

# Rapport de laboratoire

---

**École supérieure**  
Électronique

Laboratoire EIND

---

## TP1 ALIMENTATION LINÉAIRE

---

**Réalisé par :**

Léo Mendes le boss  
Aymeric Clauzel

**À l'attention de :**

Serge Gavin  
Philippe Bovey

**Dates :**

Début du laboratoire : 20 novembre 2024  
Fin du laboratoire : 20 décembre 2024



## Table des matières :

TP1 ALIMENTATION LINÉAIRE .....	1
1 Cahier des charges .....	5
2 Partie A .....	5
2.1 Schéma de principe .....	5
2.2 Dimensionnement des résistances .....	5
2.2.1 Transformation de formules .....	5
2.2.2 Valeur de consigne .....	5
2.2.3 Calcul R2 .....	5
2.3 Calcul des puissances .....	6
2.3.1 Puissance maximale de sortie .....	6
2.3.2 Puissance fournie en entrée .....	6
2.3.3 Puissance dissipée dans le régulateur linéaire .....	6
2.4 Estimation de la température de jonction .....	6
2.4.1 Résistance thermique .....	6
2.4.2 Différence de température .....	6
2.4.3 Température de jonction .....	6
2.5 Simulations $U_{out} = f(R_L)$ .....	7
2.5.1 Schéma de simulations .....	7
2.5.2 Méthode de mesure .....	7
2.5.3 Résultat de simulations .....	7
2.5.4 Analyse des résultats .....	7
2.6 Simulations et puissance dissipée par le régulateur .....	8
2.6.1 Schéma de simulations .....	8
2.6.2 Méthode de simulations .....	8
2.6.3 Résultat de simulations .....	8
2.6.4 Analyse des résultats .....	8
2.7 Mesure .....	9
2.7.1 Schéma de mesure .....	9
2.7.2 Méthode de mesures .....	9
2.7.3 Résultat de mesure .....	10
2.7.4 Comparaison .....	11
2.7.5 Analyse de résultats .....	11
3 Deuxième partie .....	12
3.1 Schéma de principe .....	12
3.2 Dimensionnement de R1 .....	12
3.3 Puissance dissipée estimations .....	12
3.3.1 Sortie court-circuitée .....	12
3.3.2 Sortie ouverte .....	12
3.3.3 Estimation incluant le rapport cyclique de 50% .....	12
3.4 Température de jonction .....	12
3.4.1 Sortie court-circuitée .....	12
3.4.2 Estimation incluant le rapport cyclique de 50% .....	12
3.4.2.1 Pour un RC de 10% .....	12
3.5 Tension en fonction du courant de sortie .....	13
3.5.1 Simulations .....	13
3.5.1.1 Schéma de simulation .....	13
3.5.1.2 Méthode de simulations .....	13
3.5.1.3 Résultat de simulations .....	13
3.5.1.4 Analyse des résultats .....	13
3.5.2 Mesure .....	13
3.5.2.1 Schéma de mesure .....	13
3.5.2.2 Méthode de mesure .....	14
3.5.2.3 Résultat de mesure .....	14
3.5.2.4 Analyse des résultats .....	14
3.6 Courant de sortie en fonction de la tension de sortie .....	15
3.6.1 Schéma de mesure .....	15
3.6.2 Méthode de mesure .....	15
3.6.3 Résultat de mesure .....	15

---

3.6.4 Analyse des mesures .....	16
4 Conclusion .....	17
5 Signatures.....	17
6 Annexe .....	18
6.1 Liste de matériel.....	18
6.1.1 Instrument .....	18
6.1.2 Composants.....	18
6.2 Simulations Palr = f(RI) .....	19
6.3 Courant de sortie en fonction de la sortie.....	23
6.3.1 À 10% de duty cyle.....	23
6.3.2 À 50% de Duty cycle .....	24
6.3.3 À 80% de Duty cycle .....	26

# 1 Cahier des charges

Voir consigne « TP1 - ALIMENTATION LINÉAIRE - V0\_2 »

Le but de l'expérimentation est de visualiser le fonctionnement et les limitations d'un régulateur linéaire.

