

# **Dossier De Vérification (DDV)**

du projet

## **Thermomètre De Bain pour bébé**

### **Responsabilité documentaire**

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	Moonen Bram Martinen Jonas Luneau Valentin Rey Mathieu	Technicien	09/12/2025	
Approuvé par	F. AUGEREAU R.Queheille (IUT GEII Bdx)	Chef de projet	09/12/2025	
Approuvé par	S. ABOU (Baby Corporation)	Client	09/12/2025	

## Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	01/09/2021	Publication préliminaire du DDV document à compléter par le Technicien.
2	JJ/MM/AAAA	Première publication suite au test du produit.

## Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	TDB_CDC	Cahier des charges	1	\$ABOU
[DDC]	TDB_DDC_EQ44	Dossier De Conception	2	IUT GEII Bdx
[DDF]	TDB_DDF_EQ44	Dossier De Fabrication	2	IUT GEII Bdx

## Table des matières

<b>1. Nature du document</b>	<b>3</b>
<b>2. Vérification du produit développé</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Exigence Dimension</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Exigence Autonomie</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Exigence Comparaisons</b>	<b>13</b>
<b>2.4. Exigence Intensité</b>	<b>20</b>
<b>2.5.Exigence Seuils</b>	<b>31</b>
<b>2.6.Exigence Délai</b>	<b>35</b>
<b>2.7.Exigence Marche/ Arrêt</b>	<b>37</b>
<b>2.8 Conclusion de la vérification du produit</b>	<b>38</b>
<b>3. Matrice de conformité du produit développé</b>	<b>40</b>

## 1. Nature du document

Ce document est un dossier de vérification et a pour but de décrire les essais et les résultats de vérification. Il apporte les preuves de la conformité du produit développé vis-à-vis des exigences client. Le paragraphe 3 du [CDC] décrit de façon plus détaillée la nature et le positionnement de ce document dans l'arborescence documentaire du projet.

## 2. Vérification du produit développé

- \* Pour chaque exigence liée à la « mécanique » du produit développé, réaliser un essai de vérification afin de prouver que le prototype conçu est conforme à ce que souhaite le client.
- \* Décrire le but, puis la manière de réaliser le test (protocole et plan de câblage), puis le matériel utilisé, puis le résultat attendu et finalement le résultat obtenu et le statut (conforme ou non conforme) du test dans le Document De Vérification (DDV).
- \* En cas de non-conformité du prototype, expliquer le problème rencontré et suggérer une manière de solutionner le problème.

### 2.1. *Exigence Dimension*

Référence du paragraphe : ESS\_DIMENSION

**Rédacteur :** Jonas Martinen / Bram Moonen

**Selecteur :** Valentin Luneau / Mathieu Rey

**Exigences client vérifiées par l'essai :**

**Référence de l'exigence :** EXIG\_DIMENSIONS

Descriptif de l'exigence : Les caractéristiques mécaniques de la carte « Thermomètre » sont les suivantes :

- type : circuit imprimé double face
- longueur : 100 mm (-/+0,5mm)
- largeur : 60 mm (-/+0,5mm)
- trous de fixation : 4 trous de 4mm (-/+0,2mm) dont les centres sont situés dans les coins à 5mm  
(-/+0,5mm) de chaque bord

Commentaires sur l'exigence : L'accumulateur n'est pas fixé sur la carte. Il n'occupe donc aucune surface sur la carte.

**But de l'essai :** L'objectif de cet essai est de vérifier si les dimensions requises par le client à savoir :

- longueur
- largeur
- trous de fixations

sont bien conformes aux dimensions attendues.

**Moyens utilisés :**

Nous avons utilisé un pied à coulisse (Toolland 3472) pour mesurer sur la carte électronique les trous de fixations, les largeurs et les trous de fixations.

**Procédure d'essai:**

I. Protocole pour mesurer un trou de vis

1. Prendre un pied à coulisse (Toolland 3472) ou autre modèle similaire
2. Fermer les lames de mesures du pied à coulisse au maximum
3. Insérer le bout des lames de mesures du pied à coulisse dans le trou de vis
4. Écarter les lames de mesures au maximum dans le trou de vis
5. Lire la valeur affiché sur l'écran de mesure
6. Statuer sur la conformité

II. Protocole pour mesurer le centre d'un trou de vis par rapport à la largeur

1. Mesurer le diamètre réel du trou de vis à l'aide du protocole I
2. Prendre un pied à coulisse (Toolland 3472) ou autre modèle similaire
3. Écarter les lames assez pour insérer entre les deux lames la distance bord trou de vis jusqu'au côté de la largeur de la carte
4. Insérer le bout des lames de mesures du pied à coulisse du bord du trou de vis à la largeur
5. Fermer les lames de mesures du pied à coulisse au maximum
6. Lire la valeur affiché sur l'écran de mesure
7. Effectuer le calcul suivant :  
$$(\text{diamètre réel} / 2) + \text{distance bord trou de vis}$$

Le résultat obtenu est le centre d'un trou de vis par rapport à la largeur

8. Statuer sur la conformité

## Thermomètre De Bain

### III. Protocole pour mesurer le centre d'un trou de vis par rapport à la longueur

1. Mesurer le diamètre réel du trou de vis à l'aide du protocole I
2. Prendre un pied à coulisse (Toolland 3472) ou autre modèle similaire
3. Écarter les lames assez pour insérer entre les deux lames la distance bord trou de vis jusqu'au côté de la longueur de la carte
4. Insérer le bout des lames de mesures du pied à coulisse du bord du trou de vis à la longueur
5. Fermer les lames de mesures du pied à coulisse au maximum
6. Lire la valeur affiché sur l'écran de mesure
7. Effectuer le calcul suivant :  
$$(\text{diamètre réel} / 2) + \text{distance bord trou de vis}$$

Le résultat obtenu est le centre d'un trou de vis par rapport à la longueur
8. Statuer sur la conformité

### IV. Protocole pour mesurer une largeur

1. Prendre un pied à coulisse (Toolland 3472) ou autre modèle similaire
2. Écarter les lames de mesures assez pour insérer entre les deux lames toute la largeur de la carte
3. Placer toute la largeur de la carte entre les deux lames de mesures
4. Fermer les lames de mesures du pied à coulisse au maximum
5. Lire la valeur affiché sur l'écran de mesure
6. Statuer sur la conformité

### V. Protocole pour mesurer une longueur

1. Prendre un pied à coulisse (Toolland 3472) ou autre modèle similaire
2. Écarter les lames de mesures assez pour insérer entre les deux lames toute la longueur de la carte
3. Placer toute la longueur de la carte entre les deux lames de mesures
4. Fermer les lames de mesures du pied à coulisse au maximum
5. Lire la valeur affiché sur l'écran de mesure
6. Statuer sur la conformité

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	5/40
----------------------------------	--	------

## Thermomètre De Bain

### Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Largeur	60 mm	-/+0,5mm
Longueur	100 mm	-/+0,5mm
Trou de vis	4 mm	-/+0,2mm
Distance centre trou de vis coté	5 mm	-/+0,5mm

### Résultats obtenus :

Pied à coulisse (Toolland 3472) :

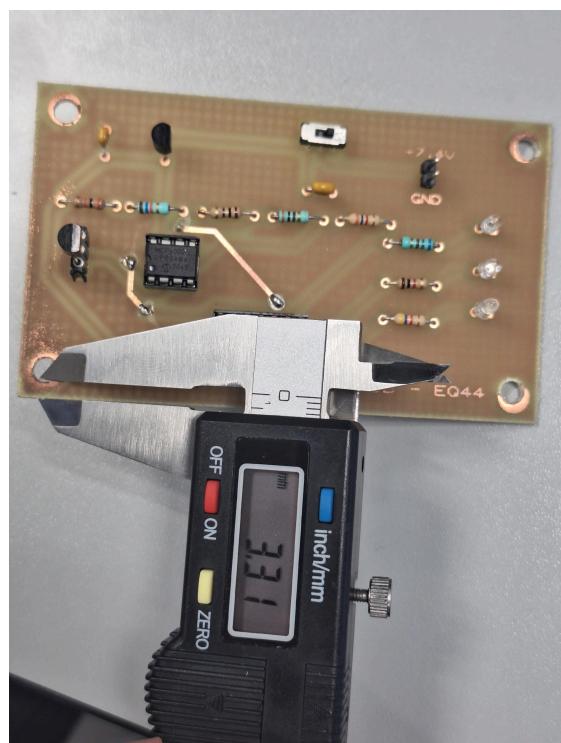


## Thermomètre De Bain

Mesure du diamètre d'un trou :

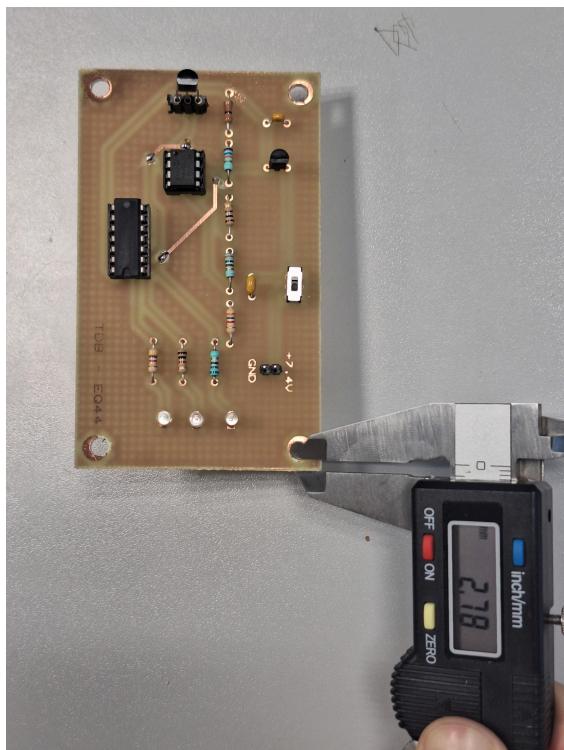


Mesure distance bord longueur d'un trou :

