

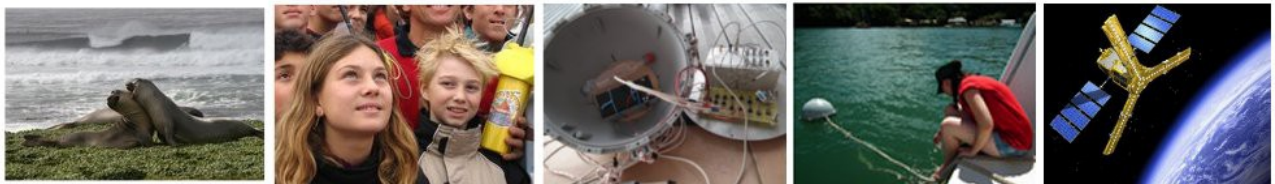


Toulouse Janvier 2015

**ARGO TECHNO**

# Mesure de température

## Mise en œuvre d'une thermistance



Frédéric BOUCHAR (TENUM Toulouse)

Version 3.0

## **Table des matières**

1.Introduction.....	3
2.Problématique et documentation.....	3
Lecture des informations.....	3
3.Gamme de mesure et choix du capteur.....	5
4.Caractéristiques du capteur.....	6
5. Montage et résultats.....	7
Appréciation des résistances.....	7
Comment choisir la valeur de R2 ?.....	8
6.Courbe d'étalonnage théorique.....	9
Nous allons nous intéresser à la recherche affinée de R2.....	9
Intéressons nous maintenant au tracé de la courbe d'étalonnage.....	10
7.Montage du capteur.....	11
8.ANNEXE.....	12
9.Références.....	13

## 1. Introduction

Ce document conçu sous la forme de *Travaux Pratiques*, présente une manière d'aborder la mesure d'une grandeur physique facilement appréciable par les jeunes : **la température**.

La démarche abordée dans ce document est celle fortement conseillée pour les expériences scientifiques :  
« **Je choisis ce que je veux mesurer avant de choisir comment et avec quoi je vais le faire** ».

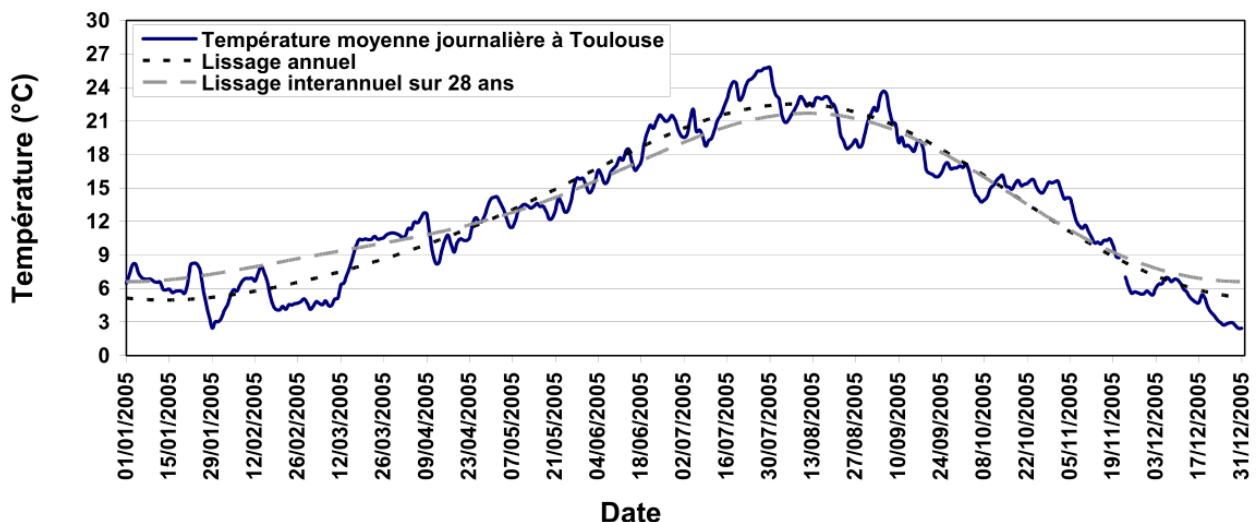
Nous commencerons par poser la problématique qui nous amène à vouloir mesurer une température. Nous proposons ensuite une approche théorique permettant de choisir les composants et d'obtenir une courbe d'étalonnage de notre capteur de température. Dans la troisième partie, nous vous présentons une manière de présenter les résultats des mesures

## 2. Problématique et documentation

Peut-on prévenir la ville de Toulouse des inondations ?  
Quels paramètres pourraient indiquer une brutale montée des eaux ?

