- Montrer une condensation "normale"
 - Prendre le système des deux bouteilles plastique et répartir l'eau dans les deux bouteilles, agiter fortement pendant 10 s pour saturer l'atmosphère interne, terminer en comprimant en comprimant manuellement la bouteille constituant la partie haute. Reposer verticalement devant le projecteur de diapos allumé.
 - Relacher brutalement la pression et observer la bouteille inférieure traversée par le faisceau lumineux.... Décrire ce qui se passe !
 - Un brouillard se forme ! Bien noter (ou observer) la densité du brouillard et la taille des gouttes..
- 2- Montrer le rôle des noyaux de condensation.
 - Ouvrir le système coté bouteille inférieure. Allumer un groupe de 3 ou 4 allumettes, les éteindre rapidement puis, avec vos mains et les tiges fumantes, concentrez la fumée dans le goulot... refermer.
 - Recommencer la manip ! Observez et comparez !
 - Le brouillard formé est très différent ! Les gouttes sont beaucoup plus nombreuses et de taille bien plus faible... Vous avez mis en évidence l'effet du aux noyaux de condensation (fumée !).
- 3- Bonus : pourquoi les gouttes d'eau ne tombent pas ?
 - Notez au passage que l'on peut suivre, pour ces deux manips, l'agitation brownienne de ces gouttes qui ne "tombent pas" comme dans un nuage.

Matériel : Deux bouteilles de Coca transparentes reliées par le goulot (bouchon double percé et étanche) dans lesquelles on aura mis un fond d'eau (3 à 4 cm).

On peut améliorer avec une bouteille en verre munie d'une valve de vélo (P variable plus facilement et meilleure transparence).

Un projecteur de diapos (ou un vidéo proj dans lequel on passe une diapo BLANCHE.

Quelques allumettes (un combustible produisant de la fumée).

II. La pression atmosphérique

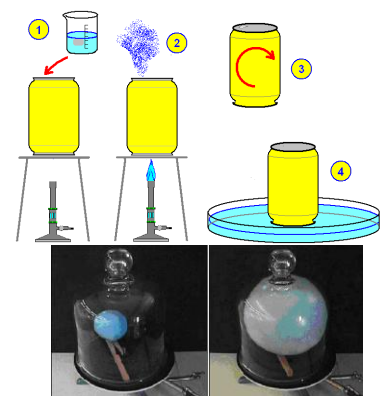
1) Existence et importance de la PA

Classique et spectaculaire...

La pression atmosphérique (macroscopique)

Ecrasement de canette (eau + Bunsen + coupelle + joint + pince métal) Existence de la PA + Chgt états...

Le gant ou le ballon qui se gonfle (pompe à vide et cloche + Ballon ou gant "gonflé"). (Existence de la PA).

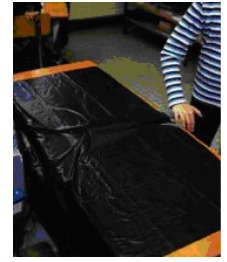


Tube (forte section jusqu'à boîte de balles de tennis) retourné bouché
(Existence de la PA)



Plaque de caoutchouc munie d'un crochet central. La plaque posée sur un support lisse... permet ensuite de le soulever !!! *Impossibilité que de l'air se glisse "entre" les 2 plaques donne des résultats spectaculaires.*

Idem avec feuille plastique (sac poubelle déplié) et règle

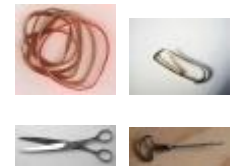


Action de l'air sur une feuille notion de pression(*)

Présentation de l'expérience : Soulever une simple feuille de papier journal n'est parfois pas aussi facile qu'on peut l'imaginer.

(*) *expérience identique à celle du sac poubelle ci-dessus mais avec papier journal et une petite préparation ... du journal*

- * Une feuille de papier journal
- * Un élastique
- * Un trombone
- * Un papier cartonné
- * Une paire de ciseaux
- * Une vrille (ou tout autre objet pointu pouvant percer du papier et du carton)



1. Couper l'élastique
2. Le nouer autour du trombone
3. Percer le carton et le papier en leur centre
4. Passer l'élastique à travers ces deux trous, le trombone devant être du côté du carton
5. Placer le journal bien à plat, le carton en dessous, puis tirer l'élastique d'un coup sec

Que ressent-on ?

La feuille résiste à la force de traction

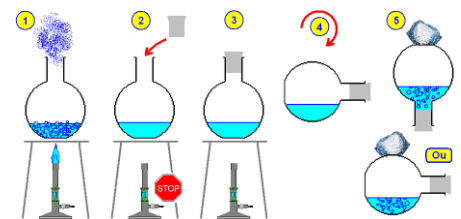
Explications, de manière simple

Quand on tire doucement sur l'élastique, la feuille se soulève sans difficulté, car elle est très légère. L'élastique ne se tend même pas. Si on tire vraiment fort, il est possible de se retrouver avec l'élastique dans la main, alors que la feuille n'a pas bougé!

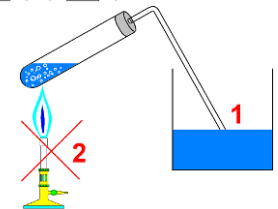
Lorsque l'élastique est tiré doucement, l'air pénètre entre la surface et la feuille. La feuille se soulève facilement grâce à la présence de l'air de chaque côté. Si l'on tire d'un coup sec, l'air n'a pas le temps d'entrer entre la feuille et la table. La feuille est alors retenue par tout le poids de l'air qu'il y a au-dessus d'elle, dans l'atmosphère.

Retour sur des manips exploitées par ailleurs

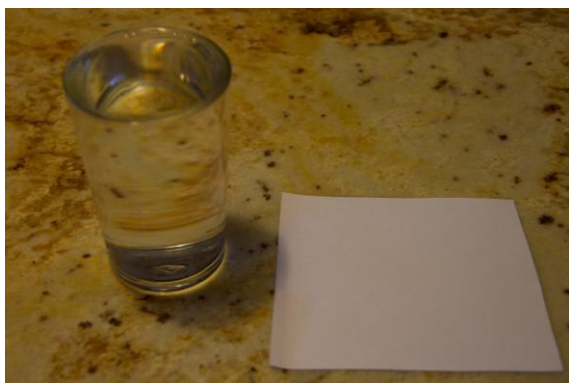
Bouillant de Franklin Chgt états... fonction de la pression (il existe une autre version qui fait GELER de l'eau par dépression).



Manip d'explication (sert aussi pour invisibilité $H_2O_{(vap)}$)
Tubes à essais (+ porte tubes) avec bouchon & tube à dégagement coudé + béchers + ED + Pincettes + Bunsen



Et encore ... du spectaculaire... la pression atmosphérique et le verre d'eau.



La manip est connue mais doit se réaliser dans des conditions sécurisées (ou sur votre terrasse en été !).

Retournez le verre sans faire tomber l'eau ! ... et expliquez ... comment ça marche !

Remplissez un verre d'eau à ras bord.

Préparez un "bouchon" avec n'importe quel matériaux en feuille (papier, carton genre carte à jouer, plastique relativement rigide... etc).



Posez le "bouchon" sur le verre plein en laissant l'eau assurer le contact (tension superficielle).

Ici le papier laisse apparaître une zone "mouillée" sur le contact avec le bord du verre.



Pour retourner l'ensemble maintenez simplement le papier contre le verre avec les doigts.

Relâchez lorsque le verre est retourné...

Miracle ça tient !

Ca marche même si vous avez emprisonné une bulle d'air !

Explication

Pour le papier, du côté de l'eau on a la pression de l'eau... de l'autre côté du papier... la pression de l'atmosphère !

Il se trouve qu'ici ces deux pressions sont égales. La papier n'est donc pas sollicité et ne fait aucun "effort" pour garder le verre retourné PLEIN.

Les microdifférences sont compensées par les tensions de surface de l'eau.

Si coté air il n'y avait pas a pression atmosphérique la pression de l'eau due à la hauteur h de la colonne de liquide (voir le prof de physique $P = \rho_{eau} \cdot g \cdot h$) le verre se viderait instantanément.

Cette manip met en évidence de manière indirecte l'existence de la pression atmosphérique.

Prévoyez tout de même de faire ça au-dessus d'un évier ... ou à l'extérieur en été. On a connu des maladroits qui finissent les pieds mouillés.

Pour un "spectacle" plus grandiose ça marche aussi avec des récipients beaucoup plus grands comme un tube "transparent" de balles de tennis (ça fait un bon litre... attention les pieds !).

Manips identique filmée (avec le verre secoué !!!) et expliquée ici :

http://missiontice.ac-besancon.fr/lp_maths_sciences/labo/films/verre/verre.htm

Une autre version ici :

http://www.wikidebrouillard.org/index.php/Eau_sans_dessus_dessous

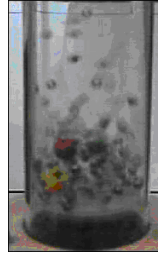
C'est TRES CONNU et TRES FACILE à faire... ne vous contentez pas de la vidéo... mouillez vous un peu !

2) Vision microscopique de la pression atmosphérique - Simulation dynamique.

Chute de billes sur une balance. (Billes + balance électronique + bassine et entonnoir). *A faire de manière régulière (ça marche assez bien)*

Appareil du labo (Moteur Jeulin vibreur avec billes). *A faire spectaculaire (et bruyant !)*

Logiciel Simul gaz (internet)



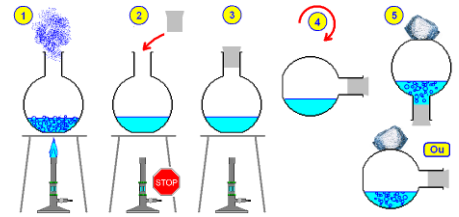
III. Humidité.

1) La vapeur d'eau est un gaz invisible.

Bouillant de Franklin Cette manip fait DEUX choses : les chgt états...fonction de la pression et la transparence de la vapeur... plus la notion d'humidité ou de saturation.

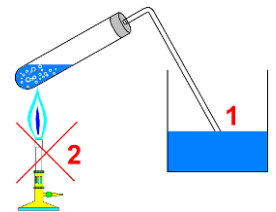
Manip explicative retour tube à essai (Tube + ED + Pincés + Bunsen)

Mêmes manips que pour la pression puisque les 2 effets sont combinés.



Manip d'explication (sert aussi pour invisibilité $H_2O_{(vap)}$)

Tubes à essais (+ porte tubes) avec bouchon & tube à dégagement coudé + béchers + ED + Pincés + Bunsen.



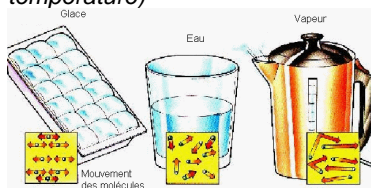
- Humidité – Psychromètre : Thermomètre + coton + soufflante (équivalent de la sensation de froid en sortant de la mer un jour de mistral !!!)

- La même avec éther : la variation de température est plus nette

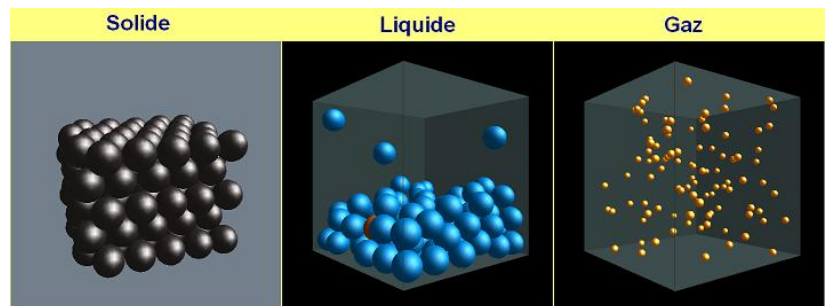
IV. Les 3 états de la matière

1) Compréhension des 3 états

Logiciel Modmol (3 états de la matière. Vibrations en fonction de la température)



Logiciel gratuit



Cet excellent logiciel permet de montrer la température comme une mesure de l'agitation.

En utilisant le "liquide" et une agitation (température) suffisante on constate que des molécules plus rapides sont éjectés du liquide.

Conséquence 1 : il perd ses molécules les plus "chaudes" et donc se refroidit !

Conséquence 2 : si les molécules échappées sont emportées par l'air ambiant cela explique l'évaporation.

On explique ainsi, de manière microscopique :

Le séchage du linge... qui s'améliore lorsqu'il fait du vent ou que le temps est très sec (emport des molécules expulsées du liquide qui n'y retournerons pas).

La sensation de froid lorsque de l'eau s'évapore sur notre corps (sortie d'un bain de mer un jour de grand vent) : ce sont les molécules à l'Energie cinétique la plus élevée qui sont expulsées (donc les plus chaudes)... il reste les lentes (froides) au contact de la peau.

On peut revenir au macroscopique en justifiant la sensation de froid par la chaleur latente (enthalpie) de changement d'état de l'eau. La chaleur nécessaire pour passer de l'état liq à l'état vapeur est fournie par l'extérieur c'est-à-dire ici le corps humain en contact avec l'eau.

Cette simulation permet d'expliquer "beaucoup de choses"... c'est une mine d'or pour prof de physique ! Comme pour l'explication du passage du solide au liquide lorsque l'agitation est trop forte pour les liaisons du réseau cristallin.

2) Changement d'état : la condensation de la vapeur d'eau et la formation des nuages.

