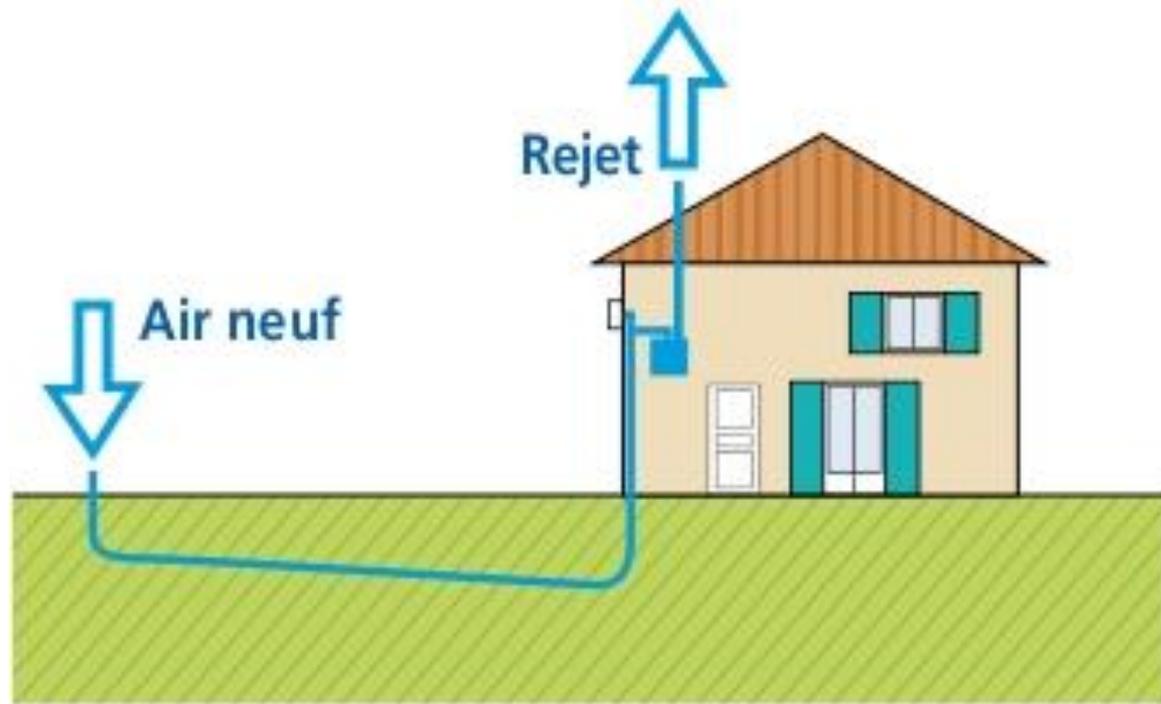


Puits Canadiens

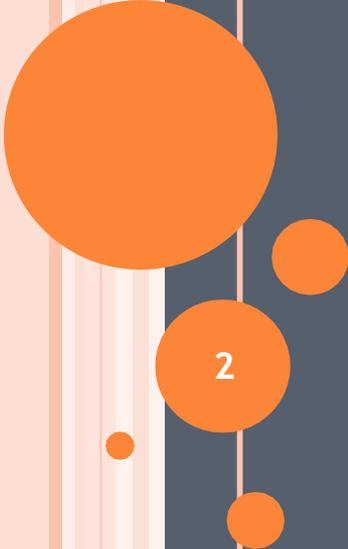
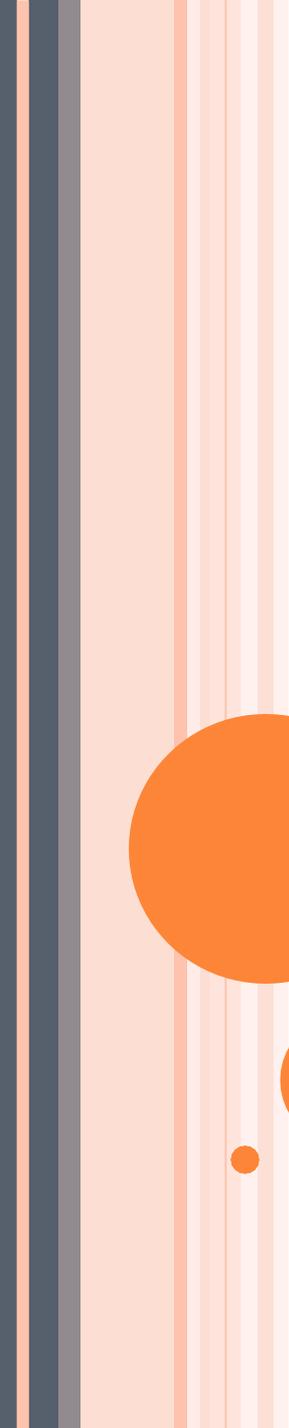


Principe simplifié d'un puits canadien (source: site blc-confort)

1

2020-2021

Numéro candidat: 50724



PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE

2

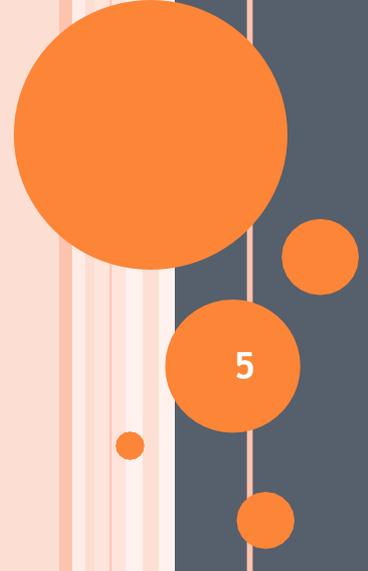
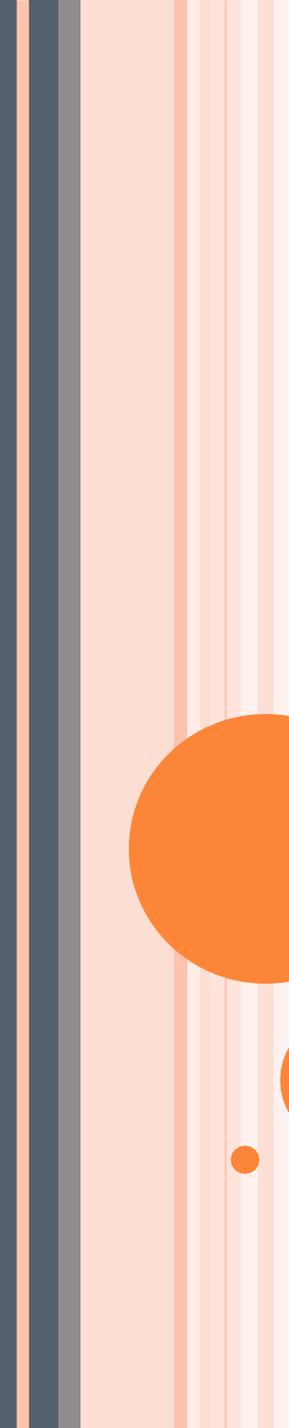
1. Problématique retenue
2. Sommaire

PROBLÉMATIQUE RETENUE

Après avoir vérifié les fonctions premières du puits canadien, nous nous demanderons dans quelles mesures le puits canadien est-il rentable énergétiquement et quelles grandeurs influent sur son efficacité ?

SOMMAIRE

- Réalisation d'un dispositif expérimental
 - 1^{ère} maquette
 - Dispositif expérimental complet
- Vérification des fonctions 1^{ères} du puits canadien
 - Climatisation et chauffage
 - Gain énergétique
 - Efficacité du puits
- Variation des paramètres dimensionnant
 - Variation du débit
 - Efficacité du puits