## 2 Partie A

### 2.1 Schéma de principe

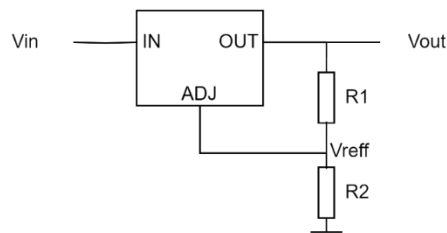


Figure 1 – Schéma de principe

### 2.2 Dimensionnement des résistances

#### 2.2.1 Transformation de formules

$$V_{out} = V_{ref} \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

$$V_{out} \cdot R1 = V_{ref} \cdot R1 + V_{ref} \cdot R2$$

$$V_{out} \cdot R1 - V_{ref} \cdot R1 = R2 \cdot V_{ref}$$

$$\frac{R1(V_{out} - V_{ref})}{V_{ref}} = R2$$

#### 2.2.2 Valeur de consigne

$$R1 = 1000[\Omega] \text{ // Choix de la valeur.}$$

$$V_{out} = 3.3[V]$$

$$V_{ref} = 1.25[V]^1$$

#### 2.2.3 Calcul R2

$$R2 = \frac{1000 \cdot (3.3 - 1.25)}{1.25} = 1640 [\Omega] \Rightarrow (e24) = 1.6 [k\Omega]$$

<sup>1</sup> Vref [datasheet du LM317](#), Page 7

## 2.3 Calcul des puissances

### 2.3.1 Puissance maximale de sortie

$$P_{out} = V_{out} \cdot I_{out,max} = 3.3 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0.33[W]$$

### 2.3.2 Puissance fournie en entrée.

$$P_{in} = V_{in} \cdot I_{out,max} = 7.5 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 0.75[W]$$

### 2.3.3 Puissance dissipée dans le régulateur linéaire

$$P_{ALR} = P_{in} - P_{out} = 0.75 - 0.33 = 0.42 [W]$$

## 2.4 Estimation de la température de jonction

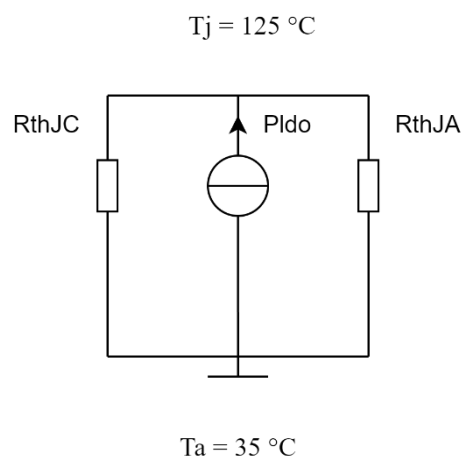


Figure 2 modèle thermique

### 2.4.1 Résistance thermique

$$R_{thJa} = 50 [^{\circ}\text{C}/W]$$

$$R_{thJc} = 5 [^{\circ}\text{C}/W]$$

Selon les instructions du document<sup>2</sup> fourni par le fabricant, Rthjc permet l'estimation des performances thermiques lorsqu'un heat-sink est utilisé. Nous allons donc uniquement utiliser RthJa pour nos estimations.

### 2.4.2 Différence de température

$$\Delta\theta_{tot} = P \cdot R\theta_{tot} = 0.42 \cdot 50 = 21^{\circ}\text{C}$$

### 2.4.3 Température de jonction

$$\theta_J = \theta_{Ambient} + \Delta\theta_{tot} = 35 + 21 = 56\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{j,max}(125^{\circ}\text{C})$$