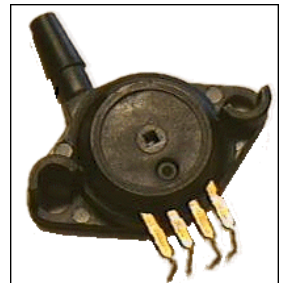
- DEUX bouteilles de Coca (2 litres) reliées de manière étanche par un tube (douille banane). Un peu d'eau (4 à 5 cm). Un projecteur de diapos... une boîte d'allumettes.
 - 1 – Agiter pour saturer l'atmosphère
 - 2 – Comprimer fortement la bouteille du haut
 - 3 – Placer (salle éteinte) devant le tube de lumière et relâcher brusquement la pression. On observe la formation de gouttelettes en agitation permanente. La diffusion a fortement augmentée, la zone est blanche (nuage !!!)
 - 4 – Noyaux de condensation : la manip est identique ... a ceci près qu'avant l'étape (2) deux ou trois allumettes sont enflammées simultanément puis immédiatement éteintes... la fumée est introduite dans la bouteille "du bas" (préalablement ouverte !!!). Fermeture, compression, détente et MIRACLE !!! La condensation est beaucoup plus intense (diffusion blanche beaucoup plus importante) les gouttelettes sont quasiment invisibles.
 - – Conclusion : la présence de noyaux de condensation favorise ce phénomène. Le nombre de gouttes est beaucoup plus important et leur taille plus faible.
- IDEM avec une bouteille en verre dont le bouchon est muni d'une valve de vélo
- Illustrer avec des photos

V. Observations et mesures

1) Pression

Un capteur barométrique

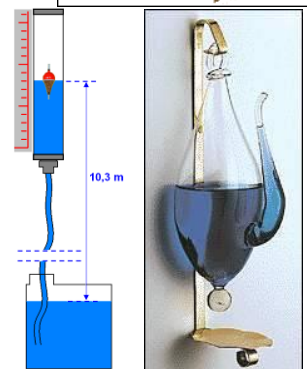
Capteur (MPI) Le capteur existant au labo sur tous les "pressiomètres" électroniques. Le mieux serait une démo et une explication par un élève de MPI en fin d'année.



Le baromètre historique de

Torricelli, (calculs en fct de la H...). J'en ai UN mais interdit au lycée pour cause de Hg. Voir si photo, film, visite ...

Baromètre à eau ??? (2 version... la deuxième étant celle de Goethe sensible à la température)



Capsule anéroïde. Réalisation

artisanale. Plus classique dans tous les petits baromètres muraux. Fonctionne par déformation d'une capsule

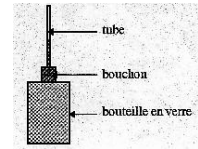


2) Station météo du lycée (s'il y en a une !)

- Visualisation du matériel
- Les relevés (informatique)
 - Visualiser le passage du front
 - Evolution des pressions
 - Evolution de l'humidité
 - Evolution des températures
 - Le vent
 - Les précipitations

3) La température

Principe de fonctionnement des thermomètres à dilatation
Ballon + eau colorée + tube fin dans bouchon à un trou.



VI. Les éclairs

1) Manip sur les éclairs

Montrer le phénomène d'électrisation par frottement.

Passer à une **machine de wimshurst** comportant des condensateurs (Bouteilles de Leyde)
Ecarter les contacts pour montrer que la distance parcourue par un éclair dans l'air dépend de la charge (qqes mm pour 1 ou 2 tours mais plusieurs cm pour une longue charge);

Attention cette machine doit être tournée lentement ... la vitesse de rotation des plateaux n'apporte rien bien au contraire. Cette machine est aussi dangereuse la tension obtenue pouvant atteindre plusieurs dizaines de milliers de volts.

2) Vidéos et images

Des images et vidéo très spectaculaires sont disponibles sur le net.

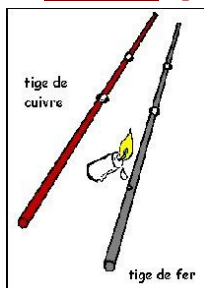
Des extraits d'émissions scientifiques (C'est pas sorcier etc ...) permettent de montrer et d'expliquer ce qui se passe dans notre atmosphère.

I. Transfert de chaleur par conduction

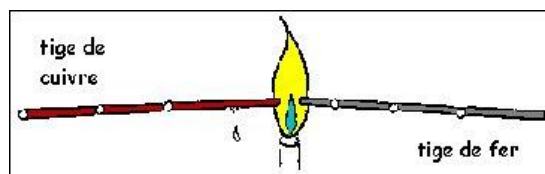
Les expériences suivantes ont pour objectif de montrer comment la chaleur peut se transmettre dans les milieux, par conduction, sans transfert de matière, et de mettre en évidence les différences de conductivité thermique des milieux

1) Conduction et conductivité des métaux

Manip 1 (prof): conductivité thermique de différents métaux



Des gouttes de cire (bougie) sont déposées à intervalles réguliers, sur des tiges de fer et de cuivre de même diamètre et se solidifient en refroidissant. L'extrémité de chacune des deux tiges est ensuite placée dans la flamme d'un bec Bunsen.



Matériel : Tiges avec gouttes de cire, support (statif), bec Bunsen, allumettes, GAZ OUVERT.

Votre problème (élèves) :

La tige va être chauffée à une extrémité. Que va-t-il se passer et pourquoi ?

Réponse :

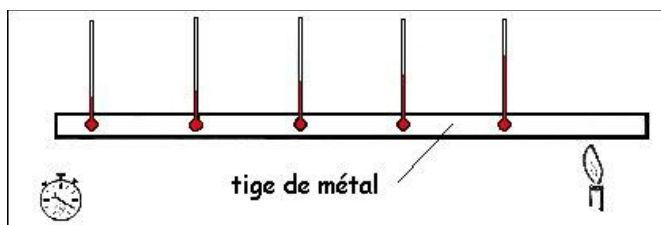
On va observer des gouttes de cire tomber les unes après les autres.

Le métal "conduit" la chaleur et la température devient suffisante pour faire fondre la cire. Cette conduction est "progressive" et ce sont les gouttes les plus proches de la source de chaleur qui tombent en premier.

Notons qu'il y aura une différence de conduction entre les 2 métaux différents.

2) Manips conductivité

Conduction : Insérer des thermomètres dans une barre de métal de 1 m de long et percée de trous tous les 15 cm. Chauffer l'une des extrémités de la barre et observer l'échauffement progressif de la barre, par conduction.



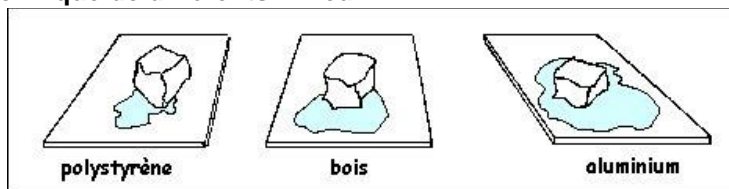
Attention on peut faire différemment ! : les thermomètres constituent une option difficile... La manip avec des gouttes de cire est beaucoup plus facile.

3) Conductivité thermique de différents matériaux.

Manip 2 (prof): conductivité thermique de différents milieux

Trois glaçons identiques sont disposés au même instant sur trois plaques de mêmes caractéristiques géométriques, de matériaux différents.

Après quelques minutes, on compare le stade de fusion de chacun des glaçons.

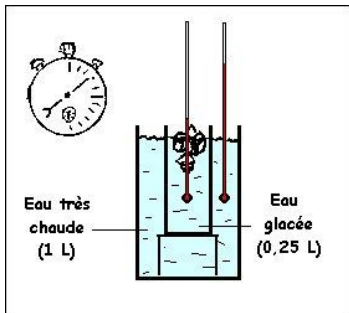


Matériel nécessaire : plaques de dimensions identiques et de différents matériaux, des glaçons issus de moules identiques.

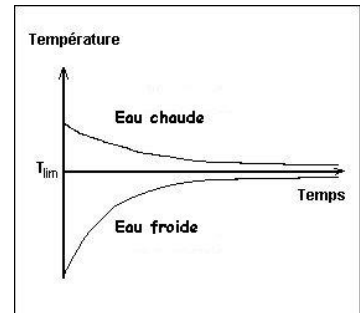
II. Echanges de chaleur

1) Mélange : Equilibre thermique par échange de chaleur

Manip 3 (prof): Echange de chaleur



L'expérience vise à montrer que lorsque des échanges thermiques sont possibles entre deux corps dont les températures diffèrent, **c'est le corps le plus chaud qui cède de la chaleur à l'autre.**



Expérience : Introduire à la date t_0 un récipient contenant 250 mL d'eau glacée dans un récipient contenant 1L d'eau chaude (à 60°C, environ). Homogénéiser l'eau de chacun des 2 récipients, noter à des intervalles de temps réguliers la température dans chacun des récipients et à l'aide d'une représentation graphique, mettre en évidence l'évolution vers une température d'équilibre.

Matériel nécessaire : deux récipients de volumes différents (bêchers 250 mL et 1 L par exemple). Un petit support pour le récipient le plus petit.

Eau glacée et eau chaude. Deux thermomètres et un chronomètre ou un ordi avec 2 sondes.

2) Transfert de chaleur par convection

Les expériences suivantes ont pour objectif de montrer comment la chaleur peut se transmettre dans les milieux, par convection, avec transfert de matière.

Ce mode de transfert est répandu en météorologie, car il affecte tout particulièrement les fluides.

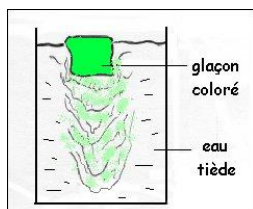
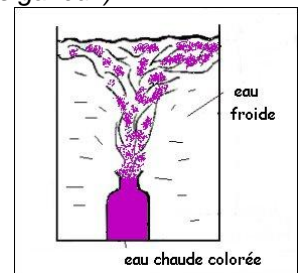
Convection dans les liquides

Manip 4 (prof): Convection dans le cas des liquides (transposable aux fluides gazeux)



Un petit flacon d'eau chaude colorée est immergé dans un grand cristallisoir d'eau froide (ci-dessous : résultat de cette immersion).

Une expérience similaire peut être réalisée à l'aide d'un glaçon obtenu par congélation d'eau colorée. Lorsque ce glaçon est immergé dans de l'eau tiède, il apparaît un courant de convection descendant, d'eau froide.



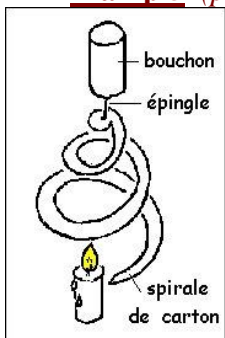
Mais on peut aussi utiliser une circulation de liquide colorés dans des tubes.

Matériel nécessaire : Le module convection (labo de SVT) deux récipients reliés par 2 tubes à des hauteurs différentes. Un flacon de liquide coloré en bleu (mis au réfrigérateur 2 h avant). Un flacon de liquide coloré en jaune (fluoresceïne) chauffé au micro onde qqes minutes avant la manip.



Convection dans l'air

Manip 5 (prof): Convection dans le cas de l'air.



Une spirale est découpée dans de la cartoline, et suspendue à la base d'un bouchon à l'aide d'une épingle. Elle doit pouvoir tourner librement en rotation autour de cet axe. En maintenant l'ensemble au dessus d'une source de chaleur, telle qu'une petite bougie, la spirale se met à tourner sous l'effet du courant d'air chaud ascendant.

Remarque : L'ouverture de la porte du compartiment congélation d'un réfrigérateur permet de visualiser (par la condensation provoquée à cet instant) l'écoulement de l'air froid vers le bas, comparable à l'écoulement de l'eau froide du glaçon dans l'expérience



Matériel nécessaire (si manip SVT non disponible ???) : Grand cristallisoir (ou bouteille d'eau minérale de 5 L coupée, petit flacon, colorant (permanganate de potassium, par exemple, ou colorant alimentaire), glaçon coloré, bouchon, cartoline, épingle, bougie.

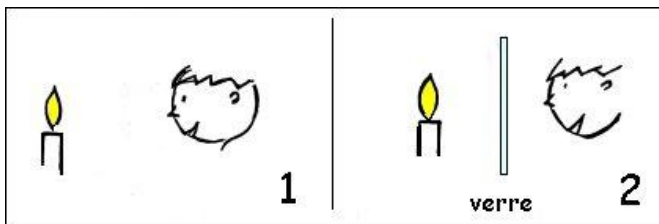
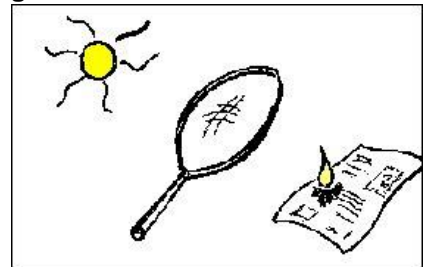
3) Transfert de chaleur par rayonnement.

Les expériences suivantes ont pour objectif de montrer comment la chaleur peut se transmettre dans les milieux, par rayonnement (visible ou non). [L'échauffement de l'air par le rayonnement](#) terrestre, le [comportement de l'eau vis à vis des rayonnements](#), et [l'effet de serre](#)... sont autant de phénomènes affectant les milieux naturels.

Manip 6 (prof): Rayonnement solaire et rayonnement d'une bougie.

1 : Le rayonnement solaire, concentré à l'aide d'une loupe sur une petite surface de papier entraîne un échauffement local de celui-ci, suffisant pour l'enflammer.

2 : La flamme d'une bougie rayonne de l'énergie qui se transfère à l'observateur sous forme de chaleur. Ici ce ne sont pas les mouvements de convection de l'air qui peuvent être tenus pour responsables de la sensation de chaleur rapidement éprouvée par l'observateur.