Nous avons choisi d'étudier, entre autres paramètres, la variation de la température de l'eau le long de la Garonne entre le mois de Janvier et le mois de Mai. Plusieurs sites peuvent être étudiés.

### Lecture des informations



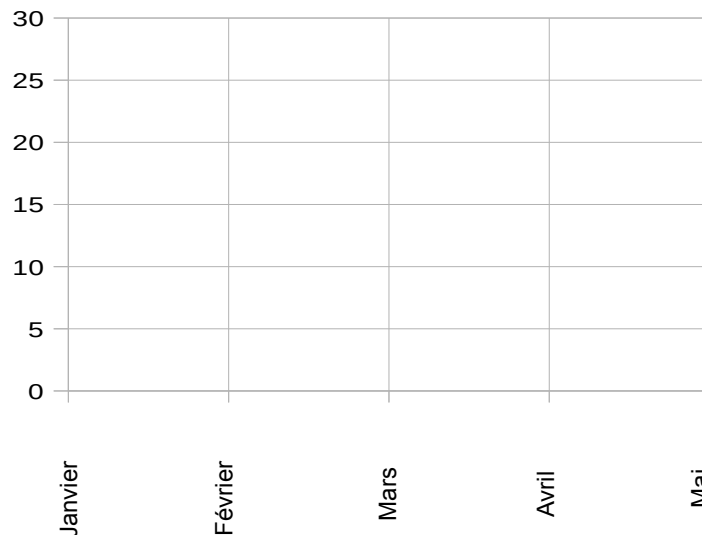
La température de l'eau sur le rivage de La Garonne peut varier de plusieurs degrés par rapport aux températures en eaux libres. Par exemple après de fortes pluies à proximité des embouchures de rivières ou après une longue période de forts vents de terre. Les vents de terre font que de l'eau plus profonde (donc plus froide) remplace l'eau de surface réchauffée par le soleil. La température de l'air, le refroidissement du vent et l'ensoleillement sont des facteurs à considérer.



### 3. Gamme de mesure et choix du capteur

Suite à la lecture des informations, quelles pourraient-être les variations de température entre Janvier et Mai ?

Température (°c)



**La gamme de mesure est le domaine de variation de la grandeur physique mesurée.**

Dans notre cas, le domaine est un simple intervalle délimité par la valeur minimale et la valeur maximale de température rencontrée dans les conditions normales de fonctionnement.

Tmin = \_\_\_\_\_ Tmax = \_\_\_\_\_

Nous utiliserons des capteurs passifs (thermistances) : ils sont très simples, robustes, bon marché et surtout permettent de couvrir une gamme de mesure très variée.

Les thermistances utilisées sont de type CTN, Coefficient de Température Négatif, c'est à dire que lorsque la température augmente, la résistance diminue. Il existe des CTP mais elles sont moins courantes dans les catalogues des fournisseurs.

## 4. Caractéristiques du capteur

Le capteur utilisé est une thermistance à coefficient de température négatif.

La résistance varie en fonction de la température en suivant cette loi :

$$R = R_0 \cdot e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$
 avec  $R_0$  la résistance de la thermistance à la température  $T_0 = 298\text{K}$  ( $25^\circ\text{C}$ )

$\beta$  est un coefficient donné par le fabricant de la thermistance.

Il peut également être déterminé expérimentalement avec deux mesures de la résistance de la CTN à des températures différentes.

