



# COURS MAINTENON

*Ecoles, Collège et Lycée Polyvalent  
Etablissement Catholique d'Enseignement  
Sous Contrat d'Association avec l'Etat.*



# MIP I



# Sommaire :

- 1- Analyse d'eau de pluie
- 2- L'Anémomètre
- 3- Le capteur de température 1
- 4- Le capteur de température 2
- 5- Le capteur de lumière
- 6- Le capteur de pression
- 7- Le Photomètre



# Analyse d'eau de pluie :



Après avoir prélevé un échantillon d'eau de pluie et avoir préalablement étalonné le pH-mètre, nous obtenons un pH de 6.56. Notre échantillon d'eau est donc acide voir presque neutre.

Les tests d'ammonium, de nitrites et de nitrates permettent de déterminer la pollution de l'eau. La nitrification est le processus d'oxydation qui transforme les ions ammonium en nitrites puis nitrates. La dénitrification est le contraire.

## Nous avons effectués ces test sur l'eau :

Dosage des ions ammonium: Après le test de présence de ces ions nous obtenons un résultat de 0.5 mg/L

Dosage des ions nitrites: Après le test de présence de ces ions nous obtenons un résultat de 1 mg/L

Dosage des ions nitrates: Après le test de présence de ces ions nous obtenons un résultat de 10 mg/L



D'après ces résultats, l'eau de pluie ne présente pas de danger toxique (0% d'ammoniaque libre, l'eau est acide). Le taux de nitrites est quand même très limite (1mg/l mais le risque reste aigu).



Analyse de l'Eau de pluie	Résultat :	Date :	Heure :	Lieux :
pH	6.56	15/01/10	13h50	Labo
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Ammonium	0.5 mg/L	15/01/10	14h10	Labo
NO <sub>2</sub> - Nitrite	1 mg/L	21/01/10	14h20	Labo
NO <sub>3</sub> - Nitrates	10 mg/L	21/01/10	14h35	Labo
Température	19°C	15/01/10	14h00	Labo
Conductivité	32.3 µS/cm	15/01/10	14h00	Labo

Nous avons donc utilisé un psychromètre afin de mesurer l'humidité de l'air.

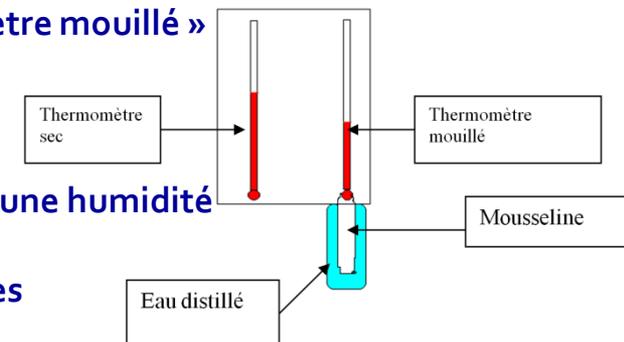
Pour cela il nous fallait prendre la température ambiante avec un thermomètre appelé « thermomètre sec » et la température d'un échantillon d'eau distillée avec le « thermomètre mouillé »

Température sec = 22°C

Température mouillé= 15°C

Après avoir rapporté ces mesures sur le tableau de valeurs nous obtenons une humidité d'environ 40%.

Nous avons refait ces tests avec un autre échantillon d'eau de pluie mais les résultats sont similaires.



# L'Anémomètre



**Nous préparons plusieurs constructions nécessaires aux saisies météorologiques.**

**Tout d'abord un anémomètre assez puissant pour nous permettre de récolter des données suffisantes pour pouvoir exposer nos mesures sur plusieurs sites météorologiques.**

**Nous avons donc opté pour un générateur pouvant fonctionner à n'importe quel type de vents: un moteur et non une dynamo qui ne fonctionne qu'avec des vents violents.**

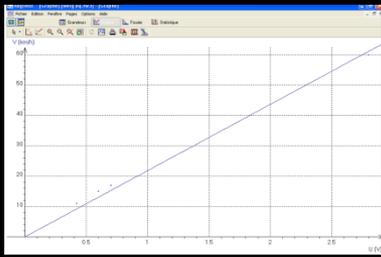
**Pour commencer, nous avons scié la partie inférieure de la fixation plastique de l'anémomètre afin de récupérer la partie supérieure.**

**Nous avons rendu le moteur étanche avec du plastique et du sparadrap, puis percé la tête de l'anémomètre en son centre afin de pouvoir fixer à l'intérieur l'embout du moteur.**

**Nous avons terminé l'étanchéité du moteur et testé sa fonctionnalité sous l'eau. Puis nous avons pu fixer les hélices de la partie supérieure de l'anémomètre avec de la Super Glue et nous avons pu voir que lorsqu'il tourne, nous avons une production de tension.**

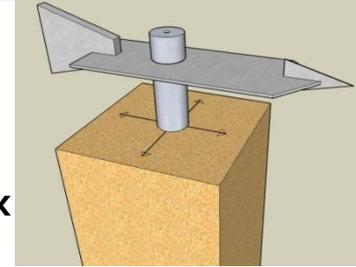
**Mais il nous faut amplifier ce courant grâce à un amplificateur inverseur (AOP).**