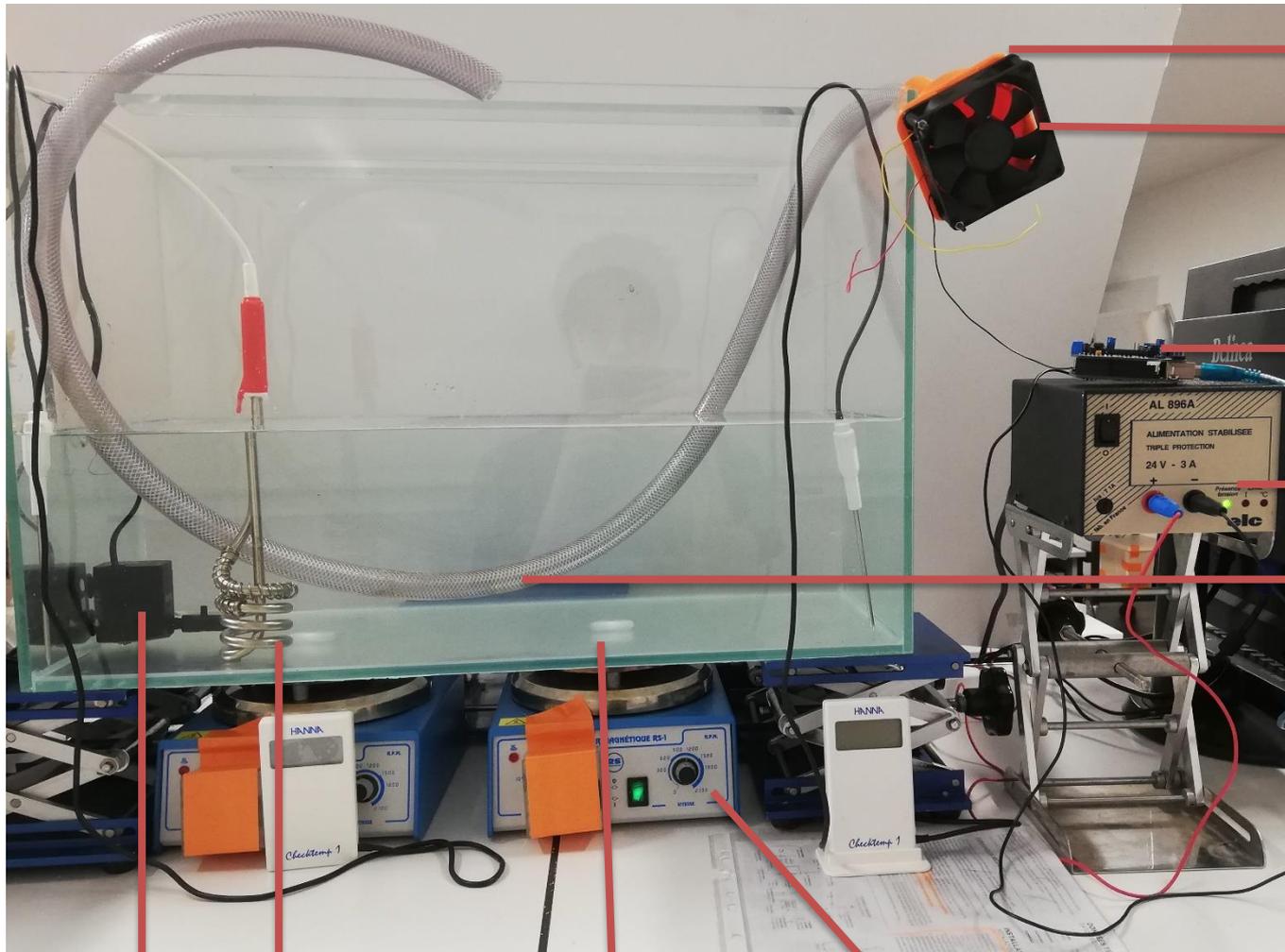


Réalisation d'un dispositif expérimental

5

1. 1^{ère} maquette
2. Dispositif expérimental complet

1^{ère} MAQUETTE



Pièce de jonction

Ventilateur PC 24V/0,13A

Carte Arduino

Alimentation 24V

Tube PVC souple

Pompe à eau

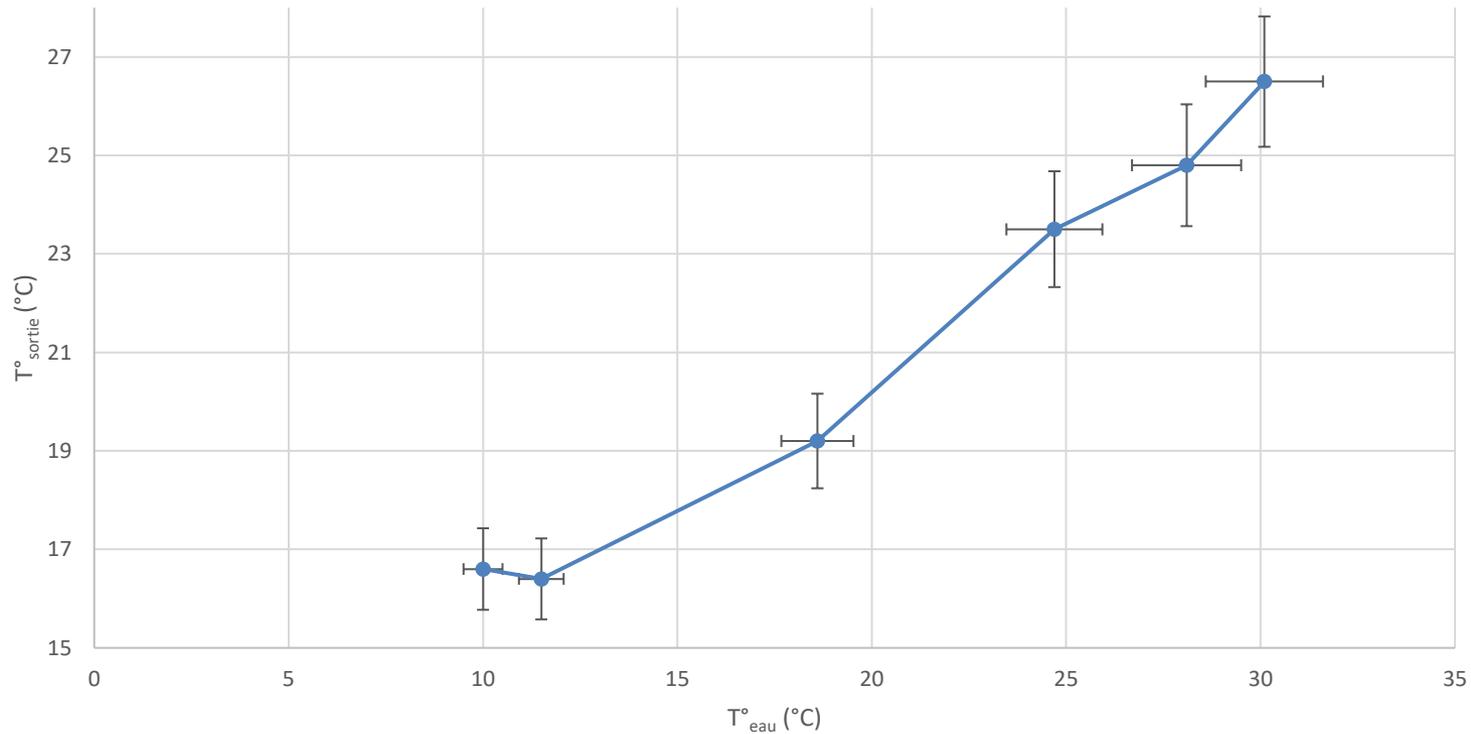
Thermoplongeur

Barreau aimanté

Agitateur magnétique

EFFICACITE DE LA 1^{ère} MAQUETTE

Evolution de la $T^{\circ}_{\text{sortie}}$ pour différentes T°_{eau}



Débit

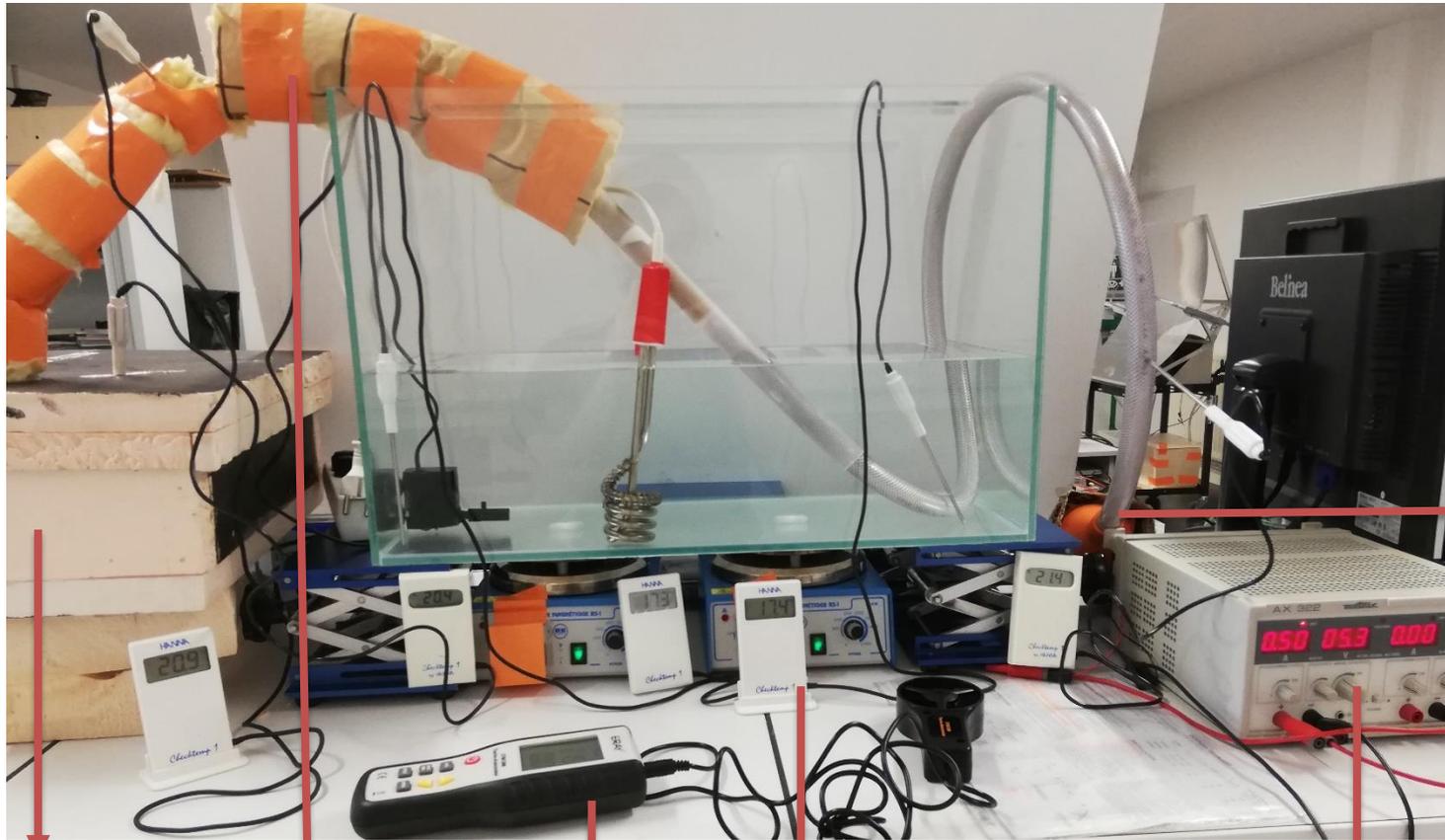
$$Qv_{\text{entré}} = 3.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Qv_{\text{sortie}} = 1.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$T^{\circ}_{\text{ambiante}}$

