

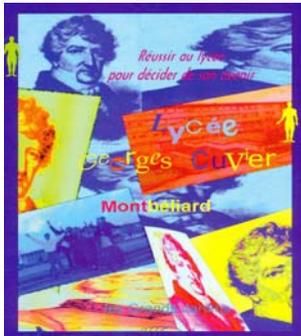


VOL EN MICROPESANTEUR ("ZERO G")

BORDEAUX LES 6, 7 ET 8 MARS 2001



PROJET YOYO



ATELIER SCIENTIFIQUE

"TECHNIQUES SPATIALES"



CHRISTIAN QUENOT
LYCEE CUVIER
MONTBELIARD

REMERCIEMENTS

Toute l'équipe tient à remercier chaleureusement nos partenaires qui ont permis l'aboutissement de ce fabuleux projet :

**Centre National d' Etudes Spatiales (CNES)
Ministère de l'Education et de la Recherche
Action Culturelle, Académie de Besançon
Région de Franche Comté
Lycée CUVIER, Montbéliard
Pavillon des Sciences de Montbéliard
Etablissement JEULIN**

Remerciements également à :

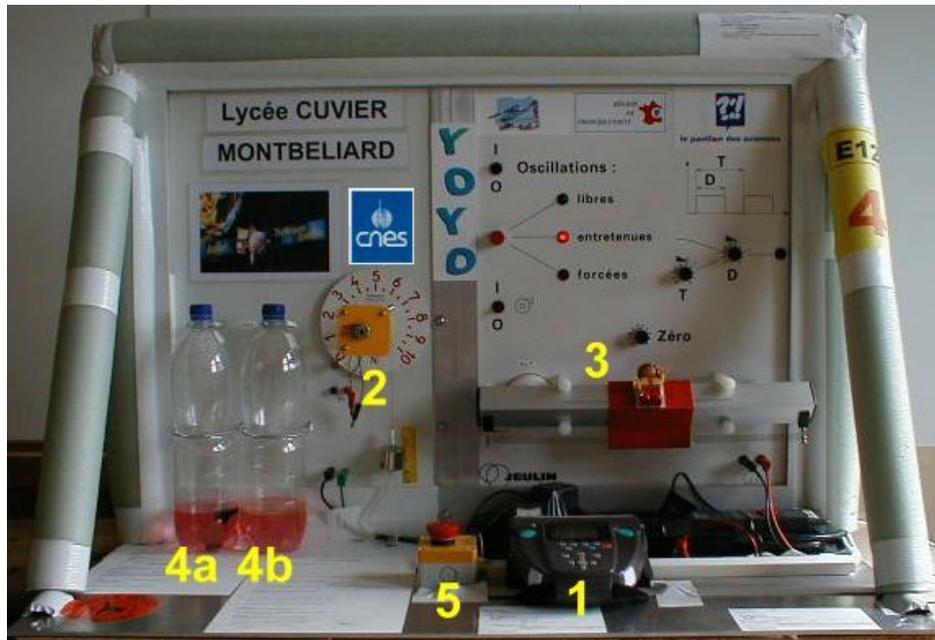
Madame SERFASS-DENIS de CNES EDUCATION
Monsieur MORA de NOVESPACE
Monsieur BARITEAU de JEULIN
pour leur efficacité et leur disponibilité.

SOMMAIRE

DISPOSITIF EXPERIMENTAL	Page 3
EXPERIENCE 1 : Electrocardiogramme et mesure du rythme cardiaque	Page 4
EXPERIENCE 2 : Mesure de la variation de pesanteur	Page 5
EXPERIENCE 3 : Mesure de la masse d'un objet en micropesanteur Ou comment se "peser" en micropesanteur	Page 6
EXPERIENCE 4 : comportement de liquides et d'un solide	Page 8
UN AUTRE CORPS EN IMPESANTEUR : MATHIEU	Page 8
LA CERISE SUR LE GATEAU...	Page 9
REPERCUTIONS MEDIATIQUES	Page 9
CONCLUSION	Page 9
VOL A SENSATION ZERO...G	Page 10
DOSSIER DE PRESSE	Page 11
PARTICIPANTS	Page 20

EXPERIENCES EN MICROPESANTEUR PROJET YOYO

DISPOSITIF EXPERIMENTAL :



1 : Interface VTT.

2 : Dynamomètre relié à un potentiomètre.