**Maintenant que nous avons le ventilateur nous pouvons effectuer des mesures à 3 vitesses différentes. Nous avons donc effectué les mesures avec seulement l'anémomètre. Nous avons ensuite effectué les mesures avec l'AOP et nous avons encore obtenu une courbe linéaire.**

**Maintenant que nous avons trouvé le matériau nécessaire, nous pouvons fabriquer notre girouette. Nous avons donc fait un essai avec du balsa fin de 1.5mm puis nous en avons fait une autre avec une épaisseur de 2mm pour mieux résister aux vents forts.**



**Ensuite nous avons percé notre girouette à son centre de gravité et mis le système avec les perles et le clou sur son poteau afin de lui permettre de tourner. Pour qu'il puisse résister aux intempéries nous l'avons verni.**

**Nous avons ensuite disposé nos composants sur une plaque blanche afin de tester le fonctionnement de notre circuit. Après plusieurs essais, nous avons enfin obtenu un signal amplifié.**



**Nous avons repris le montage de l'anémomètre en main. On a alors effectué un plan du circuit puis nous avons soudé nos composants sur la plaque prévue à cet effet.**

**Nous avons commencé par calculer les valeurs des résistances dont nous aurions besoin. En effet, nous voulions obtenir, pour une tension d'entrée  $U_e$  d'une valeur de 0.1V (100 km/h) une tension de sortie  $U_s$  3.3V (le maximum que nous devrions obtenir).**

**Nous connaissons la relation  $(R_1+R_2)/R_1=(U_s/U_e)$ . Nous avons pris une résistance  $R_1$  d'une valeur de 2.2 kilo-ohms.**

**On a donc  $(2.2+R_2)/2.2=3.3/0.1$**

$$(2.2+R_2)/2.2=33$$

$$2.2+R_2=72.6$$

$$R_2=70.4 \text{ kilo-ohms}$$

**Nous avons pris deux résistances afin d'obtenir un équivalent : une de 10 et une de 56 kilo-ohms**

**Nous avons ensuite disposé nos composants sur une plaque blanche afin de tester le fonctionnement de notre circuit. Après plusieurs essais, nous avons enfin obtenu un signal amplifié.**



**Pour obtenir la vitesse du vent, nous devrions multiplier la tension obtenue par 27, soit :**

$$17.5 \text{ km/h} = 0.70\text{V}$$

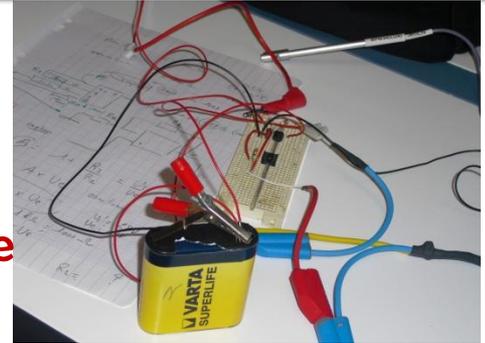
$$14 \text{ km/h} = 0.50\text{V}$$



# Le capteur de température 1

Nous avons travaillé sur un capteur de température de référence LM35DZ ( dont les températures limites sont de 0°C à +30°C ). Sa tension de sortie dépend de sa température.

Ce capteur de température nécessite une alimentation pour fonctionner. Sa tension d'alimentation peut varier entre 4V et 20V.



Pour vérifier les caractéristiques du capteur LM35DZ pour des températures allant de 0 à 30 °C, nous avons approcher le capteur d'une source glacée ( glaçon ) ; après cette expérience, nous avons fait de même en approchant le capteur d'une source de chaleur ( eau chaude par exemple )

Nous avons réussi à mesurer une température égale ainsi que supérieure à 30 °C mais pour ce qui est de celle de 0 °C nous n'avons pas encore réussi à la mesurer.

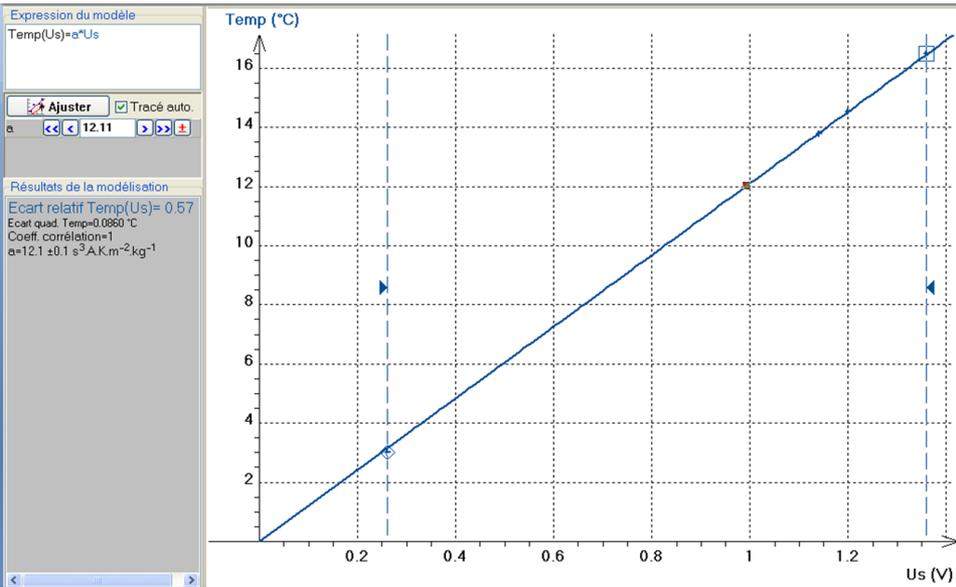
**Après avoir vérifié la capacité du capteur à mesurer des températures faibles en l'ayant mis dans un congélateur, nous avons pu mesurer une tension qui nous disait que la température était égale à 0,1 °C. De même, nous avons vérifié sa capacité à mesurer des températures ambiantes, dehors sur une table au soleil : nous avons trouvé presque la même valeur qu'un thermomètre : 22,3°C pour notre capteur et 22°C pour le thermomètre.**