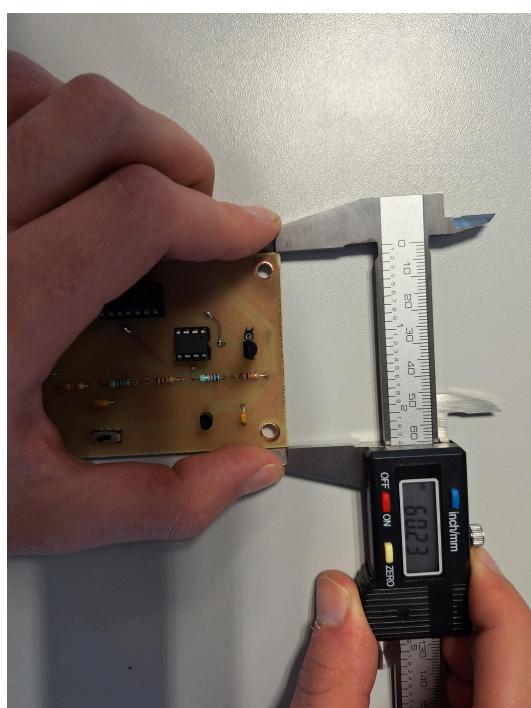


## Thermomètre De Bain

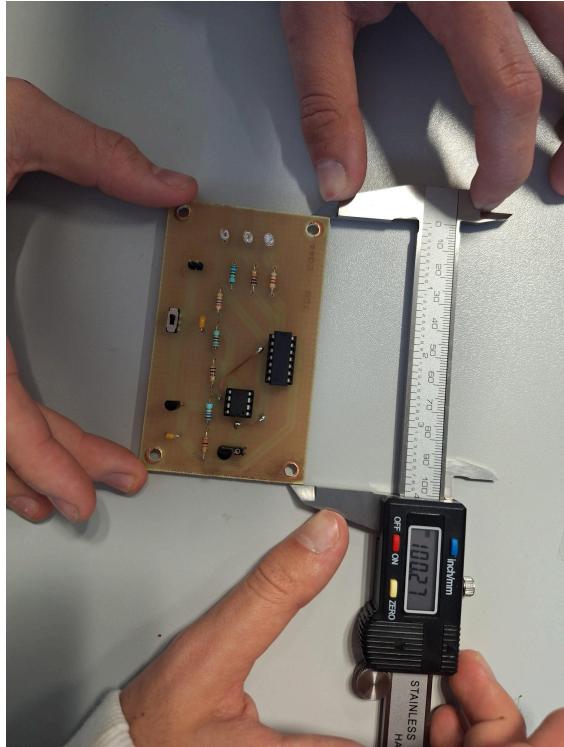
Mesure distance bord largeur d'un trou :



Mesure de la largeur de la carte :



Mesure de la longueur de la carte :



## 1. Dimensions Extérieures

- Exigence : Longueur 100 mm ( $\pm 0,5$ ) | Largeur 60 mm ( $\pm 0,5$ ).
- Résultats : Longueur 100,27 mm | Largeur 60,23 mm
- Ces deux paramètres sont conformes. L'écart est très faible (+0,27 % sur la longueur et +0,38 % sur la largeur). La découpe du circuit imprimé respecte parfaitement les tolérances de conception.

## 2. Diamètres des Trous de Fixation

- Exigence : 4 mm ( $\pm 0,2$ ), soit une plage de [3,80 mm ; 4,20 mm].
- Résultats : Entre 4,51 mm et 4,53 mm
- Tous les trous sont non conformes. Ils sont systématiquement trop larges d'environ 0,3 mm par rapport à la limite haute.

### 3. Positionnement des centres (distances par rapport aux bords).

- Exigence : 5 mm ( $\pm 0,5$ ), soit une plage de [4,50 mm ; 5,50 mm].
- Résultats : Seuls le Trou 3 et la largeur du Trou 1 sont conformes. Les Trous 2 et 4, ainsi que la longueur du Trou 1, dépassent la limite de 5,50 mm (allant jusqu'à 5,675 mm pour la largeur du Trou 2)
- La majorité des points de fixation sont non conformes.

**Écart par rapport au CDC :** La majorité des trous sont non conformes. Ils dépassent la limite de 4,20 mm d'environ 0,3 mm en moyenne.

Bien que dans la conception nous avions prévu de percer des trous de 4 mm, l'outil utilisé pour percer les trous n'a pas pu permettre d'atteindre cette précision.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Largeur	60,23 mm	Conforme
Longueur	100,27 mm	Conforme
Diamètre trou de vis 1	4,53 mm	Non Conforme
Diamètre trou de vis 2	4,51 mm	Non Conforme
Diamètre trou de vis 3	4,51 mm	Non Conforme
Diamètre trou de vis 4	4,52 mm	Non Conforme
Distance centre trou de vis 1 largeur	4,7 mm	Conforme
Distance centre trou de vis 1 longueur	5,575 mm	Non Conforme
Distance centre trou de vis 2 largeur	5,675 mm	Non Conforme
Distance centre trou de vis 2 longueur	5,565 mm	Non Conforme
Distance centre trou de vis 3 largeur	5,485 mm	Conforme
Distance centre trou de vis 3 longueur	5,495 mm	Conforme
Distance centre trou de vis 4 largeur	5,563 mm	Non Conforme
Distance centre trou de vis 4 longueur	5,526	Non Conforme

**Statut de l'essai :** Non Conforme

**Problèmes rencontrés :** Les trous de fixations ne sont pas conformes tant dans leurs diamètre que le positionnement des centres par rapport aux bords (largeur, longueur). Cette erreur est due au fait que l'œil humain n'est pas assez précis pour permettre un taux de précision de 100 %. La solution apportée est d'utiliser un robot perceur pour percer les trous sur la carte qui permettrait une précision de 100 % sans erreur de mesure.

## 2.2. *Exigence Autonomie*

**Référence du paragraphe :** ESS\_AUTONOMIE

**Rédacteur :** Valentin Luneau / Mathieu Rey

**Selecteur :** Bram Moonen / Jonas Martinen

**Exigences client vérifiées par l'essai :**

Référence de l'exigence : EXIG\_AUTONOMIE

**Description de l'exigence :**

La carte « Thermomètre » est alimentée à l'aide d'un accumulateur LiPo 2S, assurant une autonomie minimum de fonctionnement de 24h.

l'accumulateur retenu est conforme à l'exigence.

**But de l'essai :** le but de l'essai est de calculer l'autonomie en heures de la carte “ Thermometre ” grâce à une mesure du courant consommé par la carte en une heure.

**Moyens utilisés :**

- Multimètre
- Câbles
- Générateur
- Calculatrice

**Procédure d'essai:**

1. Allumer le générateur
2. Allumer le fer à souder pour le préchauffer
3. Régler le générateur sur 7,4V ( tourner le bouton voltage )
4. Régler l'ampèremètre en mA
5. Brancher l'ampèremètre en série sur la carte
6. Connecter la carte au générateur
7. Appuyer sur le bouton output du générateur
8. Actionner ON sur le bouton marche / arrêt de la carte
9. Mesurer le courant maximal émis par la carte ( chauffer le capteur avec le fer à souder pour cela )
10. Lire le résultat sur l'ampèremètre
11. multiplier la valeur de l'intensité de la carte par 0,8 ( pour les 20% de pertes )

## Thermomètre De Bain

12. diviser le résultat obtenu par la valeur du courant obtenu
13. On obtient l'autonomie en heures
14. Statuer sur la conformité

### Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Autonomie de la carte “Thermometre” ( en heure ).	$\geq 24h$	$\geq 24h$

### Résultats obtenus :

$$350\text{mAh} \times 0.8 = 280\text{mAh}$$

$$280 / 7,44 = 37,63 = 37\text{h } 37\text{min } 48\text{s}$$

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Autonomie de la carte “Thermometre” ( en heure ).	37,63	Conforme

**Statut de l'essai :** conforme

### Problèmes rencontrés :

Aucun problème rencontré.

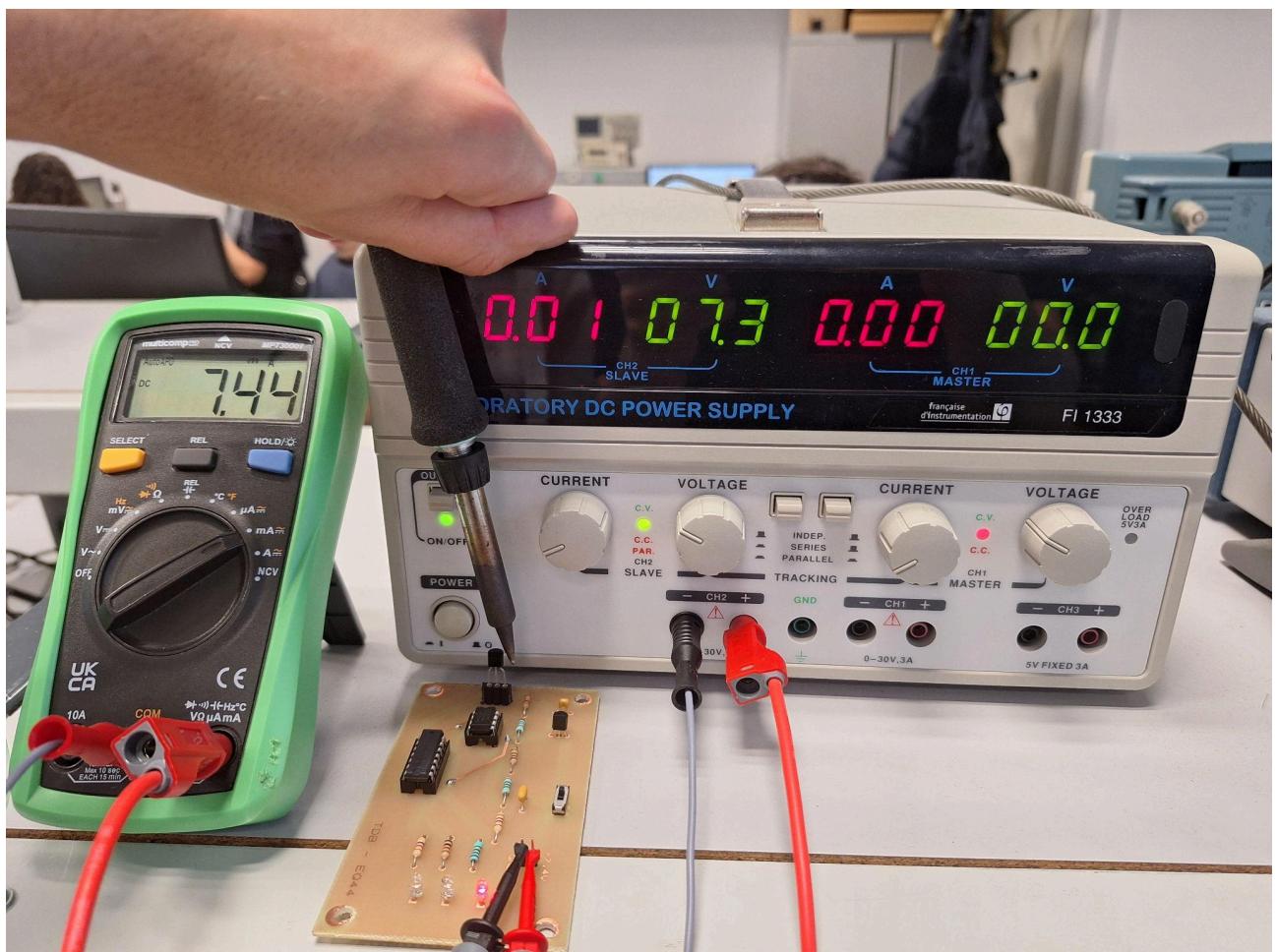
IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	12/40
----------------------------------	--	-------

## 2.3. Exigence Comparaisons

Référence du paragraphe : ESS\_COMPARAISONS

Rédacteur : Jonas Martinen / Bram Moonen

Relecteur : Valentin Luneau / Mathieu Rey



Exigences client vérifiées par l'essai :

### EXIG\_COMPARAISONS

**Descriptif de l'exigence :** La carte « Thermomètre » intègre 3 voyants lumineux qui s'illuminent de la manière suivante :

- \* Voyant bleu allumé lorsque l'information « Eau Froide » est active sinon éteint
- \* Voyant vert allumé lorsque l'information « Eau Tiède » est active sinon éteint
- \* Voyant rouge allumé lorsque l'information « Eau Chaude » est active sinon éteint

**But de l'essai :** L'objectif est de statuer la conformité du fonctionnement logique de la carte électronique en fonction des informations chaudes tièdes et froide censés être générés.

