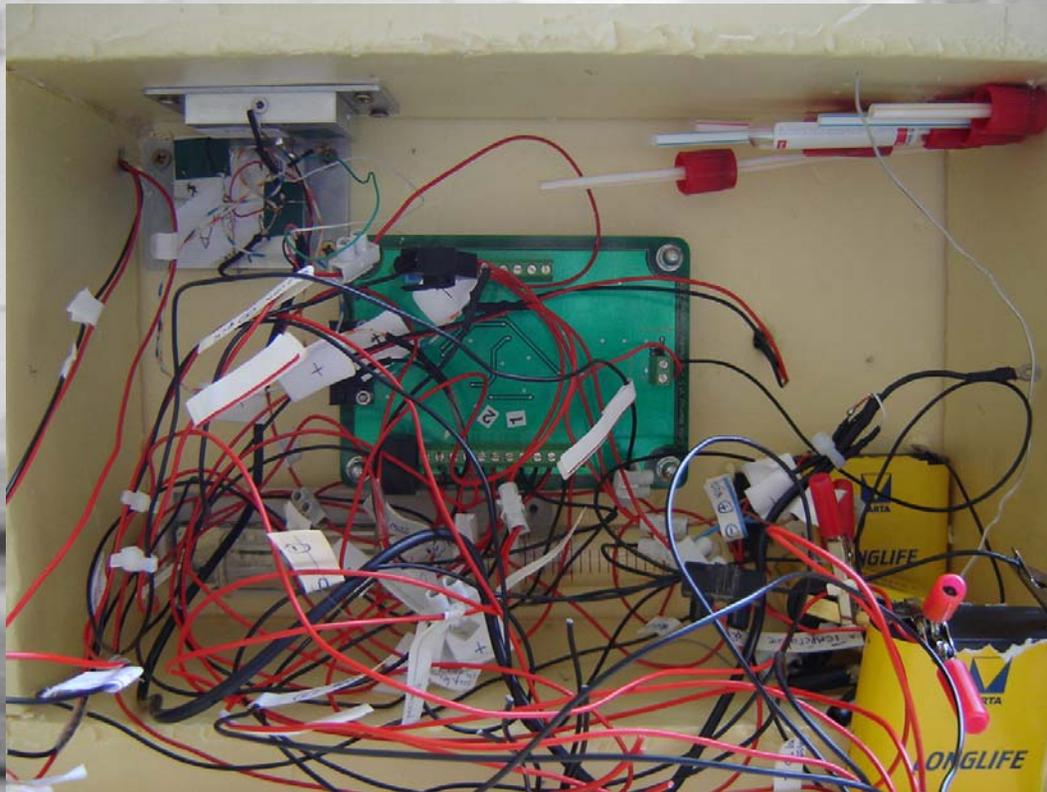


Coliscience 2006

LE PROJET de la classe de MPI



Année 2005-2006

2002/01/22

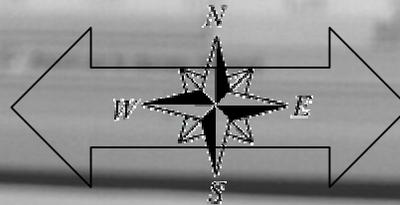
06:43:50

Le trajet du colis

Voici la destination finale de notre colis, à savoir Papeete, dont vous voyez ci-contre le port.



Départ
Maintenon
HYERES



Polynésie
française



Informations sur Papeete

- **Papeete**, capitale administrative et économique de la Polynésie française, est d'abord un port permettant d'ouvrir largement Tahiti au monde extérieur.
- La ville ne compte que 25 553 habitants.
- La distance Papeete/Nice est de 16 402 km à vol d'oiseau.

2002/01/22

06:43:50

Etude technique des différents capteurs

Définition

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable.

Exemple: Une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille ...

On fait souvent la confusion entre capteur et transducteur : en effet, le transducteur est un élément du capteur. Ainsi, un capteur est, au minimum, constitué d'un transducteur.

2002/01/22

08:45:50

Présentation des différents capteurs

Les différents capteurs que nous emploierons lors de l'expédition jusqu'au retour du colis, sont :

- ◇ Le capteur de luminosité
- ◇ Le capteur de position
- ◇ Le capteur de température
- ◇ Le capteur de pression
- ◇ Le capteur d'humidité

2002/01/22

06:43:50

Les différents groupes

- Adrien et Florent : communication
- Boris et Mathias : capteur de luminosité
- Yxia et Félix : capteur de position
- Paul et Aymeric : capteur de température
- Lucie et Charline : capteur de pression
- Nathalie et Flore-Hélia : capteur d'humidité
- Vincent et Arthur : déclencheur de l'appareil photo
- Marine et Delphine : fabrication

2002/01/22

06:43:50

Le capteur de luminosité

Utilité du capteur :

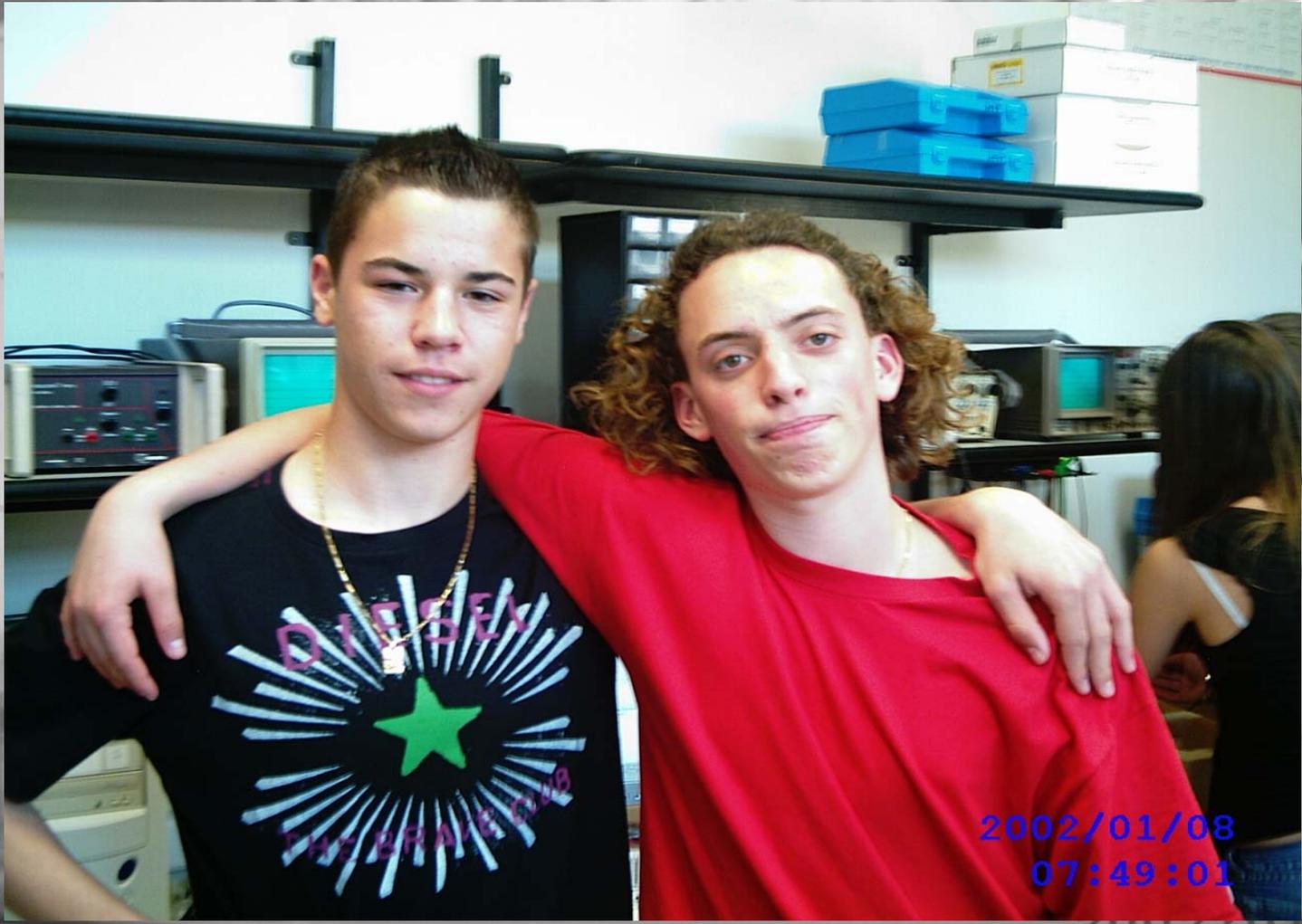
Le capteur de luminosité permet de mesurer l'intensité lumineuse du lieu où il se trouve.

L'unité utilisée pour caractériser l'intensité lumineuse est le lux.



2002/01/22
06:43:50

Le capteur de luminosité : Boris et Mathias



2002/01/08
07:49:01

2002/01/22
06:43:50

Prologue

Notre projet est un colis, rempli de capteurs, qui voyagera avec La Poste. Nous avons choisi de nous occuper du capteur de lumière...

Chapitre 1 : Au commencement

Nous avons commencé par nous familiariser avec la photodiode, grâce à un circuit composé de :

- Une photodiode
- Une pile plate de 4,5 V
- Un voltmètre
- Une résistance de $1k\Omega$

Nous avons mesuré différentes tensions, en changeant de source de lumière. Après plusieurs mesures, nous constatons qu'à l'obscurité la tension est nul, et plus la lumière est importantes, plus la tension augmente jusqu'à 4,5 V. Un nouveau défi nous attend : la tension doit être comprise entre 0 et 3,3 V...

2002/01/22

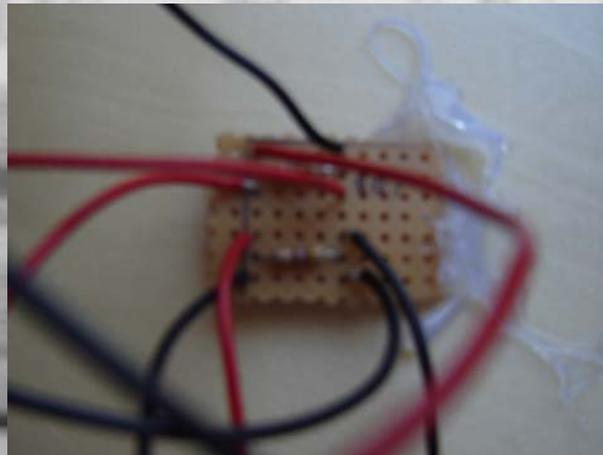
06:43:50

Chapitre 2 : L'impasse

Notre professeur, nous aiguille sur un amplificateur. Après avoir réalisé le montage sur une plaquette d'essai, nous remarquons enfin qu'il nous faut diminuer la tension. Le pont diviseur s'impose...

Chapitre 3 : A la recherche de la résistance

Notre quête nous oblige a trouver la bonne résistance. Après bon nombre d'essai, nous avons l'avons trouvé : $R = 470 \Omega$. La dernière étape consiste à réaliser le montage qui sera placé dans le colis.



2002/01/22

06:43:50

Chapitre 4 : L'ultime montage

Nous nous lançons enfin dans la réalisation du montage, qui comportera d'ailleurs 2 capteurs de lumières, une fois cette tâche accomplie, nous ne pouvons pas nous permettre de l'installé sans vérifier son fonctionnement. Nous profitons alors des variations de lumière présent lors de l'éclipse solaire. Une fois les données chargées sur l'ordinateur, nous constatons dans un premier temps le bon fonctionnement de notre montage et découvrons une nouvelle difficulté : l'interprétation des données sera un travail conséquent une fois le colis de retour...