<b>Température du capteur</b>	0,1°C mesurée dans le congélateur car notre capteur ne descend pas en dessous de cette température	22,3°C température mesurée au soleil sur la table de dehors	20,2°C température mesurée dans la coursive
<b>Température du thermomètre (approximatif)</b>	-3°C	22°C température mesurée au soleil sur la table de dehors	20°C température mesurée dans la coursive
<b>Tension mesurée</b>	0,001 Volts	0,223 Volts	0.202 Volts

**L'expression « tension de sortie » signifie que lorsque la température atteint 1 degré la tension mesurée à l'aide du multimètre est censé afficher 0,01 V. De ce fait on peut dire qu'il s'agit d'une fonction linéaire ; il y a donc un rapport de proportionnalité.**

**Maintenant nous allons souder intégralement notre montage sur la plaquette finale...**

Nous avons donc choisi de mettre 1 résistance de  $k\Omega$  et 3 résistances montées en série de  $2.2 k\Omega$  sur ce nouveau montage :



Pour 30 °C la valeur de la tension sera de 2.47 Volts.

Donc pour avoir la température finale, nous n'aurons plus qu'à effectuer la multiplication  $12.11 * U_s$ , ce qui nous donnera la température exacte.

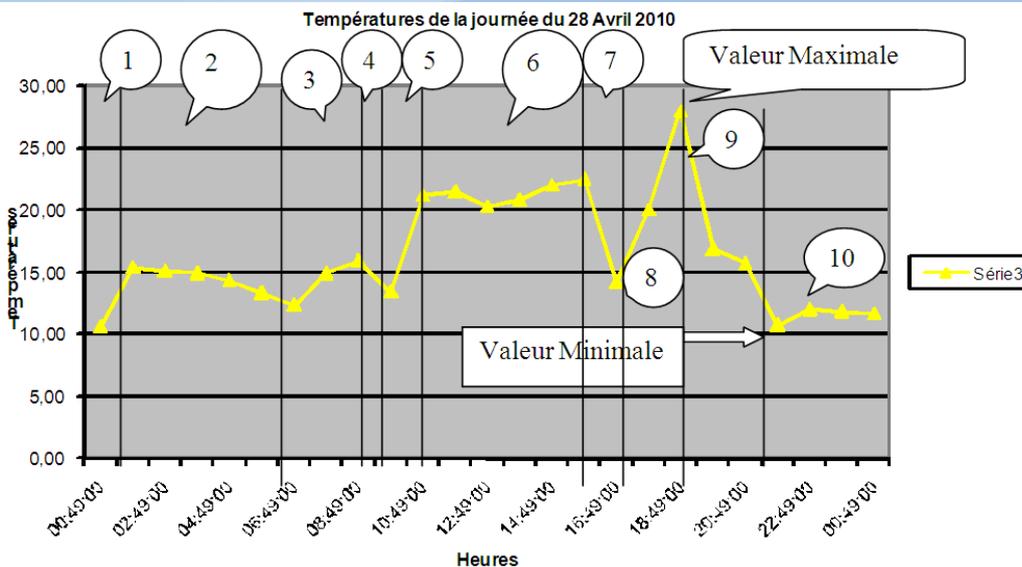
Voici la courbe d'étalonnage qui est notre courbe de référence (ci-contre).

La carte MERMOZ ne fonctionnant plus, nous avons donc cherché une solution pour nous permettre de récupérer quand même nos mesures, afin de les exploiter.

Malheureusement il faudra la changer mais, elle sera moins pratique car elle n'aura qu'une seule entrée. Nous allons donc changer le capteur branché toute les semaines pour pouvoir avoir quelques mesures provenant de nos capteurs qui fonctionnent tous.

Nos mesures ont été prises à intervalle régulière, c'est à dire, toutes les heures.  
Nous pouvons voir que la température a 00h49min était de 10.62 °C (partie 1).  
Durant La nuit, c'est à dire de 1h49 a 6h49, nous pouvons assister a une chute de température d'environ 3°C (Partie 2).

Nous pouvons ensuite voir une légère augmentation de température de 6h49min a 8h49min (partie 3), puis une chute durant l'heure suivante, a 9h49 (partie 4).  
Nous pouvons ensuite voir un forte augmentation de 10h49 à 11h49, ce qui peut s'expliquer par la chaleur de la journée qui commence a arrivé en fin de matinée (partie 5).  
Nous pouvons ensuite assister à une constance des températures, qui stagne environ entre 20 °C et 24 °C, entre 11h49 et 16h49 (partie 6).



De 16h49 à 17h49, nous voyons une forte baisse de la température, qui passe d'environ de 22°C a 15 °C ; Nous pouvons penser que cette chute est due à une ombre présente sur le capteur (partie 7).