3 : Oscillateur Jeulin.

4a : Eau colorée et un solide.

4b : Eau salée colorée + huile.

5 : Bouton d'arrêt "coup de poing".

Les expériences sont filmées par un caméscope numérique placé en face du panneau expérimental. Un capot protecteur est installé autour du caméscope
Les ossatures et angles saillants sont recouverts de mousse (tubes d'isolation de conduites).

La protection électrique est assurée par un fusible de 800 mA et un interrupteur "coup de poing" fixé sur l'embase horizontale.

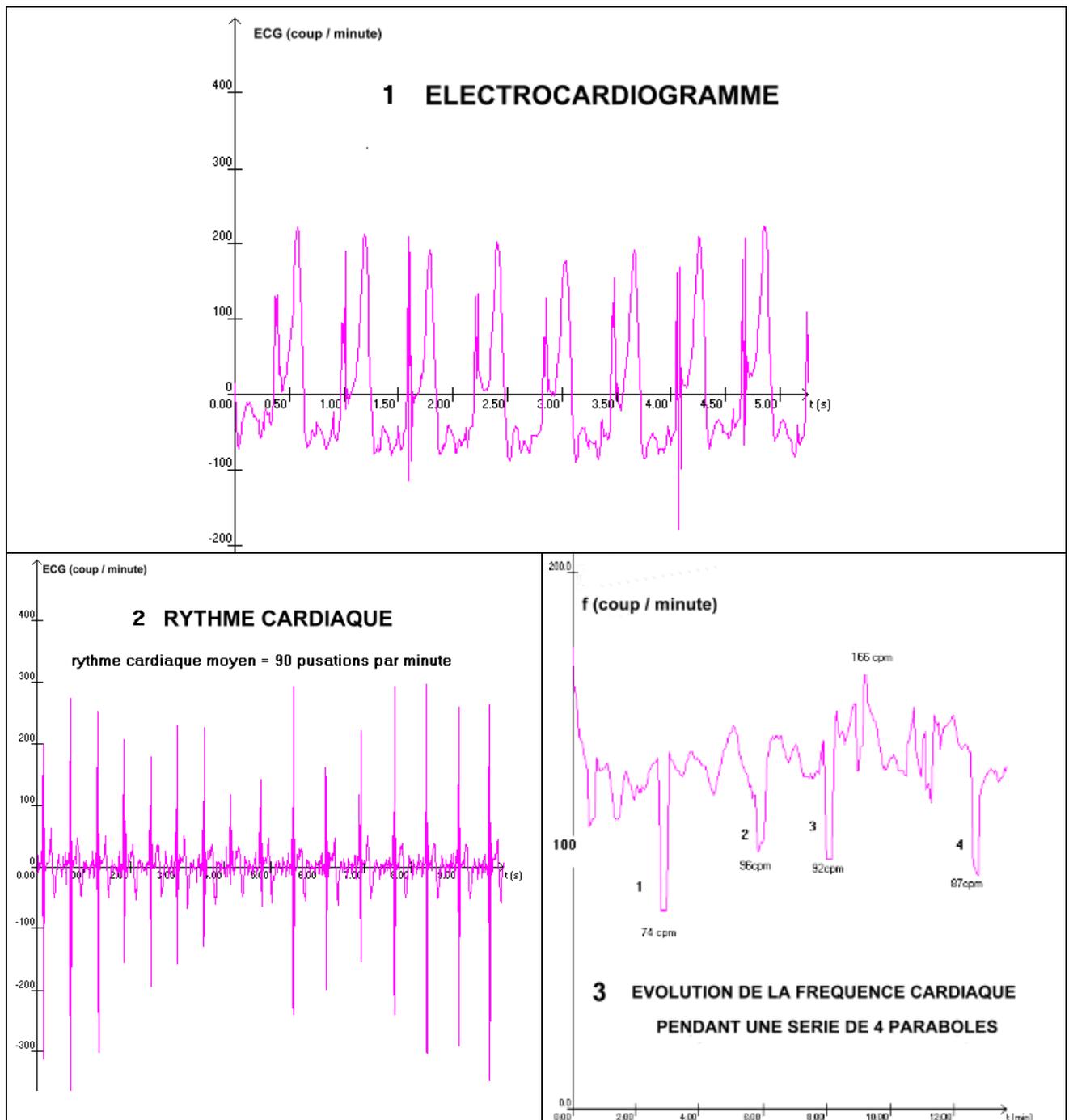
EXPERIENCE 1 : électrocardiogramme et mesure du rythme cardiaque