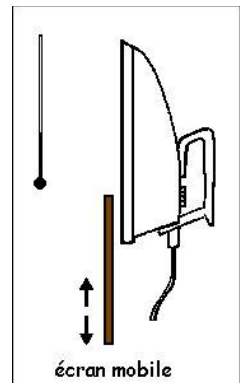


Remarquer que l'interposition d'une lame de verre épais diminue très nettement l'apport de chaleur par rayonnement sans diminuer l'apport de lumière.

3 : L'expérience précédente peut être complétée par celle qui est illustrée par le schéma ci-contre. Le réservoir du thermomètre est noirci et un écran mobile peut être interposé et maintenu à l'aide d'un support (différents matériaux peuvent être testés pour l'écran : bois, métal...).

Remarque : chacun sait se placer à l'ombre, à l'abri du rayonnement direct, les jours de "forte chaleur". La prise de température sous abri trouve ici une de ses justifications.

Matériel nécessaire : Une bougie, une loupe, du papier, une plaque de verre, de 20 cm . 20 cm (au moins), un thermomètre, un fer à repasser, une plaque de bois, une plaque de métal, du Soleil !!



4) Echange de chaleur par rayonnement(bis)

Manip 7 (prof): Rayonnement (IR) d'une brique... ou d'une plaque chauffante

Matériel nécessaire : Deux briques, 4 cales de bois, une étuve, un plateau

Deux briques identiques : l'une placée dans l'étuve pendant 2 heures à 200°C l'autre laissée à la température ambiante. Sortir la brique de l'étuve avec les 2 pinces métalliques et la poser sur les cales dans le plateau à côté d'une brique identique froide, posée sur des cales identiques et sans que les élèves le voient.

On peut réaliser le même test avec une plaque chauffante (Éteinte après avoir été allumée une dizaine de minutes).

Votre problème (élèves) :

- Comment faire pour repérer la brique chaude ? Comment savoir si la plaque est OUI ou NON brûlante ? Y a-t-il danger ? Comment le savoir ?

Réponse :

La brique émet un rayonnement infra rouge qui, intercepté par nos mains, va les réchauffer. La plaque, comme la brique, émet un rayonnement infra rouge ressenti par nos mains.

III. Chaleur latente de changement d'état

1) Principe du psychromètre :

Manip 8 (prof): Chaleur latente de changement d'état.

Matériel nécessaire : DEUX (4 avec l'eau) Thermomètres à liquide + supports + coton (ou mieux de la gaze) + éther .Soufflerie (ventilo ET sèche cheveux Zarbi du labo).

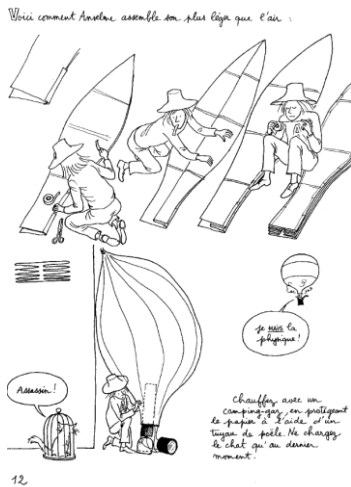
Prévoir une deuxième manip avec de l'eau... ???

Souffler violemment sur les 2 thermomètres afin de créer une évaporation rapide.

Dans le cas de l'éther la variation de température peut atteindre les 20°C ... et même nous emmener en zone négative !!!

La situation est différente et plus modérée dans le cas de l'eau. Elle dépend en outre des conditions d'hygrométrie... (voir station météo).

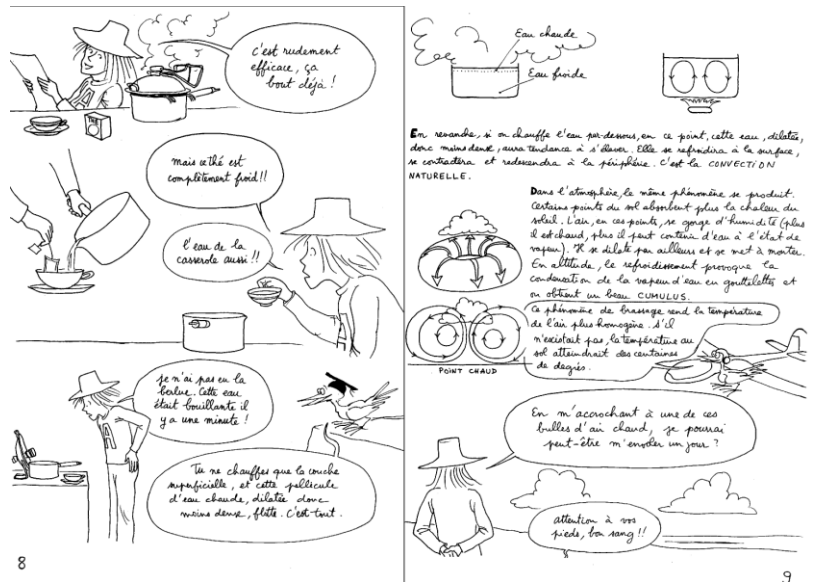
IV. Les bonnes idées extraites des BD d'Anselme Lanturlu (JP Petit)



Dans la BD ASPIRISOUFFLE.pdf il y a pas mal de manip dont celle-ci sur les montgolfières...

Et celle là sur les processus de transfert de chaleur...

La présentation (chauffage radiants placé au dessus de l'eau) débute en page 7



I. Formation d'un nuage par abaissement de pression

1) Le matériel

Matériel nécessaire "AU CHOIX" :

1 - Deux bouteille de soda cylindriques transparentes reliée par un "double bouchon communicant" (j'utilise deux bout de coca de 2L chacune après les avoir débarrassé de l'étiquette).

Le bouchon double (photo) est réalisé en assemblant deux bouchons grâce a une douille banane percée intégralement. L'étanchéité est obtenue avec 3 joints caoutchouc (le troisième entre les deux bouchons) et deux rondelles pour faciliter le serrage.

2 - Une bouteille de jus de fruits en verre avec un bouchon équipé d'une valve de vélo fixée de manière étanche ET une pompe à vélo. (Attention a ne pas trop "gonfler" pour ne pas faire exploser la bouteille... une surpression de 0,1 ou 0,2 bar suffit !



2) Une condensation "normale"

a. Prendre le système des deux bouteilles plastique et répartir l'eau dans les deux bouteilles, agiter fortement pendant 10 s pour saturer l'atmosphère interne, terminer en comprimant en comprimant manuellement la bouteille constituant la partie haute. Reposer verticalement devant le projecteur de diapos allumé.

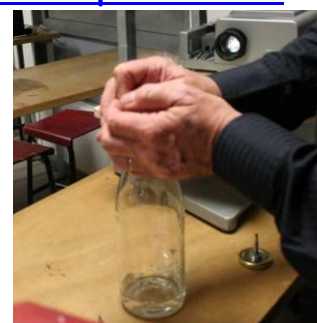
b. Relâcher brutalement la pression et observer la bouteille inférieure traversée par le faisceau lumineux.... Décrire ce qui se passe !

c. Un brouillard se forme ! Bien noter (ou observer) la densité du brouillard et la taille des gouttes..

Idem avec la bouteille de verre ... ou on peut relâcher la pression en appuyant sur la valve.

3) Illustration du rôle des "noyaux de condensation" pour de la vapeur d'eau.

- 2- Montrer le rôle des noyaux de condensation.
 - Ouvrir le système coté bouteille inférieure. Allumer un groupe de 3 ou 4 allumettes, les éteindre rapidement puis, avec vos mains et les tiges fumantes, concentrez la fumée dans le goulot... refermer.



- Recommence r la manip !
Observez et comparez !

Notez que AVEC noyaux la zone de brouillard est très lumineuse ce qui a assombri le reste de la photo prise en "automatique".



SANS noyaux de condensation



AVEC noyaux de condensation

- Le brouillard formé est très différent ! Les gouttes sont beaucoup plus nombreuses et de taille bien plus faible... Vous avez mis en évidence l'effet du aux noyaux de condensation (fumée !).

- 3- Bonus : pourquoi les gouttes d'eau ne tombent pas ?

- Notez au passage que l'on peut suivre des yeux, pour ces deux manips, l'agitation

brownienne de ces gouttes qui ne "tombent pas" comme dans un nuage. Il faut simplement bien se positionner par rapport au flux lumineux

II. Formation par abaissement de température

1) Création d'un fort gradient de température

Le principe :

Une atmosphère saturée, un gradient de température important... une convection importante

Un cristallisoir (ou un grand récipient : bouteille d'eau coupée ou très grand béccher) contenant de l'eau quasiment bouillante

Une plaque de verre ou de céramique (assiette) de bonne taille placée au congélateur.

Matériel :

- 1 bouteille coupée, 1 bouchon
- de l'eau très chaude (à manipuler par un adulte)
- des allumettes, des glaçons dans une soucoupe

La manip

La plaque est positionnée au dessus (20 cm ?) de la surface de l'eau...

L'atmosphère saturée et chaude située au dessus de l'eau s'élève et se trouve refroidit par la plaque... l'eau condense sur la zone il se forme un nuage.



Etape 1

Verser de l'eau très chaude dans la bouteille coupée et y poser le bouchon, qui doit flotter.

Etape 2

Allumer l'allumette, et aussitôt éteinte, la poser sur le bouchon.

Etape 3

Recouvrir très rapidement la bouteille coupée avec la soucoupe remplie de glaçons. Le nuage commence tout de suite à se former.

Etape 4

Si on soulève la soucoupe, le nuage s'échappe, on le voit nettement. Si on repose la soucoupe, un nouveau nuage se forme.

Manip non testée mais semblant prometteuse



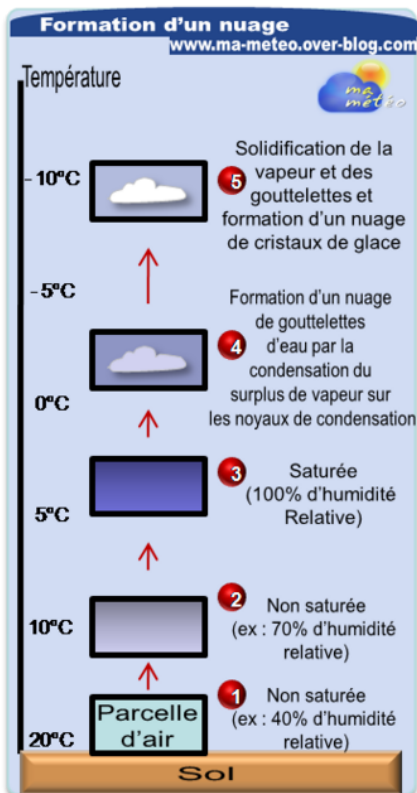
2) Autre méthode équivalente



Matériel :

- un ballon en pyrex
- une cloche transparente
- un chauffe-ballon
- de l'eau

L'eau bout, la vapeur monte.
Le nuage est visible dans la cloche.



I. Les animations météos (par météo France)

On trouve pas mal d'animations sur Météo France... voici les dernières

L'ozone troposphérique, un polluant secondaire

Découvrez l'animation " **L'ozone troposphérique, un polluant secondaire** " en ligne et à télécharger sur le site www.meteo.education.fr
http://education.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?page_id=14049&document_id=24534&portlet_id=71554

Le rayonnement électromagnétique

Découvrez l'animation "Le rayonnement électromagnétique" proposée sur le site météo-Education pour illustrer la loi de Wien et pour aider les élèves de 1S à interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.

http://education.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?page_id=14049&document_id=25599&portlet_id=71554

L'effet de serre

- un **focus** sur la page d'accueil du site

<http://education.meteofrance.com/education/accueil>

- une nouvelle animation en ligne "L'effet de serre"

http://education.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?page_id=14569&document_id=25862&portlet_id=76713

Comment se forme une tempête ?

Une nouvelle animation vient d'être mise en ligne sur le site www.meteo.education.fr

Il s'agit de l'animation "Comment se forme une tempête ?"

http://education.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?page_id=14049&document_id=24473&portlet_id=71554

Vous pourrez voir cette animation en ligne mais aussi la télécharger après identification et éventuellement la modifier si vous le souhaitez.

Vous pourrez aussi trouver d'autres animations du site à :

http://education.meteofrance.com/education/accueil/animations?educelm=animation_0

I. Le logiciel FoilSim II

Le logiciel est à télécharger : <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/foil2.html>

La machine doit disposer de **Java** (Sun système)



FoilSim II Version 1.5a

**Glen
Research
Center**

This is a beta 1.5a version of the **FoilSim II** program, and you are invited to participate in the beta testing. If you find errors in the program or would like to suggest improvements, please send an e-mail benson@grc.nasa.gov. [Version 1.4n](#) is still available if you prefer the older version.

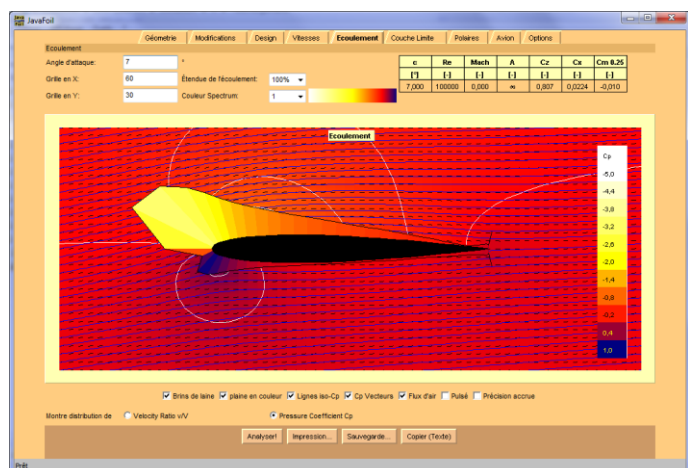
Le logiciel permet de visualiser l'air autour de différents profils. Il permet aussi de mesurer (?) la pression en différents points à l'aide d'une sonde que l'on déplace autour du profil.