Tracer la caractéristique de la thermistance de 10Kohm et de  $\beta=3977$

Ouvrir le fichier *TPMesureTempérature.ods*

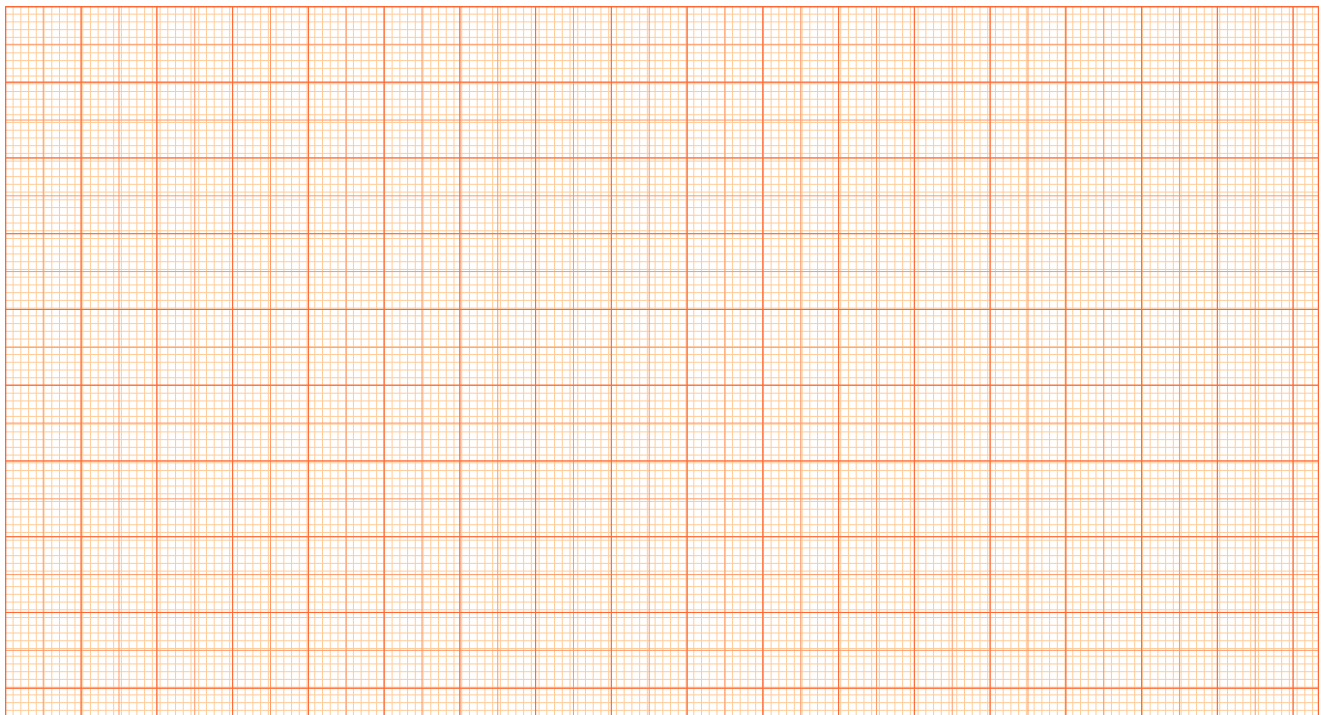
Utiliser la première feuille : "Relation Résistance-Température"

Entrer les coefficients :  $\beta$  et  $R_0$

Appliquer la formule de la résistance en fonction de la température à partir de la case D17

Attention aux adresses absolue des cases  $R_0$ ,  $\beta$  et  $T_0$

Vérifier les valeurs des températures des premières colonnes du tableau.



## 5. Montage et résultats

Nous allons réaliser un montage dit en **pont diviseur** pour convertir la variation de résistance de notre capteur en variation de tension.

Le choix de la résistance fixe ici R2 est crucial pour le bon fonctionnement de votre mesure. Il ne doit jamais être fait au hasard.

$$U_1 = R_1 \times i$$

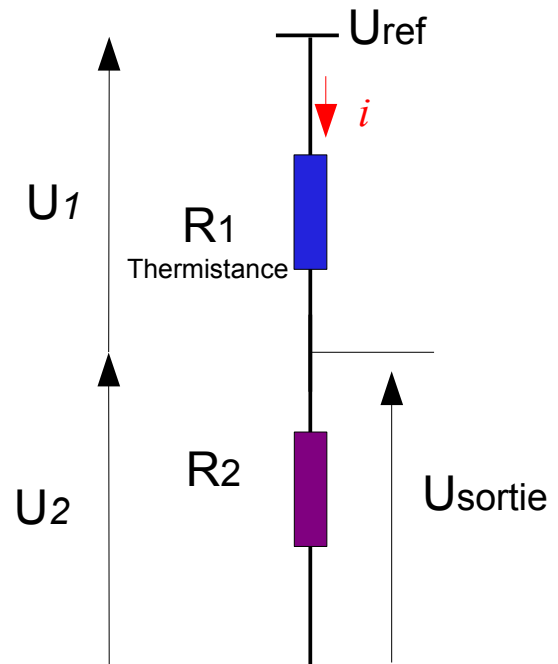
$$U_2 = R_2 \times i \quad (1)$$

$$U = (R_1 + R_2) \times i \quad (2)$$

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow \frac{U}{U_2} = \frac{(R_1 + R_2)}{R_2}$$

$$\Rightarrow U_2 = U \times \frac{R_2}{(R_1 + R_2)}$$

La tension de sortie est égale à : 
$$U_{\text{sortie}} = U_{\text{ref}} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