2002/01/22
06:43:50

Le capteur de mouvement



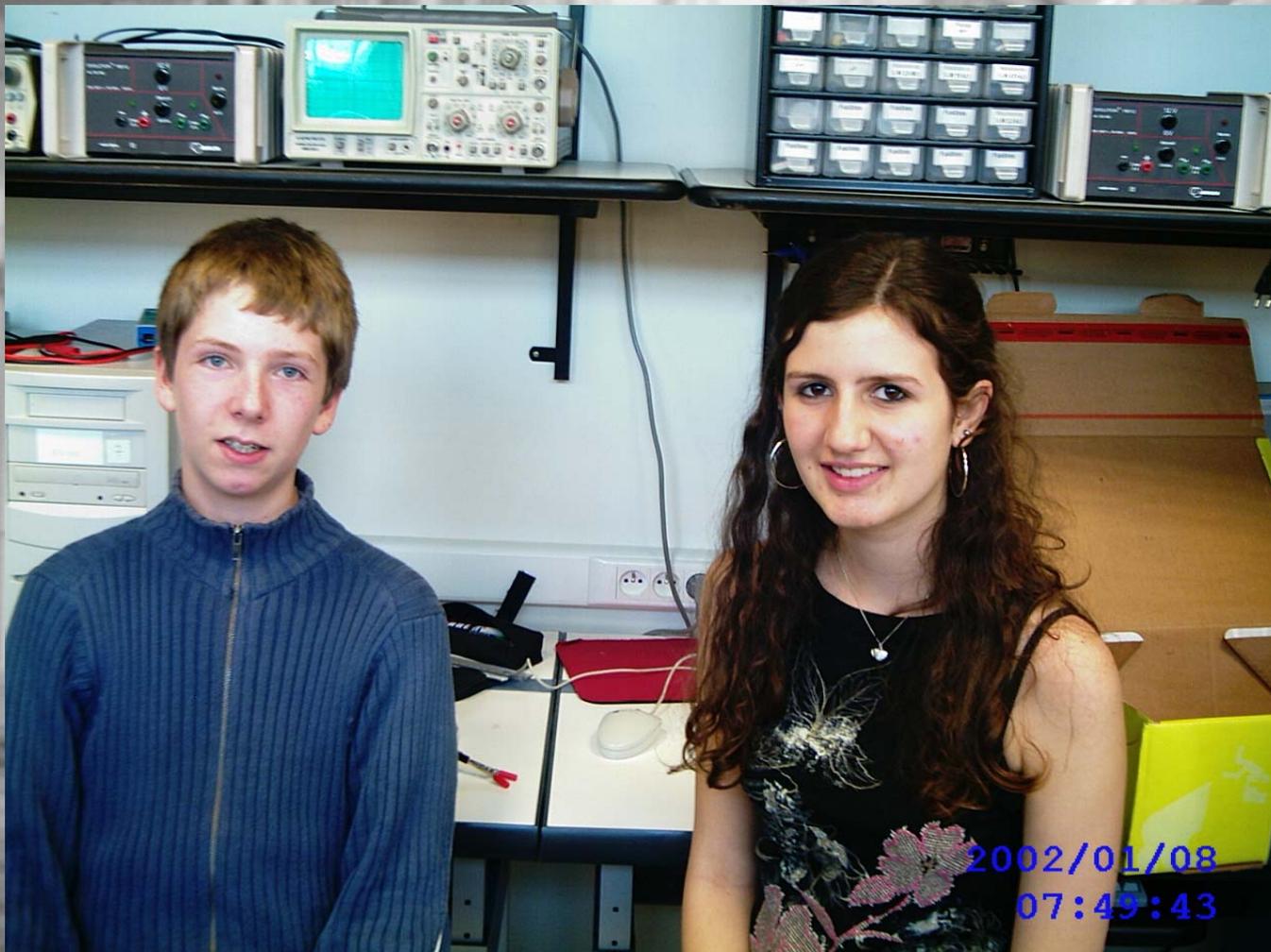
Utilité du capteur :

Le capteur de mouvements, quant à lui, permet de déterminer la position du colis (verticalement, horizontalement ...) grâce aux différences de tension, elle-même mesurée en volts (V).

2002/01/22

06:43:50

Le capteur de mouvement : Félix et Yxia



2002/01/22
06:43:50

COMPTRE RENDU DU CAPTEUR DE MOUVEMENT

2 capteurs sont proposés au départ : un fait par Felix Hillion et un autre réalisé par Vincent Martinez

Le 1^{er} est plus pratique car plus petit et fonctionne en deux éléments distincts l'un de l'autre et le 2^{ème} est beaucoup plus gros mais son fonctionnement permet aussi de dire qu'il est plus précis.

1^{ère} séance : Essai du premier prototype de capteur de mouvement

Capteur réalisé par HILLION Felix

Tests avec multimètre dans plusieurs positions différentes (horizontale, verticale...) : si on obtient 0 V, le colis est à plat, si une valeur est affichée, suivant celle-ci, le colis est à la verticale, etc...

Conclusion de la séance : Le capteur n'est pas assez précis, il ne réagit pas à tous les mouvements effectués .Demande pour le cours suivant de changer certains composants (par exemple de mettre du cuivre) pour que le capteur prenne en compte tous les mouvements effectués.

2002/01/22

06:43:50

- 2^{ème} séance : Changement de capteur et sélection des résistances

Le premier capteur est finalement inutilisable, il ne réagit pas assez. On procède à un changement de capteur et nous travaillons alors sur le capteur réalisé par Vincent Martinez. Les tests sont bons, on sélectionne donc les 15 résistances nécessaires puisqu'on laisse la 16^{ème} tension vide, soit absence de résistance. Après calculs, on classe les résistances par ordre croissant. Les résistances sont donc, dans l'ordre :

- 1^{ère} résistance : marron, vert, or argent → $1,5 \Omega / \pm 10 \%$
- 2^{ème} résistance : marron, gris, or, or → $1,8 \Omega / \pm 5 \%$
- 3^{ème} résistance : jaune, violet, or, or → $4,7 \Omega / \pm 5 \%$
- 4^{ème} résistance : jaune ; violet, marron, or → $470 \Omega / \pm 5 \%$
- 5^{ème} résistance : vert, marron, marron, or → $510 \Omega / \pm 5 \%$
- 6^{ème} résistance : marron, noir, rouge, or → $1 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 7^{ème} résistance : rouge, rouge, rouge, or → $2,2 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 8^{ème} résistance : orange, blanc, rouge, or → $3,9 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 9^{ème} résistance : rouge, rouge, orange, or → $22 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 10^{ème} résistance : jaune, violet, orange, or → $47 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 11^{ème} résistance : bleu, gris, orange, or → $68 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 12^{ème} résistance : marron, noir, jaune, or → $100 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 13^{ème} résistance : rouge, rouge, jaune, or → $220 \text{ K}\Omega / \pm 5 \%$
- 14^{ème} résistance : marron, rouge, vert, or → $1,2 \text{ M}\Omega / \pm 5 \%$
- 15^{ème} résistance : rouge, rouge, violet, or → $220 \text{ M}\Omega / \pm 5 \%$
- 16^{ème} résistance : sans résistance → 0Ω

02/01/22

06:43:50

Commencement de la réalisation du capteur, certaines résistances sont soudées jusqu'à la 12ème.

Travail à continuer et à finir pour la prochaine fois.

Conclusion de la séance : Le capteur utilisé pour le colis est enfin déterminé. Il réagit aux manœuvres des tests effectués. Il ne reste plus qu'à finir de souder les résistances et à les relier à la plaque d'essai.



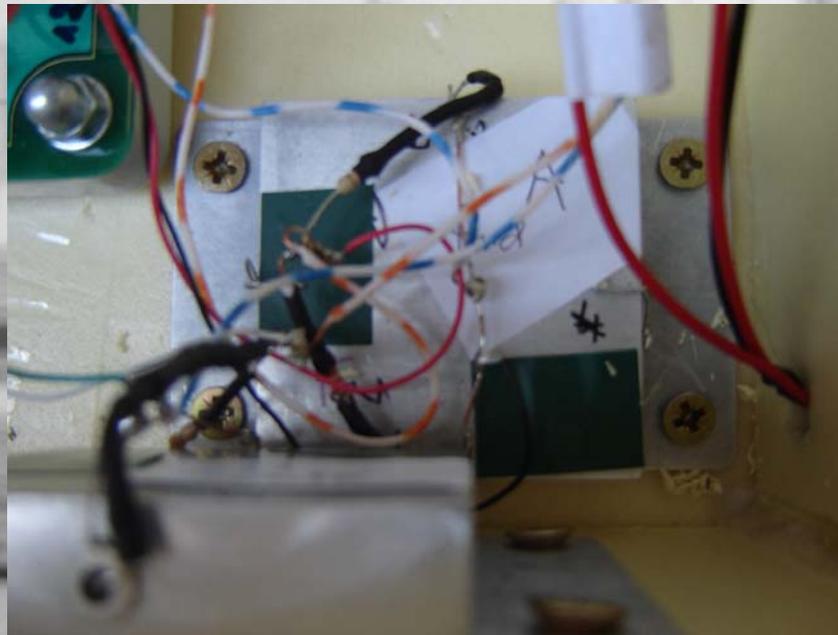
2002/01/08
07:41:45

2002/01/22
06:43:50

3^{ème} séance : *Finition des soudures des résistances + fixation sur la plaque*

Les 3 résistances manquantes sont soudées elles-aussi au capteur. Ces résistances sont rassemblées, toujours par soudure, sur la plaque d'essai. Le compte-rendu de notre groupe est tapé. Au final, la tension reste de 4,78 V soit la tension initiale de la pile. Il y a donc un problème dans le circuit, Felix verra ce qu'il faut changer chez lui.

Conclusion de la séance : **Le capteur ne fonctionne toujours pas mais les résistances sont maintenant installées. Reste à voir ce qui ne va pas et résoudre le problème.**



2002/01/22

06:43:50

4^{ème} séance : Test sur le capteur rapporté par Félix

Le capteur a été rapporté par Félix, il n'a finalement pas utilisé la plaque d'essai mais des « sucres » ou « dominos ». Le capteur est prêt à l'emploi, les tests sont favorables et nous avons pu deviner la position du capteur grâce aux tensions lues sur le voltmètre. Nous faisons les tests aussi avec une pile.

Félix a aussi perfectionné le petit capteur en jouant sur les additions de tensions, il comporte 3 résistances. Il marche aussi mais il a un défaut sur une des sorties (celle-ci est égale à une autre et on ne peut donc pas différencier les 2). Et les tests avec la pile montre que la tension ne reste pas stable : soit elle diminue au fur et à mesure, soit elle augmente.

Tensions obtenues pendant les tests avec une pile sur le petit capteur :

Position 1 : 1,10 V (diminue, vu jusqu'à 1,06 V)

Position 2 : 4,08 V

Position 3 : 3,78 V (augmente, vu jusqu'à 4,05 V)

Position 4 : 1,30 V (diminue, vu jusqu'à 1,15 V)

Neutre : 3,5 V (augmente, vu jusqu'à 4V)

Tension de la pile : 4,59 V

Le petit capteur a donc des tensions trop grandes puisqu'elles doivent être entre 0 V et 3,3 V. On verra alors pour changer les résistances. Il y a aussi des égalités de tensions sur certaines positions, c'est un autre problème à résoudre.

Conclusion de la séance : Il faut, pour la prochaine fois, remplacer les résistances de 1 K Ω du petit capteur de Felix par des résistances autres et de valeur idéale pour diviser la tension (Il faut donc aussi les trouver). Il faut aussi trouver comment faire pour que les tensions soient différentes aux différentes positions. Le petit capteur sera ainsi fini (il serait préférable de le choisir par économie de place dans le colis) .

5^{ème} séance : Capteur amélioré - Tests et finitions

Félix a rapporté le petit capteur. Il est maintenant amélioré et fonctionne avec plus de résistances que prévu puisqu'il a fallu abaisser la tension afin qu'elle soit dans les limites de la carte Mermoz. Nous effectuons alors des tests. Et ils sont positifs ! Le capteur marche. D'après les tests, cela donne :

Pour le capteur B (capteur séparé en 2 parties) :

Position 1 : 2,91 V

Position 2 : 2,10 V

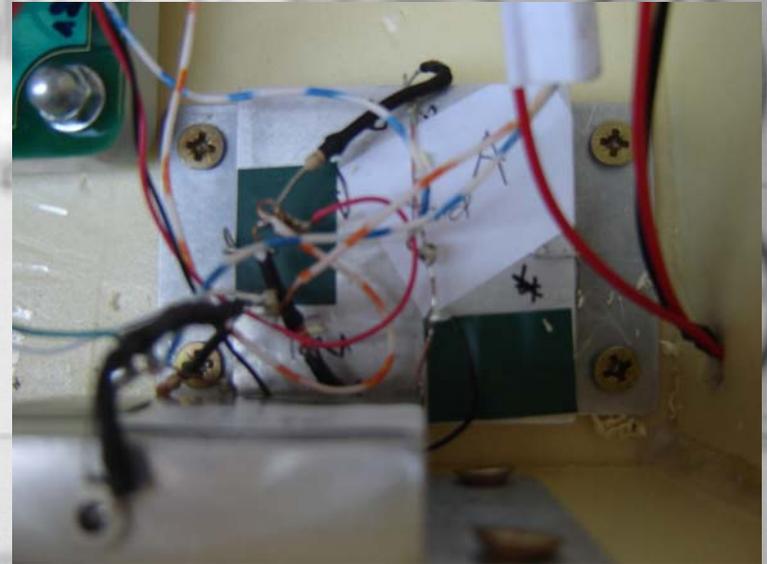
Au neutre : 4,25 V (tension de la pile)

Pour le capteur A :

Position 1 : 2,91 V

Position 2 : 2,10 V

Au neutre : 4,25 V (tension de la pile)



Les résistances utilisées sont, pour les deux capteurs, en position 1, de 2,2 K Ω et en position 2 de 1K Ω . Au deux entrées, Félix a installé deux résistances de 1K Ω , une pour chaque entrée afin d'obtenir une tension de sortie comprise entre 0 et 3,3 V.