De 17h49 a environ 19h00, nous assistons a une forte hausse de température, suite au soleil « tapant » sur notre capteur (partie 8).

De 19h00 à 22h00, nous assistons a une forte baisse de la température, le soleil ne reflétant pas sur notre capteur (partie 9). Dans la partie 10, stabilisation de la température.

# Le capteur de température 2

Après avoir pris connaissance de notre matériel mis à notre disposition, nous avons mesuré, à l'aide d'un thermomètre, la température ambiante de la salle. Nous avons trouvé :

T.amb :19°C

Après nous avons mesuré la résistance de la thermistance CTN à température ambiante. Nous avons obtenu : 189,9 ohm.

En tenant la thermistance CTN dans nos mains, soit Tcorps : 37°C, la résistance Rctn diminue. On peut donc dire que la thermistance CTN dépend de la température : Si la température augmente alors la résistance diminue et inversement

Temp (°C)	19	24	29	34	39	44	49	54
Rctn (Ohm)	189.4	153.5	130.8	108.3	91.9	76.6	65.1	55.8
Rpt (kOhm)	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22

Temp (°C)	59	64	69	74	79	84	89	94
Rctn (Ohm)	46.4	40.4	34.9	29.2	25.4	21.7	18.9	16.5
Rpt (kOhm)	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38

0 °C = 273 K

Une thermistance CTN est une thermistance à coefficient de température négatif. Sa résistance dépend de la température : elle augmente si la température diminue et inversement.

Lors d'une séance, nous avons abordé une partie théorique nous permettant de déterminer  $\beta$  et  $R_0$  qui correspond à la valeur de la résistance avec une température de 25°C en Ohm.

Nous avons résolu deux équations afin de déterminer  $\beta$  et  $R_0$  :

$$\beta = (T_1 * T_2 / T_2 - T_1) \ln(R_1 / R_2)$$

$$R_0 = R_1 / e^{(\beta(1/T_1) - (1/T_0))}$$

Les résultats obtenus sont :

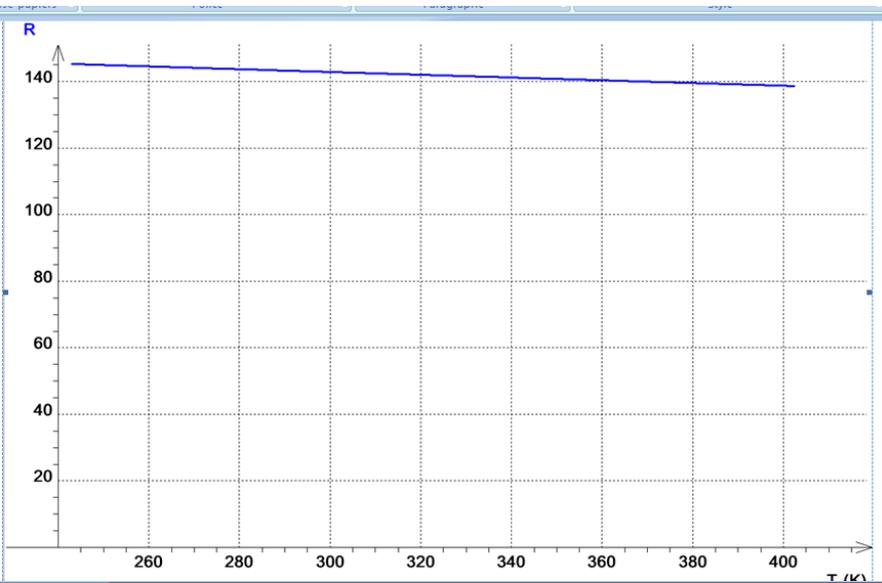
$$\beta = 3418$$

$$R_0 = 156 \text{ Ohm}$$

$\beta$  et  $R_0$  correspondent à peu près aux valeurs conventionnelles qui sont :

$$\beta = 3400$$

$$R_0 = 150 \text{ Ohm}$$



**Avec les résultats obtenus dans la séance précédente nous avons tracé à l'aide de Regressi la relation Résistance/Température de la CTN.**

**Nous avons pris un intervalle compris entre 243K/403K : Nous obtenons une droite décroissante ce qui correspond bien à la propriété principale qui est : Si la température augmente la valeur de la résistance CTN diminue et inversement. Voici donc ce que nous avons obtenu.**