II. Le logiciel JavaFoil

Le logiciel est à télécharger : <http://www.mh-aerotoools.de/airfoils/javafoil.htm>

On obtient l'écoulement autour d'un profil

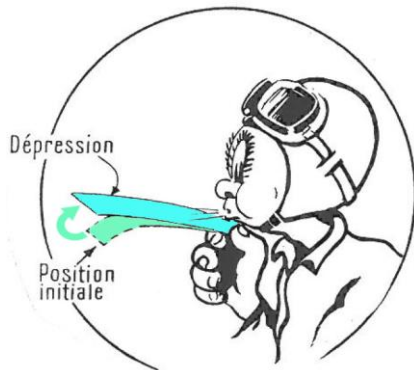
A ma connaissance le profil reste horizontal... ce sont les filets d'air incidents qui bougent !



I. Aérodynamique de base

1) Effet venturi

- Resserrement de feuilles de papier sur lesquelles on souffle. Met en évidence la dépression à l'extrados.



Deux balles de ping pong plus une soufflerie (sèche cheveu ou simple tube) pour montrer **l'effet Venturi**
Spectaculaire (existe en version balles suspendues pingpong sur les copies internet)



On peut aussi (voir texte UDPPC plus loin) réaliser une sustentation dynamique de la balle dans un courant d'air (très spectaculaire mais nécessite une soufflerie puissante)

2) Par quel principe les avions volent ? La portance !

Le matériel... et la réalisation du profil et du support

Les fournitures :

- 1x tréteau
- 1x feuille de papier A4 (inférieur à 80g/m²)
- 6x clous
- 1x bobine de fil de pêche
- 2x grandes pailles (15cm environ)
- 1x ventilateur
- 1x bâton de colle
- 1x perceuse à papier

Le profil de l'aile :

- Plier la feuille en deux dans le sens la longueur en laissant un demi centimètre de décalage entre les deux bords de la feuille.
 - Aligner et coller les deux bords afin d'obtenir un dessous d'aile plat et un dessus bombé.
 - Perforer chaque coté de l'aile au niveau du sommet de la partie bombée.
 - Placer les pailles dans les trous. Elles serviront de guide.

Réalisation du porte aile :

- Placer l'aile sur le haut du tréteau et marquer l'espacement entre les deux pailles.
 - Procéder de la même façon pour le bas de manière à former un rectangles avec les marques du hauts.
 - Pointer les clous sur les marques.
 - Couper deux fils de pêche de longueur suffisante pour les tendres de part et d'autres du tréteau.
 - Faire des boucles à chaque extrémités des fils.
 - Fixer les fils au clous du haut et les passer dans les pailles.
 - Tendre les fils grâce au clous restants
- Note : les fils doivent être parfaitement parallèle et tendu afin de limiter les frottements avec les pailles.*

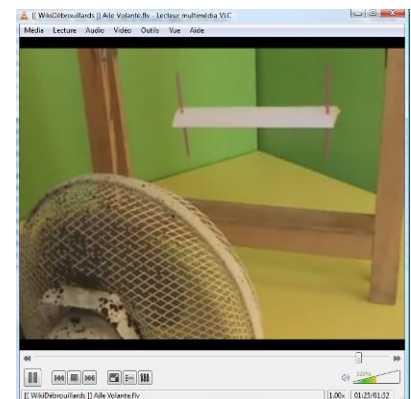
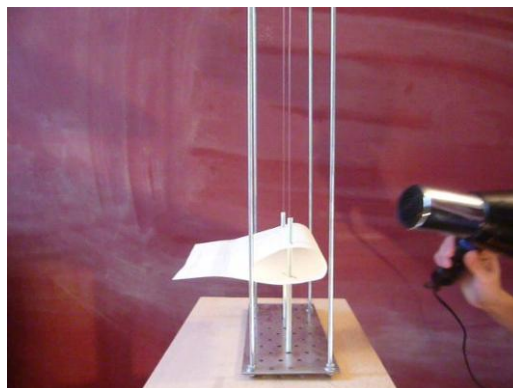
L'expérience... Que voit-on ?

L'aile vole !!! ... ou tout au moins est poussée vers le haut !
Cette expérience met en évidence le principe de la portance. Ce phénomène permet à l'aile de voler.

On peut difficilement envisager de tester l'influence du profil de l'aile avec ce matériel.

Voir la vidéo :

[Aile Volante.flv](#)



Allons plus loin dans l'explication

Le site volez.net explique en détail tous les aspect du vol. Volez.net

Il y a des expériences **TRES INTERESSANTES** sur Wikidébrouillard : [Balade thématique sur les avions](#)

Et d'autres expériences sur le site de la NASA présente une simulation de la portance. [NASA](#)

3) Un outil extraordinaire : la soufflerie artisanale

Ne pas oublier toutes les manip soufflerie artisanale

Avec ce type de matériel simple vous pourrez comparer qualitativement et quantitativement des maitres couples (S et 2S ou s et 2s) et différentes formes de maitre couple identiques.



Tranquillisateur, "soufflerie", support et matériel de mesure



maitres couples (S et 2S ou s et 2s)



Formes diverses et "balance"

II. Portance et centrage

1) La portance fonction de l'incidence sur une petite maquette d'avion

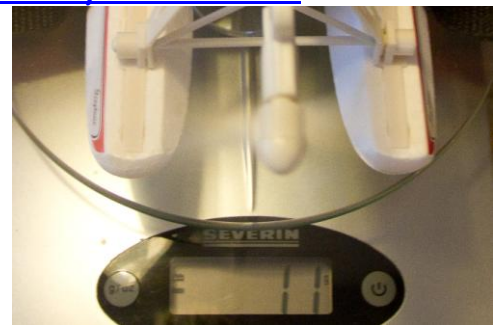
La maquette est fixée rigidement sur une balance

La balance est tarée (elle indique 0 g).

Lorsque la soufflerie (sèche cheveu (ici) ou ventilateur...) est allumée et dirigée avec une faible incidence vers l'avion il apparaît une faible portance qui se traduit par un affichage NEGATIF de l'information sur la balance.

Si on augmente l'inclinaison des filets d'air (ce qui fait augmenter l'incidence de l'aile) on va faire augmenter (en valeur absolue) la portance ressentie par le capteur de la balance.

Ici on est passé de -2 à -4 g etc... jusqu'à -11 g (2 images de droite) ... au-delà la portance s'effondre (décrochage ???)



L'hélice, entraînée par le vent relatif... tourne mais cet effet n'est pas exploité ici.



On montre bien ainsi facilement :

- La portance
- Le rôle de l'incidence
- La limite ... (décrochage)

2) Le centrage et le vol d'un mini planeur

Présentation de l'expérience : Comment fait-on un planeur ?

http://www.wikidebrouillard.org/index.php/Mini_planeur

Matériel

- * Carton léger.
- * 1 Paille.
- * Pique à brochette ou une aiguille à tricoter.
- * 2 Verres.
- * Plan du planeur.
- * Pâte à fixe ou pâte à modeler.

* Colle, ruban adhésif.

La manipulation

- * Munir la voilure et les empennages.
- * Découper la voilure et les empennages dans le carton léger .
- * Plier la voilure et les empennages et coller entre-eux.
- * Découper les 5 rectangles correspondant aux volets et gouvernail.
- * Fixer les volets: les grands rectangles sur la voilure, les petits sur les empennages avec le ruban adhésif.
- * Faire passer une paille dans la voilure et un 1/3 de la paille dans les empennages (aide-toi du ruban adhésif pour bien le fixer).
- * Glisser l'aiguille à tricoter dans la voilure sous la paille (bien le fixer avec du ruban adhésif). Ce sera le fuselage.
- * Sur l'extrémité pointue de l'aiguille, glisse la paille sur laquelle sont fixés les empennages (utilise le ruban adhésif pour bien fixer la paille sur l'aiguille).

Pour tester le planeur :

- * Prends 2 verres, les retourner et poser les ailes du planeur dessus.
- * Si le planeur pique de l'arrière, il est mal équilibré.
- * Prends de la pâte à modeler. Fixes-en sur la tête de l'aiguille à tricoter jusqu'à ce que le planeur soit en équilibre.

Que voit-on ? On observe un planeur plané.

Explications de manière simple

Un planeur est composé de trois parties principales :

- * La voilure : assure la portance de la machine, soit l'élévation du planeur.
- * Le fuselage : Sa fonction est de porter et d'abriter le ou les pilotes et sa liaison avec les empennages et la voilure.
- * Les empennages : Leur fonction est d'assurer la stabilité et le contrôle de deux axes de pilotages.

Un planeur par définition ne fait que planer, il n'est pourvu d'aucun moyen de propulsion. Pour pouvoir voler, un planeur doit être accéléré jusqu'à ce qu'il atteigne sa vitesse d'envol, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les ailes engendrent une portance suffisante pour vaincre la force de gravitation.

Un planeur a donc besoin d'être amené à une certaine hauteur avant de commencer à voler. Il existe deux techniques : le remorquage et le treuillage.

Pour remorquer un planeur, on utilise un avion remorqueur. Un câble est fixé dans le nez du planeur. L'ensemble décolle et une fois parvenu à la bonne hauteur, le pilote du planeur utilise le système de largage du câble et commence à voler par ses propres moyens.

Pour treuiller, on utilise un treuil, fixé en bout de piste de décollage. Cette technique ressemble un peu à la manière dont on lance un cerf-volant.

Un fois autonome, le planeur peut encore prendre de l'attitude. Le planeur doit être dirigé sur une colonne d'air chaud et y faire un virage. Comme l'air chaud est plus léger que l'air ambiant, lorsque le planeur se trouve dans la colonne d'air, il se trouve aspiré vers les hauteurs. Cette technique permet au pilote de rester plus longtemps en vol. Le record mondial de distance est actuellement de 2100 km réalisé en Nouvelle-Zélande.

III. Une séquence complète sur L'Effet Venturi (UDPPC)



par **Roland FUSTIER**
Professeur retraité de physique chimie, ancien président académique de l'UdPPC, ancien formateur IUFM

Exemple d'animation à plusieurs niveaux de lecture

1 étonnement

2 questionnement

En formule 1 le reporter prétend que la voiture qui suit celle de tête est aspirée par celle-ci. Certains spectateurs ne sont pas convaincus. Ils ont observé que les coureurs cyclistes forment des bordures face au vent et que le coureur de tête s'épuise.

Si l'effet Venturi était enseigné au lycée l'explication serait facile.

Des expériences avec une soufflerie et des balles de ping-pong permettraient d'interpréter le phénomène.

Expérience 1 : la balle est maintenue en lévitation au-dessus de la soufflerie ou du séchoir à cheveux

L'élève de seconde voit une situation comparable au mobile autoporteur (coussin d'air). La balle serait soumise à deux forces verticales opposées (poids et force de sustentation).

Des enfants plus jeunes prétendent que la balle est emprisonnée dans une cage d'air.



Photo 1

3 expériences contre intuitive

Expérience 2 : la balle reste en équilibre même lorsqu'on incline le jet d'air
C'est plutôt une dépression au-dessus de la balle qui la maintiendrait en équilibre.



Photo 2

Expérience 3 : Deux feuilles de papier parallèles entre lesquelles on souffle se rapprochent au lieu de s'écarter

Ca marche aussi en soufflant entre 2 canettes posées sur des supports roulants (pailles)

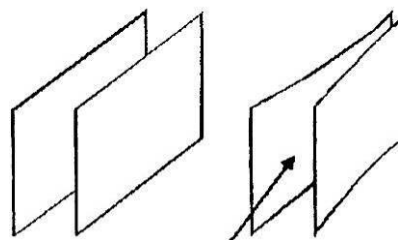


Schéma 1

4 Débit et vitesse de l'air

Expérience 4 : Lorsqu'on approche un tube au-dessus d'une balle en position verticale, celle-ci est projetée vers le haut

Le tube a pour effet d'augmenter la vitesse d'écoulement de l'air autour de la balle.

Il existe donc une relation entre la vitesse d'écoulement et la dépression.



Photo 3

Expérience 5 : vérification avec le gobelet dont le fond a été découpé
 La balle reste dans le gobelet si l'on approche celui-ci partie étroite en bas

5 évaluation pour voir si le public a compris

La balle est éjectée vers le haut si on retourne le gobelet (voir expérience 4)
 Pour que le débit soit le même des deux côtés du gobelet l'air doit circuler plus vite à travers la plus petite ouverture (vitesse inversement proportionnelle à la pression).



Photo 4

- 6 passage au liquides pour modéliser
- 7 enfin une formule...
- 8 retour au jeu avec les deux balles

L'effet venturi rappelle le nom d'un physicien italien Giovanni Batista Venturi (1769-1822).
 Il s'agit d'un phénomène observé en dynamique des fluides. L'existence d'un rétrécissement sur le trajet d'un liquide ou d'un gaz entraîne une augmentation de sa vitesse et par suite une diminution de pression, voire une aspiration.

Effet Venturi avec un fluide : La vitesse d'écoulement étant inversement proportionnelle à la section du tuyau, la pression sera plus faible vers l'étranglement.