Matériel Jeulin : interface portable (VTT) et capteur rythme cardiaque + électrodes.
Les électrodes sont fixées sur la poitrine et le dos de l'élève

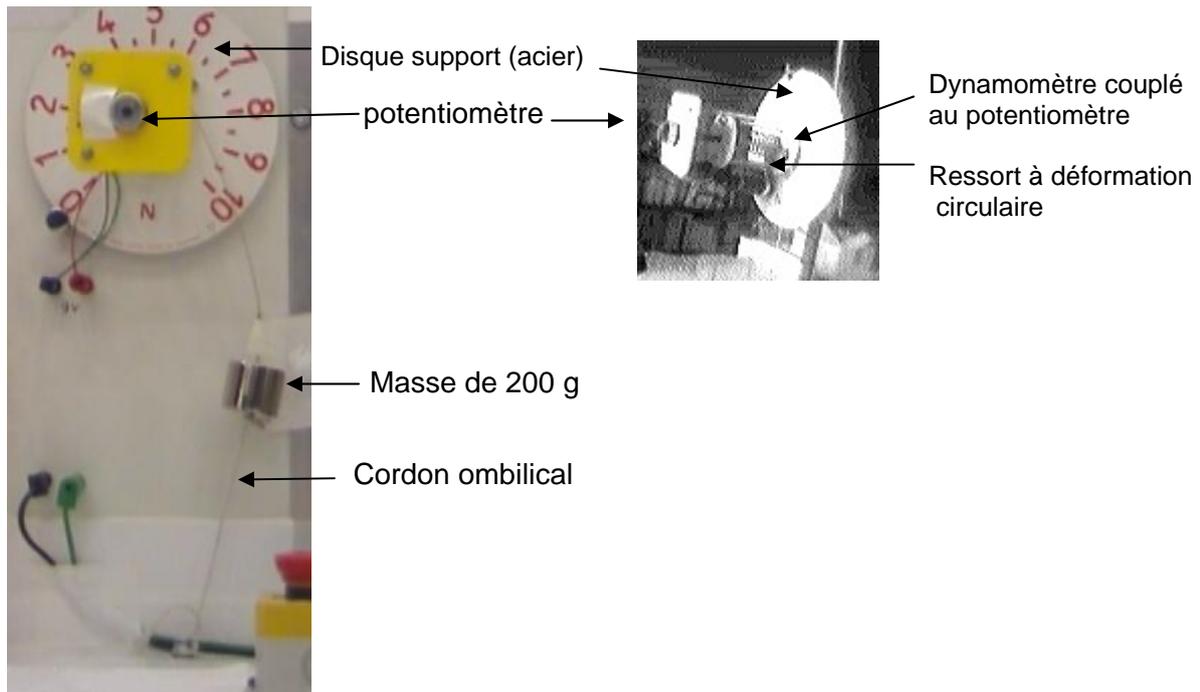
L'électrocardiogramme est conforme à ceux obtenus avant le vol.

On peut constater que **le rythme cardiaque diminue fortement en impesanteur**. La valeur moyenne de 90 pulsations (coups) par minute obtenue sur 10 s (graphique rythme cardiaque 2) concorde avec la valeur des pics inférieurs du graphique 3.

Par contre, 4 enregistrements effectués en début de vol montrent une évolution désordonnée du rythme cardiaque et ceci à cause du stress.



EXPERIENCE 2 : Mesure de la variation de pesanteur :



Vue de face (en micropesanteur)

Vue de côté

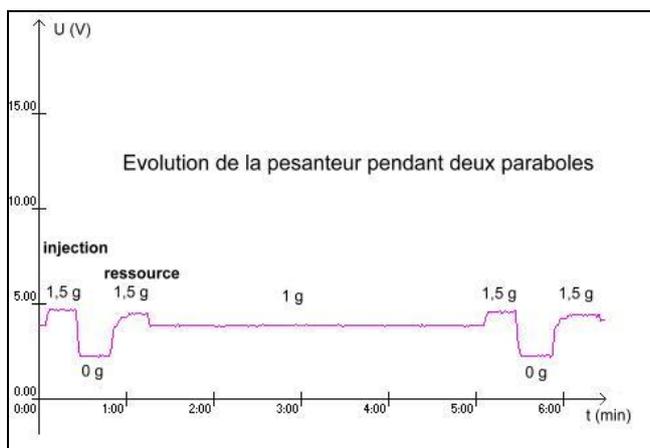
Matériel : dynamomètre circulaire couplé à un potentiomètre.