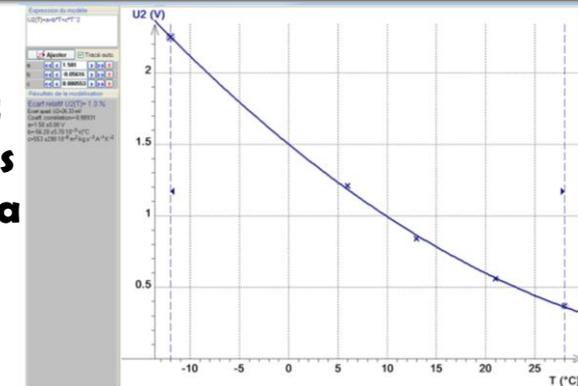
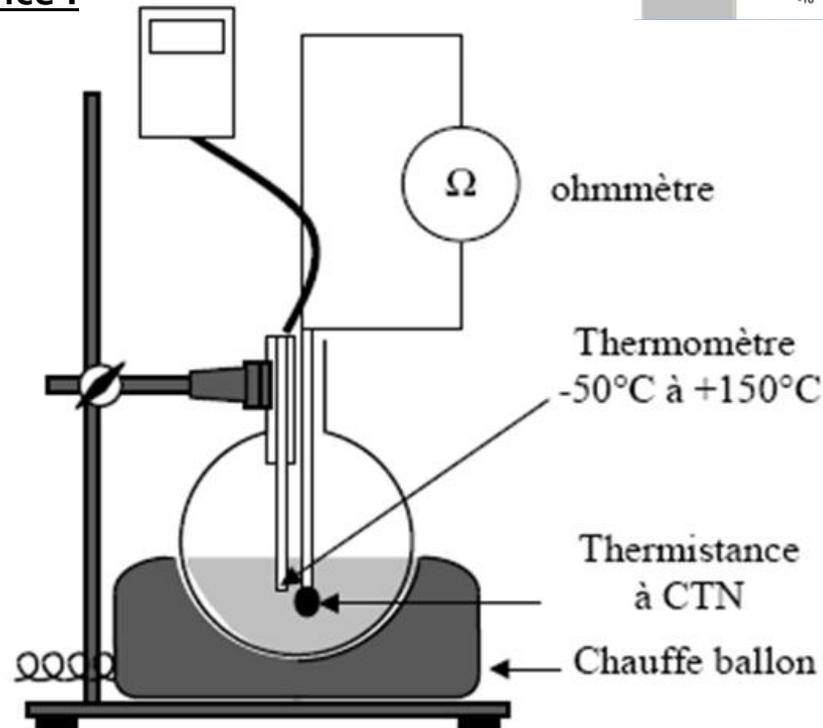
Nous avons modélisé notre courbe, la relation entre  $U_2$  et la température :

$U_2(q) = a + b \cdot q + c \cdot q^2$  C'est une fonction polynôme.

La tension de la CTN diminue lorsque la température augmente. C'est donc la même propriété que la résistance de la CTN.

**Nous nous sommes rendus compte que la courbe faite avant les vacances était fautive. Après avoir refait des mesures dans des milieux différents comme dans un congélateur ou dans la main, nous avons obtenu la courbe suivante :**

Etalonnage d'une thermistance :



# Le capteur de lumière

Nous avons réaliser le montage avec la résistance de  $1K\Omega$  et d'une photodiode sur une plaquette puis nous avons brancher un voltmètre aux bornes de la résistance afin d'observer les variation de la tension en déplaçant la photodiode à la lumière et à l'obscurité.

**Le courant dans le circuit augmente lorsque l'intensité lumineuse reçue est importante.**

Pour une même intensité lumineuse reçue sur la photodiode, le courant varie lorsqu'on change de résistance, en effet, plus la résistance est grande, plus l'intensité diminue (parfois de façon très importante).

On n'utilise pas un ampèremètre pour mesurer ce courant car les valeurs sont très petites et l'appareil n'est pas assez précis.

Pour nos mesures, il est préférable d'utiliser une résistance d' $1K\Omega$  car plus la résistance est petite, plus les valeurs sont précises.

Une photodiode est un conducteur semi-électrique ayant la capacité de détecter une intensité lumineuse et de le transformer en courant.

$$U_{C \text{ lumière}} = 5.58 \text{ V}$$

$$U_{C \text{ obscurité}} = 0 \text{ V}$$

Une photorésistance est un conducteur électrique dont la résistance varie avec l'éclairement (plus on éclaire, plus elle diminue).

><	$U_R$ (V)	$I$ (mA)	$U_{LDR}$	$R_{LDR}$
Obscurité	0V	0V	0V	1.4 M $\Omega$
Lumière	3.64V	0.05 mA	32.8 mV	0.9 M $\Omega$

Lorsque l'éclairement augmente,  $R_{LDR}$  diminue.

L'allure de la caractéristique de la photorésistance  $U_{LDR} = f(i)$  est linéaire. On peut en conclure que la tension est proportionnelle à l'intensité.

Cela rappelle à la caractéristique de la photodiode.