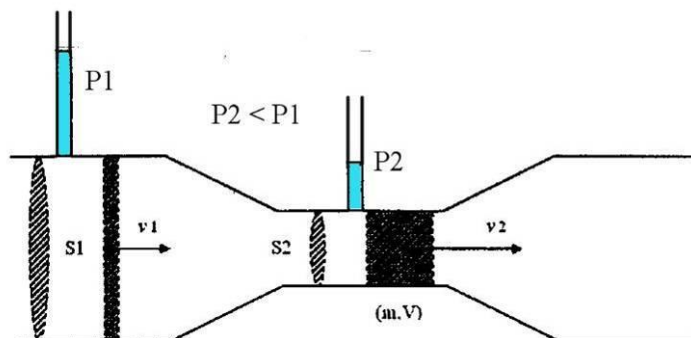


Schéma 2

Bernoulli a modélisé le phénomène conséquence de la conservation de l'énergie : $\rho v^2 / 2 + P = \text{constante}$
 ρ masse volumique de l'air ; v vitesse ; P pression

Expérience 6 : pour s'amuser maintenir en équilibre deux balles l'une au-dessus de l'autre en plaçant entre les deux le gobelet renversé

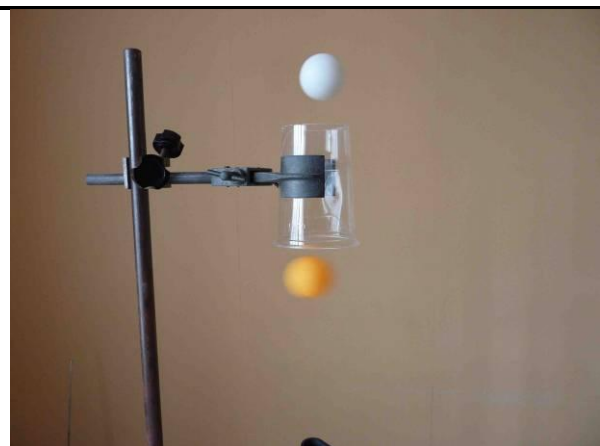


Photo 5

9 autre expérience contre intuitive encore plus fort !

Expérience 7 : Aspirer en soufflant

Nous pouvons maintenant supporter une expérience contre intuitive.

La balle peut être retenue dans l'entonnoir qui souffle de l'air ! (photo 6 ci-après)



Photo 6

10 Beaucoup d'applications de la vie courante

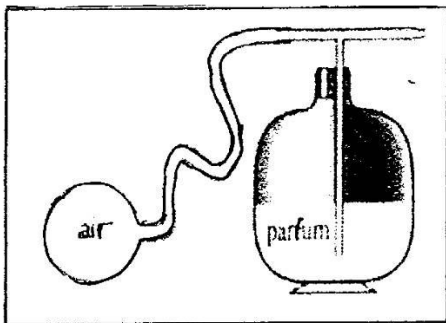
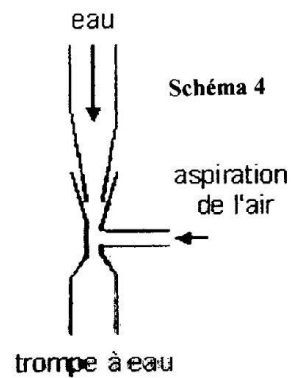


Schéma 3
Le vaporisateur



La trompe à eau

profil d'une cheminée

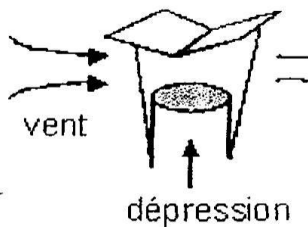
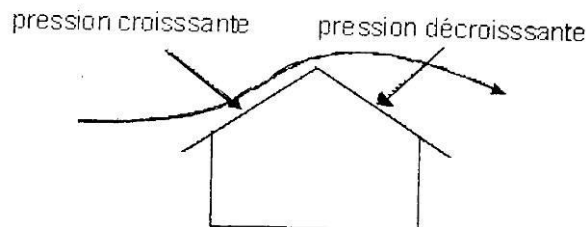


Schéma 5
Le tirage de la cheminée
Le vent favorise le tirage de la fumée



L'aspiration des toitures par grand vent plus de tuiles arrachées sur la pente soi-disant protégée du vent

Schéma 6

IV. L'effet Venturi... simplement

On peut refaire la manip du vaporisateur (qui montre que la pression s'abaisse lorsque la vitesse augmente = effet Venturi) en utilisant des moyens simples (2 pailles perpendiculaires et de l'eau éventuellement colorée).

Modèle 1 en collant la paille dans le verre avec du scotch (visible contre le bord du verre sur les photos)...



Notez la montée de l'eau dans la paille verticale qui dépend du BON POSITIONNEMENT de la paille soufflant et ... du souffle. On remarque que l'eau arrivée au sommet est projeté en fines gouttelettes (et non vaporisée !).

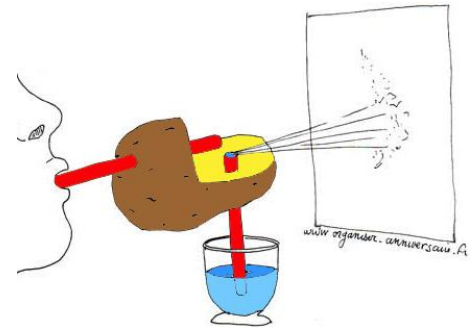
Modèle 2 Pour les maladroits un système basé sur l'utilisation d'un support (ici une patate) permet un bon fonctionnement avec un bon positionnement.

La manip précédente (avec le verre) et le montage "patate" sont sur internet :

<http://organiser-anniversaire.fr/bricolages/bricolage-enfant-facile-vaporisateur-6257>

et pour le fichier original :

<http://pod.univ-lille1.fr/video/1310-le-vaporisateur-a-parfum/>



V. L'effet Venturi... en météo

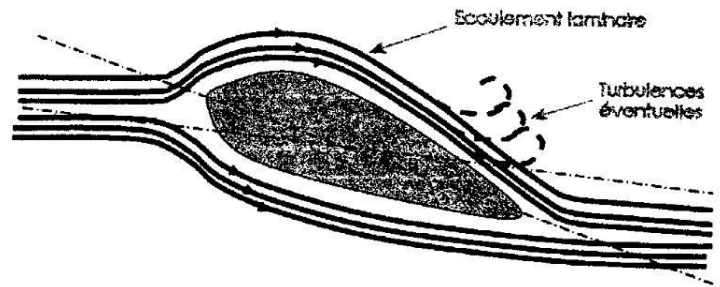
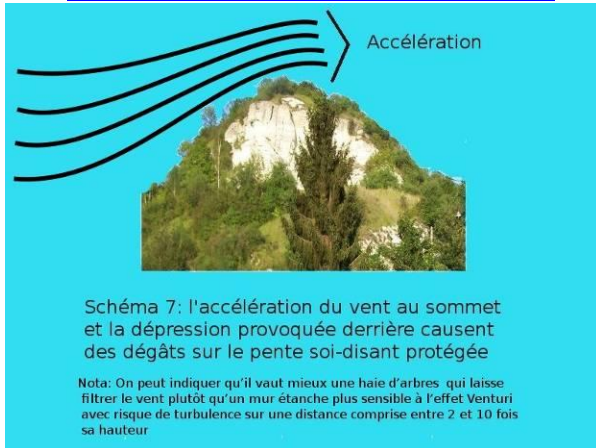


Schéma 8

L'aile d'avion L'air doit passer plus vite sur le dessus de l'aile bombée au-dessus qu'au dessous plat ou légèrement concave. La dépression au-dessus fait que l'avion est aspiré vers le haut.

VI. Matériel de labo

Une petite manip (Venturi Pitot) réalisé par Jeulin

La Maquette Venturi/ Tube de Pitot
- Ref : 243 025

Permet des mesures de pressions dans un tube relié par un raccord souple à un aspirateur.

Un tube droit mesure les pressions statiques le coudée pour les P totales (pitot)



Un rétrécissement du tube (plastique rouge) permet de tester l'effet venturi.

Dans tous les cas il est judicieux de disposer de capteurs de pression (éventuellement reliés à un ordi) ... mais on a ça dans tous les labos de sciences physiques aujourd'hui.

I. Devinettes... simple mais intéressante

1) Une petite manip facile... en forme de devinette. La pièce et le papier.

Présentez une pièce de 1 ou 2 euros et un petit carré de papier de faibles dimensions (plus petit que la pièce).

Lâcher les deux objets à 1 m 50 du sol... La pièce tombe en ligne droite en une fraction de seconde ... le papier volète et la rejoint bien plus tard.

Demander aux élèves de faire en sorte que papier et pièce arrivent au sol quasiment en même temps.

Laisser les élèves REFLECHIR (ou proposer leur d'expliquer le PB du RETARD du papier sur la pièce).



L'analyse rapide du problème montre que les frottements de l'air sur le papier sont énormes comparés à l'attraction terrestre (son poids).

Il suffit donc de les faire diminuer... Mais comment ??? Supprimer l'air dans la pièce poserait de légers problèmes à l'assemblée on va plutôt diminuer l'action de l'air.

Solution 1 ... rendre le papier aérodynamique en roulant le petit papier en boule ! Ainsi préparé, sa forme aérodynamique réduit les frottements de l'air et, lâché simultanément avec la pièce, il rejoint le sol sans retard observable sur la pièce !

Froissé en boule il a le même mouvement de chute que la pièce.



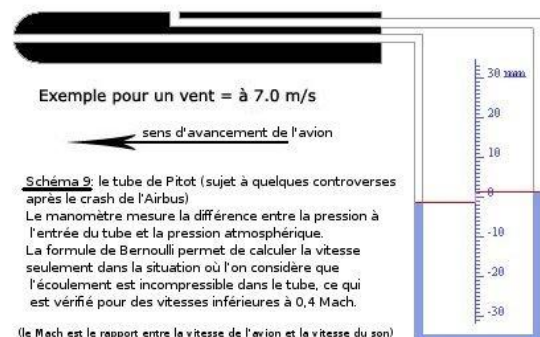
Solution 2 ... retirer les frottements de l'air ! OUI mais comment ? En posant le petit papier bien à plat SUR LA PIÈCE et en libérant celle-ci BIEN A L'HORIZONTALE... pour qu'ils atteignent le sol en conservant leurs positions respectives.

Le papier est protégé de l'action de l'air et il reste sur la pièce ... Soumis à la gravitation mais protégé des frottements de l'air par la pièce ils arrivent donc tous les deux au sol en même temps.

DANS LES DEUX CAS l'action de l'air a été quasiment supprimée. ESSAYEZ !!!

PS si vous visez utiliser EXACTEMENT le même morceau de papier il faut inverser l'ordre de présentation des 2 solutions

II. Une actualité dramatique



Le matériel ?

Du matériel déclassé peut être réutilisé en cours.

Ici l'anémomètre fonctionne... tout au moins en voit-on bien le principe.

Anecdotes ou actualité ?

Se raccrocher à la réalité est toujours un plus... même si comme ici (Vol AF 447 Rio Paris

(Airbus A 330) elle est tragique.

Utiliser des références réelles à la très riche histoire de l'aviation améliore l'attention et la compréhension qui va avec.

On peut aller jusqu'à présenter le rapport du BEA téléchargeable sur leur site

DEROULEMENT DU VOL

Le dimanche 31 mai 2009, l'Airbus A330-303 immatriculé F-GZCP exploité par la compagnie Air France est programmé pour effectuer la vol régulier 447 entre Rio de Janeiro/Galeão et Paris Charles de Gaulle. Douze membres d'équipage (3 PNF, 9 PNC) et 216 passagers sont à bord. Le départ est prévu à 22h 00⁰⁰.

Vers 22 h 10, l'équipage est autorisé à mettre en route les moteurs et à quitter son poste de stationnement. Le décollage a lieu à 22 h 25. Le commandant de bord est PNF, l'un des copilotes est PF.

La masse au décollage est de 232,8 t pour une MTOW de 233 t, dont 70,6 tonnes de carburant.

A 1 h 35 min 15, l'équipage informe le contrôleur d'ATLANTICO qu'il a passé le point NITCO puis il annonce les premières vibrations (SABU) à 1 h 46 pour ORABO à 2 h 00. Il transmet également son code SELCAL et un essai est effectué, avec succès.

A 1 h 35 min 46, le contrôleur lui demande de maintenir le FL350 et de lui donner son vitesse au point TROIS.

A 1 h 55, le commandant de bord réveille le second copilote et annonce « [...] il va prendre ma place ».

Entre 1 h 59 min 32 et 2 h 01 min 44, le commandant de bord assiste au briefing entre les deux copilotes, au cours duquel le PF dit notamment que « le petit peu de turbulence que tu vas voir [...] on devrait trouver le même devant [...] on est dans le couche météorologique on ne peut pas trop monter pour l'éviter parce que la turbulence diminue moins vite que prévu » et que « le logon a échoué avec Dakar ». Le commandant de bord quitte le poste de pilotage.

L'avion approche du point ORABO. Il vole au niveau de vol 350 et à Mach 0,82. L'assiette longitudinale est d'environ 2,5 degrés. La masse et le centrage de l'avion sont d'environ 205 tonnes et 20 %. Le pilote automatique 2 et l'auto-pilote sont engagés.

A 2 h 06 min 04, le PF appelle les PNC en leur disant que « dans deux minutes il va devoir alimenter une zone ou centraliser l'attention sur un peu plus que maintenant il faudrait nous aider là » et l'équipage s'y est préparé dès qu'on est sorti de là.

A 2 h 08 min 07, le PNF propose « tu peux éventuellement prendre un peu à gauche [...] ».