**Moyens utilisés :** Nous avons utilisé une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333), un fer à souder (Weller WE1010) et deux câbles banane mâle vers grippe fils (rouge et noir)

## Procédure d'essai:

### I. Protocole de vérification de la logique comparative de la carte

1. Prendre une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) ou autre modèle similaire et l'allumer
2. Prendre les deux câbles (noir et rouge) banane mâle vers grippe fils
3. Brancher le premier câble (noir) coté banane mâle sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1
4. Brancher le second câble (rouge) coté banane mâle sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1
5. Accrocher le premier câble qui est branché sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de GND sur la carte
6. Accrocher le second câble qui est branché sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de +7.4V sur la carte
7. Régler la tension de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) à 7.4V à l'aide du bouton "VOLTAGE"
8. Régler le courant de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) à 0.01 A à l'aide du bouton "CURRENT"
9. Mettre l'interrupteur de la carte sur ON
10. Appuyer sur le bouton "OUTPUT" de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) en s'assurant des bonnes valeurs de courant et de tension fixés aux étapes 7 et 8.
11. Brancher le fer à souder (Weller WE1010) dans une prise et on l'allume pour qu'il chauffe
12. Approcher le fer à souder (Weller WE1010) chaud vers le capteur de température de la carte (LM35DZ/LFT1) du côté du petit trou
13. On observe si les led s'allument bien successivement dans l'ordre bleu, vert, rouge
14. Statuer sur la conformité

## Thermomètre De Bain

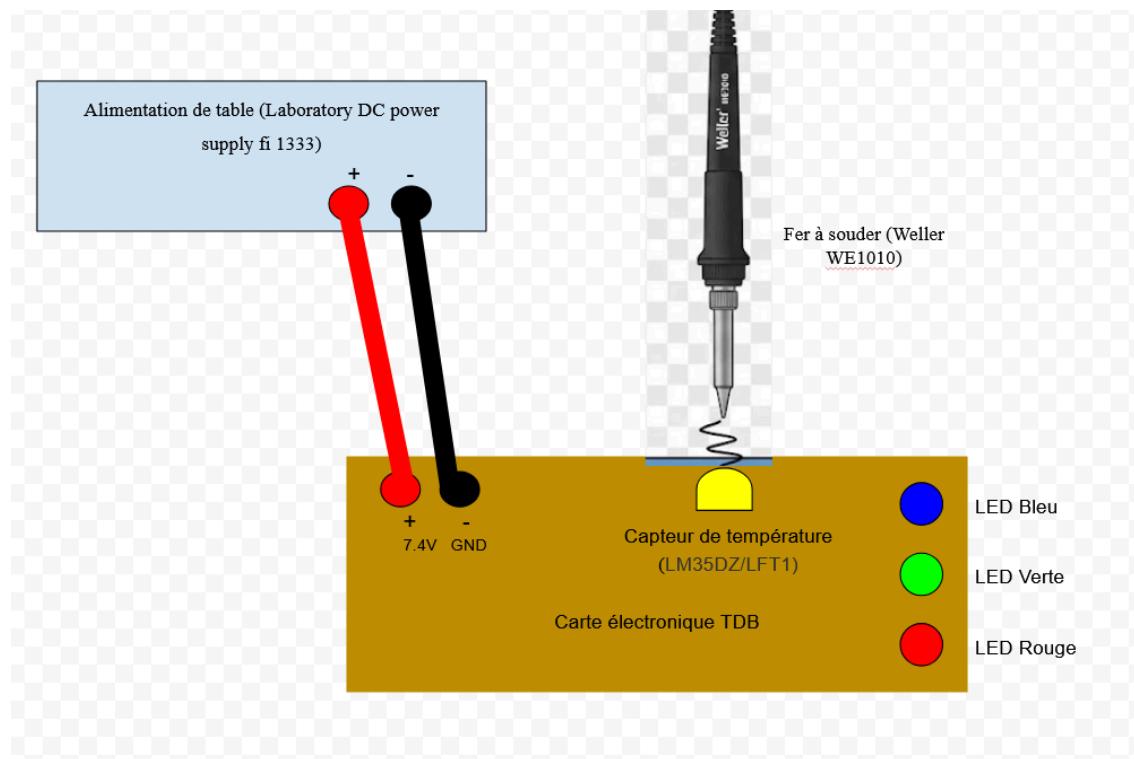


Schéma de la procédure d'essai.

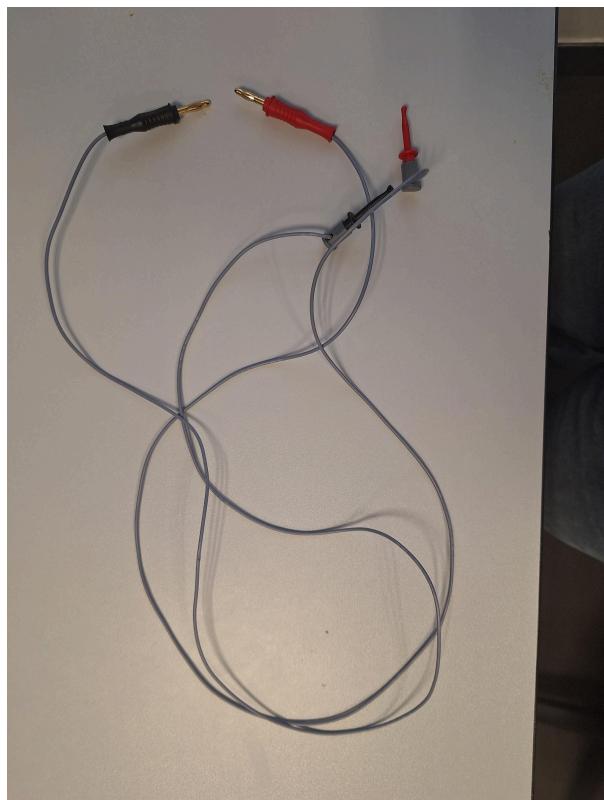
### Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Température froide	Led bleu allumée	<i>Sans objet</i>
Température tiède	Led verte allumée	<i>Sans objet</i>
Température chaude	Led rouge allumée	<i>Sans objet</i>

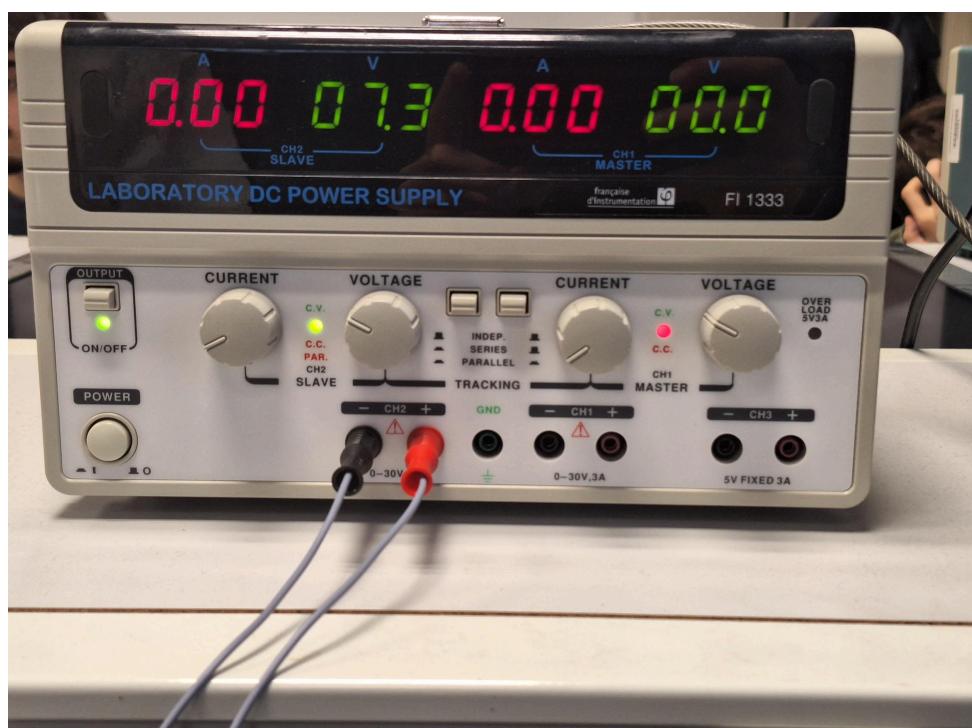
## Thermomètre De Bain

### Résultats obtenus :

Câble banane vers grippe fil :



Alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) :

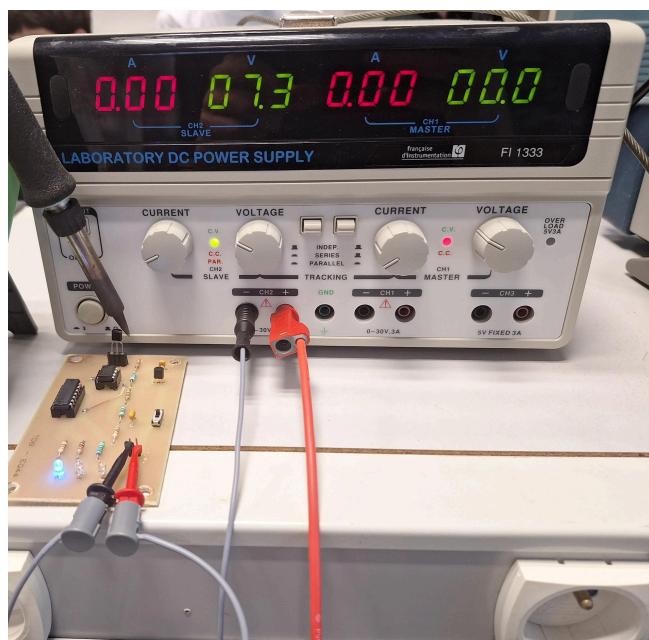


## Thermomètre De Bain

Fer à souder (Weller WE1010) :