### Appréciation des résistances

Évaluer la tension de sortie avec  $U_{\text{ref}} = 5\text{Volts}$  lorsque :

R1 est très petite par rapport à R2

$U_{\text{sortie}}$  est proche de \_\_\_\_\_ V

R1 est très grande par rapport R2

$U_{\text{sortie}}$  est proche de \_\_\_\_\_ V



# Mesurer la température de l'eau

## Formation Argonautica 2015



### Comment choisir la valeur de $R_2$ ?

L'idée est d'obtenir la tension de sortie du pont diviseur, au centre de sa pleine échelle, pour la température se trouvant au milieu de la gamme de mesure.

Dans notre cas, avec  $U_{ref} = 5\text{volts}$ , il faudra chercher à obtenir 2,5 volts.

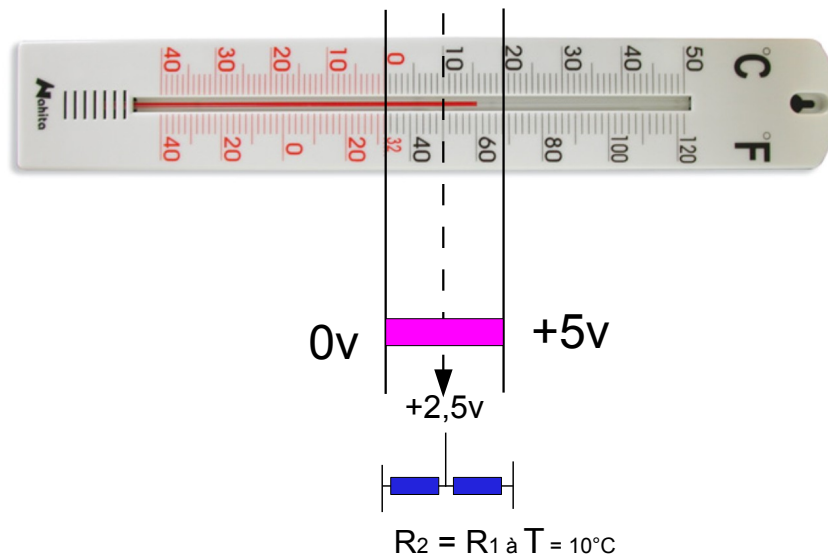
Lorsque nous avons 2,5 V, nous avons affaire à un pont diviseur par 2 et donc,  $R_1 = R_2$  (voir § précédent).

#### Exemple :

Gamme de mesure :  $0^\circ\text{C}$  à  $20^\circ\text{C}$   $\Rightarrow T^\circ$  milieu =  $10^\circ\text{C}$

D'après nos calculs sur la feuille Calc distribuée avec ce document (feuille Relation Résistance-Température), notre thermistance ( $R_1$ ) à  $10^\circ\text{C}$ , vaut 20,29 K $\Omega$ .

Nous choisirons donc une résistance fixe de 18K $\Omega$ .





## 6. Courbe d'étalonnage théorique

Nous allons tracer la courbe d'étalonnage de notre capteur de température

Ouvrir le fichier TPMesureTempérature.ods  
Utiliser la deuxième feuille : "Pont diviseur"

### Nous allons nous intéresser à la recherche affinée de $R_2$ .

1/ Choisir dans la première colonne du tableau **Plage de variation**, des valeurs de  $R_2$  normalisées (voir Annexes) que l'on trouve par exemple dans des catalogues de composants. Essayons d'inclure dedans la valeur que nous avons trouvée dans le paragraphe précédent.

2/ Dans les colonnes  $U_{min}$  et  $U_{max}$ , entrons la formule du pont diviseur en utilisant à la place de  $R_1$ , la valeur de la thermistance à  $T_{min}$  (pour  $U_{min}$ ) [D18] et  $T_{max}$  (pour  $U_{max}$ )<sup>(\*)</sup> [D18] et pour  $R_2$ , la valeur que nous venons d'entrer au 1/. Prendre  $U_{ref} = 5V$

(\*)Attention, ces valeurs sont en adresse absolue (écrire B2 au lieu de B2), ainsi que pour  $U_{ref}$ .