Une masse de 200 g est suspendue au dynamomètre. Un petit cordon ombilical est attaché à sa base afin de limiter ses mouvements en microgravité.

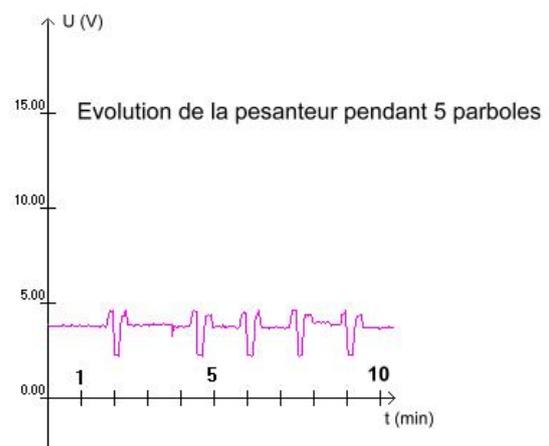
En phase d'hyperpesanteur (1.5 g mesuré) l'amplitude du ressort augmente et la masse descend de 1 cm environ (visible sur la vidéo).

En micropesanteur, l'amplitude du ressort est nulle, la masse "flotte" (retenue par les deux fils).

La variation d'amplitude du ressort entraîne une variation de tension aux bornes du potentiomètre. Un étalonnage permet d'en déduire la tension T du ressort. On peut donc calculer la pesanteur instantanée $g' = T/m$.



Hyper pesanteur (**1,5 g**) pendant les 20 s d'**injection** et de **ressource**
Impesanteur (**0 g**) pendant 20 s



EXPERIENCE 3 : Mesure de la masse d'un objet en micropesanteur Ou comment se "peser" en micropesanteur



Vue d'ensemble

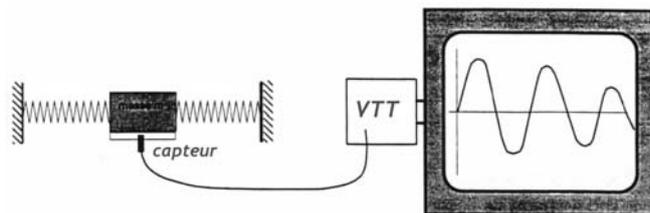
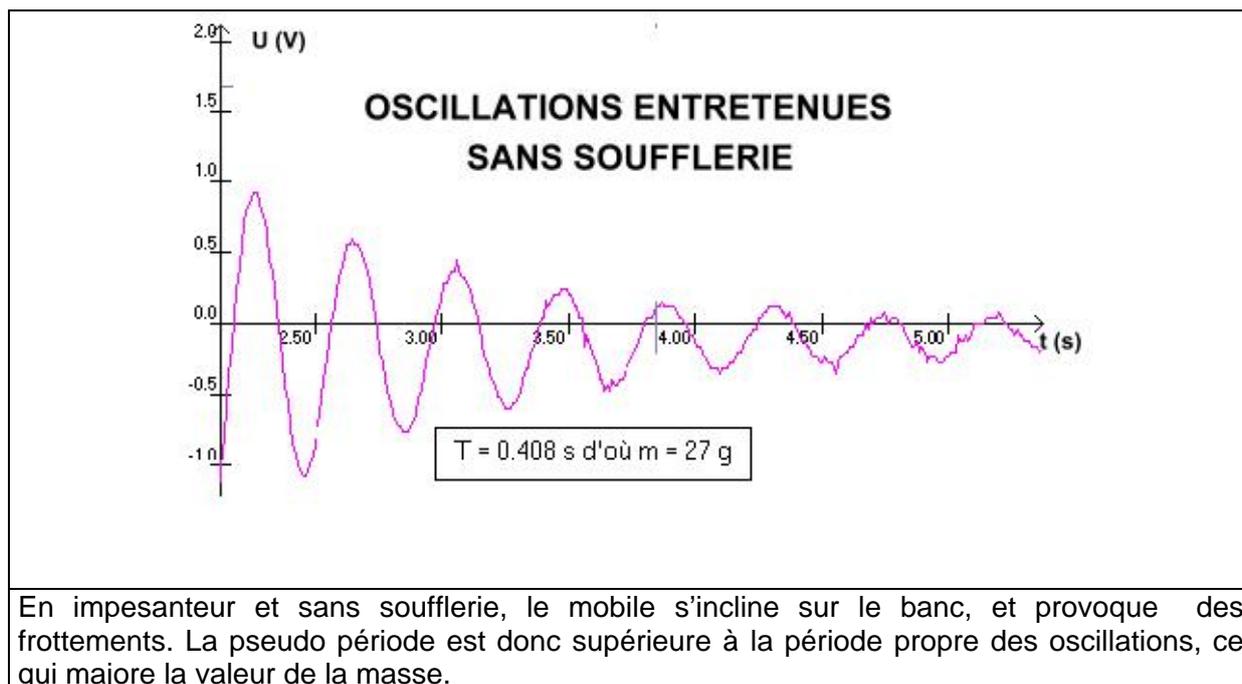