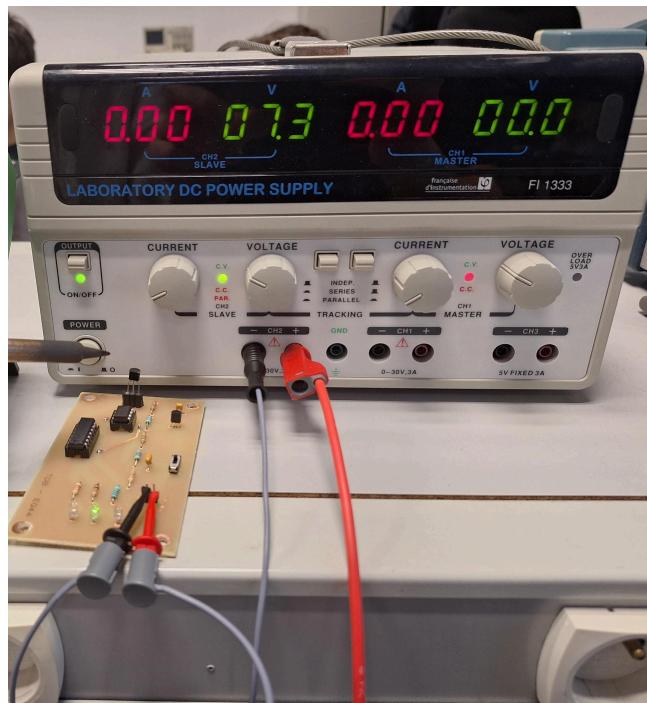


Température froide avec led bleue allumée :

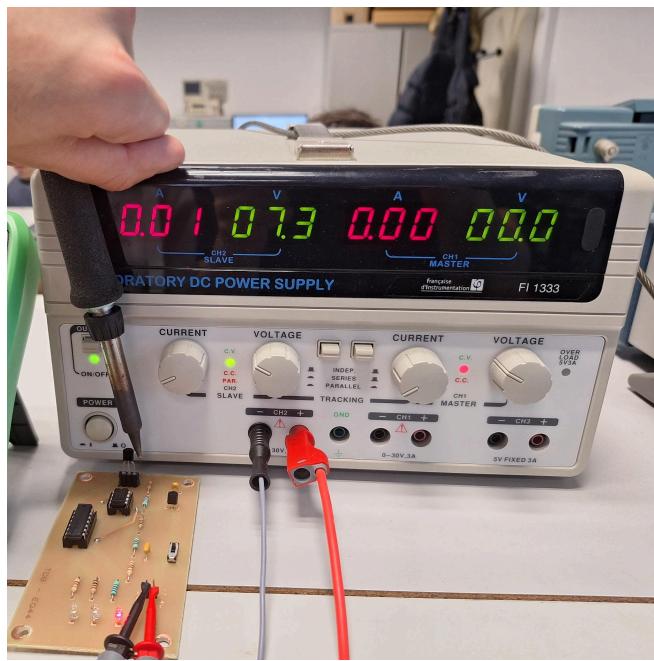


## Thermomètre De Bain

Température tiède avec led verte allumée :



Température chaude avec led rouge allumée :



Lors de l'essai, nous avons utilisé un fer à souder (Weller WE1010) pour simuler l'augmentation de la température de l'eau sur le capteur LM35DZ.

### Commentaires et comparaisons :

#### 1. Succession de la logique de basculement

On constate que les LED s'allument bien successivement dans l'ordre bleu, vert, puis rouge au fur et à mesure que le capteur chauffe. Ce comportement est parfaitement conforme aux exigences du CDC qui définit trois zones distinctes de température.

#### 2. Lien avec la simulation ISIS

Les résultats obtenus sur le prototype physique sont identiques aux résultats obtenus durant la phase de conception détaillée sous ISIS (voir CDT\_COMPARAISSONS). La simulation montrait une sortie active (+5V) pour chaque état ( $30^{\circ}\text{C}$ ,  $37^{\circ}\text{C}$  et  $40^{\circ}\text{C}$ ), ce qui est validé par l'allumage effectif des voyants.

#### 3. Validation de la solution technique

La solution à base d'amplificateurs opérationnels MCP6002 en mode comparateur et de la porte NOR 74HC02, choisie pour son coût réduit par rapport à des comparateurs dédiés, remplit donc parfaitement sa fonction logique.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
<b>Eau Froide</b> ( $T < 36,0^{\circ}\text{C}$ )	LED Bleue allumée	<i>Conforme</i>
<b>Eau Tiède</b> ( $36,0^{\circ}\text{C} \leq T \leq 39,0^{\circ}\text{C}$ )	LED Verte allumée	<i>Conforme</i>
<b>Eau Chaude</b> ( $T > 39,0^{\circ}\text{C}$ )	LED Rouge allumée	<i>Conforme</i>

**Statut de l'essai :** Conforme

**Problèmes rencontrés :** Aucun problème rencontrés.

## 2.4. Exigence Intensité

Référence du paragraphe : ESS INTENSITES

Rédacteur : Bram Moonen/Martinen Jonas

Selecteur : Luneau Valentin/Rey Mathieu

**Exigences client vérifiées par l'essai :** L'intensité lumineuse de chaque voyant est de 50 mcd (-/+10%) lorsque le voyant est allumé et que l'accumulateur est à sa tension nominale.

Commentaires sur l'exigence : Pour chaque voyant, une mesure d'intensité électrique associée à une analyse de datasheet précisant la relation entre intensité électrique (exprimée en Ampère) et intensité lumineuse (exprimée en Candela) est suffisante pour vérifier l'exigence.

**But de l'essai :** Vérifier que chaque led brille bien à une intensité de 50 mcd “micro candelas” (-/+10%) minimum.

**Moyens utilisés :** Nous avons utilisé une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333), un fer à souder (Weller WE1010), un multimètre (multicomp MP730007) et quatre câbles banane mâle vers grippe fils (2 rouges et 2 noirs).

### Procédure d'essai:

I. Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R6 4700 ohm) devant la led bleu

1. Prendre une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) ou autre modèle similaire et l'allumer
2. Prendre les deux câbles (noir et rouge) banane mâle vers grippe fils
3. Brancher le premier câble (noir) côté banane mâle sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1
4. Brancher le second câble (rouge) côté banane mâle sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1
5. Accrocher le premier câble qui est branché sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de GND sur la carte
6. Accrocher le second câble qui est branché sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de +7.4V sur la carte
7. Régler la tension de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) à 7.4V à l'aide du bouton “VOLTAGE”
8. Régler le courant de l'alimentation de table ((Laboratory DC power supply fi 1333) à 0.01 A à l'aide du bouton “CURRENT”
9. Mettre l'interrupteur de la carte sur ON
10. Appuyer sur le bouton “OUTPUT” de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) en s'assurant des bonnes valeurs de courant et de tensions fixés aux étapes 7 et 8

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	20/40
----------------------------------	--	-------

## Thermomètre De Bain

11. Brancher le troisième câble (noir) banane côté mâle sur l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
12. Brancher le quatrième câble (rouge) banane côté mâle sur l'entrée à droite de l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
13. Allumer le multimètre (multicomp MP730007) en le mettant en position volt dc (si besoin appuyer sur "SELECT" pour avoir la valeur en V et non en mV)
14. Mettre la carte dans le bon sens (se fier aux écritures)
15. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à gauche de R avec le grippe fil du multimètre (rouge)
16. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à droite de R avec le grippe fil du multimètre (noir)
17. Ne plus bouger et attendre qu'une valeur apparaisse sur le multimètre (multicomp MP730007), bouger légèrement les grippes fils sur les fils de la résistance si aucune valeur ne s'affiche
18. Relever la tension affiché une fois qu'elle est stable

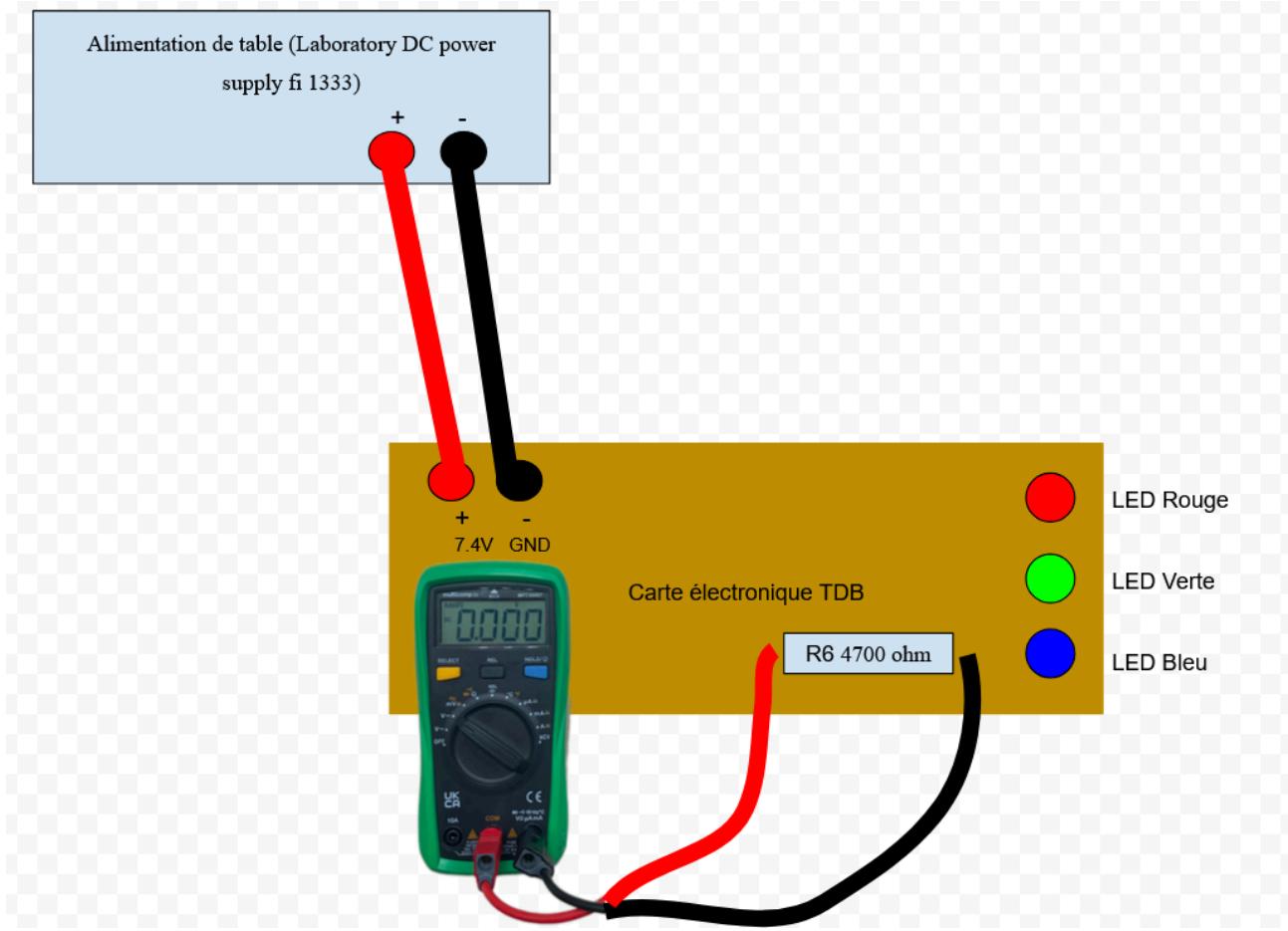


Schéma de mesure de la tension sur la résistance (R6 4700 ohm) devant la led bleu

II. Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R5 1000 ohm) devant la led verte

1. Prendre une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) ou autre modèle similaire et l'allumer
2. Prendre les deux câbles (noir et rouge) banane mâle vers grippe fils
3. Brancher le premier câble (noir) coté banane mâle sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1
4. Brancher le second câble (rouge) coté banane mâle sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1
5. Accrocher le premier câble qui est branché sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de GND sur la carte
6. Accrocher le second câble qui est branché sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de +7.4V sur la carte
7. Régler la tension de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) à 7.4V à l'aide du bouton "VOLTAGE"
8. Régler le courant de l'alimentation de table ((Laboratory DC power supply fi 1333) à 0.01 A à l'aide du bouton "CURRENT"
9. Mettre l'interrupteur de la carte sur ON
10. Appuyer sur le bouton "OUTPUT" de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) en s'assurant des bonnes valeurs de courant et de tensions fixés aux étapes 7 et 8
11. Brancher le troisième câble (noir) banane côté mâle sur l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
12. Brancher le quatrième câble (rouge) banane côté mâle sur l'entrée à droite de l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
13. Allumer le multimètre (multicomp MP730007) en le mettant en position volt dc (si besoin appuyer sur "SELECT" pour avoir la valeur en V et non en mV)
14. Mettre la carte dans le bon sens (se fier aux écritures)
15. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à gauche de R avec le grippe fil du multimètre (rouge)
16. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à droite de R avec le grippe fil du multimètre (noir)
17. Ne plus bouger et attendre qu'une valeur apparaisse sur le multimètre (multicomp MP730007), bouger légèrement les grippes fils sur les fils de la résistance si aucune valeur ne s'affiche
18. Relever la tension affiché une fois qu'elle est stable

## Thermomètre De Bain

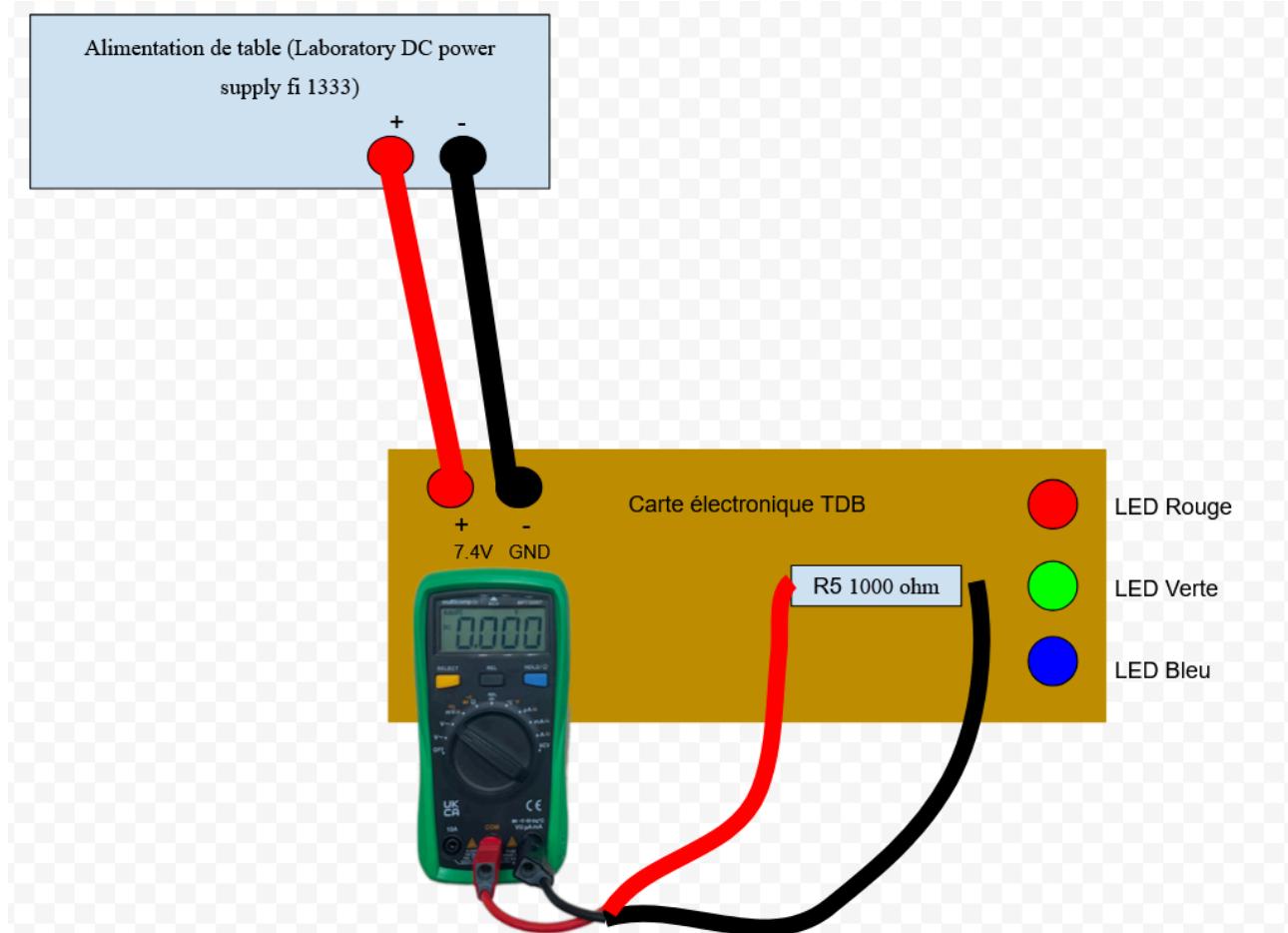


Schéma de mesure de la tension sur la résistance (R5 1000 ohm) devant la led verte

### III. Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R4 680 ohm) devant la led rouge

1. Prendre une alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) ou autre modèle similaire et l'allumer
2. Prendre les deux câbles (noir et rouge) banane mâle vers grippe fils
3. Brancher le premier câble (noir) coté banane mâle sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1
4. Brancher le second câble (rouge) coté banane mâle sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1
5. Accrocher le premier câble qui est branché sur l'entrée négative ( - ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de GND sur la carte
6. Accrocher le second câble qui est branché sur l'entrée positive ( + ) de l'entrée CH1 côté grippe fil sur le connecteur le plus proche de +7.4V sur la carte
7. Régler la tension de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) à 7.4V à l'aide du bouton "VOLTAGE"
8. Régler le courant de l'alimentation de table ((Laboratory DC power supply fi 1333) à 0.01 A à l'aide du bouton "CURRENT"
9. Mettre l'interrupteur de la carte sur ON
10. Appuyer sur le bouton "OUTPUT" de l'alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) en s'assurant des bonnes valeurs de courant et de tensions fixés aux étapes 7 et 8
11. Brancher le troisième câble (noir) banane côté mâle sur l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
12. Brancher le quatrième câble (rouge) banane côté mâle sur l'entrée à droite de l'entrée négative COM du multimètre (multicomp MP730007)
13. Allumer le multimètre (multicomp MP730007) en le mettant en position volt dc (si besoin appuyer sur "SELECT" pour avoir la valeur en V et non en mV)
14. Mettre la carte dans le bon sens (se fier aux écritures)
15. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à gauche de R avec le grippe fil du multimètre (rouge)
16. Maintenir sur le fil en métal (voir schéma électronique) à droite de R avec le grippe fil du multimètre (noir)
17. Ne plus bouger et attendre qu'une valeur apparaisse sur le multimètre (multicomp MP730007), bouger légèrement les grippes fils sur les fils de la résistance si aucune valeur ne s'affiche
18. Relever la tension affiché une fois qu'elle est stable

## Thermomètre De Bain

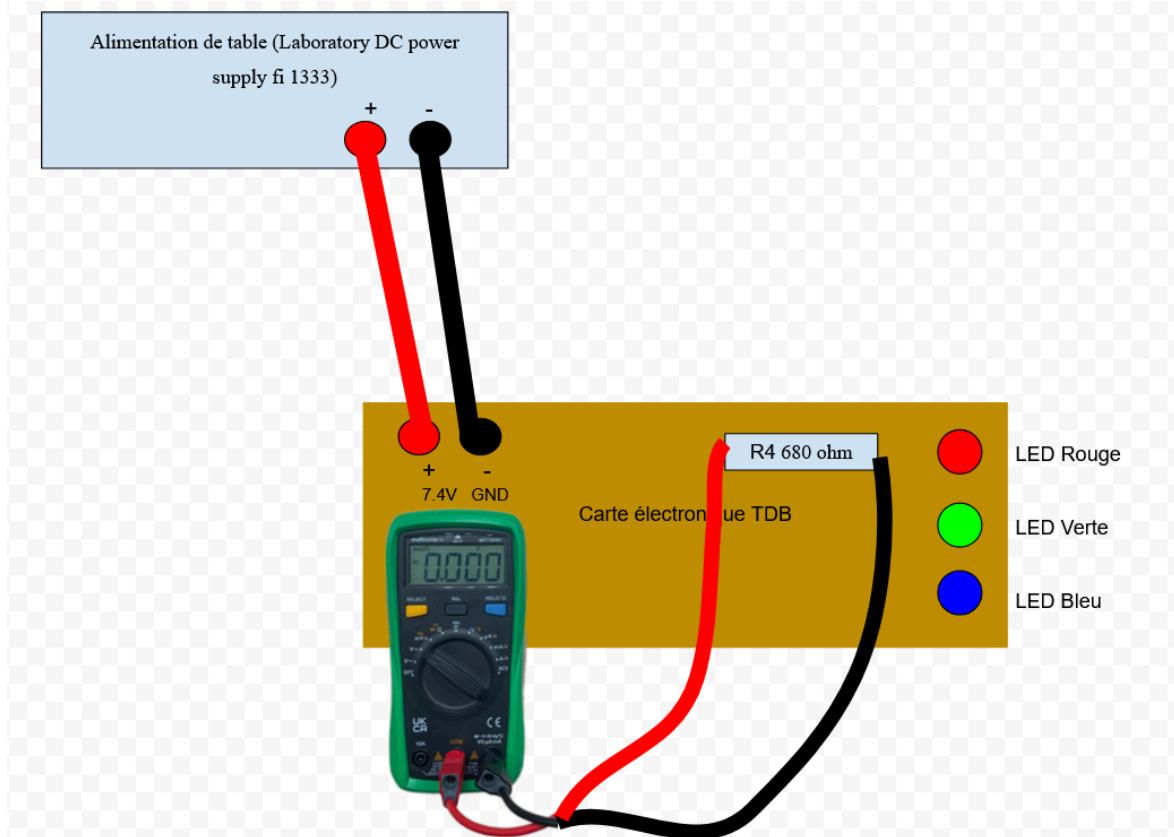


Schéma de mesure de la tension sur la résistance (R4 680 ohm) devant la led rouge