<sup>2</sup> [Semiconductor and IC Package Thermal Metrics](#) – Page 6

## 2.5 Simulations $U_{out} = f(R_L)$

### 2.5.1 Schéma de simulations

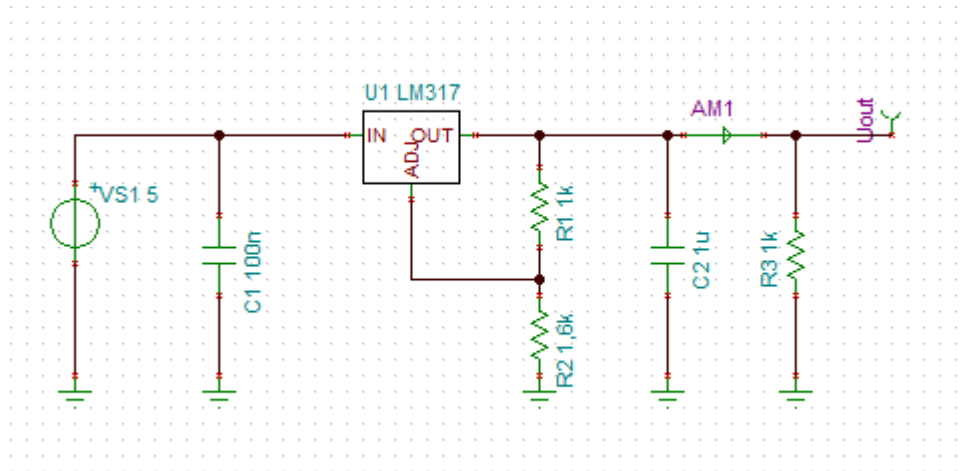


Figure 3 Simulation  $U_{out} = f(R_L)$

### 2.5.2 Méthode de mesure

Afin de mesurer, la tension de sortie en fonction d'une résistance de charge. Nous avons effectué une simulation sous forme de « DC Transfer Characteristic » dans le paramètre de simulations, on a pu mettre une plage de valeur de résistance de charge R3 avec un nombre de points à mesurer.

### 2.5.3 Résultat de simulations

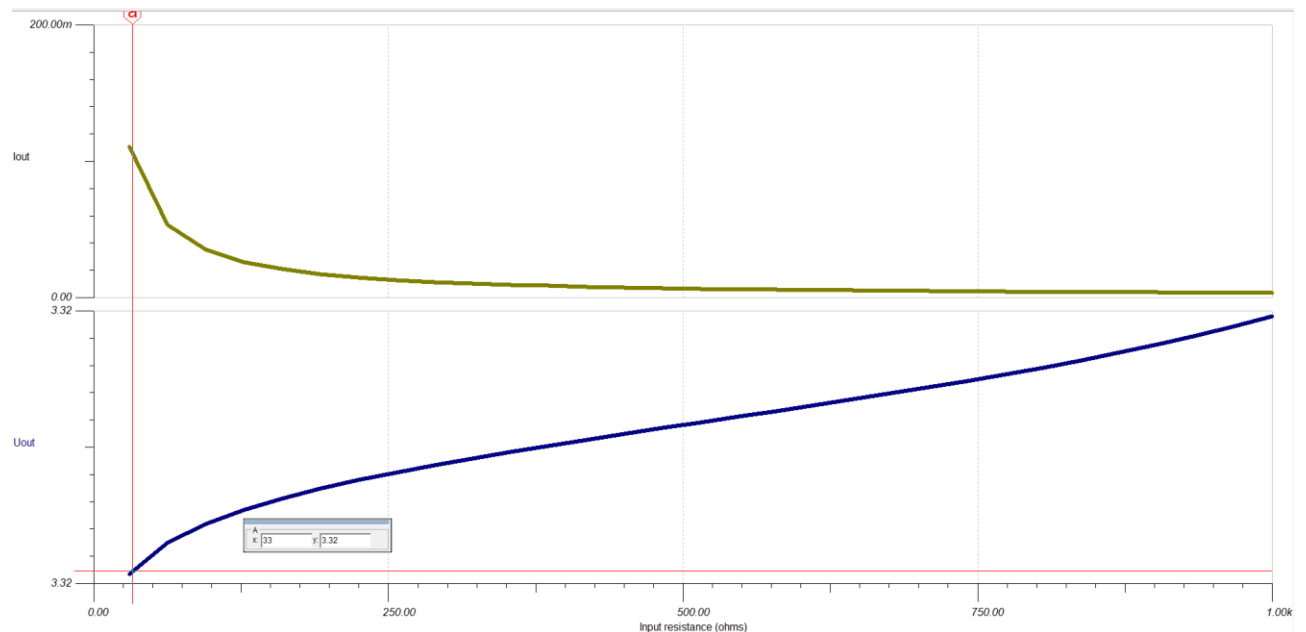


Figure 4 Résultat  $U_{out} = f(R_L)$

### 2.5.4 Analyse des résultats

Nous pouvons observer qu'en simulations, la tension de sortie de notre système ne change que de manière minime, négligeable.

En effet nous pouvons visualiser que la tension n'évolue que dans les alentours de 3.32[V].

Ceci correspond à nos attentes pour un régulateur linéaire. En effet celui-ci doit fournir une tension fixe réglée par les dimensionnements ci-dessus. Peu importe la charge et par extension le courant consommé par celle-ci.