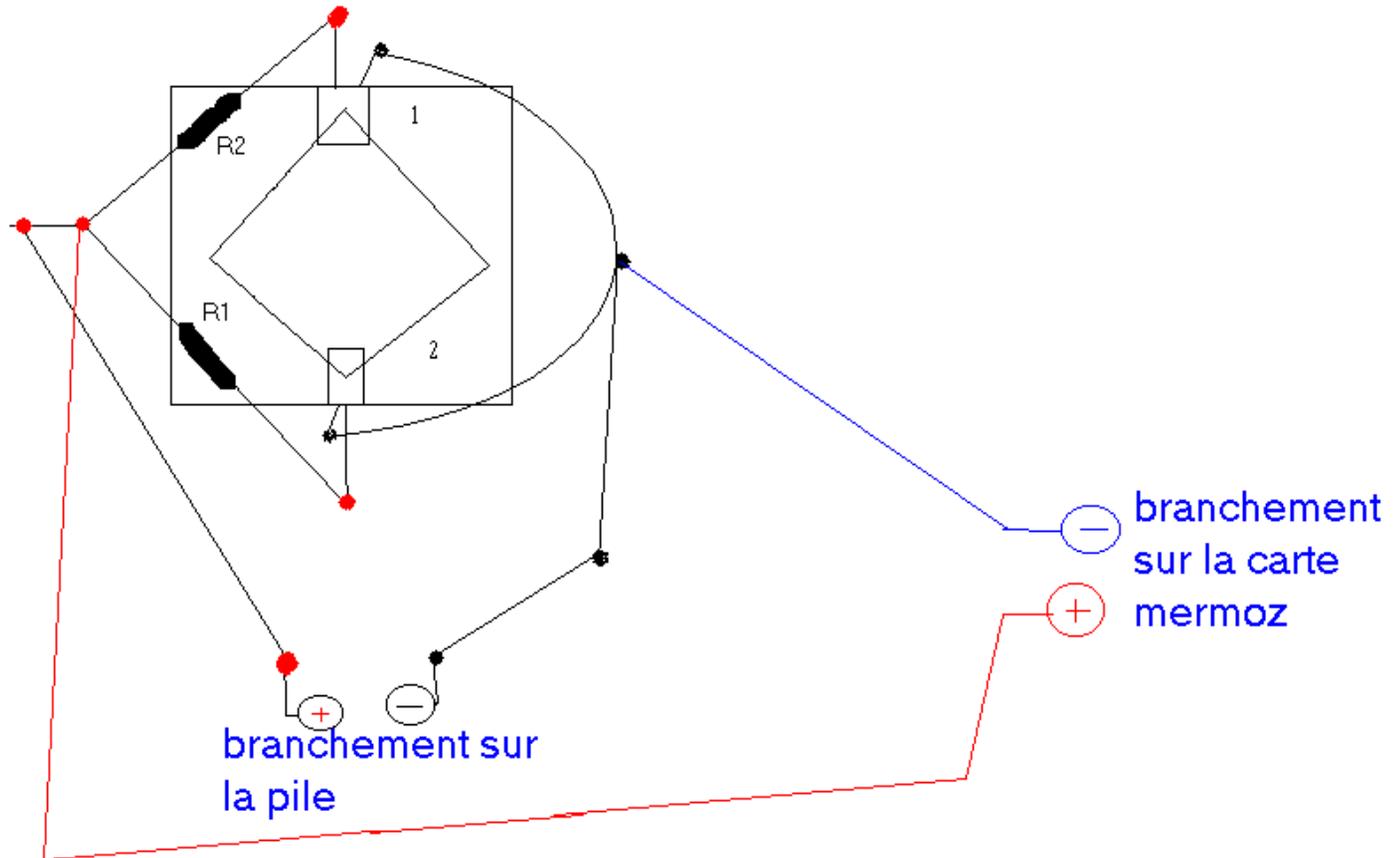
Nous déterminons donc les positions du colis à « surveiller » et fixons le capteur à celui-ci.

Conclusion de la séance : **Le capteur fonctionne parfaitement et est terminé. Il est maintenant fixé au colis.**

2002/01/22

06:43:50

SCHÉMA DU CAPTEUR FINAL :

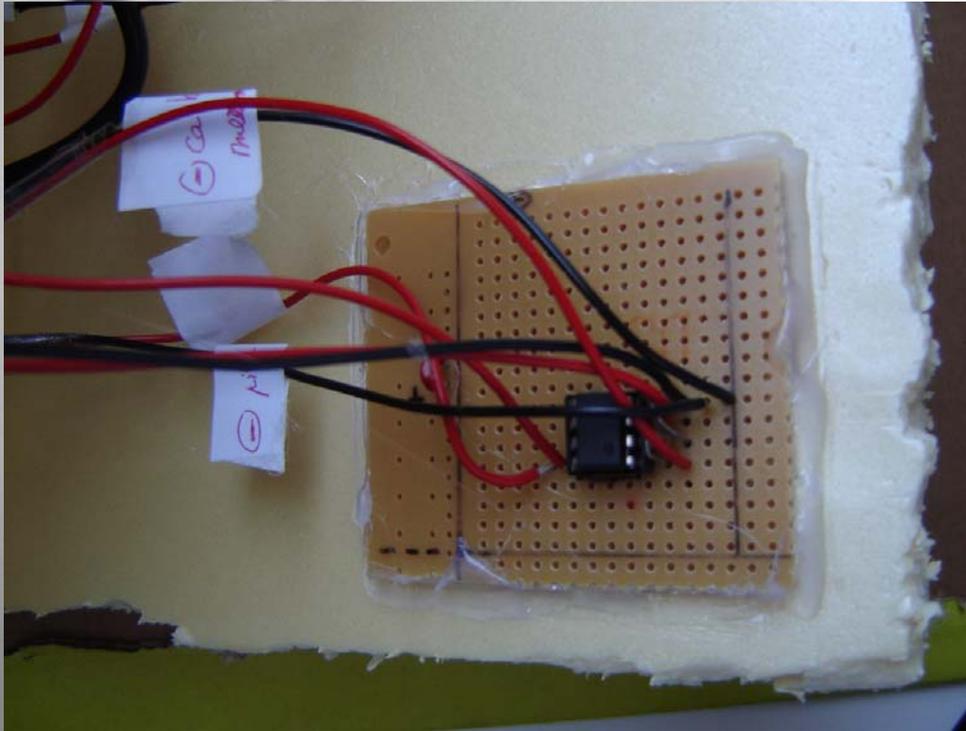


P1=1K Ω .
P2=2.2K Ω .

Le capteur de température

Utilité du capteur :

Le capteur de température permet, comme son nom l'indique, de mesurer la température du milieu dans lequel il se situe. Cette température a pour unité le degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$).



2002/01/22

06:43:50

Le capteur de température : Aymeric et Paul



2002/01/01

08:46:10

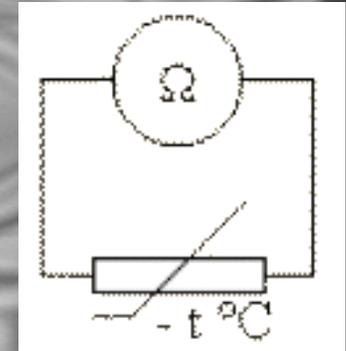
/22

06:43:50

COMPTE-RENDU

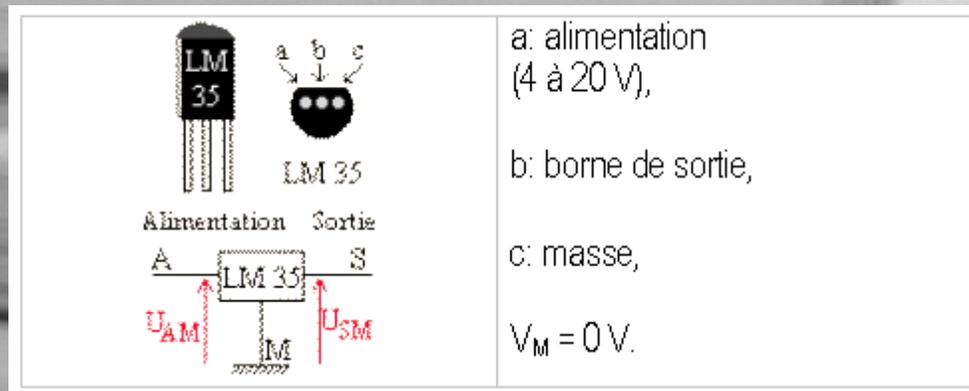
1) Présentation du composant.

Il s'agit d'un circuit intégré LM35. Ce composant transforme une grandeur physique, ici la température, en une tension. Cette température est limitée entre 0°C et 50°C . La tension de sortie dépend de la température. Ce capteur présente l'avantage de produire une température linéaire, la température extérieure étant instantanément retransmise. Il peut être alimenté par une tension de 4 à 20V.



Lors d'une expérience qualitative avec ohm-mètre nous décelons la présence d'une résistance de protection d'1,2 MW sur le capteur.

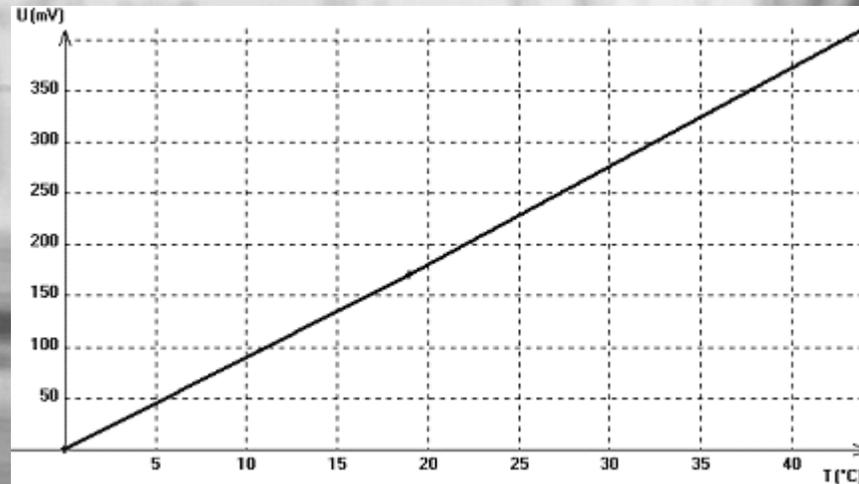
2) Etude de la variation de la résistance avec la température.



3) Etude avec la platine MPI du capteur de température.

1er étape : Etude des caractéristiques du capteur LM35

- L'expression « tension de sortie : $0.01\text{V}/^{\circ}\text{C}$ » signifie que 10 mV correspondent à 1°C . Ainsi la tension de sortie indiquée permettra de connaître la température.
- Cette expression peut se traduire par une relation entre U et la température : $U \cdot 0.01 = q$.
- Pour vérifier les caractéristiques du capteur pour des températures allant de 0°C à 50°C nous proposerons le protocole suivant . Nous utiliserons pour tester le capteur plusieurs bécjers contenant de l'eau à différentes températures. Grâce à un thermomètre nous pouvons connaître les températures des différentes bécjers. A l'aide d'un multimètre, nous mesurons la tension de sortie du capteur. Avec la relation $U \cdot 0.01 = q$ nous pourrons vérifier les températures relevées.
- Dans une eau à 19°C correspond à 0.17 V en entrée et 8.72 V en sortie.
Dans une eau à 44°C correspond à 0.41 V en entrée et 8.94 V en sortie.



Nous obtenons une droite partant de l'origine, avec 0V pour 0°C .

Conclusion : Les écarts de tension semblent très petits pour des écarts de température très grands. Il serait donc conseiller d'utiliser un amplificateur opérationnel pour augmenter cette tension.

2002/01/22
06:43:50

Calculons le gain de l'AOP en non-inverseur en fonction des résistances R1 et R2.

Pour 44°C :

$$\begin{aligned}U_s/U_e &= (R1/R2) + 1 \\3.3/0.4 &= (R1/R2) + 1 \\&= 8 - 1 \\&= 7.\end{aligned}$$

Ainsi $R1/R2=7$. Pour les résistances classiques, il existe des séries normalisées E6, E12, E24, E487 qui limitent les possibilités des 2 chiffres significatifs.

Pour la série E24, il est possible d'utiliser une résistance de 22kW et une autre de 3.3kW.

Ainsi $R1/R2=22/3.3$.

Avec un AOP monté en non-inverseur avec des résistances de 22kW et une de 3.3kW, $U_s > U_c$ et les écarts sont plus grands. Les mesures sont alors plus précises.