### IV. Protocole de mesure de l'intensité de la led bleu

1. Appliquer le Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R6) devant la led bleu
2. Avec la tension relevée, effectuer le calcul suivant :

tension relevé/R6 (ou R6 vaut 4700 ohm)  
Ce calcul permet de trouver le courant qui traverse la led  
Il est nécessaire d'avoir 0,5 mA pour avoir 50 micro candela
3. Vérifier que la valeur de courant relevé est bien comprise entre 0,45 mA et 0,55 mA (+/- 10% de 0,5 mA)
4. Effectuer le calcul suivant :

Intensité lumineuse = courant relevé \* 2000/20
5. Statuer sur la conformité

### V. Protocole de mesure de l'intensité de la led verte

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	25/40
----------------------------------	--	-------

## Thermomètre De Bain

1. Appliquer le Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R5) devant la led verte
2. Avec la tension relevée, effectuer le calcul suivant :

tension relevé/R5 (ou R5 vaut 1000 ohm)

Ce calcul permet de trouver le courant qui traverse la led

Il est nécessaire d'avoir 3,2 mA pour 50 micro candela

3. Vérifier que la valeur de courant relevé est bien comprise entre 2,9 et 3,5 mA (+/- 10 % de 3,2 mA)
4. Effectuer le calcul suivant :

Intensité lumineuse = courant relevé \* 310/20

5. Statuer sur la conformité

## VI. Protocole de mesure de l'intensité de la led rouge

1. Appliquer le Protocole de mesure de la tension sur la résistance (R4) devant la led rouge
2. Avec la tension relevée, effectuer le calcul suivant :

tension relevé/R4 (ou R4 vaut 680 ohm)

Ce calcul permet de trouver le courant qui traverse la led

Il est nécessaire d'avoir 5 mA pour 50 micro candela

3. Vérifier que la valeur de courant relevé est bien comprise entre 4,5 et 5,5 mA (+/- 10 % de 5 mA)
4. Effectuer le calcul suivant :

Intensité lumineuse = courant relevé \* 200/20

5. Statuer sur la conformité

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Intensité de la LED Bleu	50 mcd ( $\equiv 0,5$ mA)	+/- 10 % ( $\Delta 0,45 - 0,55$ mA)
Intensité de la LED Verte	50 mcd ( $\equiv 3,2$ mA)	+/- 10 % ( $\Delta 2,9 - 3,5$ mA)
Intensité de la LED Rouge	50 mcd ( $\equiv 5$ mA)	+/- 10 % ( $\Delta 4,5 - 5,5$ mA)

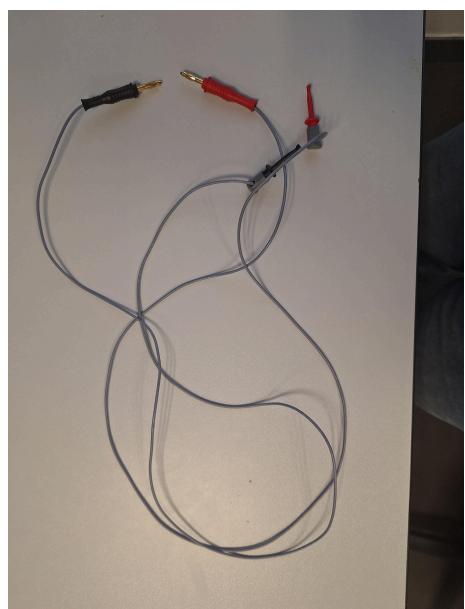
## Thermomètre De Bain

### Résultats attendus :

Multimètre (multicomp MP730007) :

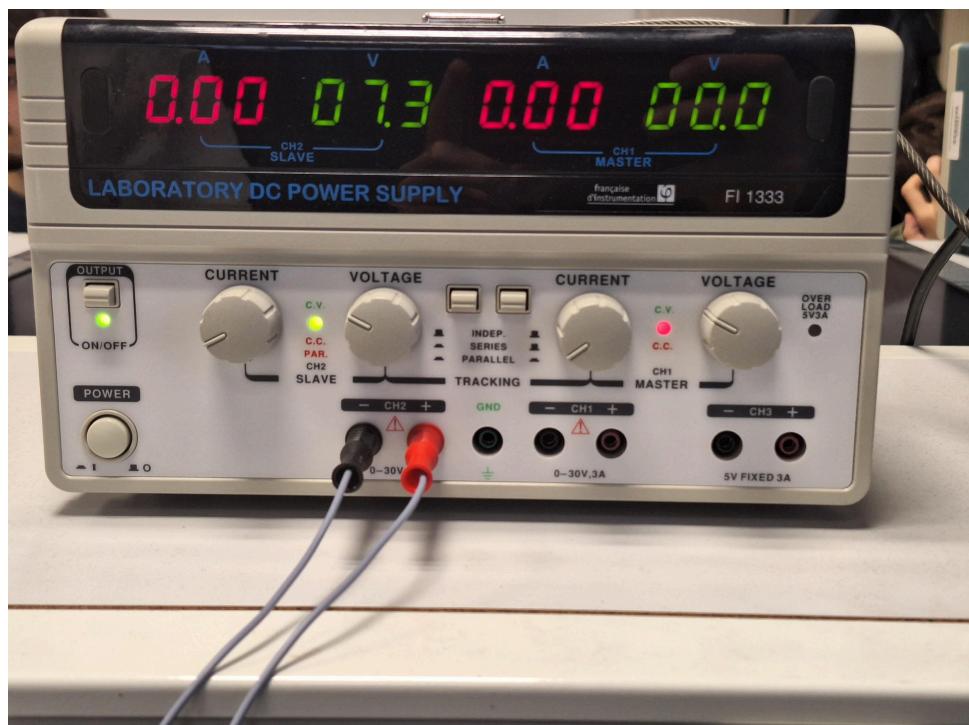


Câble banane vers grippe fil :



## Thermomètre De Bain

Alimentation de table (Laboratory DC power supply fi 1333) :

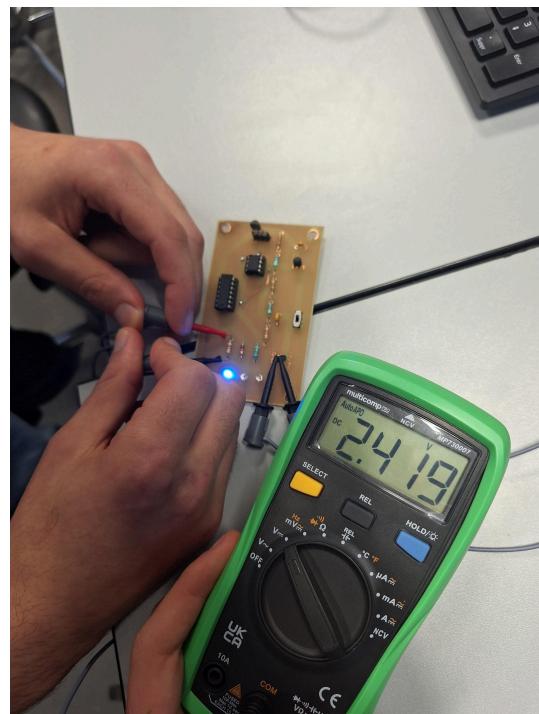


Fer à souder (Weller WE1010) :

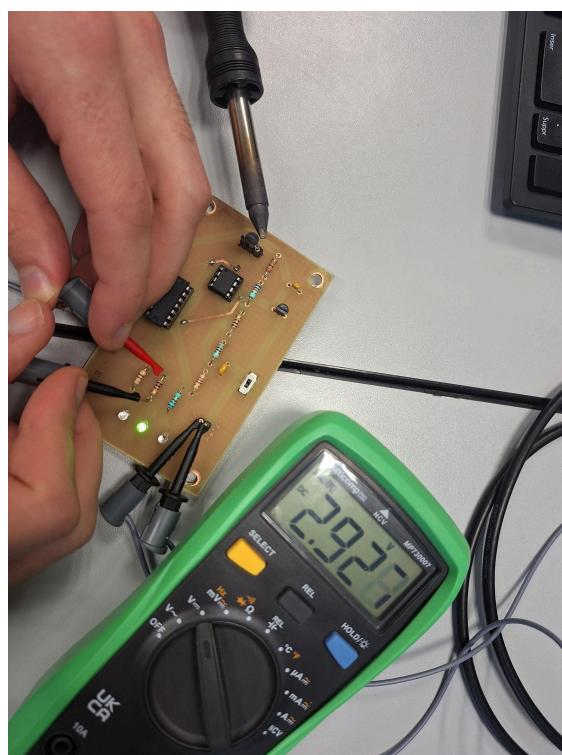


## Thermomètre De Bain

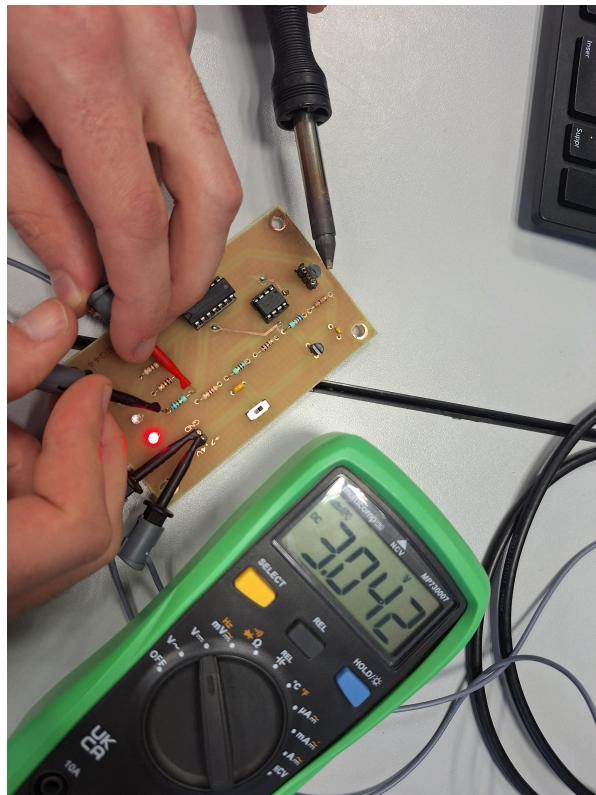
Mesure de la tension au borne de la résistance devant la led bleu :



Mesure de la tension au borne de la résistance devant la led verte :



Mesure de la tension au borne de la résistance devant la led rouge :



## Commentaires et comparaisons

### 1. Conformité de la LED Bleue

L'intensité de 0,5 mA (valeur obtenue avec le protocole IV) correspond exactement à la valeur théorique calculée lors de la conception détaillée (CDT\_INTENSITES) pour obtenir 50 mcd. Elle est comprise dans la plage de tolérance de 0,45 mA à 0,55 mA.