## 2.6 Simulations et puissance dissipée par le régulateur.

### 2.6.1 Schéma de simulations

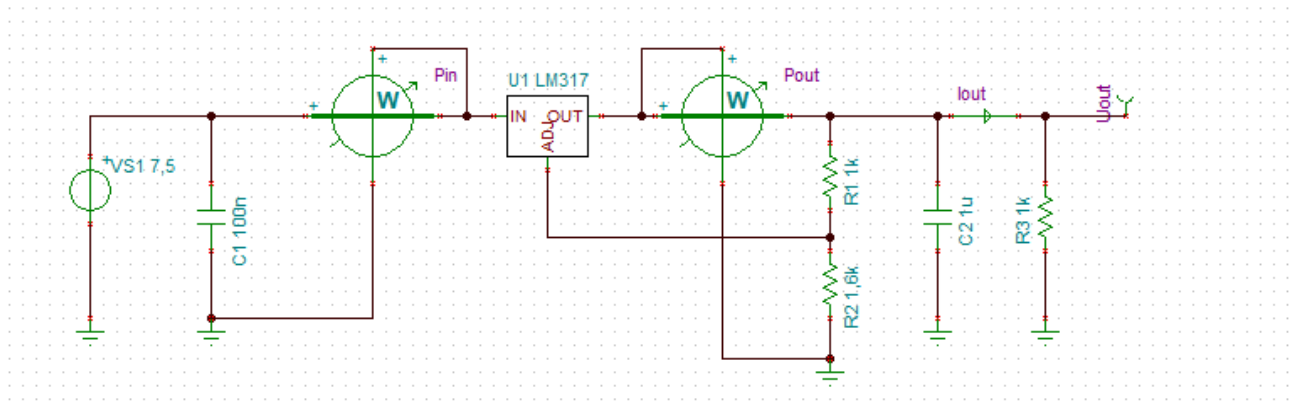


Figure 5 – Simulation  $Palr = f(Rl)$

### 2.6.2 Méthode de simulations

Cette simulation sera encore une fois effectuée au moyen de « DC Transfer Characteristic ». La charge sera commandée de la même manière que la simulation précédente.

Deux watt mètre sont placés en entrée et sortie du LM317. Au moyen d'une formule dans les paramètres « postprocessus ». La courbe correspondante à « Pin – Pout » pourra être affichée correspondant alors à la puissance dissipée dans le LM317.

### 2.6.3 Résultat de simulations

Les mesures de simulations sont disponibles en annexes aux points 6.2 :

Résistance de charge [ $\Omega$ ]	$Palr$ [W]
33	445,98
47	342,07
68	214,93
100	146,05
150	99,1
220	68,84
330	47,73
470	35,15
680	26
1000	19,47

### 2.6.4 Analyse des résultats

On peut voir que lorsque la charge est la plus basse et donc le courant le plus élevé, la puissance dissipée dans le LM317 est extrêmement similaire à celle de notre calcul du point précédent. Celui-ci était de 0.45[W] là où la simulation est de 445.98[mW].

On peut aussi observer plus que la résistance de charge est élevée, moins le composant aura à dissiper de puissance ce qui est logique. Car la dissipation aura lieu sur la charge et plus elle est élevée plus la dissipation l'est.



## 2.7 Mesure

### 2.7.1 Schéma de mesure

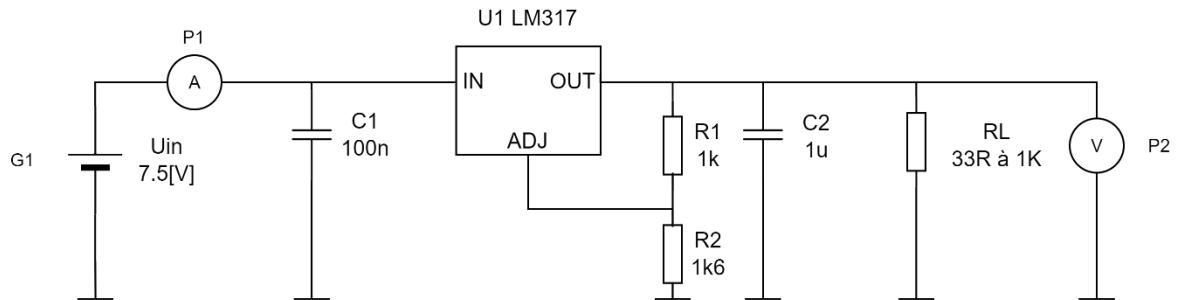


Figure 6 Mesure  $P_{lcr} = f(R_L)$  et  $U_{lcr} = f(R_L)$  – Listes de matériel au point 6.1

### 2.7.2 Méthode de mesures

Nous allons mesurer le courant d'entrée du système et la tension de sortie de ce dernier.