L'avion entame un léger virage à gauche à la détection par rapport à la trajectoire initialement suivie est d'environ 12 degrés. Le niveau de turbulences augmente légèrement et l'équipage décide de réduire le Mach vers 0,8.

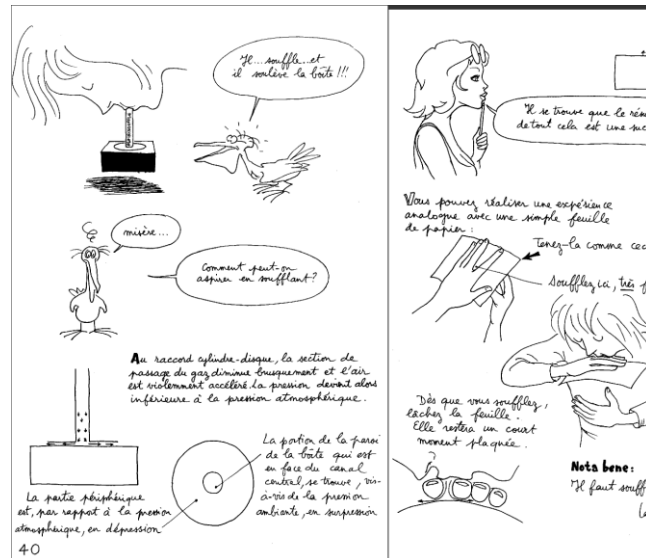
III. Les bonne idées extraites des BD d'Anselme Lanturlu (JP Petit)



16

Dans la BD ASPIRISOUFFLE. pdf il y a pas mal de manips dont celles-ci sur la méca des fluides

(page 16 et page 40)



I. Manip mettant en évidence la déviation par la force de Coriolis

Réaliser le montage du tuyau tournant double (ou simple ???)

Faire tourner dans une très grande bassine plastique...on observe la déviation et en plus elle s'explique par sa "vitesse initiale.

Le jet présente une courbure spectaculaire

La même existe en partant du centre.

Matériel à acheter et assembler.

II. Vidéos sur la force de Coriolis

Météo-III-La force de Coriolis est une vidéo très simple non commentée et petite.

Utiliser VLC média player en agrandissement et en ralentissant la vitesse (x 0,25).

Le ballon lancé tout droit donne l'impression de dévier de sa trajectoire !

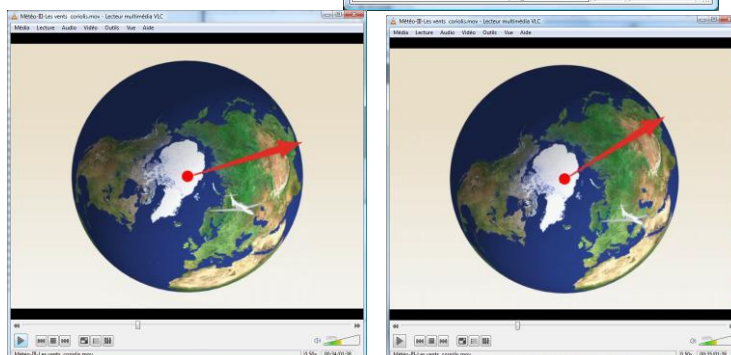


Météo-III-Les vents coriolis est une animation extraite d'un DVD.

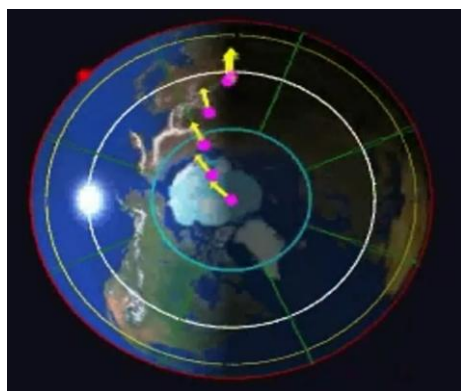
Elle est intéressante car commentée.

La partie traitant de Coriolis est simple. Il suffit de remarquer que vue d'un observateur qui serait placé loin de la Terre l'avion est bien allé tout droit.

Cette force est "une illusion" bien active pour les habitants de la planète...



III. Simulation sur la force de Coriolis en fonction de la trajectoire de l'avion



Le document [EFECTO_CORIOLIS.flv](#) est **particulièrement intéressant**.


La simulation présente plusieurs trajectoires dans les deux hémisphères avec les déviations qui en résultent.

Outre ses schémas animés très pédagogiques le commentaire est effectué en un anglais très compréhensible. Vous ferez donc aussi des progrès sur cette option... en attendant que de petits test auditifs y soient insérés.



I. Procédure d'utilisation des logiciels

Une applet JAVA accessible par <http://www.visi.com/~mim/nav/>, permet de visualiser l'affichage de deux instruments de radionavigation (*deux VORs dans un premier temps*). Ces instruments sont placés à côté d'une carte sur laquelle sont placés l'avion et les balises au sol. Une version avec menu francisé se trouve à l'adresse : <http://www.benoitadet.com/index.php?lang=fr§ion=48>, l'applet java est exactement la même ... seul le menu est francisé !

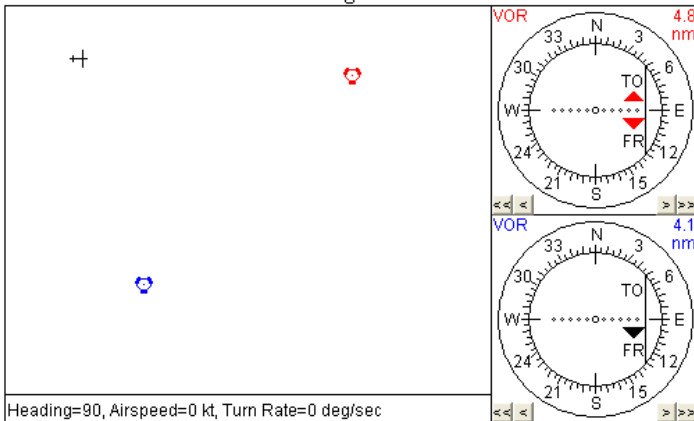
L'applet s'utilise directement sur le site... ou en récupérant le répertoire **Radionav**  RadioNav dans le DVD DAFA.

1) Les deux menus en version anglaise et francisée.

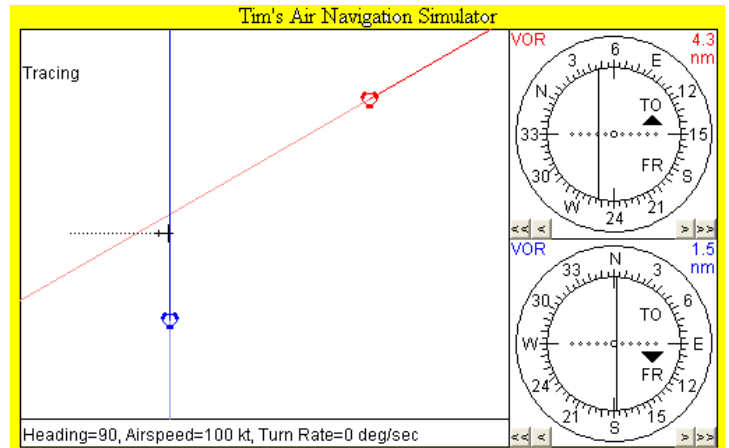
ACTION	EFFET	ACTION	EFFET
Click/Drag on the Map	Move the airplane, the transmitters, or change the wind vector (if in wind mode)	Cliquer / Déplacer avec la souris sur la carte	Déplacement de l'avion, des stations VOR au sol, ou changement du facteur vent (dans le cas où le mode "vent" est activé).
Click the Buttons	Change the vector (OBS) for the instrument (except the RMI, DG)	Cliquer les boutons des cadrans de droite	Changement des vecteurs (OBS) pour les instruments VOR.
Up & Down Arrows	Increase or decrease the airplane speed (60-300 kt - my future Lancair IVP)	Flèches "haut" et "bas" sur le clavier	Augmente et diminue la vitesse de l'avion (de 60 à 300 kts).
Left and Right Arrows	Increase or decrease turn rate (deg/sec)	Flèches	Augmente et diminue le taux des virages (degré/seconde).
Space Bar	Instantly set the turn rate to zero	Touche "Espace"	Fixe de taux de virage automatiquement à zéro (0).
Enter	Reposition transmitters to original positions - useful if you've moved them off the map	Touche "Enter"	Repositionne les stations VOR au sol à leur endroit d'origine - très utile si vous les avez déplacés en dehors de la carte! ;-)
R	Toggle radials on & off (dark colors = from side of VORs, light colors = TO side of VORs)	Touche "R"	Active / Désactive les radials (couleurs foncées = "TO" et couleurs pâles = "FROM").
1 or 2	Switch instrument 1 or 2 between VOR, HSI, ADF, RMI, DG, or Text	Touches "1" ou "2"	Alterne, sur le cadran 1 ou 2, entre les instruments suivants: VOR, HSI, ADF, RMI, DG ou texte (cliquez dans le cadran et ensuite vous pouvez choisir l'instrument en appuyant sur le chiffre approprié).
W	Toggle Wind mode (shown in status line) - when in wind mode you can click/drag on the map to change the wind vector	Touche "W"	Active / Désactive le mode "vent" (apparaît dans la barre d'état en bas) - quand le mode "vent" est activé, vous pouvez cliquer / déplacer le curseur sur la carte pour changer le vecteur vent.
P	Pause the animation (wind and airplane motion) - you can still rotate the instruments and drag the plane	Touche "P"	Pause l'animation (les mouvements du vent et de l'avion) - vous pouvez encore faire tourner les instruments et déplacer manuellement l'avion sur la carte.
T	Trace - start/stop a trail of dots showing the airplane's path	Touche "T"	Active / Désactive un traçage de points, montrant la progression de l'avion
H	Hide - stop/start displaying the airplane and trace	Touche "H"	Cache / Affiche l'avion et son traçage (en anglais "Hide"...).
L	Lost - randomly reposition the airplane on the map - most useful when the plane is hidden	Touche "L"	Repositionne l'avion aléatoirement sur la carte, pour simuler le fait que le pilote soit perdu - utile aussi quand l'avion est cachée.

2) Présentation rapide du simulateur.

Ecran de démarrage
Tim's Air Navigation Simulator



NAV en cours



Il est intéressant de faire bouger l'avion (ici à 100 kt).

De choisir une radiale et de la matérialiser. (Ici 60 pour le **VOR 1**)

D'observer le déplacement des aiguilles au voisinage de la radiale (**VOR 1** ou **2**)

D'observer le comportement des indicateurs **TO** et **FR** et des symboles (flèches) associés).

On peut aussi faire tourner l'avion ou choisir un autre instrument de radionav (ADF par exemple)

...

Notez aussi la possibilité d'utiliser d'autres instruments que le VOR : HSI, ADF, RMI, DG

3) Un autre simulateur.

Sur :

http://www.luizmonteiro.com/Learning_VOR_Sim.aspx vous trouverez un simulateur

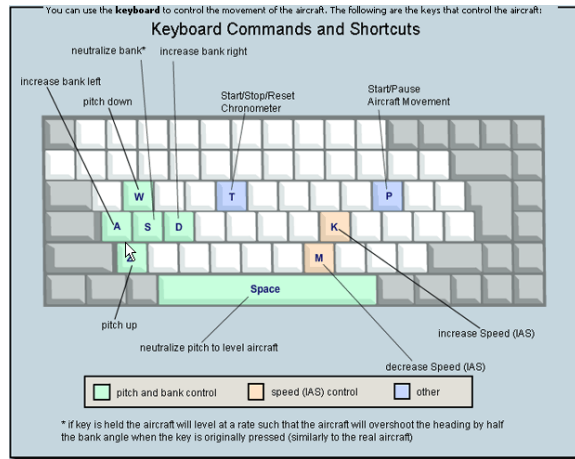
qui semble bien plus convivial que le précédent.... Surtout pour ses couleurs, son grand écran et ses instruments complémentaires.

En fait ce logiciel est un logiciel commercialisé. Il reste néanmoins d'utilisation gratuite sur le site, il est téléchargeable (10 jours d'essais) mais vous pouvez l'acquérir pour 39,95 \$.

Je pense que dans ce cas il entre en concurrence avec FS qui doit proposer des situations tout aussi convaincantes.



Les commandes :





NAV - Préparer une navigation.



I. La solution classique : "à la main !"

Un VRAI travail sur carte avec tracé relevé mesures etc est évidemment une solution à traiter... on peut AUSSI utiliser le logiciel Navigation pour contrôler ce travail manuel.

II. Le logiciel "NAVIGATION"

Téléchargeable sur le site de l'auteur (<http://francois.fouchet.free.fr/>) qu'il faudra consulter aussi pour les différentes librairies, aides etc.