$$21,5 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$$

DISPOSITIF EXPERIMENTAL COMPLET



Boîte

Laine de verre

Anémomètre

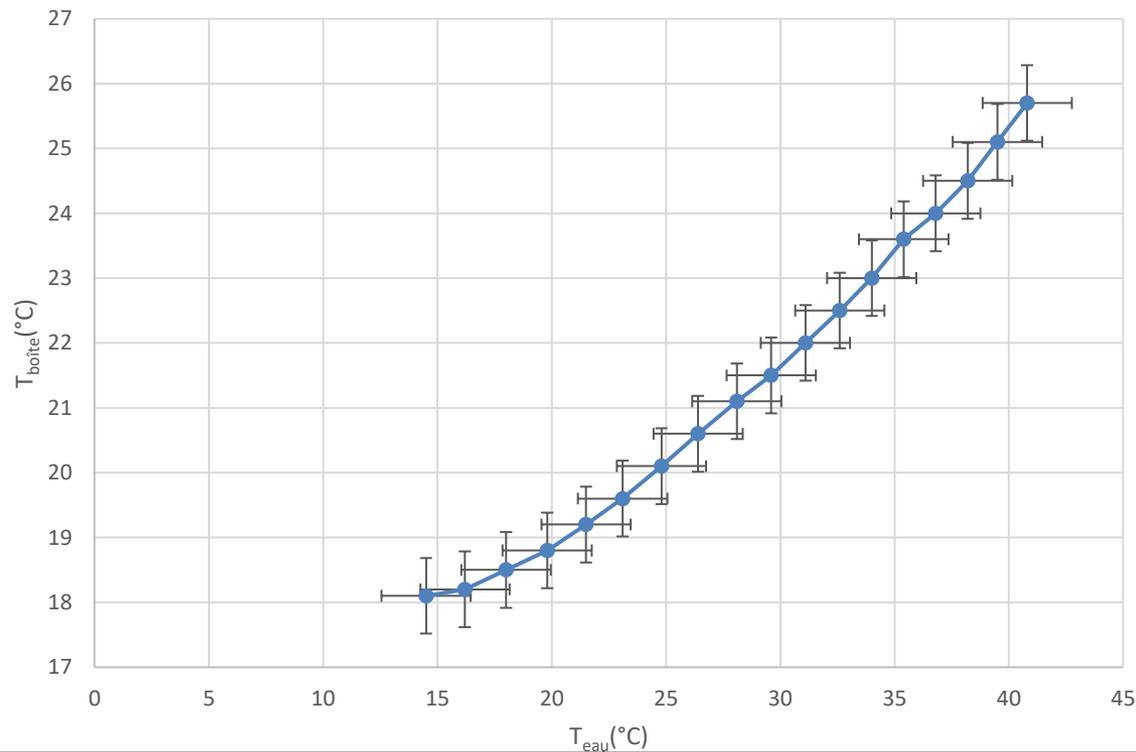
Thermomètre

Alimentation variable

Ventilateur 12V/2A

EFFICACITE DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL COMPLET

Vérification de l'efficacité de la maquette après ajout d'une boîte



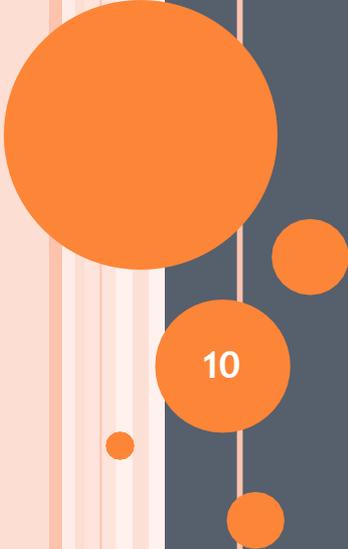
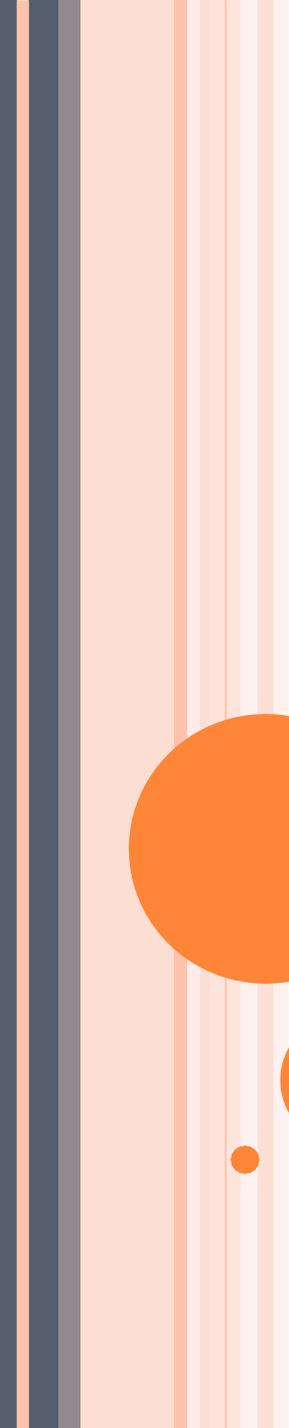
Débit

$$Qv_{\text{entré}} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Qv_{\text{sortie}} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$T^\circ_{\text{ambiante}}$