Pour nous permettre de tracer la courbe de la tension de sortie en fonction de la résistance de charge. De même, cette mesure nous permettra de tracer la courbe de la puissance dissipée par le régulateur en fonction de la résistance de charge comme demandé par le cdc.

Pour ce faire :

Après avoir réalisé le montage, et l'avoir alimenté avec une Tension 7,5[VDC] fournie par l'alimentation de labo (G1). La résistance de charge ( $R_L$ ) sera modifiée au moyen d'un changement de composants (manuellement) au sein d'une série de résistances sélectionnées. Les valeurs seront celles utilisées lors des mesures au point précédent (voir tableau en 2.6.3).

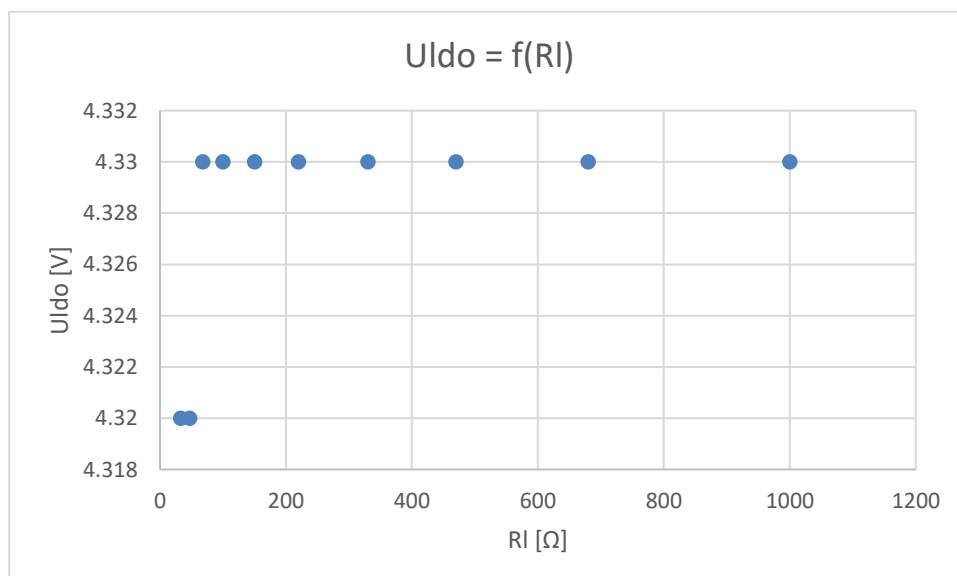
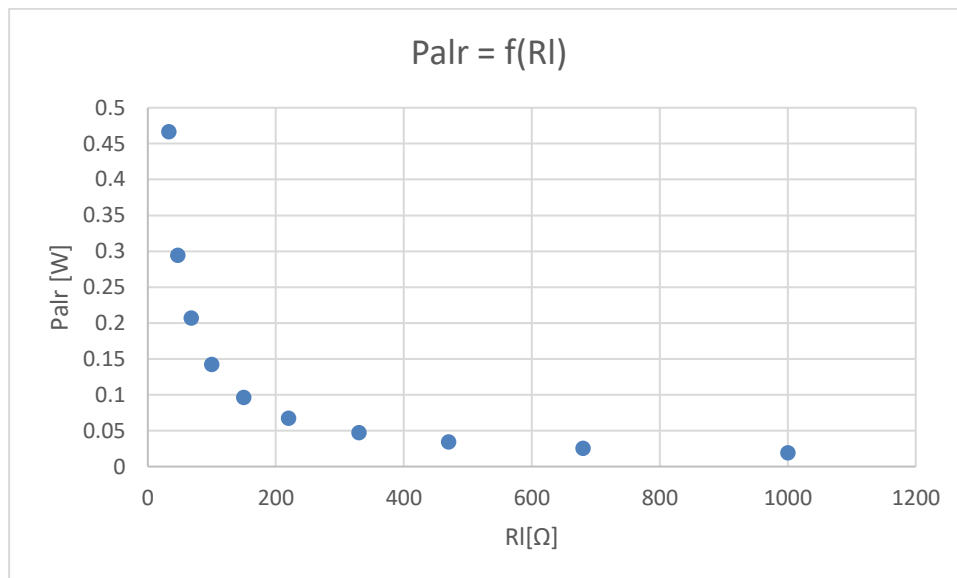
Au moyen de ces deux valeurs mesurées, nous allons pouvoir confirmer et comparer les simulations de  $U_{out}$  en fonction de  $R_L$  et de puissance dissipée du LM317 dans ce montage.