Ce logiciel permet de tracer une VRAIE NAV

En outre il permet de récupérer beaucoup de compléments (altimétrie, radionav, rédaction de plan de vol etc)

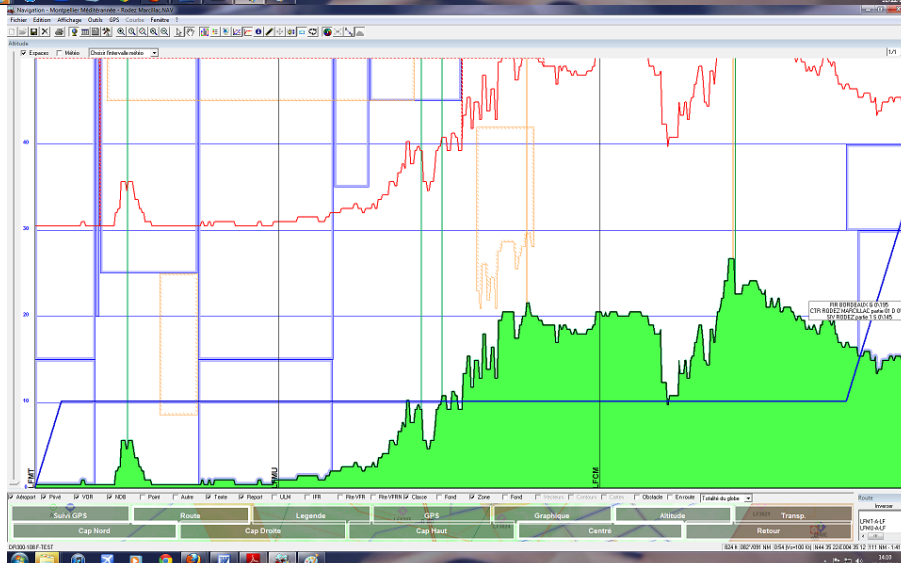
1) Des copies d'écrans

La carte et le tracé de la route

(Ici Montpellier – Béziers – Millau – Rodez)



2) Le profil et les zones (bleues)



3) Le plan de vol

DIRECTOR GÉNÉRAL DE L'AVIATION CIVILE
 DIRECTION DE LA NAVIGATION AÉRIENNE
 25, rue René Faminot
 75229 - PARIS CEDEX 15

FORMULAIRE ET RÉDACTION
 DU PLAN DE VOL DÉPOSÉ (FPL) / FLIGHT PLAN
 N° 47-0199

Arrêté du 13 mars 1992

PRONONCIATION: DESTINATAIRES (Addresse(s))
 <<= FF =>

HEURE DE DÉPART
 Prog time

IDENTIFICATION PRÉCISE DES DESTINATAIRES ET/OU DE L'ÉVÉNEMENT (Specific identification of addressee(s) and/or event)

3 TYPE DE MESSAGE/Message type: <<= FPL >>
 7 IDENTIFICATION DE L'ÉVÉNEMENT/Event identification: F TEST
 8 RÈGLE DE VOL/Flight rules: V
 TYPE DE VOL/Type of flight: G

9 NOMBRE/Number: <<= >>
 TYPE D'ÉVÉNEMENT/Type of event: F TEST
 DATE DE TURBULENCE DE SILLAGE/Wake turbulence cat: <<= >>
 NO. EQUIPEMENT/Equipment: <<= >>

13 AÉRODROME DE DÉPART/Airport of departure: L F M T
 HEURE/Time: <<= >>
 14 AÉRODROME DE DESTINATION/Destination aerodrome: L F C R
 DURÉE TOTALE ESTIMÉE/Total est: 0 1 1 6
 AÉRODROMES DE DÉGAGEMENT/Taxi aerodromes: <<= >>

15 RENSEIGNEMENTS DIVERS/Other information: EET/LFBB0054

RENNEMENTS COMPLÉMENTAIRES (A NE PAS TRANSMETTRE DANS LES MESSAGES DE PLAN DE VOL DÉPOSÉ)
 SUPPLEMENTARY INFORMATION (NOT TO BE TRANSMITTED IN FPL MESSAGES)

18 AUTONOMIE/Endurance: E / 0 4 0 0
 PERSONNES À BORD/Persons on board: P / <<= >>
 RADIO ET BALISE D'URGENCE/Emergency radio: R / X
 ÉQUIPEMENT DE SURVIE/Equipment: <<= >>
 GILETS DE SAUVETAGE/Beckets: <<= >>
 LAMPES FLUORESCENTES/Fluorescent lamps: <<= >>
 UHF: <<= >>
 VHF: <<= >>

COULEUR ET MARQUES DE LA FERRURE/Colour and marks: <<= >>

REMARQUES/Remarks: <<= >>
 PILOTE COMMANDANT DE BORD/Plou in command: <<= >>
 C / <<= >>

ESPACE RÉSERVÉ À DES FINS SUPPLÉMENTAIRES/Space reserved for additional requirements

4) Les infos radio radionav etc (ici une seule page sur 4 !)



OACI	Nom	Type	Fréquence	Plancher	Plafond	Observations
SIV MONTPELLIER partie 3	Zone S			Surface	FL145	APP MONTPELLIER MONTPELLIER INFO 136.625 ACC MARSEILLE FR - EN FIC MARSEILLE MARSEILLE Information FR - EN Emplacement ACC : Aix-en-Provence Adresse SFA, LFMMDZK N° de téléphone : 04 42 33 78 78 à Aix-en-Provence Adresse postale : 1 rue Vincent Auriant 13617 AIX-EN-PROVENCE CEDEX 1
LFMM FIR	FIR MARSEILLE	Classe G		Surface	FL195	
CTR MONTPELLIER	Classe D			Surface	1500 ft AMSL	Montpellier approche 130,85/133,775/120,375/135,425 Montpellier Tour 118,775/118,20/121,95 H24 (Tel: 04 67 13 11 70)
LFMT	Montpellier	AFIS	124,125			
LFMT	Montpellier approche	APP	130,85			
LFMT	Montpellier approche	APP	133,775			
LFMT	Montpellier approche	APP	120,375			
LFMT	MONTPELLIER Approche	APP	135,425			
LFMT	MONTPELLIER	ATIS	134,125			Fréquence suppléve/Auxiliary frequency
LFMT	Montpellier Info	FIS	136,625			TEL ATIS : 04 67 13 11 70
LFMT	Montpellier Info	FIS	120,375			SIV 2b, 3, 4 et 5
LFMT	MONTPELLIER Information	FIS	135,425			SIV 1a, 2a, 6 et 7
LFMT	Montpellier Sol	SOL	121,95			SIV 1b
LFMT	Montpellier Tour	TWR	118,775			
LFMT	Montpellier Tour	TWR	118,2			
LFMT	MONTPELLIER Sol	TWR	121,95			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	118,775			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	130,85			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	118,2			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	133,775			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	136,625			
LFMT	Montpellier Gonio	VDF	120,375			
LFMT	Montpellier Méditerranée	VOR/DME	114,45			
TMA MONTPELLIER partie 1	Classe D			1500 ft AMSL	11500 ft AMSL	TA: 5000 ft Montpellier approche 130,85/133,775/120,375/135,425 H24 Des portions de la TMA de classe D sont communes avec les zones réglementées R 108 E1 et E2 et dont les conditions de pénétration sont précisées dans la partie ENR 5
FG	Montpellier Méditerranée	Locator/NDB	339			Français
LFNG	Candillargues	A/A	120,6			
TMA MONTPELLIER partie 2	Classe D			2000 ft AMSL	11500 ft AMSL	TA: 5000 ft Montpellier approche 130,85/133,775/120,375/135,425 H24 Des portions de la TMA de classe D sont communes avec les zones réglementées R 108 E1 et E2 et dont les conditions de pénétration sont précisées dans la partie ENR 5
SIV MONTPELLIER partie 6	Zone S			Surface	FL115	APP MONTPELLIER MONTPELLIER INFO 120.375

Les films et l'aéronautique

Sans aller jusqu'au différentes séries de documentaires historiques on peut regarder un film... et lancer ensuite un petit débat culturel sur l'aéronautique. La liste qui suit a surtout vocation de recenser les différentes sources (copies ???) existant dans l'Académie et pouvant alimenter une médiathèque « interprof ou animateurs aéro ».

J'ai effectué une recherche sur Google avec "film" et "avion" donne ... après un tri sélectif sans forcément les avoir tous vus :

<p>Aigle de fer I, II et III - (Iron Eagle III) Aventure (1h 38min) Année de production : 1991 De John Glen Avec Paul Freeman, Christopher Cazenove Chappy Sinclair, pilote et instructeur chevronné de l'US Air Force, évite la retraite en s'engageant dans la troupe d'un cirque aérien...</p> <p><i>Illustration affiche du II</i></p>	
<p>Air America - Aventure (1h 52min) Année de production : 1990 De Roger Spottiswoode Avec Mel Gibson, Robert Downey Jr.</p>	
<p>Airport 80 Concorde - (Concorde: Airport 79) Action (2h 3min) Année de production : 1979 De David Lowell Rich Avec Alain Delon, Susan Blakely</p>	
<p>Always - Romance (2h 4min) Année de production : 1989 De Steven Spielberg. Avec Richard Dreyfuss, Holly Hunter</p> <p>Notation de « VOLEZ » 16/20</p>	
<p>Amelia Biopic (1h 51min) Année de production : 2009 De Mira Nair Avec Hilary Swank, Richard Gere. La vie de la pionnière de l'aviation Amelia Earhart, aussi célèbre en son temps que Charles Lindbergh, et qui disparut en 1937 au-dessus du Pacifique, alors qu'elle cherchait à boucler un tour du monde en avion.</p> <p>Notation de « VOLEZ » 10/20</p>	
<p>Amelia Earhart, l'ange dechu. Documentaire (57min) Année de production : 2001 De George Schaefer.</p>	

<p>Aviator - (The Aviator) Biopic (2h 45min) Année de production : 2004 De Martin Scorsese Avec Leonardo DiCaprio, Cate Blanchett. "Aviator" couvre près de vingt ans de la vie tumultueuse d'Howard Hughes, industriel, milliardaire, casse-cou, pionnier de l'aviation civile, inventeur, producteur, réalisateur, directeur de studio et séducteur insatiable.</p> <p>Notation de « VOLEZ » 14/20</p>	
<p>Baron Rouge - (Der Rote Baron) Guerre (1h 45min) Année de production : 2008 De Nikolai Müllerschön. Avec Matthias Schweighöfer, Lena Headey</p>	
<p>Ces merveilleux fous volants dans leur drôles de machines - (Those Magnificent Men in Their Flying Machines) Comédie (1h 35min) Année de production : 1965 De Ken Annakin Avec Stuart Whitman, Sarah Miles.</p> <p>Notation de « VOLEZ » 13/20</p>	
<p>D.A.R.Y.L. Aventure (1h 40min) Année de production : 1985 De Simon Wincer Avec Barret Oliver, Mary Beth Hurt</p>	
<p>Dark Blue World (2001) Réalisé par Jan Sverak. avec Ondrej Vetchy, Krystof Hadek, Oldrich Kaiser. Long-métrage tchèque.</p> <p>Synopsis : Franta et Karel, deux pilotes tchèques, échappent à l'occupation Nazie en Tchécoslovaquie et s'engagent dans la Royal Air Force. En Angleterre, leur amitié sera mise à rude épreuve, car ils tomberont amoureux de la même femme.</p> <p>Notation de « VOLEZ » 19/20</p>	
<p>En territoire ennemi - (Behind Enemy Lines) Guerre (1h 46min) Année de production : 2001 De John Moore Avec Owen Wilson, Gene Hackman</p>	
<p>Fire Birds - Action (1h 25min) Année de production : 1990 De David Green Avec Nicolas Cage, Tommy Lee Jones . Le gouvernement américain lance une vaste lutte contre le trafic de drogue. Il propose l'aide de sa armée à tous les pays voulant s'engager avec eux. Les cartels décident donc d'engager un des meilleurs pilotes pour défendre leurs intérêts...</p>	
<p>Flight Plan - Thriller (1h 38min) Année de production : 2004 De Robert Schwentke Avec Jodie Foster, Peter Sarsgaard. Kyle Pratt affronte le pire cauchemar qui soit : sa fille de six ans, Julia, disparaît sans laisser de traces... alors qu'elles se trouvent à plus de 11 000 mètres d'altitude, dans un avion, entre Berlin et New York...</p>	
<p>Flyboys - Guerre (2h 19min) Année de production : 2006 De Tony Bill Avec James Franco, Jean Reno Le destin de l'Escadrille Lafayette, constituée de jeunes soldats américains qui se portèrent volonta</p>	
<p>Furtif - (Stealth) Action (2h 1min) Année de production : 2005 De Rob Cohen Avec Josh Lucas, Jessica Biel. Ben, Kara et Henry sont les pilotes d'essai d'avions de combat furtifs ultrasophistiqués. EDI, un avion de combat à intelligence artificielle sans pilote humain, va échapper à leur contrôle avec le risque de déclencher une guerre nucléaire...</p>	
<p>La Bataille d'Angleterre . (Battle of Britain) - Guerre (2h 13min) Année de production : 1969</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 16/20</p>	I
<p>La Bataille de Midway - (Midway) Guerre (2h 12min) Année de production : 1976 De Jack Smight Avec Charlton Heston, Henry Fonda</p>	
<p>La Kermesse des aigles - (The Great Waldo Pepper) Drame (1h 47min) Année de production : 1974 De George Roy Hill Avec Robert Redford, Bo Svenson.</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 16/20</p>	
<p>Le Crépuscule des aigles - (The Blue Max) - (2h 46min) Année de production : 1966 De John Guillermin Avec George Peppard, James Mason.</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 09/20</p>	