Le coefficient directeur est  $993.5 \pm 0.4 \cdot 10^{-3}$

$R_{LDR}(\text{lumière}) = U/I = 1 \text{ k}\Omega$

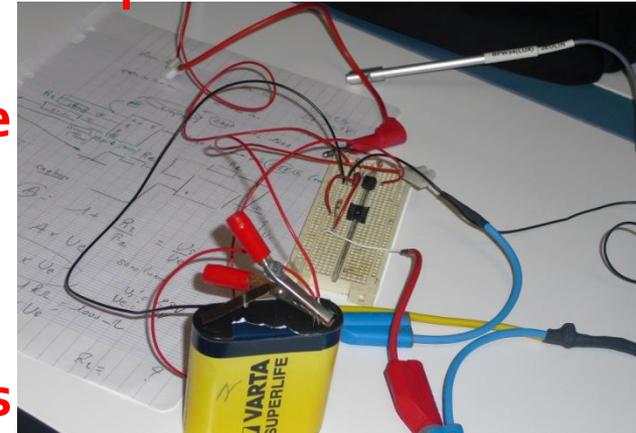
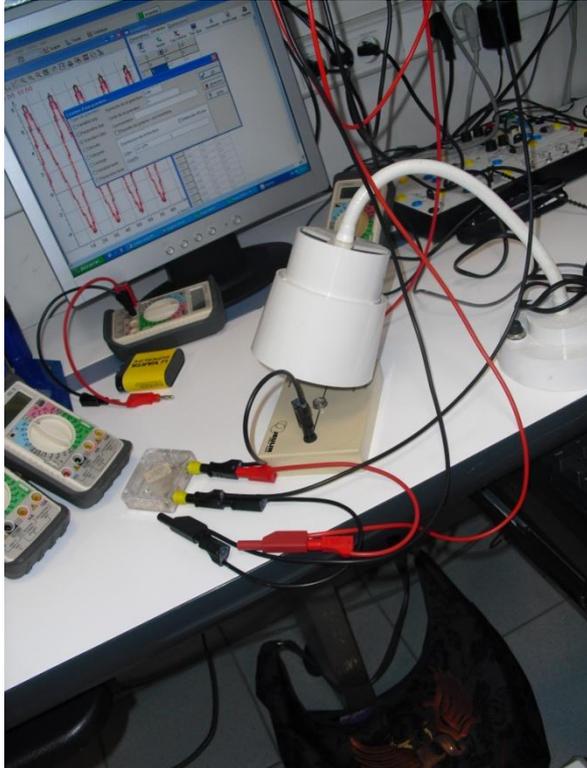
$R_{LDR}(\text{obscurité}) = U/I = 1 \text{ k}\Omega$

**Le montage de la photodiode ne fonctionne pas, nous avons fait des soudures pour essayé de trouver une solution afin qu'il fonctionne.**

**Nous avons un montage qui marche, celui de la LDR. L'autre montage ne marche pas, nous avons cherché le problème mais**

**aujourd'hui il ne marche toujours pas donc nous ne nous attardons pas sur le problème, nous avons l'autre montage qui**

**fonctionne très bien. Nous avons réalisé que le montage de la photodiode marcher sur la plaquette d'essai, le problème vient sûrement des soudures.**



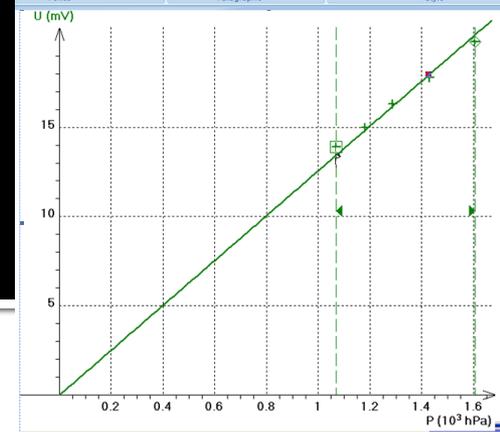
# Le capteur de pression

Après avoir fini de réaliser le montage de notre projet, nous avons malencontreusement rencontré quelques problèmes. Tout d'abord des problèmes informatique, la tension ne variait pas sur l'ordinateur, nous avons plusieurs fois changé d'alimentation mais le problème persistait. Nous nous sommes rendues compte que c'était le voltmètre visuel qui ne fonctionnait pas et nous avons opté pour un voltmètre traditionnel.

Puis il nous fallut changé plusieurs tuyau malheureusement fissuré.

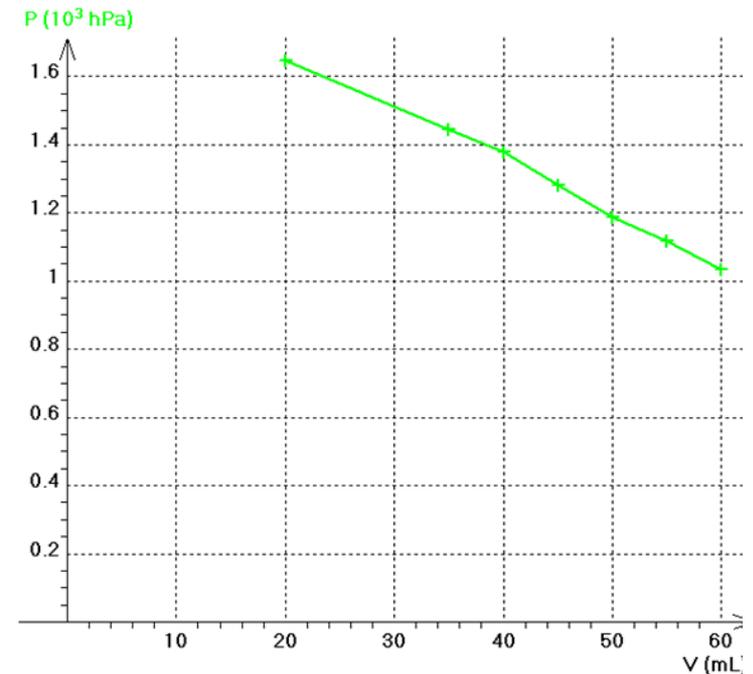
I	V	P	U
><	ml	mV	hPa
0	25	19.8	1606
1	30	17.8	1430
2	35	16.3	1288
3	40	15	1180
4	45	13.9	1069