$$19,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$$



Vérification des fonctions premières du puits canadien

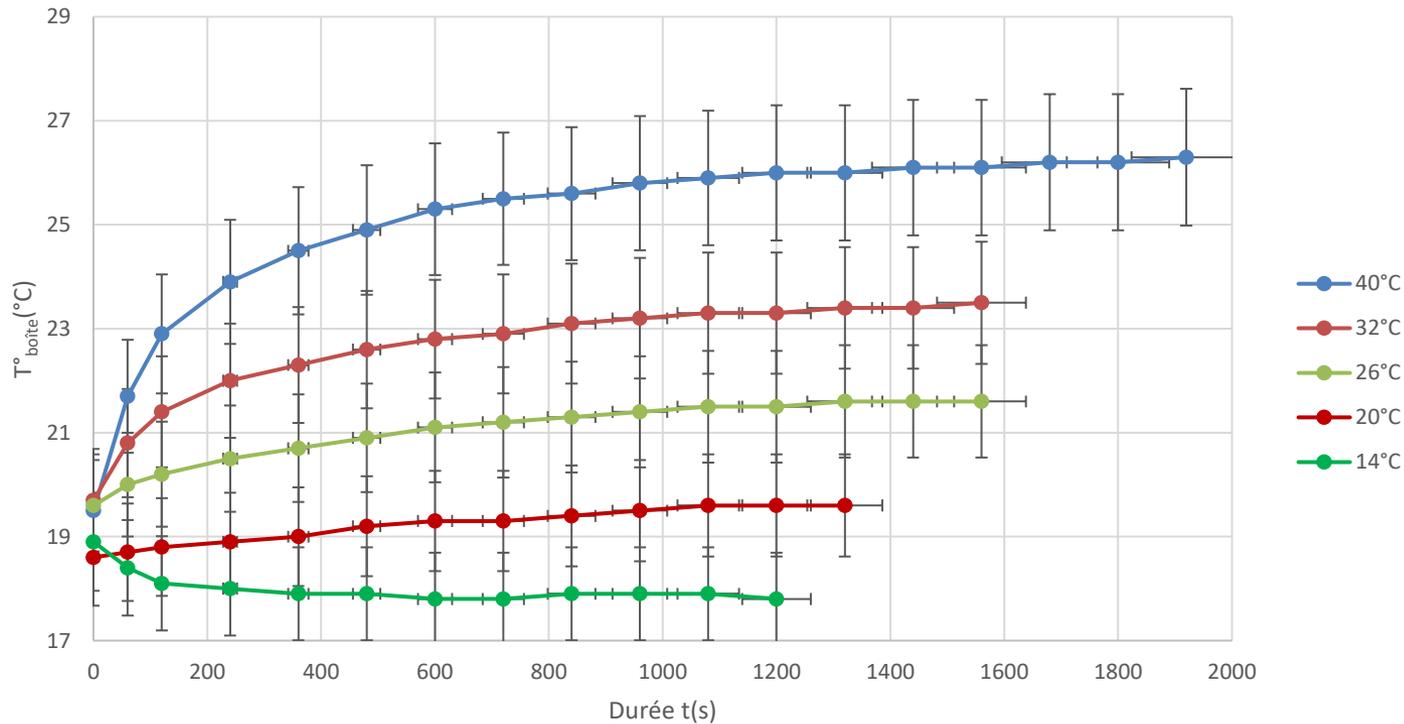
10

1. Climatisation et chauffage
2. Gain énergétique
3. Efficacité du puits canadien

Vérification des fonctions climatisations et chauffage du puits canadien

- On fixe la température de l'eau de l'aquarium et le débit

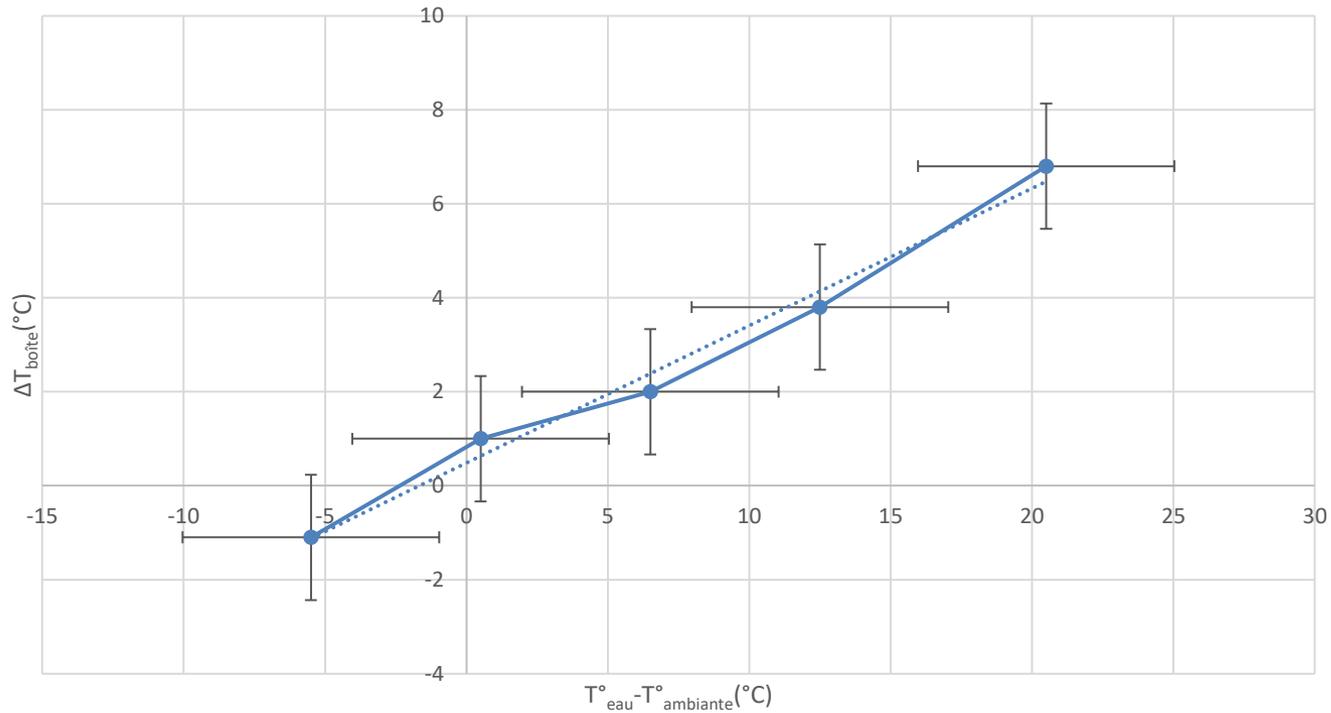
Comparaison de l'évolution de la température au sein de la boîte pour différentes températures d'eau.



Température ambiante	Débit
$T^{\circ}_{\text{ambiante}} = 19.5 \pm 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$Qv_{\text{entré}} = 2,4 * 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
	$Qv_{\text{sortie}} = 4.8 * 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Evolution de la température de la boîte en fonction de la température de l'eau

Gain de température dans la boîte en fonction de l'évolution de $T^{\circ}_{\text{eau}} - T^{\circ}_{\text{ambiante}}$

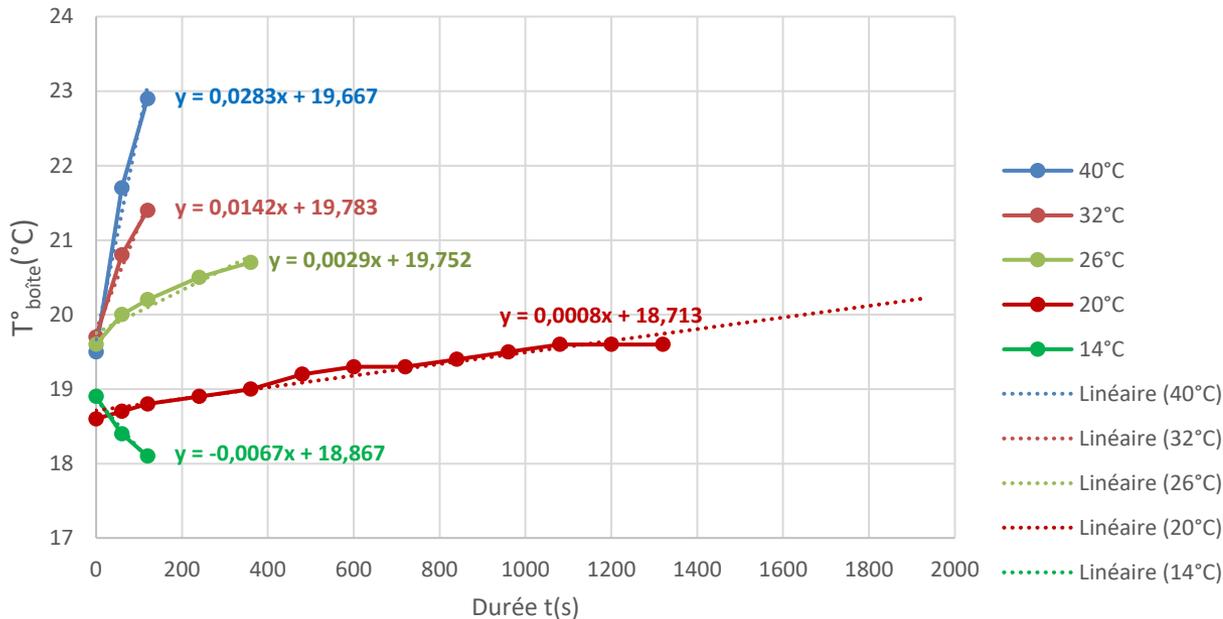


$$T^{\circ}_{\text{ambiante}} = 19.5 \pm 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

VERIFICATION DU GAIN ENERGETIQUE DU PUIT

1) Détermination de la puissance thermique reçue

Comparaison de l'évolution de la température au sein de la boîte pour différentes températures d'eau.



$\frac{dT}{dt}$	$P_{th_{reçue}} = \delta m \times c \times \frac{dT}{dt}$
$\frac{dT_{40°C}}{dt} = 0.0283$	$P_{th_{reçue},40°C} = 0.0143W$
$\frac{dT_{32°C}}{dt} = 0.0142$	$P_{th_{reçue},32°C} = 0.00716W$
$\frac{dT_{26°C}}{dt} = 0.0029$	$P_{th_{reçue},26°C} = 0.00146W$
$\frac{dT_{20°C}}{dt} = 0.0008$	$P_{th_{reçue},20°C} = 0.00040W$
$\frac{dT_{14°C}}{dt} = -0.0067$	$P_{th_{reçue},14°C} = -0.00338W$