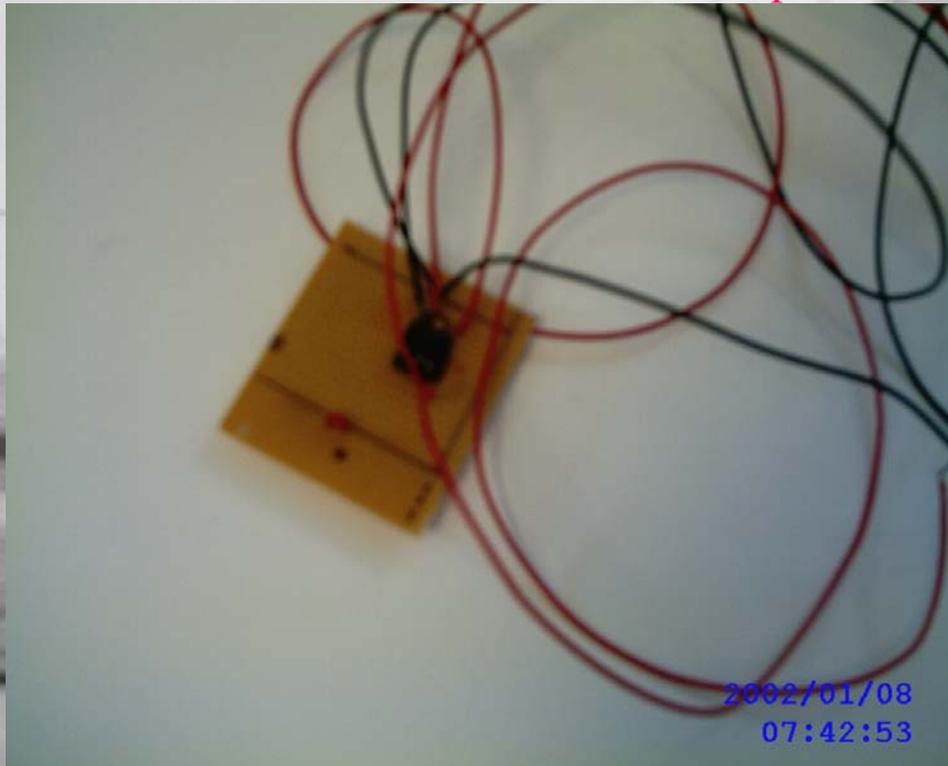
De plus la q est trouvée grâce à $U_s * A$ et $A=40/3$.



4) Montage final.

Après avoir fait l'étude théorique sur la platine MPI, le montage a été réalisé sur une plaque d'essai. Utilisant l'amplificateur opérationnel final et les résistances de 22kW et de 3.3kW, le montage est pour la première fois présenté avec les composants finaux. Après quelques soucis de mise en place, le montage est alors fonctionnel. Une fois la tension de sortie vérifiée et en rapport avec la température extérieure mesurée le montage est effectué sur la plaque finale.

Celle-ci est alors collée dans le colis. Prêt pour le voyage !!!



2002/01/22
06:43:50

Lecteur de pression

Utilité du capteur:

Pour les capteurs de pression, la grandeur physique mesurable est, généralement, une déformation (allongement par unité de longueur), ou bien un déplacement. Les capteurs de pression sont des appareils servant à mesurer la pression des gaz et vapeurs, mesurées en hectopascal (hPa).



Le capteur de pression : Charline et Lucie



2002/01/08
07:38:45

/22
:50

COMPTE RENDU

Nous avons testé dans la cloche sous vide notre capteur de pression « fait main », composé de :

- *une seringue en verre*
- *un crayon dans un tube*
- *le tout fixé sur un morceau de bois*

Principe : En fonction de la baisse ou de l'augmentation de la pression, le piston avance ou recule, marquant les variations grâce au crayon, sur la feuille de papier.

Test n°1 : Test du capteur de pression dans la cloche sous vide à -200 mmQS

→ Observation : le capteur fonctionne

→ Problèmes :

- *trouver le tube adapté au crayon pour supprimer le jeu*
- *graisser le piston*
- *adapter la pointe du crayon à la feuille*

Test n°2 : Etude quantitative de la relation pression-volume d'une masse fixée de gaz

Réalisation impossible car problème technique mais expérimentation logique de l'étude à l'aide des schémas !!!

I) Vérification de la relation $PV = Cte$

Première approche : $15 \text{ mL} \times 101.32 \text{ kPa} = 10 \text{ mL} \times 1519.8 \text{ kPa}$

$$\text{Donc } \Delta P = Mv \times g \times \Delta h = 1000 \text{ kPa}$$

$$(\Delta P = \uparrow \text{ de } P) \quad (Mv = \text{masse molaire}) \quad (g = \text{accélération terrestre})$$

$$\Delta h = [6 - (-9)] \quad 1 \text{ grad} \Rightarrow 0.5 \text{ cm}$$

(graduations)

$$\Delta h = 15 \text{ grad} \times 0.5 \text{ cm} = 7.5 \text{ cm d'eau} = 0.075 \text{ m}$$

$$\Delta P = \varpi \cdot \Delta h = (1 \text{ kg/m}^3 \times 9.81) \times 0.075 \text{ m} = 0.73775 \text{ kPa}$$

$$(Mv \text{ (ou } r) \times g \quad (Mv \times g) \quad \text{masse volumique})$$

Deuxième approche : $P_1 V_1 = P_2 V_2$ $P_1 = P_{\text{atm}} = 101.32 \text{ kPa}$

$V_1 = \text{volume à l'équilibre de } P_1 = 15 \text{ cm}^3$

$P_2 = \text{nouvelle pression}$

$V_2 = \text{nouveau volume}$

1) $P_1 V_1 = P_2 V_2 = 101.32 \text{ kPa} \times 15 \text{ cm}^3 = 1519.8 \text{ kPa} \cdot \text{cm}^3$

2) $P_2 V_2 =$ obtenu après pression sur le piston de la seringue, ce nouveau volume est V_2 et la nouvelle pression à la base de la seringue est P_2 .

05/01/22
06:43:50

$$\text{Donc } P_2 = P_{\text{atm}} + \Delta P$$

$$\text{D'où } P_2 = P_{\text{atm}} + M_v \times g \times h$$

$$\text{Donc } P_2 \text{ kPa} = 101.32 \text{ kPa} + (1 \times 9.81) \times h$$

$$\begin{aligned} \text{Or } h &= (6 - (-9)) \times 0.5 \text{ cm/grad} & M_v &\Rightarrow \text{masse volumique du liquide (eau = 1)} \\ &= 15 \text{ grad} \times 0.5 \text{ cm / grad} \\ &= 7.5 \text{ cm} = 0.075 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{donc } P_2 = 101.32 \text{ kPa} + (1 \times 9.81 \times 0.075) \quad g = \text{accélération terrestre}$$

$$P_2 = 101.32 + 0.735$$

$$= 102.055 \text{ kPa}$$

$$h = \text{hauteur en m}$$

Calculons V_2 qui correspond à $P_2 = 102.055 \text{ kPa}$

$$\text{donc } P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1519.8 \text{ kPa.cm}^3}{102.055 \text{ kPa}} = 14.89 \text{ cm}^3$$

$$P_2 \quad 102.055 \text{ kPa}$$

Donc le volume a diminué puisque la pression a augmenté.

2002/01/22

06:43:50

1) Courbe représentative de P en fonction de V

Hypothèses : $PV = \text{Constante}$

$$P = \frac{a}{V}$$

$$Y = \frac{a}{X} \quad \text{donc de la forme hyperbole avec } a = Ct$$

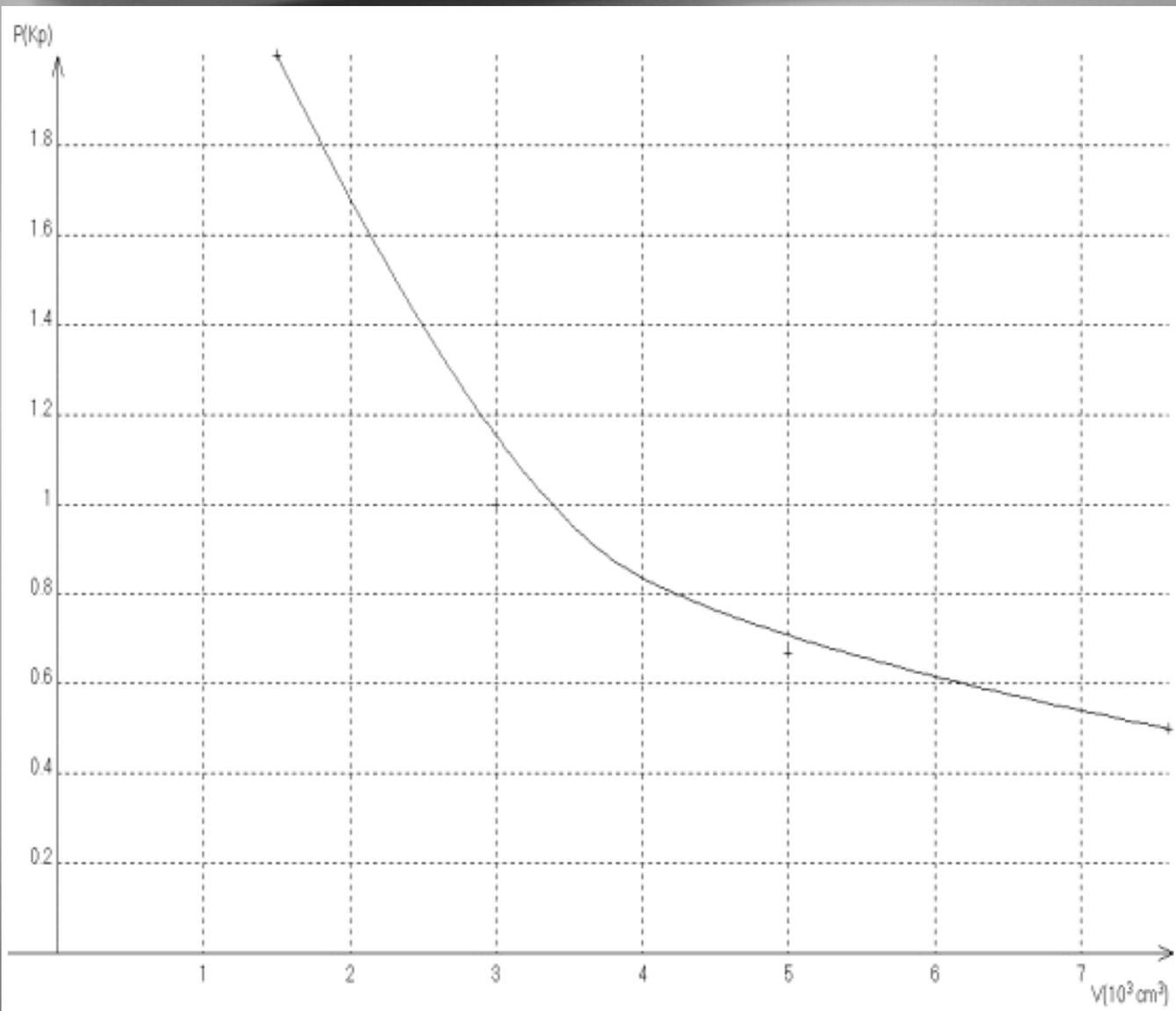
Tableau de valeurs : $P1V1 = 15\,198 \text{ kPa.cm}^3 \pm 1\,500$ (en arrondissant)

$P \text{ en Kp}$	2	1	0.67	0.5
$V \text{ en cm}^3$	2000	3500	5000	7000

Donc au plus la pression est faible, au plus la Rv doit être grande pour que I soit faible et que le volume, qui indique la variation de P soit faible.

2002/01/22

06:43:50



Conclusion: produit PV constant, on constate que au plus le volume tend vers l'infini, au plus la pression tend vers le 0 absolu.

2002/01/22
06:43:50

Test n°3 : étude avec une seringue

II) Hypothèse : tension mesurée égale à 0.2 V

Explications du montage : $V = R_p \times I$ avec $I = E ; R_p + R_v$ (R_v variable)

$$E = I \rightarrow U = \Sigma RI \quad R_v + R_p \quad (\Sigma = \text{somme})$$

$$U = R_p \times I = 0.2 \text{ V} \quad (U \text{ proportionnel à } I)$$

$$U = R_p \times I = 0.2 \text{ V} \quad (U \text{ proportionnel à } I)$$

$$U = R_p \times \frac{E}{R_v + R_p} \rightarrow y = \frac{a}{b + x}$$

Il faut brancher la R_v de telle façon qu'une baisse de pression corresponde à une augmentation de R_v , donc à une diminution du courant, donc à une diminution de V . V sera l'image de la pression P .

III) Pour la pression la plus basse, R_v est maximum, donc $I_{\max} = \left(\frac{E}{R_v \max + R_p} \right)$

$$\text{Donc } U_{\min} = I_{\max} \times R_p = \left(\frac{E}{R_v \max + R_p} \right) R_p$$

$$U_{\min} = \left(\frac{E R_p}{R_v \max + R_p} \right)$$

2002/01/22

06:43:50

2ème séance

Etant donné que nous avons eu un problème avec la deuxième seringue (cassée), nous ne pouvons donc pas installer deux capteurs de pression dans le colis.

Pour pouvoir installer la résistance variable, nous avons démonté le tube contenant le crayon, puis placé la résistance avec le pistolet à colle.

Nous n'aurons donc, dans le colis, qu'un seul capteur de pression au lieu de deux.