Nous avons donc grâce a cette modélisation, vérifier que le courbe était linéaire, et son équation est de :  $U(P)=a*P$  avec  $a = 12.6 \pm 0.3$   $10^{-10}$  .  
 On en déduit alors la sensibilité du capteur : a. (soit =  $12.6 \pm 0.3$   $10^{-10}$  V/Pa )

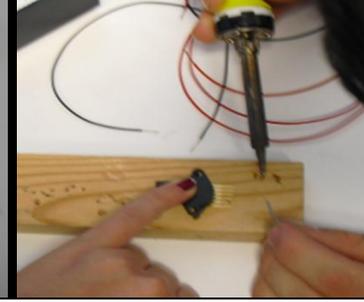
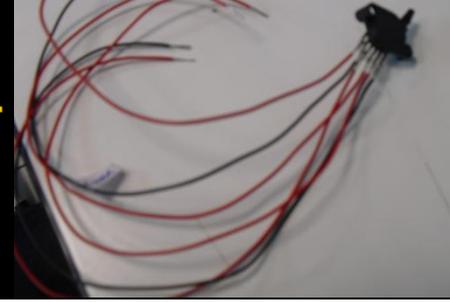


En raison des fuites de pression que les tuyaux ont occasionné, nous n'avons pu observer un produit  $P*V$  constant. Si nous n'avons pas eu ces fuites,  $P*V$  aurait été constant . Ce qui signifie que la pression est proportionnelle au volume d'air.  
 Le montage est suffisant pour amplifier convenablement selon les critères précédents, c'est à dire obtenir une sensibilité de l'ensemble au moins égale à  $1\text{mV}/\text{mb}$ .

I	V	P	Us	A
><	ml	hPa	V	hPa/ml
0	20	1647	0.45	$3.294 \times 10^4$
1	35	1445	0.42	$5.058 \times 10^4$
2	40	1378	0.405	$5.512 \times 10^4$
3	45	1280	0.392	$5.76 \times 10^4$
4	50	1188	0.373	$5.94 \times 10^4$
5	55	1116	0.357	$6.138 \times 10^4$
6	60	1034	0.338	$6.204 \times 10^4$



Après avoir passé 2 séances à attendre l'arrivée du capteur MPX 4115 AP nous avons enfin pu le souder... Nous avons soudé les 6 branches mais seulement 3 allaient être par la suite utiles .



Il fallait mettre du produit à thermomètre jusqu'au 0 pour ensuite pouvoir calculer la hauteur 'h' qui allait nous permettre de calculer la pression relative de la pièce.

Il nous fallait donc presser la seringue qui exerçait une compression ou une détente qui faisait alors bouger le liquide contenu dans le thermomètre et qui nous donnait une certaine tension, elle-même associée à la pression exercée dans la seringue .



**A ce moment, nous avons du surmonter de nombreux problèmes 'techniques' car nous n'arrivions pas à :**

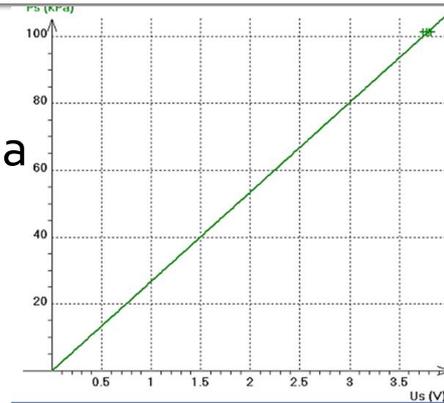
- remplir jusqu'au 0 la colonne à eau avec le liquide à thermomètre a cause de nombreuses bulles .

La tension ne variait pas .

-En raison d'une forte pression exercée par la seringue, le liquide contenu dans la colonne à eau remontait soit dans le fil, soit sortait de l'autre côté.

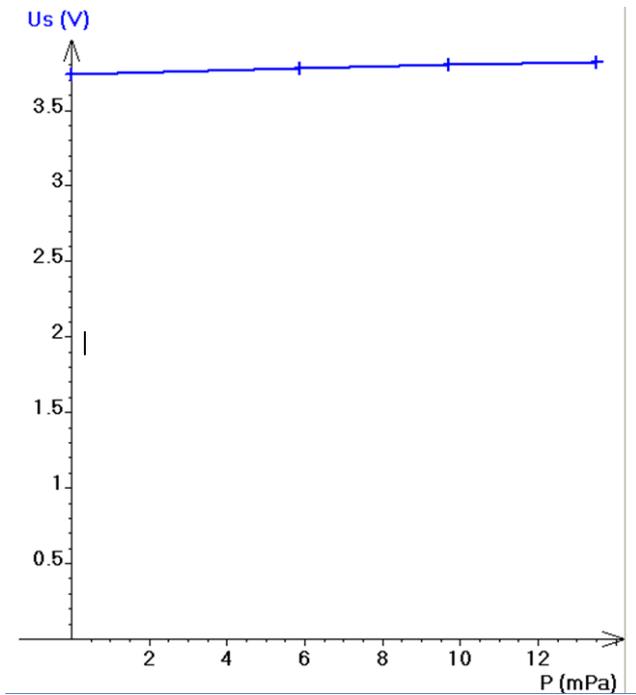
# Nous avons donc dû réduire la quantité de liquide introduit dans la colonne à eau mais nous n'avons pu faire que seulement 4 mesures.