VERIFICATION DU GAIN ENERGETIQUE DU PUIT

2) Détermination du coefficient de conducto-convection

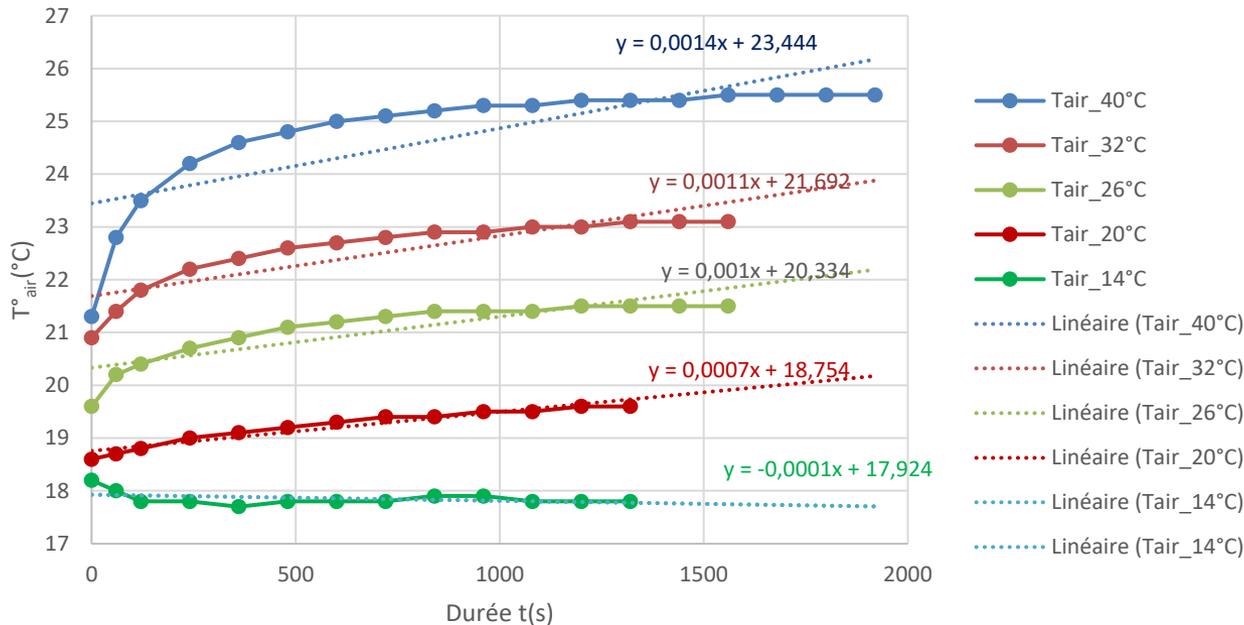
Nombre de Reynolds	$R_e = \frac{\rho \times v_{moy} \times D}{\mu}$ $R_e = \frac{1,233 \times 1,7 \times (22,5 \times 10^{-3})}{1,8 \times 10^{-5}}$ $R_e = 2620,1 \geq 2200$
Nombre de Prandlt	$P_r = \frac{\mu \times C_p}{\lambda}$ $P_r = \frac{1,8 \times 10^{-5} \times 1008}{0,025}$ $P_r = 0,726$
Nombre de Nusselt par la formule de corrélation expérimentale de Colburn pour un écoulement turbulent	$Nu = 0,023 \times P_r^{\frac{1}{3}} \times R_e^{\frac{4}{5}}$ $Nu = 11,22$

On tire : $h = \frac{Nu \times \lambda}{D} = 12,46 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

VERIFICATION DU GAIN ENERGETIQUE DU PUIT

3) Détermination de la puissance thermique cédée

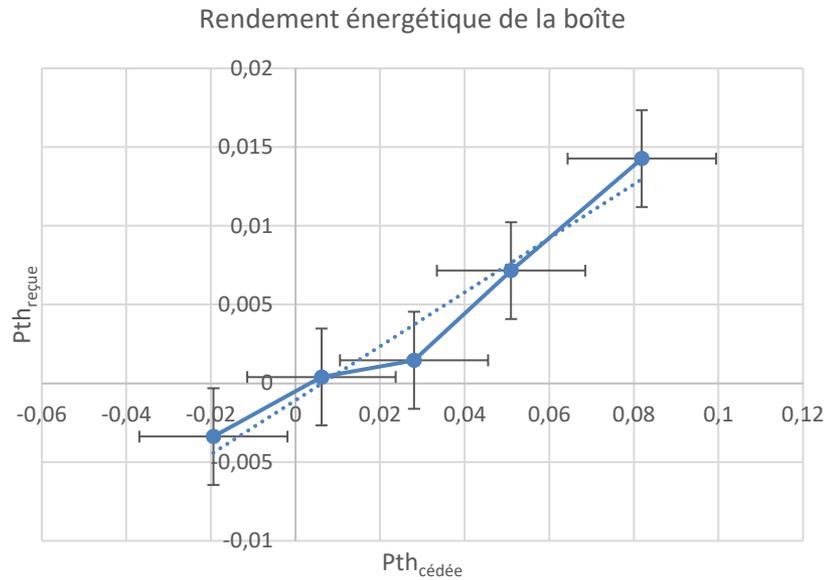
Evolution de la température de l'air au sein de la boîte pour différentes températures d'eau



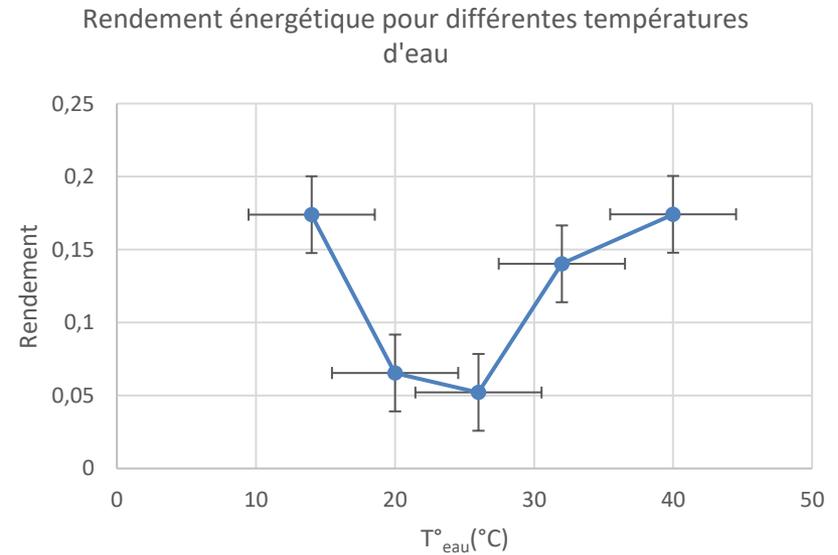
$T_{\text{air-moyen}}\text{-}^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{th cédée}} = h \times (T_{\text{eau}} - T_{\text{air}}) \times S$
$T_{\text{air-moyen-40}^{\circ}\text{C}} = 23,4^{\circ}\text{C} = 296.5\text{K}$	$P_{\text{th cédée,40}^{\circ}\text{C}} = 0.0824\text{W}$
$T_{\text{air-moyen-32}^{\circ}\text{C}} = 21.7^{\circ}\text{C} = 294.9\text{K}$	$P_{\text{th cédée,32}^{\circ}\text{C}} = 0.0507\text{W}$
$T_{\text{air-moyen-26}^{\circ}\text{C}} = 20.3^{\circ}\text{C} = 293.5\text{K}$	$P_{\text{th cédée,26}^{\circ}\text{C}} = 0.0279\text{W}$
$T_{\text{air-moyen-20}^{\circ}\text{C}} = 18.8^{\circ}\text{C} = 292\text{K}$	$P_{\text{th cédée,20}^{\circ}\text{C}} = 0.00569\text{W}$
$T_{\text{air-moyen-14}^{\circ}\text{C}} = 17.9^{\circ}\text{C} = 291.1\text{K}$	$P_{\text{th cédée,14}^{\circ}\text{C}} = -0.1954\text{W}$

VERIFICATION DU GAIN ENERGETIQUE DU PUIT

4) Détermination du rendement



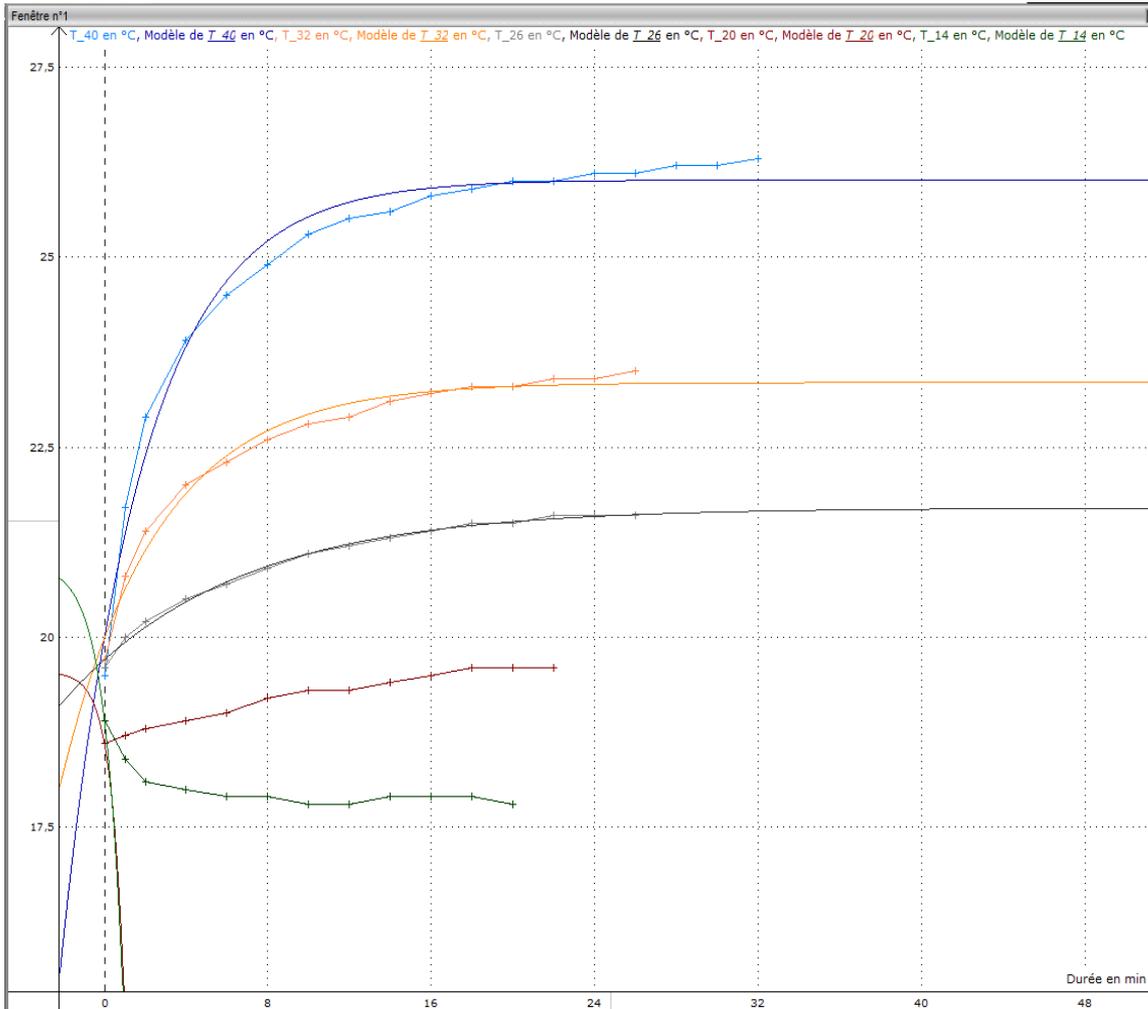
$$\eta = \frac{Pth_{reçue}}{Pth_{cédée}}$$