Schéma équivalent

On détermine la masse en mesurant, grâce à l'interface VTT, la période d'un système oscillant entre deux ressorts (le système est un mobile de 11 cm de long avec une petite figurine afin de représenter le spationaute). Le mobile peut se déplacer avec une amplitude d'environ 4 cm autour de sa position d'équilibre. Ce mobile, de section carrée enveloppe le banc à coussin d'air, ce qui le rend totalement solidaire de son support

Les oscillations sont entretenues avec un dispositif magnétique (une aiguille d'acier plonge dans une bobine magnétique). L'expérience se décline avec ou sans soufflerie, le mobile étant écarté de sa position d'équilibre puis lâché.

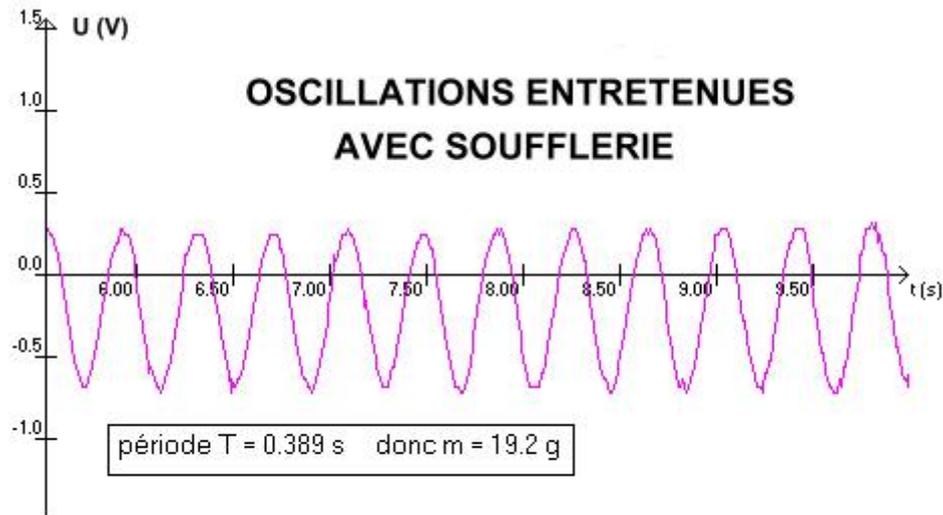


En imesanteur et sans soufflerie, le mobile s'incline sur le banc, et provoque des frottements. La pseudo période est donc supérieure à la période propre des oscillations, ce qui majore la valeur de la masse.

Du calcul de la masse totale, on en déduit la masse de « Gugus » soit :