Ici se trouvent les deux graphiques qui en résultent. L'un avec la pression dans la seringue en fonction de la tension.



Et l'autre la tension en fonction de P:

$U_s$	$h$	$P$	$V_s$	$P_{rel}$	$P_s$
V	m	Pa	$m^3$	Pa	Pa
3.74	0	0	0	0	$1.013 \times 10^5$
3.78	0.085	0.00588	$6.005 \times 10^{-7}$	0.833	$1.013 \times 10^5$
		5			
3.8	0.14	0.00969	$9.891 \times 10^{-7}$	1.372	$1.013 \times 10^5$
		3			
3.82	0.195	0.0135	$1.378 \times 10^{-6}$	1.911	$1.013 \times 10^5$



# Le Photomètre

Le photomètre est un appareil qui permet d'identifier et de quantifier une substance grâce aux propriétés de la lumière.

En fonction de  $ES_1$  et de  $ES_2$  on détermine la transmission de l'atmosphère. L'unité utilisée est le watt par  $m^2$ . Plus la visibilité est réduite, plus l'épaisseur optique est importante.

La lumière est composée de photons dont l'énergie est définie par sa longueur d'onde en nanomètres. Si le même nombre de photons de toutes les longueurs d'onde nous parvient au même moment, alors nous percevons une lumière blanche.

Une substance ne peut absorber que les longueurs d'onde qu'elle émet. Le spectre d'absorption d'une substance sert à son identification.

La spectroscopie est donc la science qui permet d'identifier et de quantifier des entités chimiques à partir d'une longueur d'onde  $\lambda$  déterminée.

Ainsi on peut connaître ce qui nous sépare du sommet de l'atmosphère grâce à l'éclairement solaire.

Dans un ciel dégagé ou à partir d'une station spatiale, on peut déterminer les gaz à la surface d'une étoile.

On peut modifier la position et la largeur de la zone  $\lambda$ .

# Pour commencer, nous avons reçu le photomètre et avons aussi, pour en récupérer les données, installé le logiciel avec le cd fourni.

Nous avons ainsi commencé à nous servir de ce logiciel et à en explorer les multiples utilisations possibles qu'il nous offrait pour ce projet.

Les données ont donc été transmises au logiciel, qui les a enregistré.

Puis nous avons effectué des mesures en extérieur, en ayant préalablement relevé les conditions de pression et d'angle d'élévation solaire, mais avons ensuite remarqué l'incapacité du logiciel à récupérer des données ainsi prises lorsque le photomètre n'était pas branché.

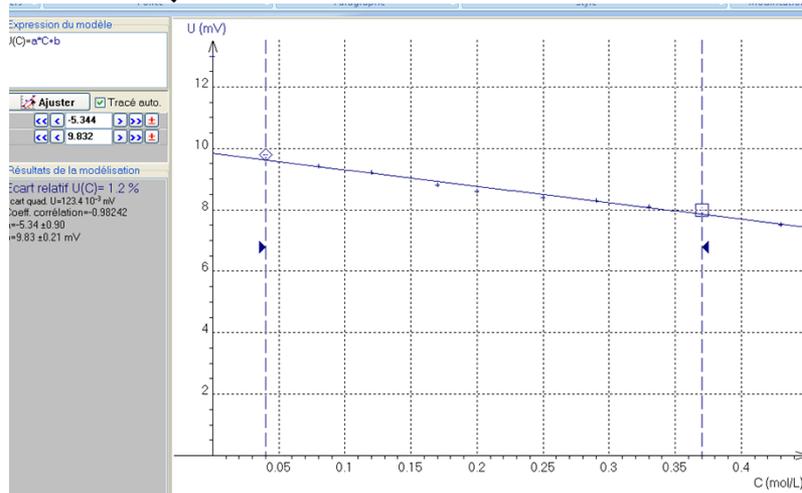
Nous avons donc finalement noté toutes les mesures effectuées en extérieur sur un morceau de papier, mesures qui ont été après retranscrites ci-dessous (quelque exemple) :

Heure (UT)	Température du photomètre	AOT du canal vert	AOT du canal rouge
11:45:00	24 °C	0.27	0.07
11:22:00	25 °C	2.48	1.22
11:07:00	23 °C	0.28	0.18

La première fois, nous avons réalisé le montage demandé (à savoir un laser, une photodiode, un voltmètre étant branché en dérivation).

A partir de ce montage, nous avons tout d'abord placé des cuves vides entre le laser et la photodiode, et en fonction du nombre de cuves, nous avons étudié les variations de tension aux bornes de la photodiode.

Nous avons effectué cette expérience avec 10 solutions qui nous étaient fournies et en avons calculé la concentration en mol/L. Les relevés étaient très concluants jusqu'à la huitième solution, ce qui nous a permis de tracer la courbe d'étalonnage de la tension aux bornes de la photodiode en fonction de la concentration de la solution de sulfate de cuivre placée dans la cuve (ci-dessus)



Ainsi, grâce à l'étude de cette courbe, nous avons pu calculer la concentration d'une solution inconnue à partir de la tension mesurée. Nous avons trouvé une concentration de 0.43 mol/L, tandis qu'elle était de 0.40 mol/L : notre expérience a donc été concluante, elle a prouvé l'efficacité de cette méthode pour trouver la concentration d'une solution.