EFFICACITE DU PUIT CANADIEN

5) Détermination du temps de réponse

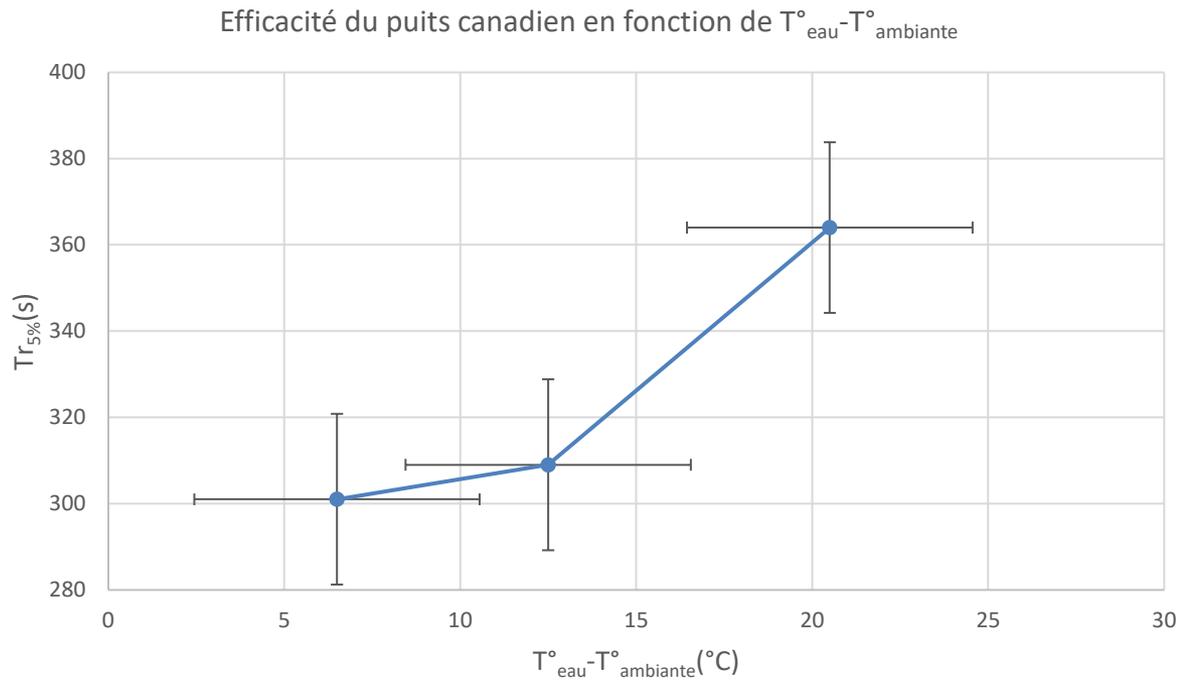
- Calcul d'un modèle du 1^{er} ordre des courbes de température sur LatisPro

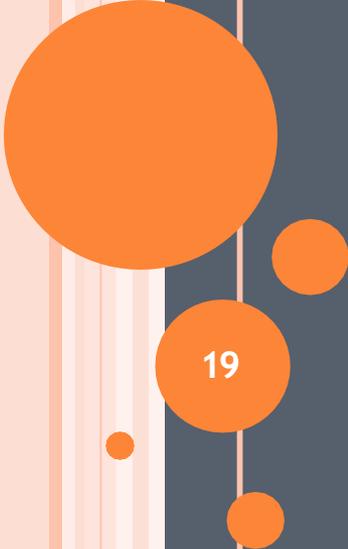
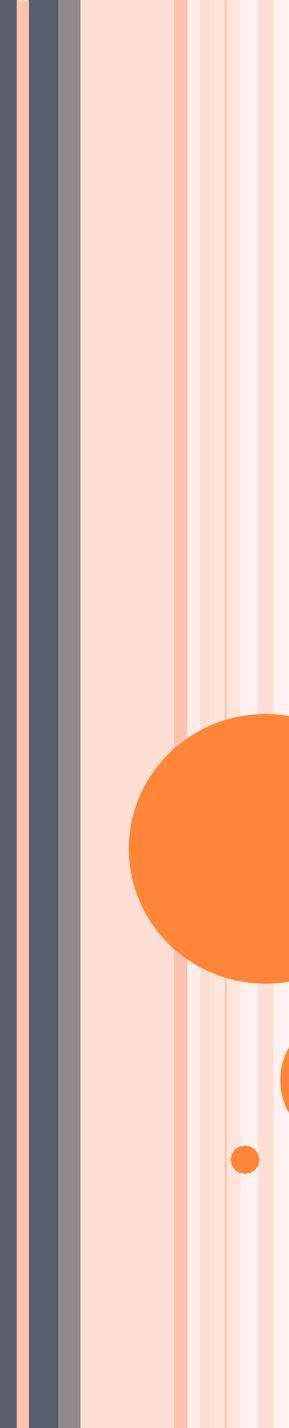


Température (°C)	Tau τ (s)
40	72,8
32	61,8
26	60,2
20	impossible
14	impossible

EFFICACITE DU PUIT CANADIEN

6) Efficacité du puits canadien vis-à-vis de la variation de température





Influence des paramètres dimensionnant

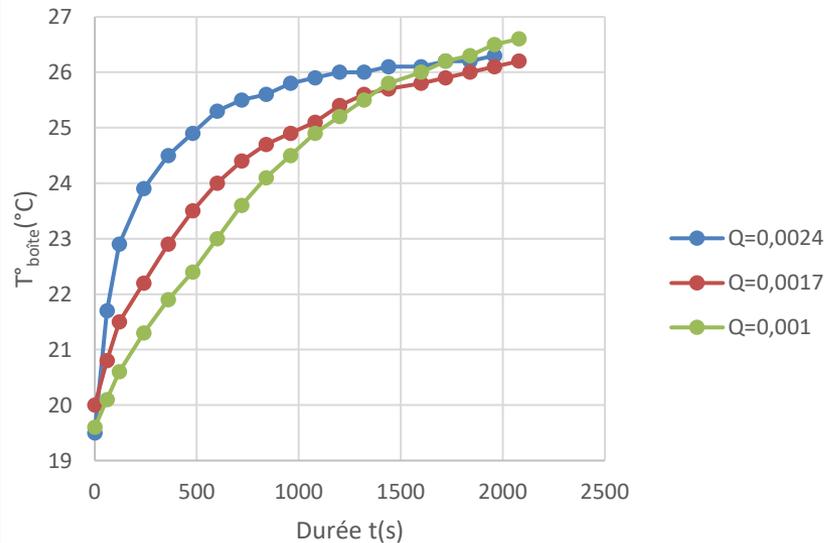
19

1. Variation du débit
2. Efficacité du débit

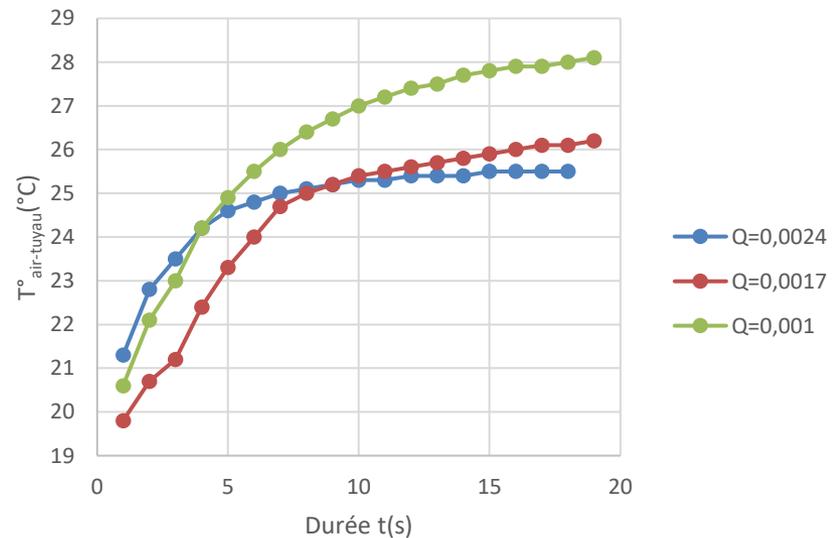
Variation du débit à température d'aquarium fixée