Exemple de mesure avec une  $R_L$  de 33[Ω]

 Figure 7 Multimètre P2	Mesure de la Tension $U_{out}$
 Figure 8 Multimètre P1	Mesure du courant $I_{in}$ Qui nous permet de ressortir $P_{lcr}$ grâce à : $U_{lcr} = U_{in} - U_{out}$ $P_{lcr} = I_{in} * U_{lcr}$

### 2.7.3 Résultat de mesure

Résistance de charge [ $\Omega$ ]	Uout [V]	Ualr [V]	Iin [A]	Palr [W]
33	3,18	4,32	0,108	0,46656
47	3,18	4,32	0,0682	0,294624
68	3,17	4,33	0,0478	0,206974
100	3,17	4,33	0,0329	0,142457
150	3,17	4,33	0,0223	0,096559
220	3,17	4,33	0,0156	0,067548
330	3,17	4,33	0,0109	0,047197
470	3,17	4,33	0,00799	0,0345967
680	3,17	4,33	0,00594	0,0257202
1000	3,17	4,33	0,00444	0,0192252



## 2.7.4 Comparaison

	Comparaison Uout et puissance dissipée en fonction de RL					
	Uout [V]		Différence [%]	Puissance dissipée [mW]		Différence [%]
Résistance de charge [Ω]	Simulation	Pratique		Simulation	Pratique	
33	3,32	3,18	- 4,40251572	445,98	466,56	4,41100823
47	3,32	3,18	- 4,40251572	342,07	294,624	- 16,1039155
68	3,32	3,17	-4,7318612	214,93	206,974	- 3,84396108
100	3,32	3,17	-4,7318612	146,05	142,457	- 2,52216458
150	3,32	3,17	-4,7318612	99,1	96,559	- 2,63155169
220	3,32	3,17	-4,7318612	68,84	67,548	- 1,91271392
330	3,32	3,17	-4,7318612	47,73	47,197	- 1,12930907
470	3,32	3,17	-4,7318612	35,15	34,5967	- 1,59928548
680	3,32	3,17	-4,7318612	26	25,7202	-1,0878609
1000	3,32	3,17	-4,7318612	19,47	19,2252	- 1,27332876

## 2.7.5 Analyse de résultats

Nous pouvons visualiser que les résultats de notre mesure sont extrêmement similaires à notre simulation. En moyenne - 5% de différence. Ceci confirme notre interprétation lors de la simulation précédente. En nos mesures, confirme que le régulateur maintient effectivement sa tension de sortie. Et ceux dissipant plus pour compenser l'augmentation de courant qu'introduit une charge avec une résistance plus basse.

Les différences entre la simulation et la mesure devraient provenir d'imprécision de mesure dans certains cas et de l'influence des influences extérieurs. (Alimentation moins précise, composants avec tolérance.)

## 3 Deuxième partie

### 3.1 Schéma de principe

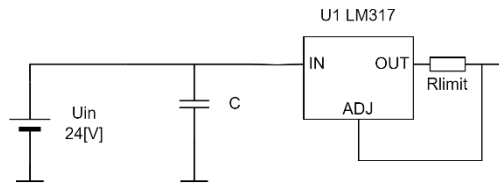


Figure 9 – Schéma de principe en limitations de courants

### 3.2 Dimensionnement de R1

$$I_{out(short)} = \frac{1,25V}{R_S} \Rightarrow R_1 = \frac{1,25V}{250mA} = 5\Omega$$

$$P_{diss_{res}} = R_1 \cdot I^2 = 5 \cdot (250 \cdot 10^{-3})^2 = 0,31W$$

### 3.3 Puissance dissipée estimations

\*étant hors des conditions du datasheet (Headroom = 3Vmin) lors des mesures, nous savons d'avance que ces estimations seront loin de la réalité et que la température de jonction sera plus grande que celle estimée.