### 2. Conformité de la LED Verte

Le courant mesuré de 2,927 mA (valeur obtenue avec le protocole V) est conforme à la plage attendue de 2,88 mA à 3,52 mA pour cette LED afin d'assurer l'intensité lumineuse requise. Le résultat est cohérent avec la simulation qui prévoyait 3,05 mA.

### 3. Non-conformité de la LED Rouge

Le courant obtenu de 4,4 mA (valeur obtenue avec le protocole VI) est inférieur à 4,5 mA nécessaire pour garantir les 50 mcd. Bien que la valeur soit proche de la simulation ISIS (4,82 mA), la chute de tension dans le circuit place ce voyant hors CDC.

Les mesures ont été effectuées à la tension nominale de l'accumulateur (7,4V) en mesurant la tension aux bornes des résistances de protection des leds.

Thermomètre De Bain

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
LED Bleu	50 mcd ( $\equiv 0,5$ mA)	Conforme
LED Verte	45,3 mcd ( $\equiv 2,927$ mA)	Conforme
LED Rouge	44 mcd ( $\equiv 4,4$ mA)	Non Conforme

**Statut de l'essai :** Non conforme.

**Problèmes rencontrés :** En mettant une résistance de 560 ohm de la série E24 devant la led Rouge on aurait une intensité de 0,0053 A ( $3V / 560$  ohm) ce qui équivaut à 5,3 mA car compris dans la plage de tolérance de 0,45 mA à 0,55 mA et qui serait donc conforme au cahier des charges.

## 2.5 EXIGENCE SEUILS

**Référence du paragraphe :** ESS\_SEUILS

**Rédacteur :** Mathieu Rey / Luneau Valentin

**Selecteur :** Bram Moonen / Martinen Jonas

**Exigences client vérifiées par l'essai :** EXIG\_SEUILS

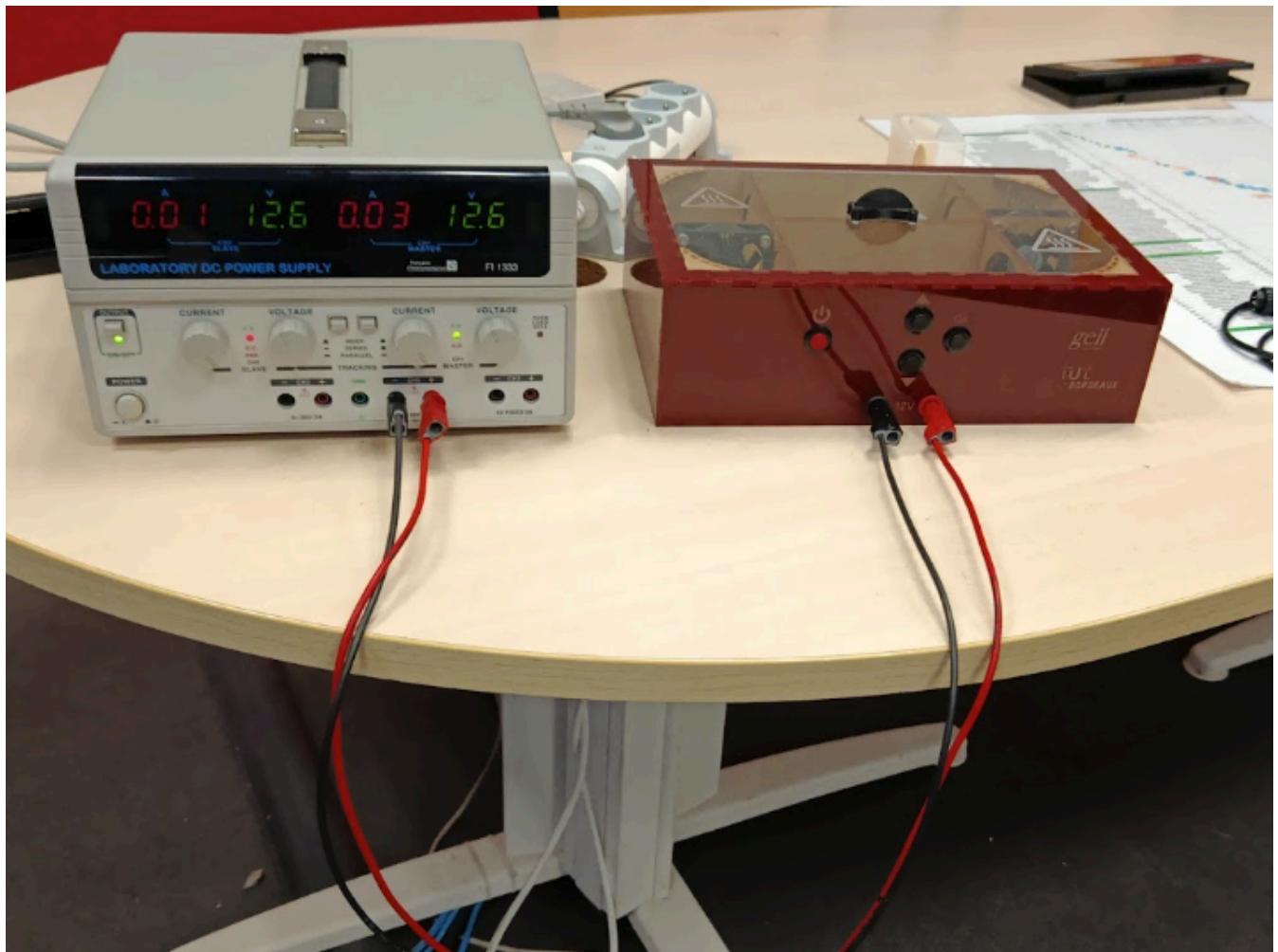
**But de l'essai :**

Vérifier par un essai en étuve (ou bain-marie) que les points de basculement électronique du thermomètre correspondent aux valeurs de température exigées par le client.

**Moyens utilisés :**

- Prototype du thermomètre de bain alimenté à sa tension nominale.
- Étuve thermique ou bac d'eau thermostaté.
- Thermomètre étalon certifié.

## Thermomètre De Bain



### Procédure d'essai :

#### 1. Installation du matériel

- Retirer le couvercle de l'enceinte thermique et placer la carte à l'intérieur.
- Sécuriser la carte dans l'étuve en utilisant les quatre vis de montage sur ses parois latérales.
- Relier l'alimentation de la carte au premier générateur (réglé sur 7,4 V) à l'aide de grippe-fils.
  - Reliez l'enceinte climatique au second générateur (réglé sur 12 V).

#### 2. Initialisation du test

- Mise sous tension : Vérifiez que l'interrupteur de la carte est bien sur la position « Marche ».
- Replacer le couvercle pour sceller l'enceinte.
- Appuyer sur “output” pour mettre sous tension le générateur,
- Régler la température cible sur 36 °C.

#### 3. Mesures et relevés

- Attendre environ une à deux minutes que la température se stabilise à 36 °C.

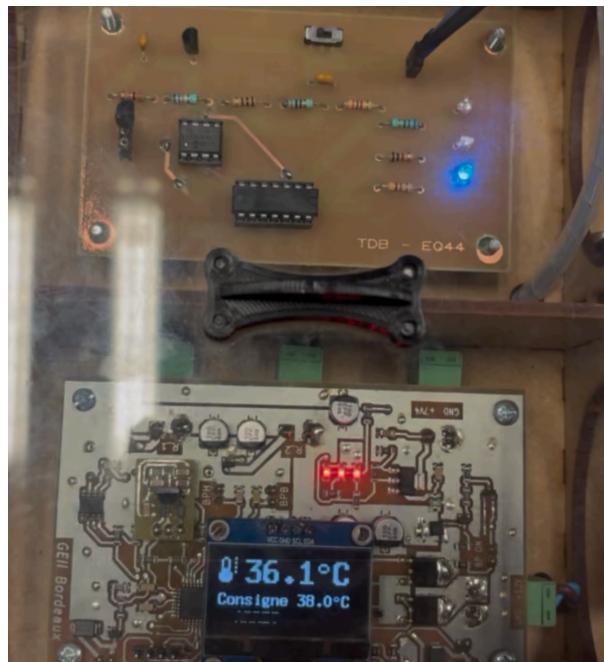
## Thermomètre De Bain

Si la température est trop élevée et ne descend pas, entrouvrir légèrement le couvercle pour accélérer le refroidissement.

- Noter la température exacte dès que la DEL verte s'allume.
- Augmenter la température par paliers de 0,5 °C. Respecter un temps d'attente de une à deux minutes à chaque palier pour garantir la stabilité thermique.
- Noter la température exacte lors de l'allumage de la DEL rouge.

### 4. Analyse de conformité

- Comparer les températures relevées (seuils de déclenchement des DEL) avec les valeurs théoriques attendues.
- L'essai est déclaré conforme si l'écart ne dépasse pas une tolérance de  $\pm 5\%$ .



Seuil froid atteint

## Thermomètre De Bain



Pas de seuil atteint



Seuil chaud atteint

**Résultat attendus :** Conformément aux spécifications du cahier des charges, une marge d'erreur de  $\pm 5\%$  est tolérée sur les seuils de température. Par conséquent, les mesures seront considérées comme conformes si elles sont dans les intervalles suivants :

- **Seuil froid :** compris entre  $34,2^{\circ}\text{C}$  et  $37,8^{\circ}\text{C}$ .
- **Seuil chaud :** compris entre  $37,05^{\circ}\text{C}$  et  $40,95^{\circ}\text{C}$ .

## Thermomètre De Bain

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Température seuil froid	36°C	+/-5%
Température seuil chaud	39°C	+/-5%

### Résultat obtenus :

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Température seuil froid	36,1°C	conforme
Température seuil chaud	38,9°C	conforme

**Statut de l'essai :** Conforme

**Problèmes rencontrés :** aucun problème rencontré

## 2.6 Exigence Délais

**Référence du paragraphe :** ESS\_DELAIS

**Rédacteur :** Bram Moonen/Martinen Jonas

**Selecteur :** Luneau Valentin/Rey Mathieu

**Descriptif de l'exigence :** Le temps alloué pour réaliser le développement du thermomètre (phase de conception + phase de fabrication + phase de vérification + phase de présentation/démonstration) est de 40h.