Principe : *en fonction de la baisse ou de l'augmentation de la pression, le piston avance ou recule, marquant les variations à l'ordinateur grâce à la résistance variable.*

Test n°1 : *test du nouveau capteur de pression dans la cloche sous vide à - 250 mmQS*

→ *Observation* : le capteur fonctionne

→ *Problèmes* : graisser le piston

→ *Pour la prochaine fois* : enlever la seringue du support en bois, fixer la résistance variable sur la plaquette, trouver un autre support pour placer le reste de la seringue, tester le capteur.

3ème séance

Nous avons testé la résistance variable sur notre capteur, tout fonctionnecomme prévu : nous n'aurons donc pas besoin de diviseur de tension ni d'amplificateur opérationnel.

Test n°1 : *test avec la résistance variable, la pile et le voltmètre*

→ *Observation : l'intensité aux bornes de la résistance varie normalement, ainsi que sa tension*

4ème séance

Nous avons soudé trois fils sur la résistance variable, puis collé la seringue sur un support en plastique, qui est donc son support définitif.

→ *Pour la prochaine fois : tester le capteur*

5ème séance

Nous avons testé le montage complet installé dans le colis, mais un problème nous a contraint à le débrancher pour le tester à part. comme le capteur fonctionne désormais bien, nous l'avons réinstallé dans le colis, de nouveau testé avec la carte Mermoz, puis vérifié que les résultats s'affichaient correctement.

→ *Observation : le montage complet est installé et fonctionne*

→ *Problème : problèmes de branchement et de saturation*

2002/01/22

06:43:50

Le capteur d'humidité



Utilité du capteur:

Le capteur d'humidité, lui, mesure le pourcentage (%) d'humidité de l'endroit où il se trouve.

2002/01/22
06:43:50

Le capteur d'humidité : Nathalie et Flore-Hélia



2002/01/08
08:00:46

/22
06:43:50

L'humidité de l'air se mesure avec un *hygromètre*. Cette humidité relative qui est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et la quantité maximale que celui-ci pourrait contenir à la même température sans se condenser, s'exprime en pourcentage (%).

□ • **Le détecteur chimique :**

Expérience 1 :

Protocole :

On met quelques gouttes de solution de *chlorure de cobalt* ($\text{Co}^{2+} + 2\text{Cl}^-$), très légèrement rose, sur une feuille.

→ La solution est invisible sur le papier.

On le fait chauffer au dessus d'une source de grande chaleur.

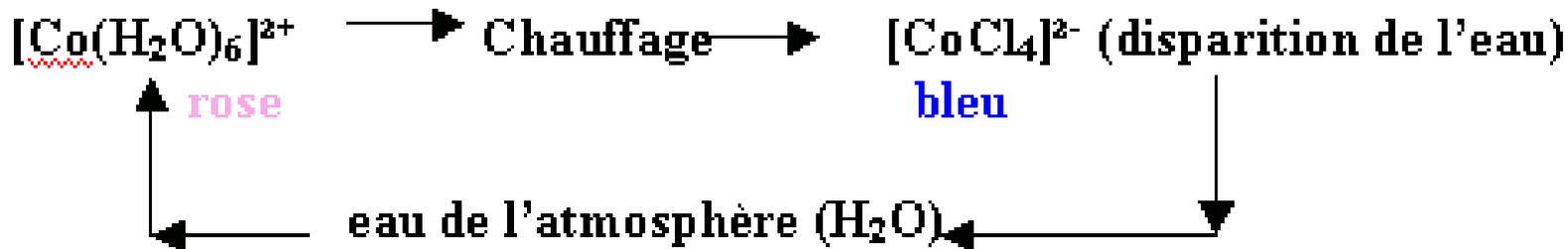
→ La solution devient progressivement bleu.

Explication :

Les molécules d'eau H_2O contenues dans les cristaux sont remplacés par des ions Cl^- qui forme avec des ions Co^{2+} un nouveau complexe de couleur bleu : $(\text{CoCl}_4)^{2-}$.

2002/01/22

06:43:50



Essaie de l'expérience 1 avec des solutions plus concentrées, mise au soleil pendant une demi-heure :

- Solution n°1 : même concentration que l'expérience 1 : incolore
- Solution n°2 : concentration + : couleur rose clair et tracé à peine visible
- Solution n°3 : concentration + + + : couleur rose et tracé bien visible

Observation :

La chaleur du soleil ne suffit pas. L'évaporation est trop faible pour que l' H_2O avec les ions Co^{2+} puisse former un complexe $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ de couleur bleu.

Expérience 2 :

Protocole :

On fait chauffer des cristaux de Chlorure de Cobalt dans deux tubes à essais. On en place un dans un congélateur à 5°C et l'autre dans le laboratoire, à 22°C , température ambiante.

Observation :

_ Avant le chauffage les cristaux sont de couleur **mauve**. Pendant le chauffage, en quelques secondes, on a pu observer un dégradé du **mauve**, au **bleu foncé**, au **violet foncé**.

_ Le refroidissement :

- congélateur à 5°C : les cristaux sont passés en quelques minutes du **violet foncé** à leur couleur initial (**mauve**), en commençant par le bas du tube.
- à l'air libre (22°C) : les cristaux reviennent à leur couleur première (**mauve**) avec un dégradé, en l'espace d'une dizaine de minutes.

L'humidité varie en partie en fonction de la température. D'où les variations de temps qu'il faut aux cristaux pour revenir à leur couleur initiale : l'humidité étant plus importante dans le congélateur, les cristaux retrouvent plus rapidement leurs couleur primaire et réciproquement, l'air ambiant étant moins humide, les cristaux mettent plus de temps à retrouver leur première couleur.

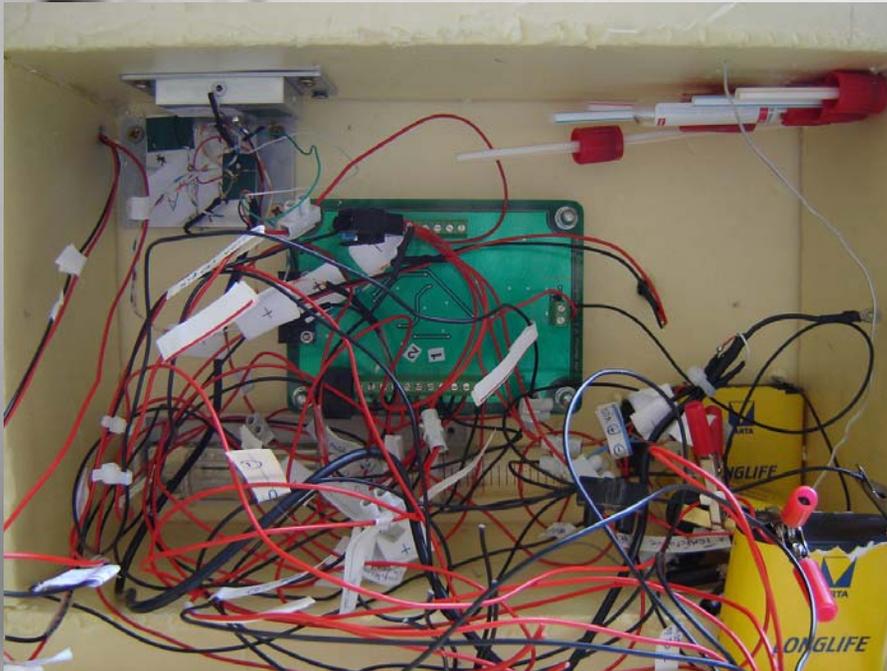
2002/01/22

06:43:50

Explication :

Utilisation dans le colis :

Concrètement on aurait besoin que d'un seul tube dans lequel on aurait déjà chauffé les cristaux. Au cours du voyage, ceux-ci prendraient le taux d'humidité maximale. Avant, il faudra établir un étalonnage des couleurs qui nous permettra d'interpréter le taux d'humidité.



2002/01/22

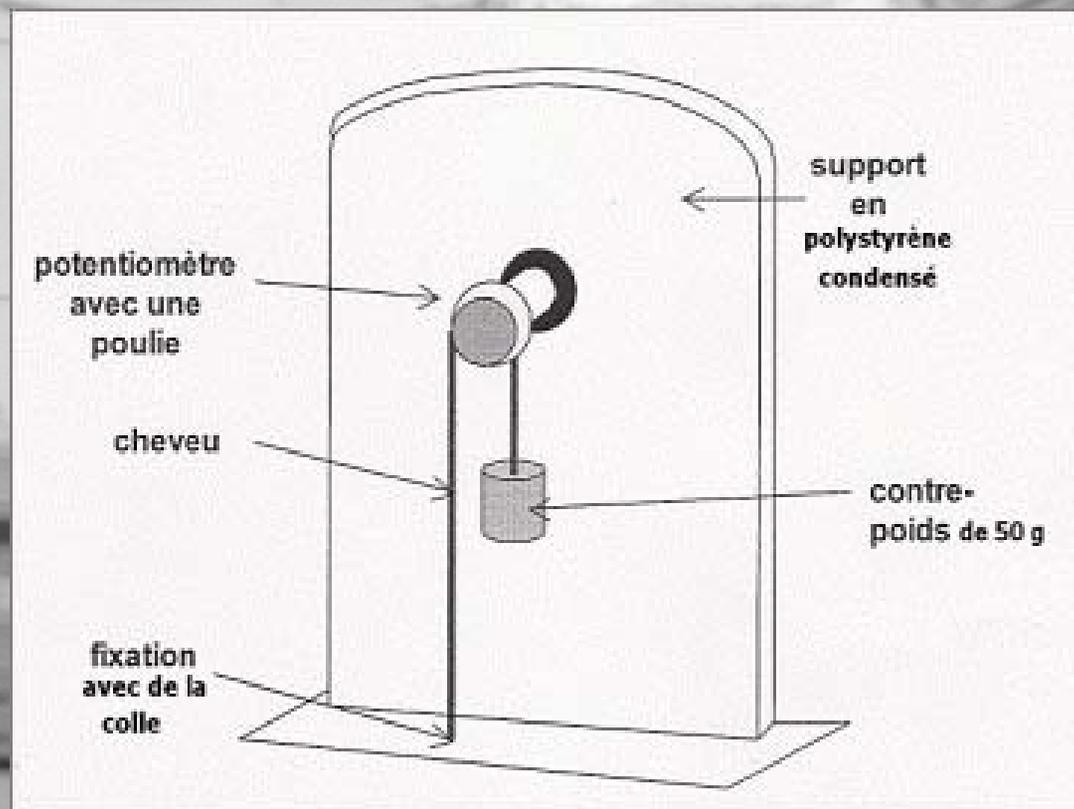
06:43:50

Hygromètre à cheveux :

On réalise l'hygromètre à cheveux avec un potentiomètre assez sensible ($1K\Omega$) et un poids de 50 g.

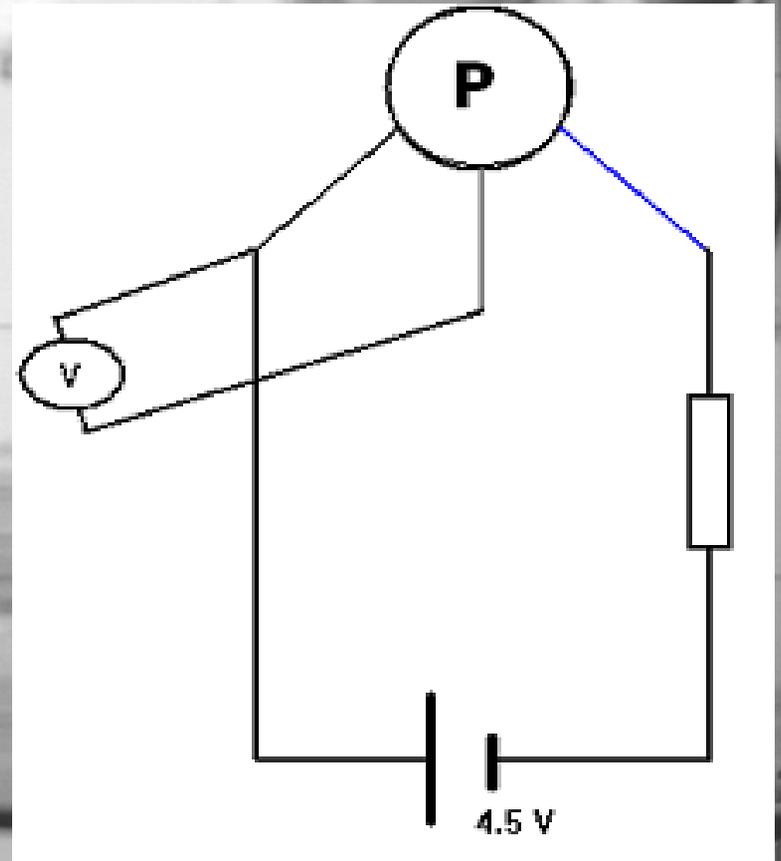
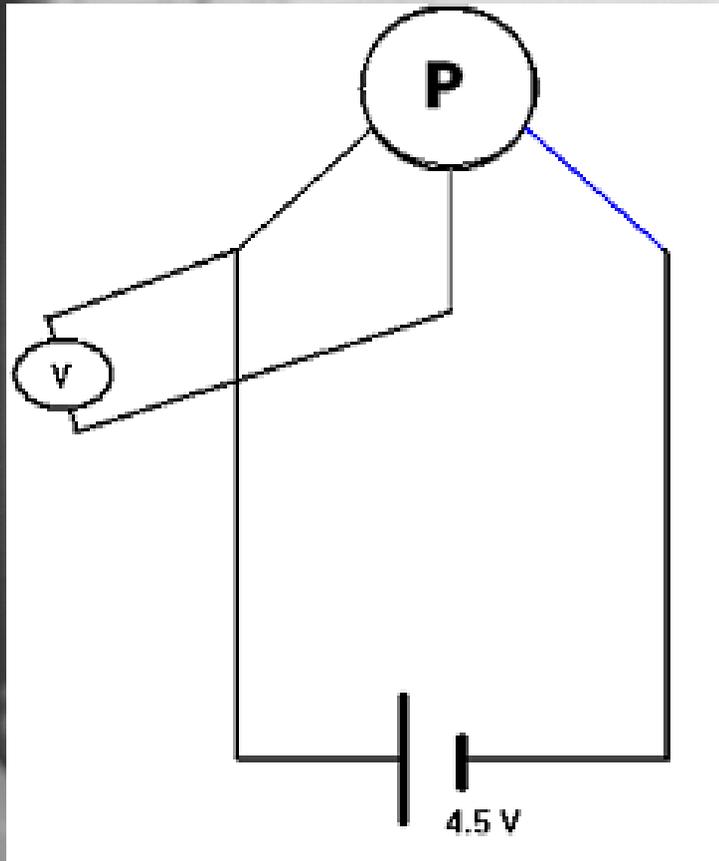
Montage :