$$m = 27 \text{ g}$$

La valeur théorique est de 17.5 grammes. L'erreur est importante : 54 %

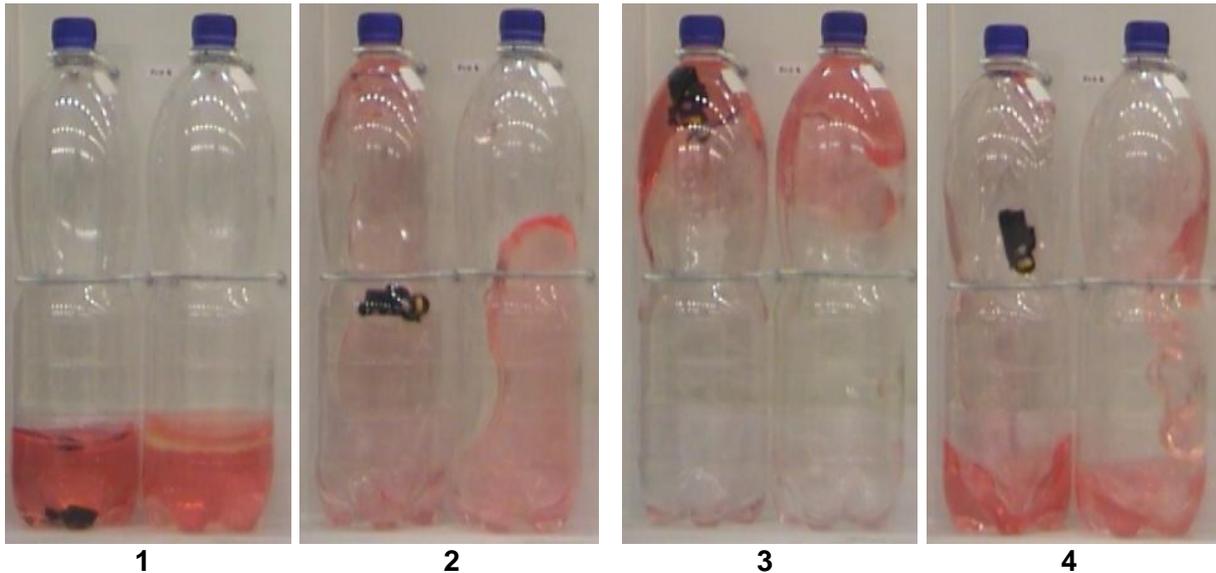


Du calcul de la masse totale, on en déduit la masse de « Gugus » soit :

$$m = 19.2 \text{ g}$$

La valeur théorique étant de 17.5 grammes, l'erreur est de 10%.

EXPERIENCE 4 FILMEE : Comportement de liquides et d'un solide.



Sans aucune perturbation (1), rien ne se passe.

Spectacle saisissant également avec les "g négatifs" :

Les forces de capillarité sont importantes et de ce fait **en Impesanteur, pas de liquide en boule dans les bouteilles !**

Liquides et solide subissent des mouvements divers (2,3,4), le petit spationaute devait avoir l'impression d'être dans une machine à laver (ce doit être la même chose dans les estomacs !)

UN AUTRE CORPS EN IMPESANTEUR : MATHIEU



Le floating contrôlé a ravi Mathieu et fait des envieux. C'est avec passion qu'il a commenté ces merveilleux moments (lorsqu'on n'est pas malade...)

Les scènes de la vidéo sont saisissantes.

LA CERISE SUR LE GATEAU...

Comble de bonheur pour Mathieu, un laboratoire de recherche médicale l'a sollicité pour être sujet expérimental au cours d'un SECOND vol !!

Le but de l'expérience était de compléter l'étude de la décomposition des mouvements en micropesanteur avec un jeune sujet.

Cette étude permettra de venir en aide aux personnes atteintes de maladies ayant une répercussion sur la motricité.



REPERCUTIONS MEDIATIQUES

- Fred, animateur de l'émission "C'est pas sorcier" sur FR3 était du voyage. On retrouve donc l'interview de Mathieu dans l'émission sur les vols en impesanteur. Travailler avec la télévision apporte une autre dimension à ce projet. La disponibilité de l'équipe de FR3 a satisfait la curiosité naturelle des élèves (Fred s'est même laissé interviewé ...)

- Les journaux locaux (EST REPUBLICAIN et LE PAYS DE MONTBELIARD) où les élèves ont pu s'exprimer, ont largement fait écho de cette campagne de vols paraboliques.

- La revue CNES EDUCATION a relaté les expériences embarquées dans son numéro de Mai 2001.

CONCLUSION

C'est pratiquement un futur spationaute qui est rentré avec nous.

Outre la satisfaction d'avoir mené à bien nos expériences, nous avons vécu une magnifique aventure où nos élèves, passionnés, ont pris de l'assurance et affirmé leur personnalité. Cette action a été pour eux le point fort de leur année scolaire, voire même de leur scolarité pour certains.

Aventure fortement conseillée !!

- VOL À SENSATION ZÉRO... ...G !