<p>Le Dernier vol - Aventure (1h 34min) Année de production : 2009 De Karim Dridi Avec Marion Cotillard, Guillaume Canet. Sahara Français, 1933. Partie à la recherche de l'homme qu'elle aime, l'aventurière et aviatrice Marie Vallières de Beaumont est contrainte de poser son biplan près d'un poste avancé de "méhariste" français en plein désert saharien...</p>	
<p>Le Détournement du Vol 93 (TV) - (Flight 93) Drame (1h 30min) Année de production : 2006 De Peter Markle Avec Jeffrey R. Nordling, Brennan Elliott. Le 11 septembre 2001, quatre terroristes détournent un avion de ligne pour le faire écraser sur la Maison Blanche. Les passagers s'organisent alors pour éviter le drame...</p>	
<p>Le Vol du Phénix - (The Flight of the Phoenix) Action (2h 27min) Année de production : 1965 De Robert Aldrich Avec James Stewart, Richard Attenborough</p>	
<p>Le Vol du Phoenix - (Flight of the Phoenix) Aventure (1h 53min) Année de production : 2004 De John Moore Avec Dennis Quaid, Jacob Vargas. Le Capitaine Frank Towns prend à bord de son avion les ouvriers d'une plateforme pétrolière. En direction de Pékin, ils croisent une tempête de poussière qui provoque le crash de l'engin. Ils se retrouvent alors en plein désert de Gobie...</p>	
<p>Les Ailes (Wings) - Comédie dramatique (2h 30min) Année de production : 1927 De William A. Wellman - Avec Gary Cooper, Clara Bow</p>	
<p>Les Ailes de l'enfer - (Con Air) Policier (1h 50min) Année de production : 1997 De Simon West</p>	
<p>Les Chevaliers du ciel - Action (1h 42min) Année de production : 2005 De Gérard Pirès Avec Benoît Magimel, Clovis Cornillac. Salon aéronautique de Farnborough, Angleterre. Alors qu'il était en pleine démonstration, un Mirage 2000 a disparu au-dessus de la Mer du Nord. Les capitaines Marchelli et Vallois sont immédiatement envoyés en patrouille pour retrouver l'avion...</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 05/20</p>	
<p>Ma vie en l'air - Comédie (1h 43min) Année de production : 2005 De Rémi Bezançon Avec Vincent Elbaz, Marion Cotillard. Instructeur dans une compagnie aérienne, Yann Kerbec évalue la capacité des pilotes sur les simulateurs de vols dans des conditions extrêmes. Mais il a un problème : il a peur de l'avion, une peur panique liée à sa naissance...</p>	
<p>Pearl Harbor - Guerre (2h 58min) Année de production : 2001 De Michael Bay Avec Ben Affleck, Josh Hartnett. La paisible existence de deux jeunes gens bascule lorsqu'ils apprennent la mort d'un camarade pendant l'attaque surprise de Pearl Harbor...</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 04/20</p>	
<p>Top Gun - Aventure (1h 49min) Année de production : 1985 De Tony Scott Avec Tom Cruise, Tom Skerritt</p>	
<p>Notation de « VOLEZ » 17/20</p>	
<p>Ultime décision - (Executive Decision) Policier (2h 16min) Année de production : 1995 De Stuart Baird Avec Kurt Russell, Oliver Platt</p>	
<p>Vol 93 - (United 93) Drame (1h 45min) Année de production : 2005 De Paul Greengrass Avec Lewis Alsamari, Khalid Abdalla. 11 septembre 2001. 4 avions sont détournés par des terroristes dans le but d'être crashés à New York et à Washington. 3 atteindront leur cible, pas le vol 93...</p>	
<p>Vol d'enfer - (The Aviator) Drame (1h 36min) Année de production : 1985 De George Miller (II) Avec Christopher Reeve, Rosanna Arquette</p>	

Index

AERODYNAMIQUE	32	<u>La pièce et le papier</u>	39
<u>aéromodèle</u>	3	<u>La portance</u>	32
Altimètre = capsule de Vidie	4	<i>la température comme une mesure de l'agitation</i>	20
<u>altimètre fonctionnel</u>	4, 6	l'effet venturi.....	38
Altimètre simulé	4	<u>logiciel FoilSim</u>	31
<u>Anselme Lanturlu</u>	26, 40	<u>Logiciel Modmol</u>	20
brouillard.....	27	<u>logiciel NAVIGATION</u>	45
<u>Capsule anéroïde</u>	21	<i>maquette</i>	6
capsule de Vidie	4	<i>maquettes</i>	3
<u>capteur barométrique</u>	21	<u>mini planeur</u>	33
carte.....	45	<u>noyaux de condensation</u>	27
<u>centrage</u>	33	<u>nuage</u>	27
<u>Chaleur latente</u>	25	<i>ozone</i>	30
<u>condensation</u>	27	pitot.....	38
<u>condensation de la vapeur d'eau</u>	21	<u>Pitot</u>	38
<u>conduction</u>	23	<u>plan de vol</u>	46
Conduction	23	<u>portance fonction de l'incidence</u>	33
<u>conductivité</u>	23	<u>pression atmosphérique</u>	20
conductivité thermique.....	23	<u>pression atmosphérique et le verre d'eau</u>	18
Convection.....	24	pression dynamique.....	6
<u>Coriolis</u>	41	principe de la portance.....	32
<u>Dépression suivi de vaporisation</u>	11	<u>radionav</u>	46
<u>Dynamique</u>	32	<u>rayonnement</u>	25
Echange de chaleur.....	23	<i>rayonnement électromagnétique</i>	30
<u>éclairs</u>	22	Roue de vélo	7
effet venturi.....	36	Simulateurs de VOR	42
effet Venturi.....	37	<u>soufflerie artisanale</u>	33
<u>Effet Venturi</u>	34	<u>Station météo</u>	22
<u>épression et aspiration liée à l'écoulement de l'air</u>	6, 10	<u>Torricelli</u>	21
<u>Flight Simulator</u>	8	Toupie	7
<u>FoilSim</u>	31	tracé de la route.....	45
<i>force de Coriolis</i>	41	<u>Transfert de chaleur par convection</u>	24
FORCES	41	<u>Transfert de chaleur par rayonnement</u>	25
<u>Formation des nuages</u>	21	Tube de Pitot	38
<u>Formation d'un nuage</u>	27	UdPPC	34
Gyroscope	7	Venturi.....	36
Gyroscope réel (commercialisé)	7	<u>Venturi Pitot</u>	38

Table des matières.

<i>Présentation du document & auteur</i>	1
<i>Illustrations & Copyrights</i>	1
<i>Index</i>	1
I - Connaissances des aéronefs	3
La structure de l'avion	3
1) L'avion	3
2) L'aile (nervures longerons..)	3
3) Gouvernes	3
I - Connaissances des aéronefs	4
Les instruments de bord	4
I. Les instruments de bord fonctionnant avec des capsules de vidie	4
1) Altimétrie et pression atmosphérique	4
2) Altimètre - pressiomètre capsule de Vidie	4
3) Altimètre réel	4
Séquence didactique (*) Partie 1 : « Que fait l'altimètre lorsqu'on monte en altitude? »	4
Partie 2 : « Qu'y a-t-il dans un altimètre et comment réagit-il? »	5
Partie 3 : « Que subit un objet lorsque la pression de l'air autour de lui diminue? »	5
Partie 4 : « Comment fonctionne l'intérieur de l'altimètre? »	6
4) L'anémomètre. Surpression dynamique liée à l'écoulement de l'air	6
II. Les instruments de bord fonctionnant avec des gyroscopes	7
1) Les gyroscopes : généralités	7
Utilisation d'une simulation des instruments de bord.....	8
I. Les instruments de bord sur un simulateur de vol	8
Utilisation de logiciels pour des séances BIA	8
1) Fonctionnement des instruments de bord	8
2) Les différentes informations reçues par le pilote	8
I - Connaissances des aéronefs	9
Les moteurs à explosion	9
I. Groupe motopropulseur (GMP) : différents types de moteurs	9
1) Le moteur à explosion 4 temps classiques (type voiture automobile)	9
2) Les moteurs rotatifs	9
II. GMP : Le carburateur	10
1) Anim AVEC carburateur	10
2) Dépression et aspiration liée à l'écoulement de l'air	10
3) Dépression suivi de vaporisation... par exemple dans un carburateur	11
Dépression, vaporisation et abaissement de température... le givrage carburateur	11
I - Connaissances des aéronefs	12
Les propulseurs à réaction	12
I. Principe de la propulsion à réaction	12
1) Poussée... action et réaction :	12
Le ballon de baudruche	12
Le mouvement d'une chaise à roulette	12
2) Le moteur a réaction	13
Des animations complètes :	13
La NASA	13
3) Le statoréacteur	13
II. Exemples simples de propulsion à réaction	14

1) <i>La fusée à eau</i>	14
Étude du fonctionnement de la fusée à eau.....	14
Une version spectaculaire de la fusée à eau.....	14
2) <i>La fusée à propergol solide</i>	14
III. Initiation au pilotage des fusées	15
Simulateur de lancement de fusée.	15
IV. Fonctionnement des instruments de bord	15
1) <i>Les logiciels de simulation tels que Flight Simulator</i>	15
METEOROLOGIE.....	16
L'atmosphère.....	16
I. Composition de l'atmosphère	16
1) <i>L'eau vapeur est invisible</i>	16
Il existe plusieurs vidéos illustrant ces manips... mais c'est tellement facile à faire et tellement spectaculaire (faire bouillir de l'eau en plaçant un glaçon sur la bouteille !) qu'il faut absolument les réaliser !.....	16
Ces manips constituent un très fort point d'accroche pour les élèves.....	16
Cette manip doit garder un certain mystère avant l'explication finale... appuyée par la manip d'après.	16
Saturer l'atmosphère du tube en vapeur d'eau en chassant tout l'air par une ébullition prolongée. .	16
Placer le tube à dégagement dans un bécher d'eau froide... attendre !.....	16
En qqes secondes l'eau du bécher est aspirée	16
2) <i>Notion de surfusion</i>	16
II. La pression atmosphérique	17
1) <i>Existence et importance de la PA</i>	17
2) <i>Vision microscopique de la pression atmosphérique - Simulation dynamique.</i>	
20	
III. Humidité	20
1) <i>La vapeur d'eau est un gaz invisible</i>	20
IV. Les 3 états de la matière	20
1) <i>Compréhension des 3 états</i>	20
2) <i>Changement d'état : la condensation de la vapeur d'eau et la formation des nuages</i>	21
V. Observations et mesures	21
1) <i>Pression</i>	21
<i>Un capteur barométrique</i>	21
2) <i>Station météo du lycée (s'il y en a une !)</i>	22
3) <i>La température</i>	22
VI. Les éclairs	22
1) <i>Manip sur les éclairs</i>	22
2) <i>Vidéos et images</i>	22
METEOROLOGIE.....	23
Manips : ECHANGES DE CHALEUR.....	23
I. Transfert de chaleur par conduction	23
1) <i>Conduction et conductivité des métaux</i>	23
2) <i>Manips conductivité</i>	23
3) <i>Conductivité thermique de différents matériaux</i>	23
II. Echanges de chaleur	23
1) <i>Mélange : Equilibre thermique par échange de chaleur</i>	23
2) <i>Transfert de chaleur par convection</i>	24

<i>Convection dans les liquides</i>	24
<i>Convection dans l'air</i>	24
3) <i>Transfert de chaleur par rayonnement</i>	25
4) <i>Echange de chaleur par rayonnement(bis)</i>	25
III. Chaleur latente de changement d'état.....	25
1) Principe du psychromètre :.....	25
IV. Les bonne idées extraites des BD d'Anselme Lanturlu (JP Petit).....	26
METEOROLOGIE.....	27
Manips : La formation des nuages.....	27
I. Formation d'un nuage par abaissement de pression.....	27
1) Le matériel.....	27
2) Une condensation "normale".....	27
3) Illustration du rôle des "noyaux de condensation" pour de la vapeur d'eau.....	27
II. Formation par abaissement de température.....	28
1) Création d'un fort gradient de température.....	28
2) Autre méthode équivalente.....	29
METEOROLOGIE.....	30
Animations.....	30
I. Les animations météo (par météo France).....	30
Aérodynamique et mécanique du vol.....	31
I. Le logiciel FoilSim II.....	31
II. Le logiciel JavaFoil.....	31
AERODYNAMIQUE.....	32
I. Aérodynamique de base.....	32
1) <i>Effet venturi</i>	32
2) <i>Par quel principe les avions volent ? La portance !</i>	32
3) <i>Un outil extraordinaire : la soufflerie artisanale</i>	33
II. Portance et centrage.....	33
1) <i>La portance fonction de l'incidence sur une petite maquette d'avion</i>	33
2) <i>Le centrage et le vol d'un mini planeur</i>	33
III. Une séquence complète sur L'Effet Venturi (UDPPC).....	34
IV. L'effet Venturi... simplement.....	37
V. L'effet Venturi... en météo.....	38
VI. Matériel de labo.....	38
<i>Une petite manip (Venturi Pitot) réalisé par Jeulin</i>	38
I. Devinettes... simple mais intéressante.....	39
1) <i>Une petite manip facile... en forme de devinette. La pièce et le papier.</i>	39
II. Une actualité dramatique.....	39
III. Les bonne idées extraites des BD d'Anselme Lanturlu (JP Petit).....	40
FORCES.....	41
I. Manip mettant en évidence la déviation par la force de Coriolis.....	41
II. Vidéos sur la force de Coriolis.....	41
III. Simulation sur la force de Coriolis en fonction de la trajectoire de l'avion.....	41
Navigation – Simulateurs de VOR et de radionavigation.....	42
I. Procédure d'utilisation des logiciels.....	42
1) <i>Les deux menus en version anglaise et francisée</i>	42
2) <i>Présentation rapide du simulateur</i>	43
3) <i>Un autre simulateur</i>	43
NAV - Préparer une navigation.....	45
I. La solution classique : "à la main !".....	45
II. Le logiciel "NAVIGATION".....	45

1) <i>Des copies d'écrans</i>	45
2) <i>Le profil et les zones (bleues)</i>	45
3) <i>Le plan de vol</i>	46
4) <i>Les infos radio radionav etc (ici une seule page sur 4 !)</i>	46
Les films et l'aéronautique	47