On fabrique l'hygromètre à cheveux suivant :



Expérience :

On teste le montage réalisé pour différents pourcentages d'humidité avec un aérosol d'eau et un sèche cheveux "high-tech". Pour cela, on fait un montage qui relie les trois fils du potentiomètre (masse, plus et moins) avec une pile (4.5 V) et un voltmètre, montage 1 puis on ajoute une résistance dans le montage 2 (voir *problèmes rencontrés*).



Explication :

Les cheveux humains ont la propriété, s'ils sont dégraissés, de s'allonger lorsque l'humidité augmente, puis de rétrécir lorsqu'elle diminue. Donc, en s'allongeant ou en se rétrécissant, les cheveux feront tourner la vis du potentiomètre. Celui-ci enverra des variations de tension au voltmètre dans notre montage et à la carte Mermoz dans le colis. Nous aurons alors une certaine tension associée à un certain pourcentage d'humidité.

Utilisation dans le colis :

Ces variations, minimes, nous permettrons de retrouver le pourcentage d'humidité grâce à la différence de tension enregistrée. La difficulté sera de trouver une place, dans le colis, pour ce capteur, qui est plutôt encombrant.

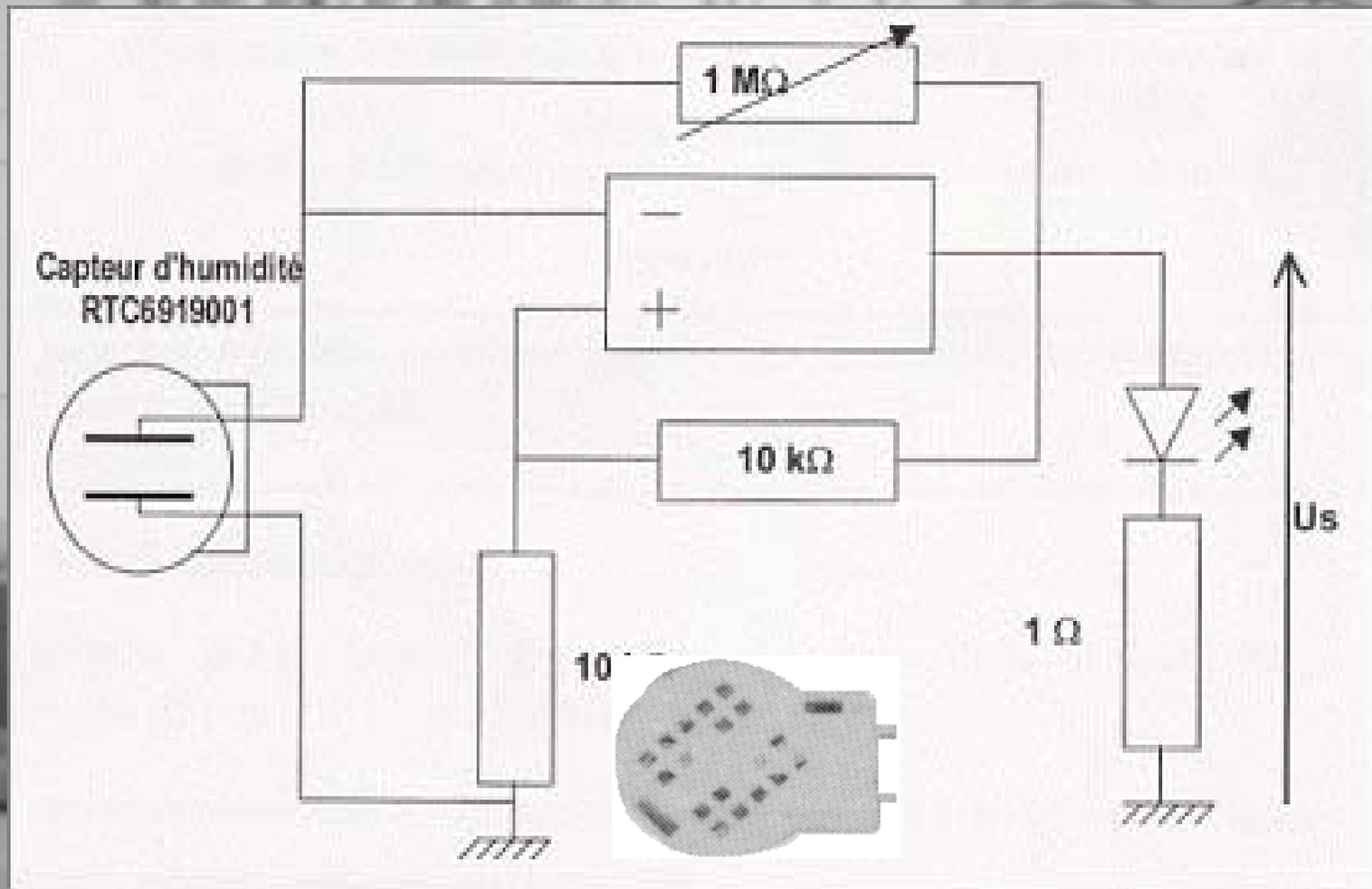
Problèmes rencontrés :

Dès le premier montage, un problème s'est posé : pour 55 % d'humidité, nous avons une tension de 3.03 V, or la carte Mermoz ne peut pas enregistrer des tensions supérieures à 3.3 V. Pour y remédier, nous avons donc rajouté un pont diviseur (montage 2). Mais notre second problème est survenu lorsque nous nous sommes rendu compte que le potentiomètre n'était pas assez réactif. En effet, l'humidité pouvait passer de 55 % à 85 %, mais notre tension restait identique à 3.03 V. Pour augmenter les différences, nous avons mis un Amplificateur Opérationnel. Mais cela ne convenait toujours pas car même si l'on augmentait la tension de sortie, cela ne suffisait pas pour enregistrer d'assez grandes différences pour déterminer l'humidité relative. Après plusieurs essais et recherches de solutions, nous avons dû abandonner ce capteur.

2002/01/22
06:43:50

Montage :

Le montage suivant est composé du capteur, d'une DEL, de 3 résistances, d'un potentiomètre et d'un amplificateur opérationnel.



Explication :

Le principe de ce capteur est basé sur la variation de capacité aux bornes de deux films polyamides métallisés. Le diélectrique large de quelques microns permet de piéger les molécules d'eau suspendues dans l'air modifiant de la sorte la capacité résiduelle du capteur.

Plus clairement, ce capteur d'humidité est un condensateur, il se charge et se décharge : il passe de 0 V à une tension max de 15 V puis de la tension max de 15 V à 0 V ; c'est une alternance de courant. Si le montage est réussi, la DEL devra donc clignoter.

En pratique, le taux d'humidité nous sera donné par le temps de charge et de décharge. Nous aurons donc besoin de faire un étalonnage précis.

Utilisation dans le colis :

Le capteur sera relié à la carte Mermoz qui enregistrera les données. Le capteur sera à l'air libre grâce à un trou pratiqué dans le colis. L'avantage de ce capteur réside dans le fait qu'il prend peu de place avec un maximum de mesures.

2002/01/22

06:43:50

Problèmes :

Le problème s'est posé dès le premier montage puisque la DEL ne clignotait pas. Le capteur a été essayé avec d'autres dispositifs mais aucun ne marchait. Le montage prévu par le fabricant étant beaucoup trop compliqué (3 AOP, un générateur de tension carré, une dizaine de résistances,...) nous avons abandonné ce capteur.

=> Choix final du capteur

Après les expériences il ne nous reste plus qu'un capteur : les cristaux de chlorure de cobalts. L'avantage, c'est que nous sommes sûre que cela marche, mais l'inconvénient, c'est que ces cristaux ne nous donneront qu'une seule mesure : l'humidité maximale que le colis a rencontré. Pour y remédier, nous avons songé au fait que si les cristaux, mis dans des tubes distincts, étaient ouverts à différents moments, ils ne prendraient pas la même humidité.

Autre raisonnement : si l'air n'arrive pas au même moment dans tous les tubes, les cristaux n'auraient pas les mêmes couleurs. Pour cela, nous avons imaginé un dispositif avec des pailles de diverses longueurs qui permettrait à l'air de mettre plus ou moins de temps pour arriver dans les tubes.

2002/01/22

06:43:50

Montage :

On perce la partie en caoutchouc de 6 tubes hermétiques afin de pouvoir glisser des pailles d'inégales longueurs (1.3 cm ; 3.1 cm ; 5.4cm ; 7.7 cm ; 9.3 cm ; 13.4c m) puis on met 0.3 g de cristaux dans chacun des tubes. Ces cristaux ont été chauffés afin d'être anhydres (violet clair) et qui en absorbant l'humidité passeront au violet foncé, au mauve initial, puis au rose. Le bout des pailles ont été garnis de coton pour éviter des pertes de cristaux.

Nous avons testé des dispositifs expérimentaux chez nous, dans différentes conditions, pendant 1 semaine.



2002/01/22
06:43:50

Résultats des dispositifs expérimentaux :

Pour les tubes avec les pailles de 7.7 cm ; 9.3 cm et 13.4 cm :

1) Avec les tubes placés aux dessus de vapeurs d'eau :

Le tube 1, le plus court, met 5 min pour commencer à changer, le 2 met 6 min pour commencer à changer tandis que le trois met 8 min. La couleur obtenue est plus foncée que celle du tube témoin qui est coloré pour une humidité de 55 %.

2) Refroidissement à 50 % pendant 15 min

3) Avec les tubes placés devant le chauffage d'une cheminée à 33 %

En 25 min, les tubes 1 puis 2 commencent à changer de couleur en surface. Au bout de 50 min, les tubes 1 puis 2 ont pris une teinte rose clair et le 3 commence à s'éclaircir imperceptiblement.

Pour les tubes avec les pailles de 1.3 cm ; 3.1 cm et 5.4 cm :

Les résultats sont identiques sauf que les changements de couleurs se font beaucoup plus rapidement.

On hermétise ces tubes expérimentaux notés de 0 à 6, où 0 est le tube témoin contenant des cristaux d'une couleur correspondant à 60 % d'humidité.