Bref descriptif : pour créer une situation d'impesanteur c'est-à-dire d'absence de pesanteur, notre poids devenant nul, ou de micro pesanteur, où il reste un petit résidu de poids mais très faible et donc négligeable, il faut être en orbite autour de la terre, être en chute libre verticale ou réaliser une trajectoire balistique c'est-à-dire suivre une parabole : c'est précisément le principe comme son nom l'indique d'un vol parabolique : on réalise une série de paraboles afin d'avoir plusieurs moments de micro pesanteur, chacun durant à peu près 20 secondes. Chaque temps de micro pesanteur est encadré par deux moments d'hyper pesanteur à environ 1,8 et 1,5 g où l'on fait 1,8 et 1,5 fois son poids. Chacun de ces temps durant eux aussi environ 20 secondes.

Pour moi qui n'avais jamais pris l'avion, un baptême de l'air en micro pesanteur me paraissait digne de mes rêves les plus fous ! Et pourtant c'est bel et bien arrivé et ce fut un moment inoubliable : d'une part parce que j'ai pu y prendre un réel plaisir sans nausée ou malaise, et d'autre part parce que les sensations en avion sont extraordinaires, sensations multipliées façon puissance 10 en micro pesanteur. Mais que ressent-on précisément ? C'est bien là le seul vrai problème qui est frustrant : c'est très difficile à expliquer parce que c'est justement quelque chose d'unique et que l'on expérimente rarement : la micro pesanteur. Alors comment peut-on qualifier nos sensations lorsque l'on flotte, notre poids étant quasiment nul ? En y réfléchissant rapidement on peut penser que c'est un peu comme à la piscine lorsque l'on est sous l'eau : on est libre de nos mouvements, notre poids ne nous gêne plus pour faire des pirouettes et autres « sauts périlleux ». Pourtant la comparaison de la piscine s'arrête là : en effet, en micro pesanteur on est dans l'air, nous n'avons pas la sensation de l'eau sur notre peau, ni sa pression, adieu donc la poussée d'Archimède ! Le problème reste posé : comment définir cette sensation singulière de micro pesanteur ? je crois que la meilleure explication c'est la chute (d'ailleurs une trajectoire parabolique n'est rien d'autre qu'une chute particulière, il en va de même pour une trajectoire orbitale), bref imaginez-vous en train de tomber et vous aurez la sensation que l'on éprouve lorsque l'on flotte dans les airs à la manière de superman mais en mieux car sans trucage ! Il ne faut pas pour autant que l'on se laisse tomber du 8^{ème} étage d'un immeuble ! Lorsque l'on rêve on a quelques fois la sensation de tomber, on peut aussi l'expérimenter brièvement lorsque l'on fait de la balançoire et que l'on monte très haut. Cependant il faut aussi préciser que cette sensation, presque de vertige ne dure pas longtemps en micro pesanteur, à peine deux secondes, après ce temps le corps s'habitue et les sensations sont différentes encore : cette fois on a vraiment conscience de flotter dans les airs, mieux encore la notion de haut et de bas devient très confuse : bien sûr avec les repères visuels on retrouve le haut et le bas mais si l'on ferme les yeux et que l'on tourne à la manière d'une toupie dans le sens verticale alors toute distinction de haut et de bas devient impossible lorsque l'on s'arrête et que l'on garde les yeux fermés : le sang ne subissant plus la pesanteur il ne monte plus au cerveau, s'il on garde la tête en bas tout nous paraît pourtant normal ! De même on ne sent plus notre poids et le sang dans les jambes (au contraire de l'hyper pesanteur) ; de plus il suffit d'une petite tape de la main sur le mur pour partir sur le côté : alors gare aux mouvements brusques sinon on peut littéralement partir dans tous les sens, d'où la nécessité de rester calme ! d'ailleurs tout nous paraît plus calme, sans stress, serein : peut-être parce que j'avais la chance de ne pas faire grand chose pendant la micro pesanteur sinon d'appuyer sur un bouton afin de mettre en route le système d'acquisition de mes différentes petites manipulations. En conclusion on peut affirmer que la micro pesanteur nous fait connaître le bien être et le plaisir de la liberté de mouvements sans efforts, l'absence de contraintes lié au poids qui d'habitude nous cloue au sol : on n'a vraiment plus aucun effort à faire, on se sent bien, magnifiquement bien.

Mathieu DOUGUET
Elève de terminale S au lycée CUVIER, MONTBÉLIARD
Expérimentateur lors de la 21^{ème} campagne de vols.