Commentaires sur l'exigence : Le respect de cette exigence nécessite :

- \* une planification initiale des tâches à mener pour répondre à chaque exigence avec répartition individualisée

- \* un suivi de l'avancement du projet, une mise à jour de cette planification et l'attribution des tâches à chaque séance.

**But de l'essai :** Confirmer que le temps alloué pour réaliser le développement du thermomètre est de maximum 40h

**Moyens utilisés :**

Un tableau excel récapitulant la planification des tâches à mener par coéquipier avec un suivi de l'avancement du projet.

Voici le lien du support :

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1i3kYdGvn4qDhKIA6vOFLfrbc4XMku2rsTBpJqtnsj5g/edit?usp=sharing>

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDVEQ44 Révision : 2 –09/01/2026	35/40
----------------------------------	---	-------

## Thermomètre De Bain

### Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Temps passé sur le projet	<=40 h	Sans objet

### Résultats obtenus :

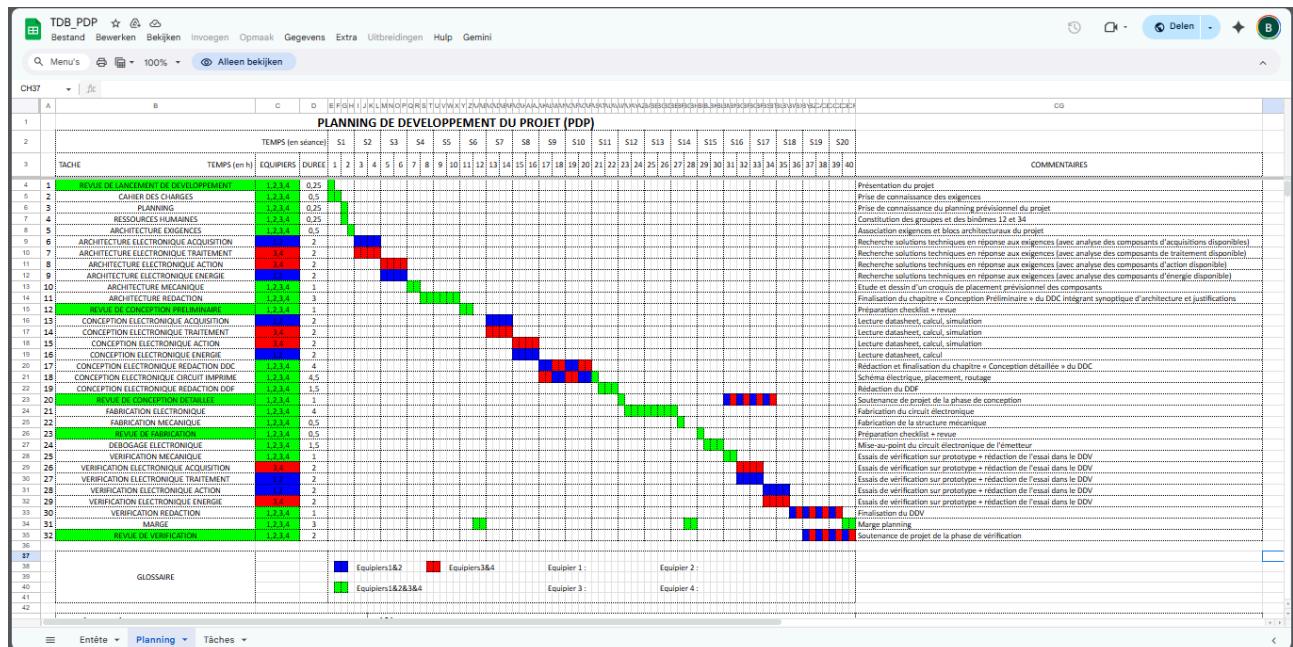


Tableau du développement du projet

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Temps passé sur le projet	39h	Conforme
IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	36/40

**Statut de l'essai :** Conforme

**Problèmes rencontrés :**

Aucun problème rencontrés

## 2.7 Marche/Arrêt

**Référence du paragraphe :** ESS\_MARCHE/ARRÊT

**Rédacteur :** Rey Mathieu / Luneau Valentin

**Selecteur :** Bram Moonen / Jonas Martinen

**But de l'essai :** L'objectif est de valider le fonctionnement de l'interrupteur marche/arrêt du thermomètre. Il s'agit de vérifier la bonne commutation du circuit en s'assurant de l'allumage d'une LED en position fermée et de son extinction totale en position ouverte.

**Moyens de utilisés :** Nous avons utilisé un générateur de tension pour alimenter la carte le thermomètre de bain.

### 1. Préparation et branchement

- Relier le générateur de tension à l'entrée d'alimentation du thermomètre de bain en utilisant les fils crochétés.
- Régler la tension du générateur sur **7,4V**.
- Appuyer sur le bouton « **Output** » du générateur afin d'alimenter la carte.

### 2. Test de mise en marche

- Basculer l'interrupteur marche/arrêt de la carte sur la position Marche.
- Contrôler visuellement qu'au moins une DEL est allumée.

### 3. Test d'arrêt

- Basculer l'interrupteur marche/arrêt de la carte sur la position Arrêt.
- Contrôler visuellement qu'aucune DEL n'est allumée.

**Résultats attendus :** Lorsque le bouton marche/arrêt est sur marche, une des DEL s'allume et lorsque le bouton marche/arrêt est sur arrêt, aucune des DEL ne s'allume.

**Résultats obtenus :** L'activation de l'interrupteur entraîne l'allumage de la DEL bleue, tandis que sa désactivation éteint l'ensemble des voyants.

**Statut de l'essai :** Conforme

**Problème rencontrés :** Pas de problème rencontré

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	37/40
----------------------------------	--	-------

## 2.8 Conclusion de la vérification du produit

**Rédacteur :** Bram Moonen/Jonas Martinen/Valentin Luneau/Matieu Rey

**Selecteur :** Bram Moonen/Jonas Martinen/Valentin Luneau/Matieu Rey

### Exigence Dimension :

#### Problème rencontré :

Les trous de fixations ne sont pas conformes tant dans leurs diamètre que le positionnement des centres par rapport aux bords (largeur, longueur). Cette erreur est due au fait que l'œil humain n'est pas assez précis pour permettre un taux de précision de 100 %. La solution apportée est d'utiliser un robot perceur pour percer les trous sur la carte qui permettrait une précision de 100 % sans erreur de mesure.

### Exigence Autonomie :

**Problème rencontré :** Aucun problème rencontré

### Exigence Marche/ Arrêt :

**Problème rencontré :** Aucun problème rencontré

### Exigence Seuil :

**Problème rencontré :** Aucun problème rencontré

### Exigence Comparaison :

#### Problème rencontré :

Aucun problème rencontré

### Exigence Intensité :

#### Problème rencontré :

L'intensité de la led rouge n'est pas conforme au cahier des charges et ne lui permet pas de briller à 50 micro candela comme attendu dans le cahier des charges.

En mettant une résistance de 560 ohm de la série E24 devant la led Rouge on aurait une intensité de 0,0053 A (3V / 560 ohm) ce qui équivaut à 5,3 mA et qui serait donc conforme au cahier des charges.

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB_DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	38/40
----------------------------------	--	-------

**Exigence Délai :**

**Problème rencontré :**

Aucun problème rencontré

**Conclusion Générale du Dossier de Vérification :**

Ce Dossier de Vérification (DDV) a permis de confronter le prototype du Thermomètre De Bain pour bébé aux exigences spécifiées dans le Cahier des Charges (CDC) [CDC]. L'ensemble des essais réalisés a confirmé la validité de la solution technique adoptée pour plusieurs fonctions clés du produit.

**Points de conformité majeurs :**

- Autonomie (EXIG\_AUTONOMIE) : L'autonomie mesurée de 37 heures et 37 minutes dépasse largement l'exigence minimale de 24 heures, validant le choix de l'accumulateur LiPo 2S et la faible consommation du circuit.
- Logique de Comparaison (EXIG\_COMPARAISONS) : Le basculement des voyants (Bleu -> Vert -> Rouge) en fonction de l'augmentation de la température est parfaitement conforme et démontre la fonctionnalité attendue du circuit comparateur.
- Seuils de Température (EXIG\_SEUILS) : Les seuils de déclenchement ( $36,1^{\circ}\text{C}$  et  $38,9^{\circ}\text{C}$ ) sont conformes aux exigences du client et respectent la tolérance de  $\pm 5\%$ .
- Délais (EXIG\_DELAIS) : Le temps de développement total de 39 heures est resté en deçà de la limite maximale allouée de 40 heures.
- Marche/Arrêt (ESS\_MARCHE/ARRÊT) : Le fonctionnement de l'interrupteur est validé, assurant la coupure totale de l'alimentation.

**Points de non-conformité identifiés :**

Deux non-conformités principales nécessitent des actions correctives :

1. Dimensions (EXIG\_DIMENSION) : La majorité des trous de fixation ne respectent pas le diamètre ( $4\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$ ) ni le positionnement ( $5\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$  des bords). Cela a été attribué à un manque de précision des outils de perçage manuels. La solution proposée est l'utilisation d'un système de perçage automatisé (robot perceur) pour garantir une précision de 100%.
2. Intensité Lumineuse (EXIG\_INTENSITES) : L'intensité lumineuse de la LED Rouge n'atteint pas l'exigence de 50 mcd. Le courant mesuré de 4,4 mA est légèrement inférieur au minimum requis de 4,5 mA. La correction suggérée est de remplacer la résistance de protection actuelle (680 ohms) par une résistance de 560 ohms (série E24) pour augmenter le courant à 5,3 mA, ce qui serait conforme.

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : TDB-DDV_EQ44 Révision : 2 –09/01/2026	39/40
----------------------------------	--	-------

En conclusion, le prototype est partiellement conforme au Cahier des Charges. Les fonctionnalités principales sont validées, mais des ajustements mécaniques et un léger recalibrage de l'intensité de la LED rouge sont nécessaires avant une production en série.

### 3. Matrice de conformité du produit développé

Ce chapitre synthétise par l'intermédiaire d'un tableau la conformité du produit développé par rapport aux exigences issues du Cahier des Charges.

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphes en lien avec l'exigence	Statut
EXIG_DIMENSION	Vérification par essai	ESS_DIMENSION	Non conforme
EXIG_AUTONOMIE	Vérification par essai	ESS_AUTONOMIE	Conforme
EXIG_MARCHE/ARRET	Vérification par essai	ESS_MARCHE/ARRÊT	Conforme
EXIG_SEUILS	Vérification par essai	ESS_EXIG_SEUILS	Conforme
EXIG_COMPARAISONS	Vérification par essai	ESS_COMPARAISONS	Conforme
EXIG_INTENSITES	Vérification par essai	ESS_INTENSITES	Non conforme
EXIG_DELAIS	Vérification par lecture de doc	ESS_DELAIS	Conforme