2002/01/22

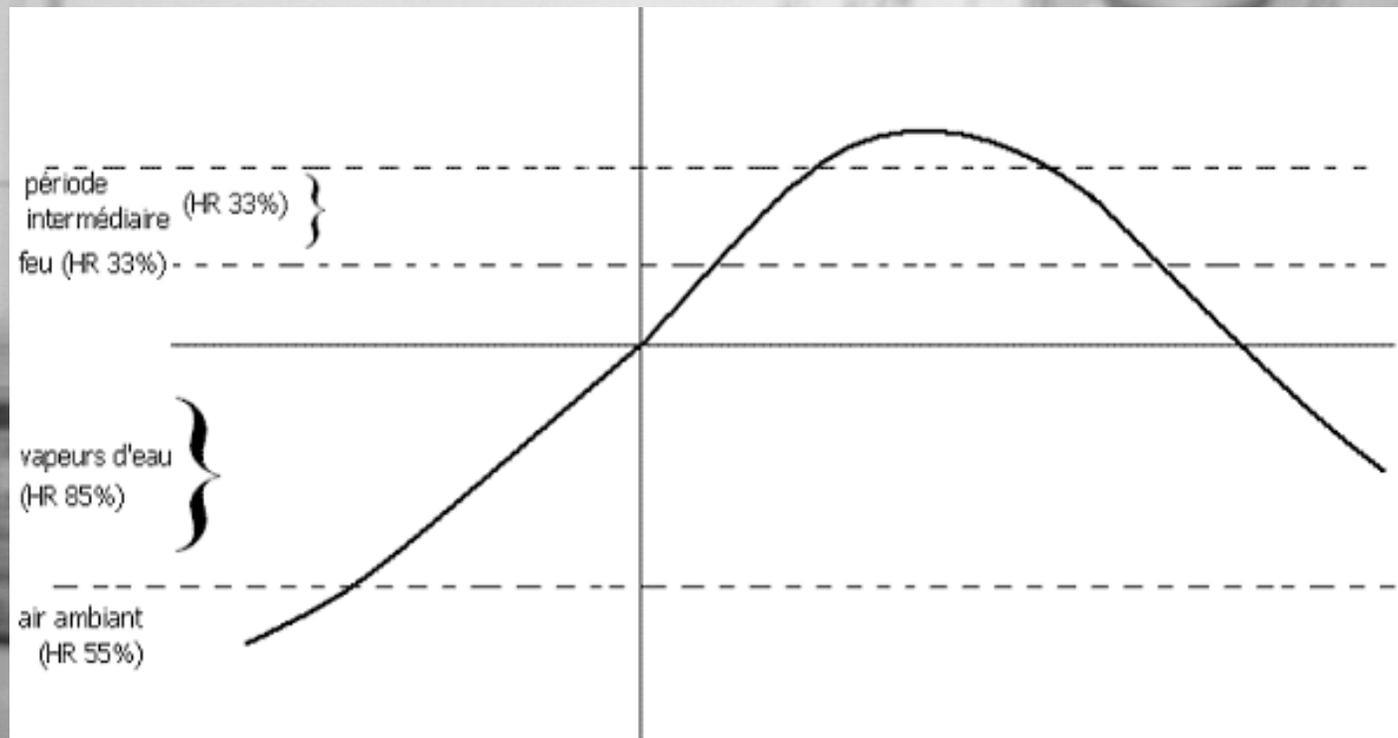
06:43:50

Grâce à ses dispositifs, nous pouvons déjà dire, par rapport à des tubes témoins dont les cristaux ont une couleurs correspondant à 55 / 60 %d'humidité :

→ **Si les cristaux reviennent plus foncés alors l'humidité rencontrée aura été moins importante que 55 / 60 %.**

→ **Si les cristaux reviennent plus clairs alors l'humidité rencontrée aura été plus importante que 55 / 60 %.**

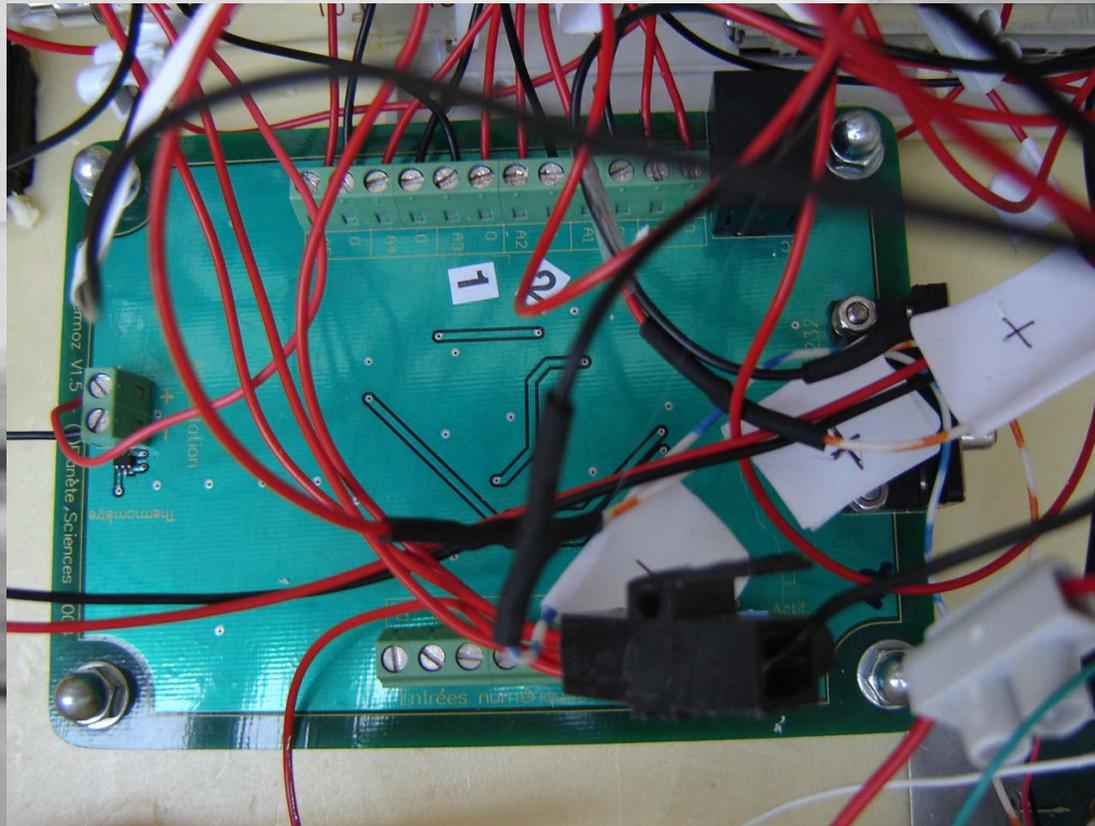
Ce qui nous donnerait sur un schéma de graphique :



Le centre du repère correspond à la couleur des tubes témoins (soit à une humidité de 60%).

Le tube noté :

- « ext » contient des cristaux chauffés qui ont été exposés à l'air libre (70 % d'humidité) .
- $\alpha 3$ renferme des cristaux chauffés puis exposés dans un tube muni d'une paille de taille 3 (5.4 cm) à une humidité de 65 %.



Déclencheur de l'appareil photo



Utilité de l'appareil photo :

voir l'environnement dans lequel le colis a circulé
Plusieurs tentatives ont eu lieu pour que l'appareil se déclenche automatiquement et ce à intervalles réguliers

2002/01/22
06:43:50

L'appareil photo: Vincent et Arthur



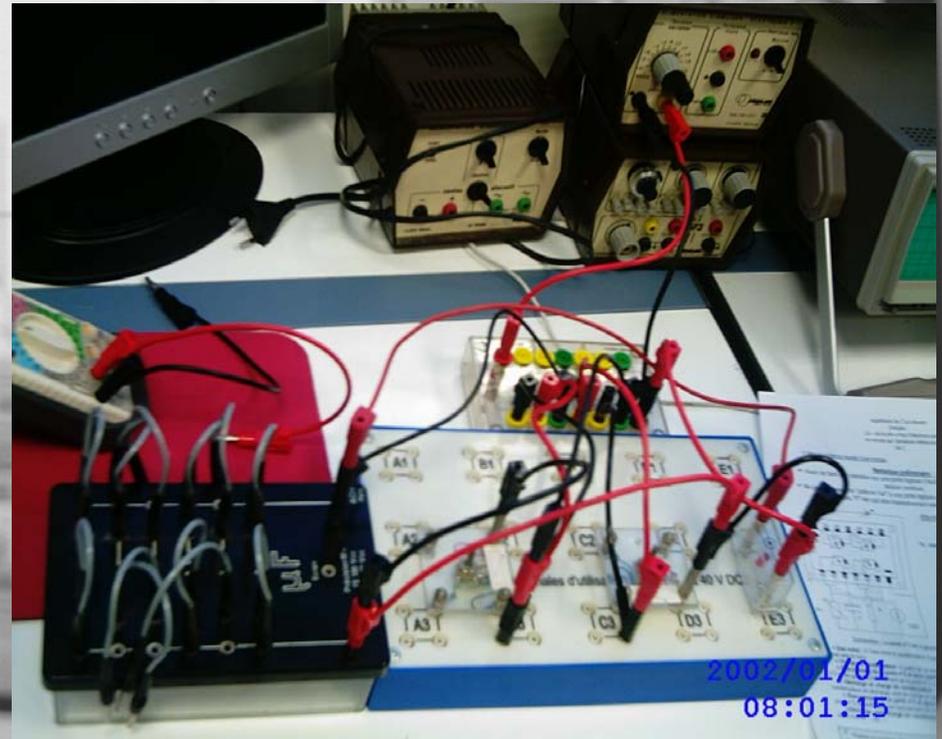
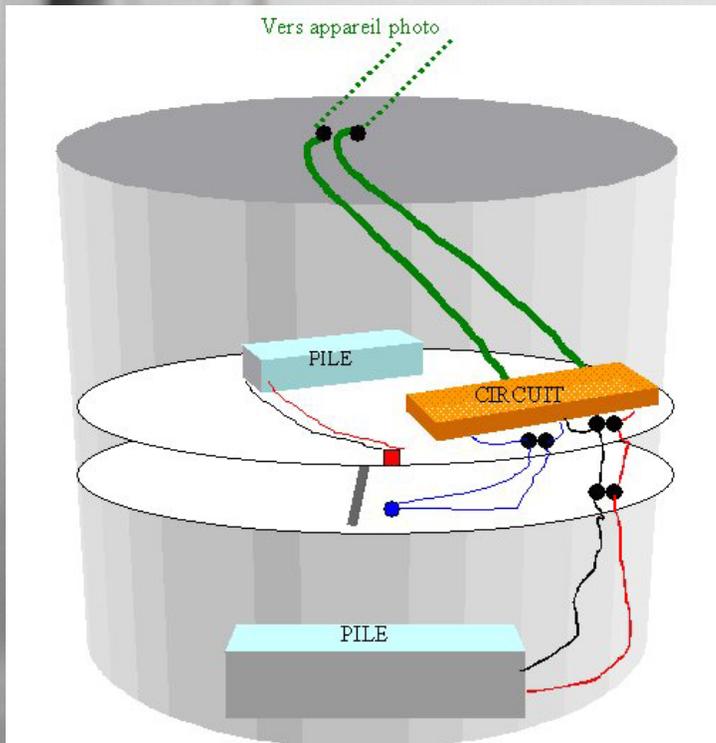
2002/01/01
08:42:46

2002/01/22
06:43:50

COMPTÉ RENDU

Nous nous sommes attachés à la fabrication du déclencheur et du support qui accueillera le système de notre projet. Ce support est schématisé ci-dessous :

DETAILS :





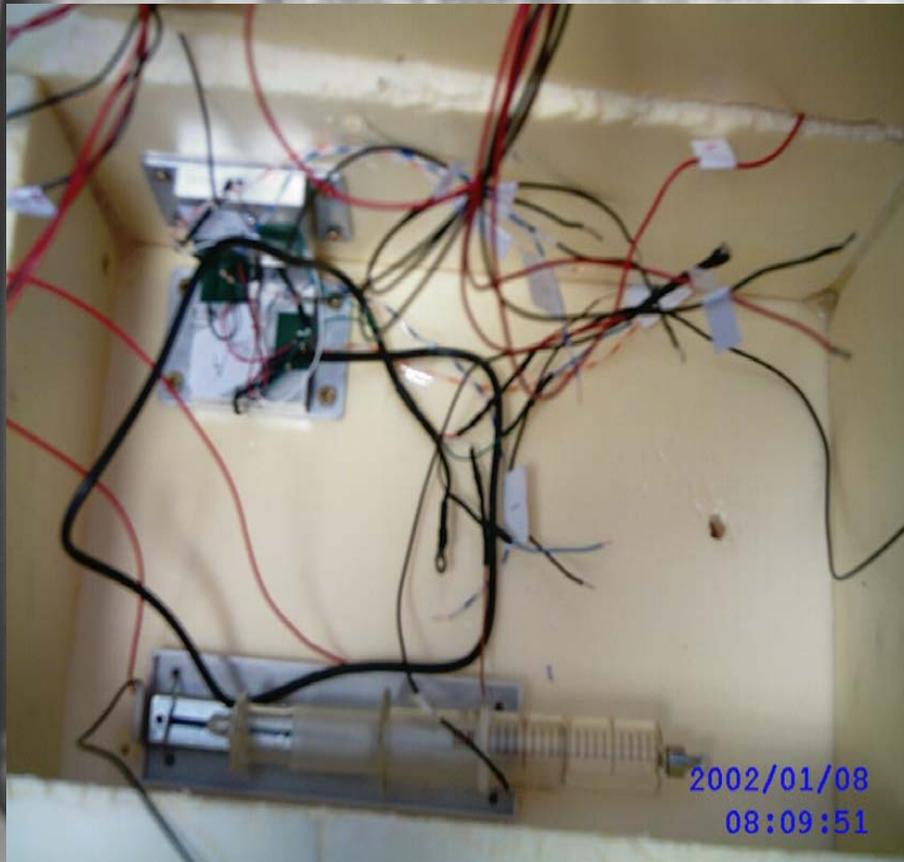
Une DEL éclaire en continue une LDR (capteur de lumière). Ces deux éléments sont placés de part et d'autre d'une horloge munie d'une seule grande aiguille (celle des minutes) ; ceci de façon à ce que cette dernière coupe le faisceau toutes les heures. La LDR signale chaque coupure au circuit électronique qui, au bout de 3 coupures envoie une impulsion vers le bouton de l'appareil photo : faisant ainsi contact, elle permet la prise d'une photo. De cette manière, un cliché est pris toutes les trois heures (soit 36 environ durant le voyage).