- On fixe la température de l'eau de l'aquarium à 40°C

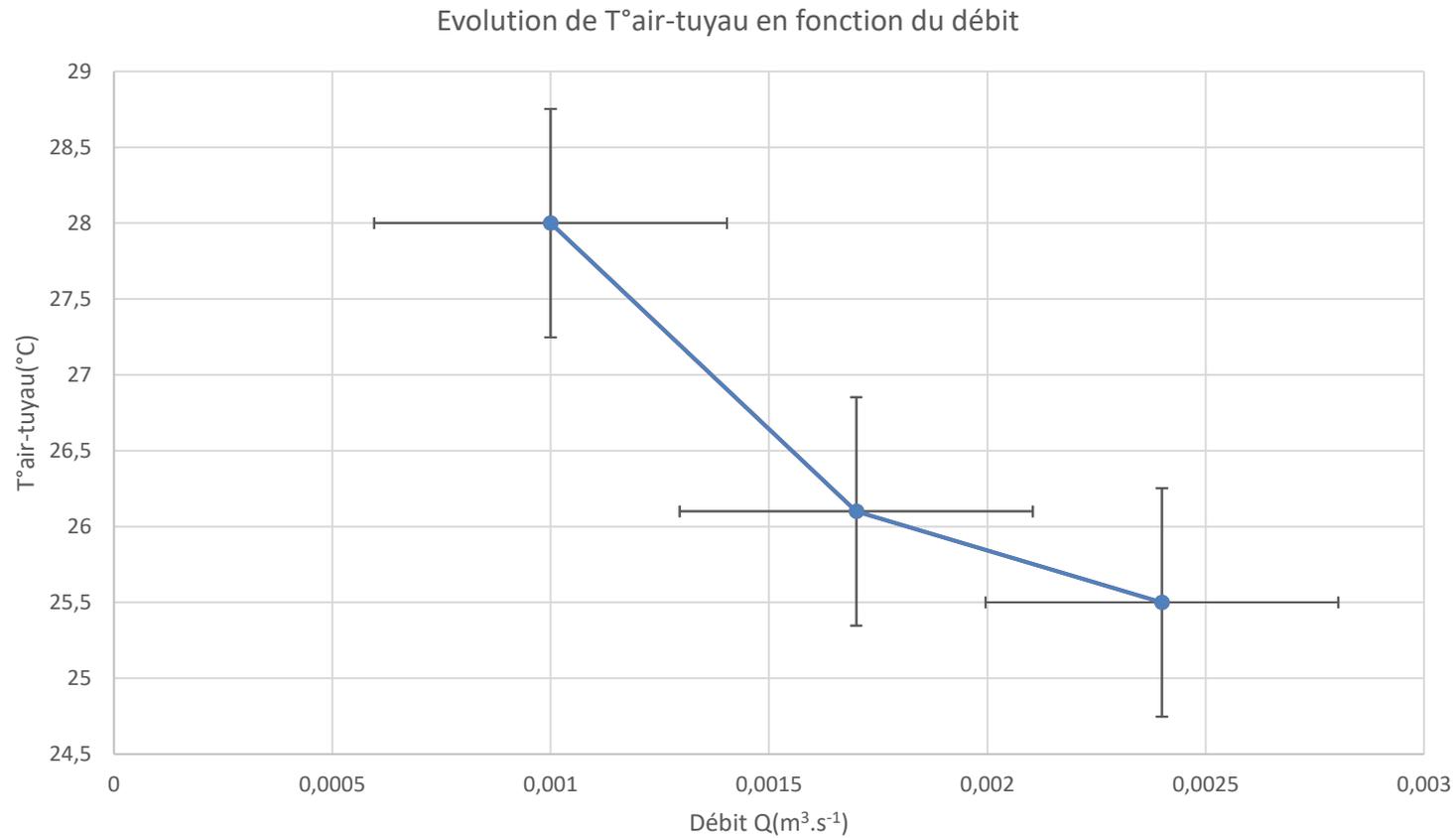
Evolution de la température au sein de la boîte pour différents débits Q ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)



Evolution de la température de l'air au sein du tuyau pour différents débits Q ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