#### 3.3.1 Sortie court-circuitée

$$U_{in} = 24 [V]$$

$$U_{out} = 0V$$

$$I_{out} = 250 [mA]$$

$$P_{ldo} = (U_{in} - U_{out}) \cdot I = 24 \cdot 0,25 = 6[W]$$

#### 3.3.2 Sortie ouverte

$$U_{in} = 24 [V]$$

$$U_{out} = 24V$$

$$I_{out} = 0 [mA]$$

$$P_{ldo} = (U_{in} - U_{out}) \cdot I = (24 - 24) \cdot 0 = 0[W]$$

#### 3.3.3 Estimation incluant le rapport cyclique de 50%

$$P_{ldo_{réel}} = P_{out} \cdot Rapport_{cyclique} = 6 \cdot 0,5 = 3W$$

### 3.4 Température de jonction

#### 3.4.1 Sortie court-circuitée

$$P_{LDO} = P_{out} = 6W$$

$$\Delta\theta_{tot} = P_{LDO} \cdot R\theta_{tot} = 6 \cdot 50 = 300^{\circ}C$$

$$T_j = T_a + \Delta\theta_{tot} = 35 + 300 = 335^{\circ}C$$

#### 3.4.2 Estimation incluant le rapport cyclique de 50%

$$P_{LDO} = P_{out_{réel}} = 3W$$

$$\Delta\theta_{tot} = P_{LDO} \cdot R\theta_{tot} = 3 \cdot 50 = 150^{\circ}C$$

$$T_j = T_a + \Delta\theta_{tot} = 35 + 150 = 185^{\circ}C > 125^{\circ}C$$

##### 3.4.2.1 Pour un RC de 10%

$$P_{ldo_{réel}} = P_{out} \cdot RC = 6 \cdot 0,1 = 0,6W$$

$$\Delta\theta_{tot} = P_{LDO} \cdot R\theta_{tot} = 0,6 \cdot 50 = 30^{\circ}C$$

$$T_j = T_a + \Delta\theta_{tot} = 35 + 30 = 65^{\circ}C < 125^{\circ}C$$

Nous remarquons qu'en utilisant les instructions données par le cdc la température de jonction sera plus haute que celle recommandée, de ce fait nous avons décidé de faire des mesures à 10%.

## 3.5 Tension en fonction du courant de sortie

### 3.5.1 Simulations

#### 3.5.1.1 Schéma de simulation

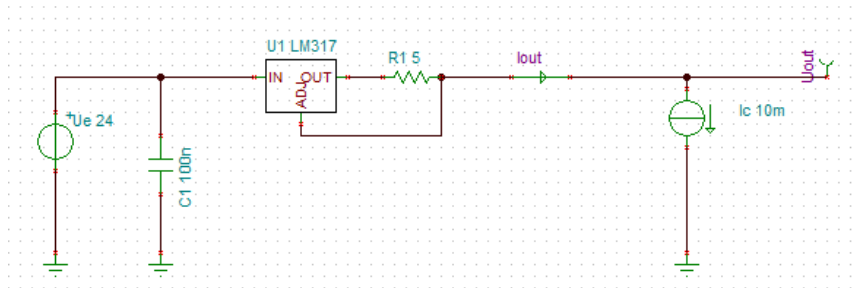


Figure 10 Simulation en limitation de courants

#### 3.5.1.2 Méthode de simulations

La mesure de tension en fonction du courant fut effectuée au moyen de la fonction « dc transfert caracteristic » avec comme paramètre une source de courant. Cette source définira les points de mesure. La mesure sera effectuée de 0 à 300 [mA] avec un point tous les 10 [mA]. Ceci nous permettra de visualiser la tension de sortie aux dépens du courant de sortie.