PROGRAMME :

- 1) ARTHUR met en place l'horloge avec 1 ou 2 LDR (après avoir demandé à Mr Flattot et avoir trouvé une solution.)
- 2) EN MEME TEMPS : Vincent soude la résistance sur la porte 7 du 4017 et met en place, après avoir calculé sa valeur, la résistance pour la pile de 9v.
- 3) LES DEUX : mettent en place et collent les composants
- 4) LES DEUX : relient les fils et scellent la boîte

2002/01/22
06:43:50

Fabrication du colis



- Agencement de la place dans le colis
- Mise en place des capteurs

2002/01/22
06:43:50

Fabrication du colis : Marine et Delphine



2002/01/01
08:48:41

2002/01/22

06:43:50

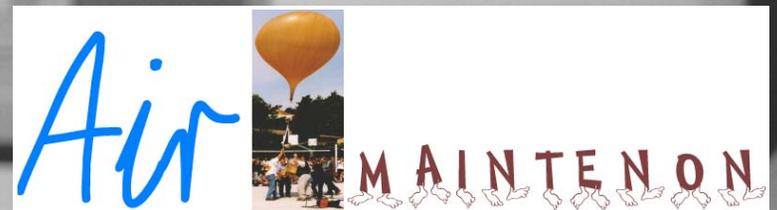
COMPTE-RENDU

Séance n°1 :

Découverte du colis, et préparation du premier colis avec découpage des plaques de polyester condensé de 3cm d'épaisseur, prise des mesures du colis, réalisation des côtés et du fond de celui-ci.

Réalisation d'un plan du futur colis avec les différents composants qu'on installera à l'intérieur et avec lesquels nous prendrons les informations nécessaires à la réalisation du suivi du colis.
Calcul de la fréquence de réglage de la carte Mermoz en fonction de son autonomie (en comptant un voyage de 5 jours) :

Intervalle d'acquisition (s)	Autonomie
15s	91h01
X	120h



Soit $x = 15 \cdot 120 / 91h01 = 20s$

Il nous faut donc régler la carte Mermoz sur une fréquence de 20 s. Nous prendrons donc les mesures toutes les 20 s environ.

Séance n°2 :

Réalisation du second carton qui servira pour l'exposition du projet et changement des plans réalisés la fois d'avant, car certains montages des groupes ont changé.

Séance n°3 :

Continuation du carton.
Préparation d'un courrier pour la destinataire et envoi de celui-ci.
Nouveau plan de l'intérieur du colis.
Soudure des fils sur l'interrupteur.

Séance n°4 :

Préparation de la check liste.
Installation des 3 composants suivants :
Interrupteur (perçage de la plaque de polyester du dessus du colis pour insérer l'interrupteur)

2002/01/22

06:43:50

Capteur de lumière (perçage du dessus du colis et de la plaque de polyester pour faire dépasser l'extrémité du capteur)

Capteur de température (perçage du dessus de la plaque et du colis dans l'angle)

- Création d'un logo pour la MPI et d'une étiquette portant l'interdiction d'ouvrir le colis.

- Conversion de la somme versée par la destinatrice lors du renvoi du colis de l'euro en franc pacifique :

1 euro = 119.33 francs pacifiques (CFP)

11 euros = 1312.63 CFP



Séance n°5 :

Installation complète des capteurs de température, de pression, de lumière et de position. Mise en commun des fils dans le domino avec séparation des fils vers la pile et vers la carte Mermoz.

Séance n°6 :

Réalisation de l'habillage du colis avec tous les logos des partenaires : Planète Sciences, Air Maintenon et notre logo de MPI réalisé par Aymeric (dessin) et Vincent (design et couleur).
Dernier test des capteurs.

Branchement des capteurs sur la carte Mermoz.

Les données obtenues grâce à la carte Mermoz ne sont pas très concluantes. Elles sont le plus souvent égales à 0.

P Pour la séance prochaine, nous prévoyons de vérifier tous les branchements afin de voir s'il n'y a pas d'erreurs.

Séance n°7 :

Vérification des branchements. Tout est bien. Nous testons les capteurs en mettant le colis à l'ombre et à la lumière, dans des positions différentes, en faisant varier l'altitude... Nous téléchargeons les données sur l'ordinateur. Tous les capteurs marchent et les résultats sont très concluants.

Nous refaisons un tour en chronométrant cette fois.

2002/01/22

06:43:50

Le départ pour HYERES Principale



2002/01/22
06:43:50



La classe MPI avec Mme
SERRA directrice de HYERES
PRINCIPALE

2002/01/22
06:43:50

La preuve de l'envoi du Colissimo



2002/01/01
08:56:38



2002/01/01
08:57:38

Attention : le colis peut être ouvert d'office

Colissimo emballage OM OUTRE MER
REMISE CONTRE SIGNATURE

Veuillez utiliser un stylo à bille et appuyer fortement pour écrire les adresses.

Expéditeur
Lycée Maintenon
Projet Colisienne - classe 2nd opt MPI
10 boulevard Pasteur
83400 BP 514 HYERES (France)

Destinataire
M^{me} MC PITHON Anick
BP 380057
TAMANU TAHITI
98718 Polynésie Française
Destination TAHITI
N° téléphone

Format (en clair)

Les conditions générales de vente et d'utilisation sont indiquées au verso de cette preuve de dépôt.

Assurance optionnelle
500€ 1000€ 1500€

TAO
500€ 1000€ 1500€

N° colis : 8T 0010 667528 7

www.laposte.fr/colissimo

LA POSTE

Déclaration en douane CN22

Quantité et description détaillée du contenu
Colis scientifique contenant des engins
d'écarts = capteurs température, position,
humidité - et 5 tubes à essai

Poids (en kg)

Valeur (en €)

Pour les envois commerciaux indiquez le N° tarifaire et le pays d'origine des marchandises :

Poids total (en kg)

Valeur totale (en €)

Nature de l'envoi
 Cadeau Échantillon commercial
 Document Autre

Je soussigné, dont le nom et l'adresse figurent sur l'envoi, atteste avoir pris connaissance des conditions générales de vente et certifie que les renseignements donnés dans la présente déclaration sont exacts et que cet envoi ne contient aucun objet dangereux au sens de la législation ou la réglementation postale en vigueur.

Date et signature de l'expéditeur

Instructions pour compléter la déclaration en douane CN22
Cette déclaration doit être remplie dans les cas suivants :
• Pour les envois de particuliers dont la valeur du contenu :
- est ≤ à 100€ pour les échanges réciproques entre la France Métropolitaine et les DOM, et pour les relations entre DOM.
- est ≤ à 250 € pour les relations réciproques entre la France Métropolitaine, les DOM et les Collectivités Territoriales, les Secteurs Pacifique et au départ de la France Métropolitaine, des DOM et des Collectivités Territoriales vers les TOM.
• Dans tous les autres cas (envoi de particuliers au dessus des seuils indiqués ci-dessus ou envois d'entreprises), il est nécessaire de remplir la déclaration en douane CN 23 et de l'apposer sous pochette plastique autocollante sur l'emballage.
Le contenu de votre envoi, même s'il s'agit d'un cadeau ou d'un échantillon, doit être décrit de manière exacte et complète.
L'inobservation de cette condition pourrait occasionner un retard de l'envoi et des incertitudes au destinataire, ou même entraîner la saisie de l'envoi par les autorités douanières.

2002/01/22
06:43:50

■ insolite

Le colis espion des lycéens de Maintenon

C'est à un test insolite et passionnant que viennent de se livrer seize lycéens de Maintenon.

Ils ont déposé, au bureau de poste Hyères Principal, un « colis » pas vraiment ordinaire d'ailleurs baptisé « coliscience »... et pour cause! Ce colissimo, en partance pour Tahiti, avait été truffé d'électronique, notamment d'un appareil photo et de matériel d'expérimentation capable d'enregistrer, toutes les trois minutes, les événements physiques survenus au paquet. Pas question pour autant de farce ou d'espionnage. Il s'agissait tout simplement d'une expérience menée dans le cadre d'un projet pédagogique initié par l'association « Planète Science », visant à faire découvrir à des collégiens et lycéens les transformations subies par un colis pendant son acheminement.

Retour à l'expéditeur

Le cours Maintenon s'étant inscrit pour participer à ce projet, des élèves de seconde « Mesures Physiques et Informatiques » ont tra-



Les apprentis chercheurs de Maintenon et leur enseignant ont été accueillis par la direction du bureau Hyères Principal d'où est parti leur « coliscience » à destination de Tahiti.
(Photo Dominique Fournioux)

vallé plusieurs mois durant, guidés par leur professeur Christian Flattot, sur la création d'outils d'expérimentation chargés de recueillir les paramètres physiques se produisant lors de l'ache-

minement d'un colis : température, pression, humidité, chocs, bruits, etc. Une fois le colis de retour, nos apprentis chercheurs analyseront les données enregistrées pour essayer de

retracer le parcours physique du colis depuis le bureau de Poste, jusqu'à son destinataire. Où va se nicher la curiosité...



2002/01/22

06:43:50

C O M M U N I C A T I O N



Cette diapositive a été réalisé par l'équipe de communication, qui a aussi suivi de très près les travaux des élèves de MPI tout au long de la réalisation du colis.

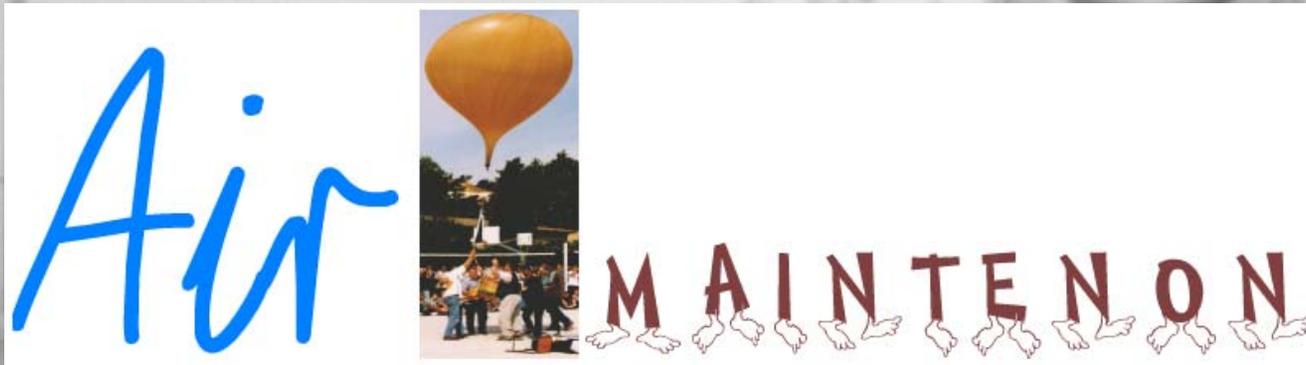
Adrien et Florent

2002/01/22

06:43:50

Professeur de Sciences Physiques

Monsieur
FLATTOT
Christian



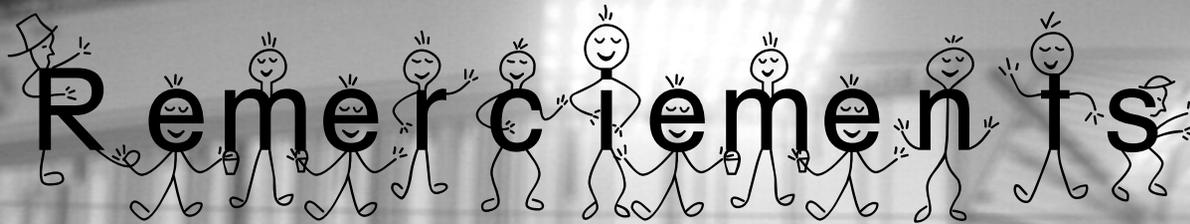
CLASSE DE SECONDE

option

Mesures Physiques et Informatiques (2005-2006)

2002/01/22
08:43:50

Remerciements



Mrs Dominique CODOGNO et Jean-Luc QUEMERE professeurs de technologie (lycée Maintenon)

Mrs Anthony GARRIER et Hervé MARHIC (Association Planètes Sciences)

APEL (Association des parents d'élèves du Cours Maintenon)

Centre de Documents et d'Information du lycée

Mme Marie-Anne SERRA directrice de HYERES PRINCIPAL à HYERES (LA POSTE)

Mr FOURNIER directeur du Cours Maintenon

2002/01/22

06:43:50