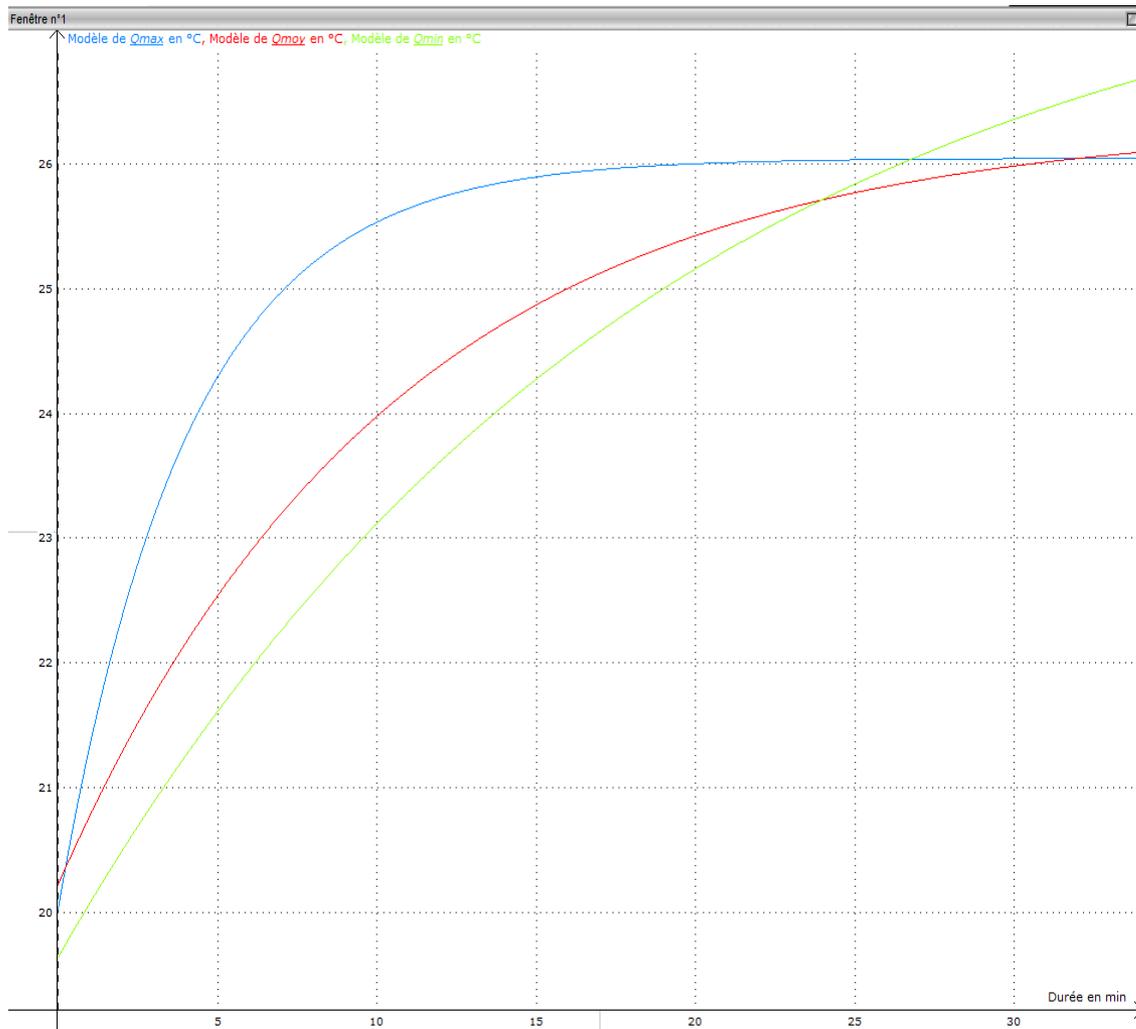


Variation du débit dans le tuyau



Lien entre débit et temps de réponse

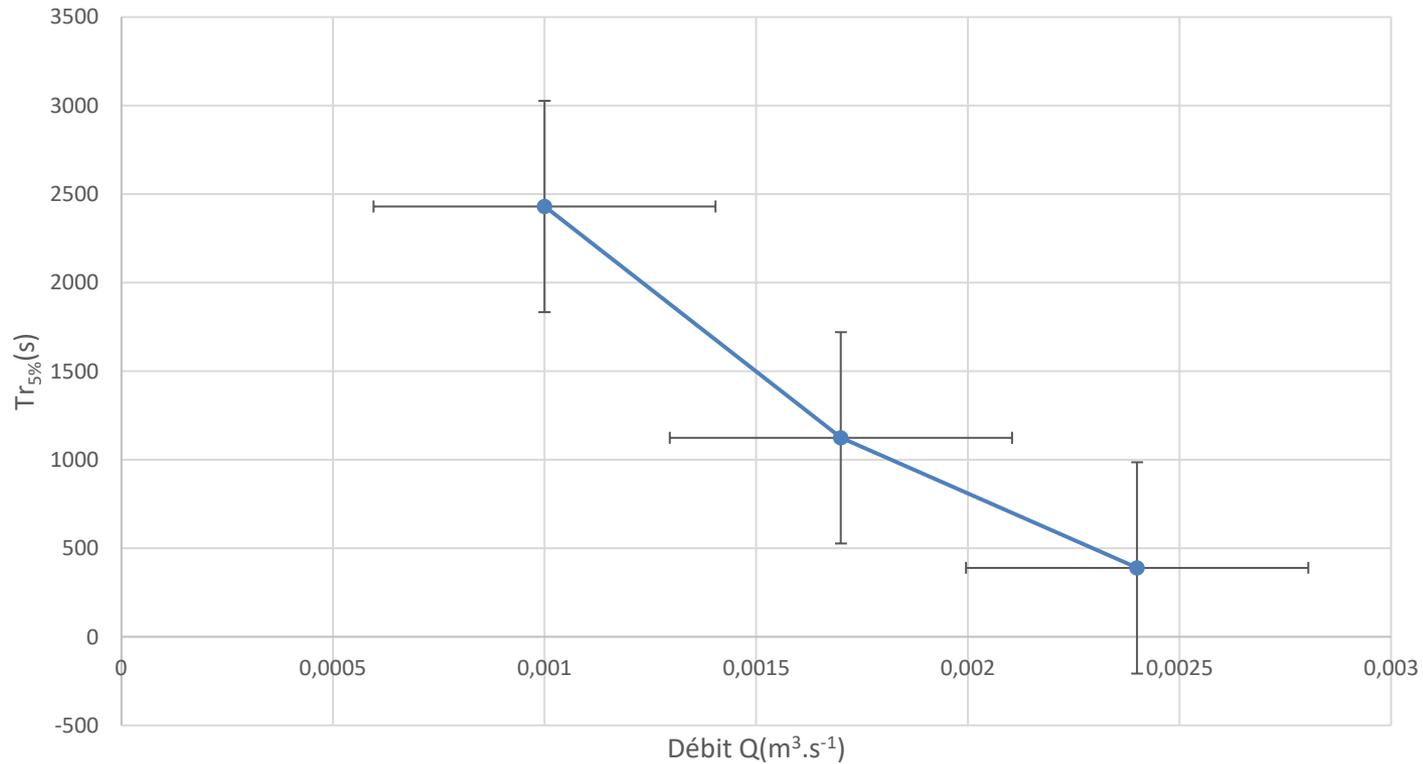
- Calcul d'un modèle du 1^{er} ordre des courbes du débit sur LatisPro



Débit (m ³ .s ⁻¹)	Tau τ (s)
Q_{max}=0,024	78
Q_{moy}=0,017	224,8
Q_{min}=0,001	486

Efficacité du débit vis-à-vis du temps de réponse

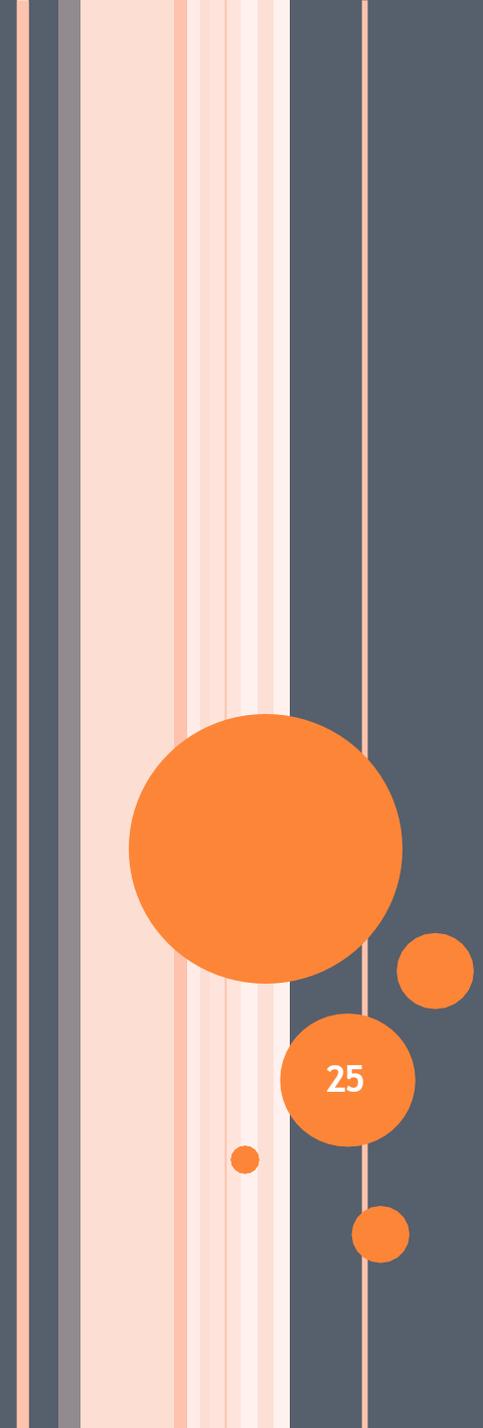
Evolution du temps de réponse en fonction du débit de ventilation



Conclusion

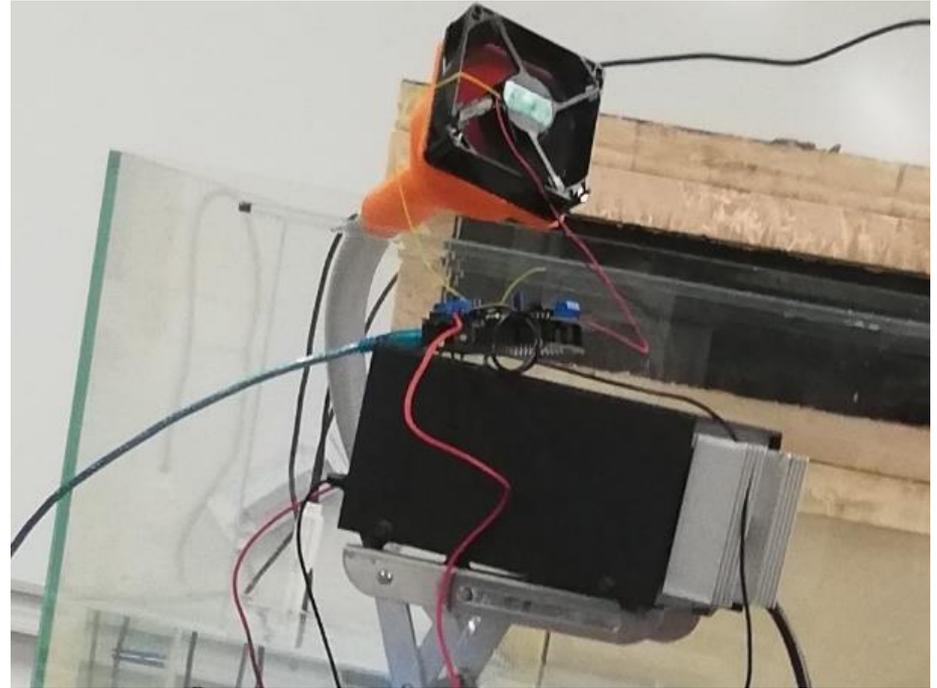
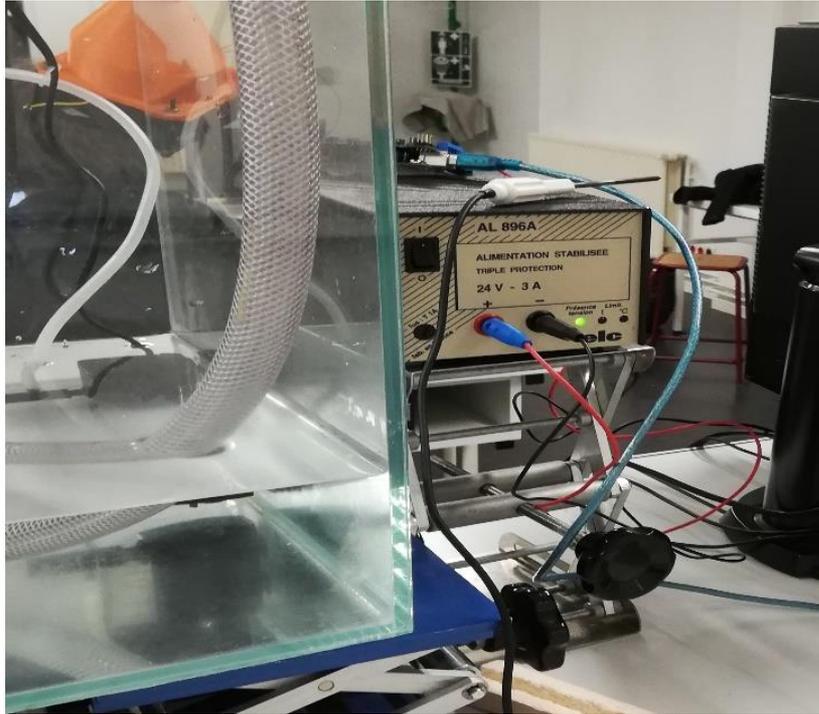
Fonctions 1 ^{ères} du puits canadien	<ul style="list-style-type: none">• <i>Chauffage vérifié</i>• <i>Climatisation vérifiée</i>
Rentabilité énergétique	<i>Vérifiée</i>
Impact des grandeurs influentes	<i>Vérifié pour le débit</i>

Annexes



25

Alimentation + ventilateur + pièce de jonction



Utilisation d'une grosse boîte