3/ Dans la deuxième colonne celle de  $\Delta U (V)$ , entrer la formule de soustraction ( $U_{max} - U_{min}$ ) afin d'obtenir l'amplitude de la variation de tension en fonction du choix de  $R_2$ .

Que constatez-vous ? Quel est le meilleur choix de valeur pour  $R_2$  ?

## Mesurer la température de l'eau

### Formation Argonautica 2015



#### Intéressons nous maintenant au tracé de la courbe d'étalonnage

Toujours sur la feuille **Pont diviseur**, dans la partie **Conditionneur**, entrer la valeur de  $R_2$  choisie précédemment et prendre  $U_{ref} = 5V$ .

Pour calculer la tension de sortie ( $U_{sortie}$ ) en fonction de la température, il faut rentrer la formule du pont diviseur dans la colonne  $U_{sortir}$  du tableau **Données calculées**, cela pour toutes les valeurs de la gamme de température.

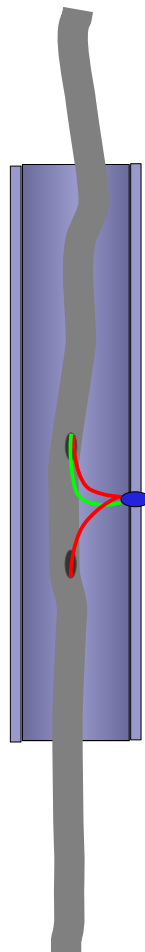
Quelle est la plage de variation de tension de sortie pour la gamme de température choisie ?

La comparer avec notre pleine échelle de tension (0-5V).

Quelles remarques peut-on faire ?

## 7. Montage du capteur

Le capteur doit être en contact rapproché avec l'élément dont il doit mesurer la température : l'eau.  
Pour cela, il sera monté dans un tube de PVC qui sera ensuite rempli de résine époxy.  
Dans le cas du montage en pont diviseur (§5), il est recommandé d'y intégrer la résistance fixe.



## 8.ANNEXE

### Résistances

Résistances série E12			
100	1K	10K	100k
120	1,2K	12K	120K
150	1,5K	15K	150K
180	1,8K	18K	180K
220	2,2K	22K	220K
270	2,7K	27K	270K
330	3,3K	33K	330K
390	3,9K	39K	390K
470	4,7K	47K	470K
560	5,6K	56K	560K
680	6,8K	68K	680K
820	8,2K	82K	820K

### Thermistance CTN

ELECTRICAL DATA AND ORDERING INFORMATION				
$R_{25}$ [ $\Omega$ ]	$B_{25/85}$ - VALUE		UL APPROVED [Y/N]	12NC ORDERING CODE 2381 640 6.... <sup>(1)</sup>
	[K]	[ $\pm$ %]		
680	3560	1.5	N	*681
1000	3528	0.5	N	*102
1500	3528	0.5	N	*152
2000	3528	0.5	N	*202
2200	3977	0.75	Y	*222
2700	3977	0.75	Y	*272
3300	3977	0.75	Y	*332
4700	3977	0.75	Y	*472
5000	3977	0.75	Y	*502
6800	3977	0.75	Y	*682
10 000	3977	0.75	Y	*103
12 000	3740	2	Y	*123
15 000	3740	2	Y	*153
22 000	3740	2	Y	*223
33 000	4090	1.5	N	*333
47 000	4090	1.5	N	*473
50 000	4190	1.5	N	*503
68 000	4190	1.5	N	*683
100 000	4190	1.5	N	*104
150 000	4370	2.5	Y	*154
220 000	4370	2.5	Y	*224
330 000	4570	1.5	N	*334
470 000	4570	1.5	N	*474

## **9. Références**

[1] Courbes page 3

EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU DE LA GARONNE AU COURS DES 3 DERNIERES  
DECENNIES (1977-2005) - O. CROZE, E. BLOT, L. DELMOULY – Mars 2007

[http://www.onema.fr/IMG/pdf/2007\\_028.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/2007_028.pdf)

[2] Carte page 4

DREAL MP2010

<http://www.toulouse-inondation.org/page-50/la-garonne.html>

**Contact** : [postmaster@kikiwi.fr](mailto:postmaster@kikiwi.fr)