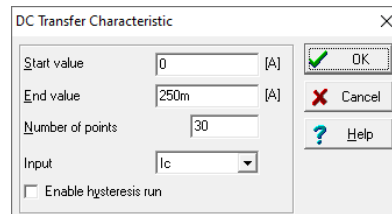


Figure 11 paramètre de simulations

#### 3.5.1.3 Résultat de simulations

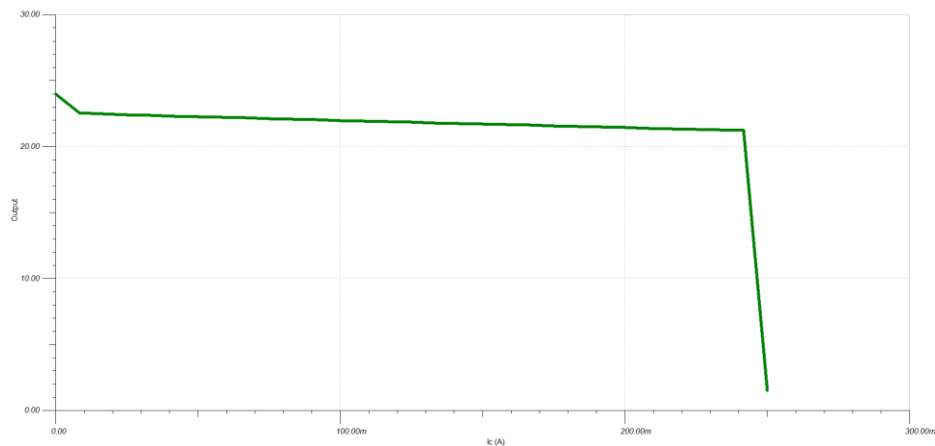


Figure 12 résultats  $U_{out} = f(I_{out})$

#### 3.5.1.4 Analyse des résultats

Nous pouvons visualiser après qu'un courant 10 [mA] alimente la source de courant, la tension  $U_{out}$  chute d'environ 2[V]. Cette chute provient du fait que l'alimentation est à 24[V]. Et le régulateur nécessite une chute d'une tension pour réguler sa sortie. La tension reste stable jusqu'à un courant proche du courant limité. La tension de sortie diminuera progressivement jusqu'à ce que le circuit ne soit plus capable de réguler la tension, tout en maintenant un courant maximal de 250 mA.

### 3.5.2 Mesure

#### 3.5.2.1 Schéma de mesure

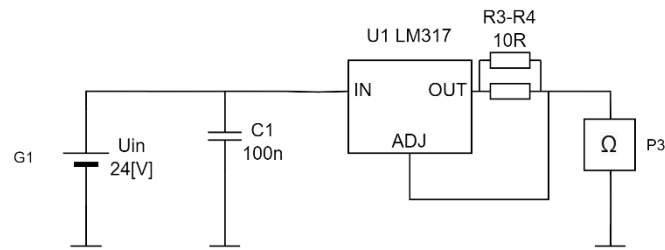


Figure 13 – Schéma de de mesure  $I_{out} = f(RI)$  – Listes de matériel au point 6.1

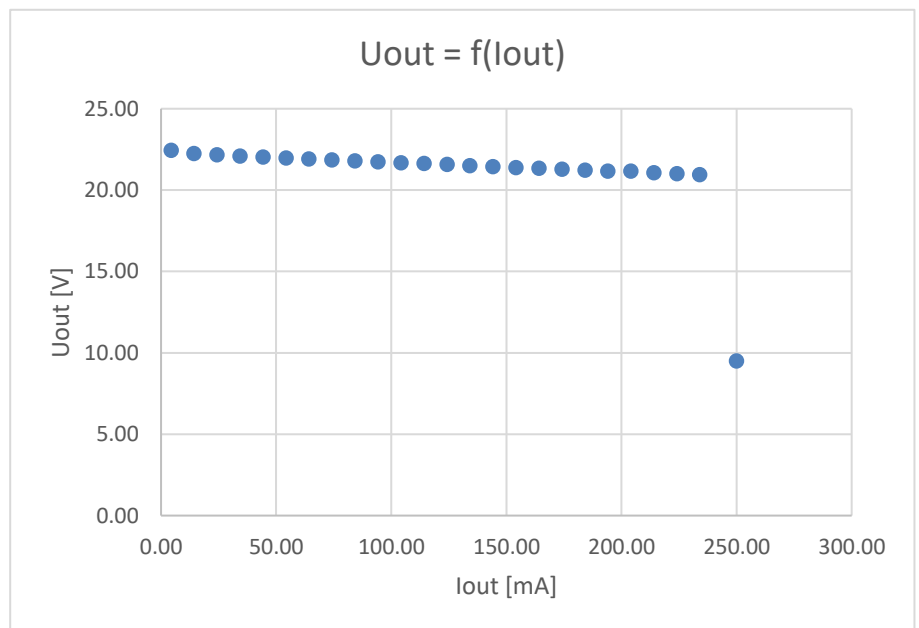
### 3.5.2.2 Méthode de mesure

La tension et le courant de sortie seront encore une fois mesurés cette fois-ci à l'aide d'une charge active (P3).

Pour comparer la réalité avec la simulation en 3.5.1.3, et déterminer la courbe de la tension de sortie en fonction du courant, la charge active (P1) sera connectée à la sortie du montage. La charge active nous permettant de régler un courant à soustraire au système connecter en amont. Nous avons donc fait varier le courant sur cette dernière par pas de 10mA et reporter les résultats affichés pour de tracer la courbe. Le montage est alimenté par une alimentation de laboratoire (G1) en +24VDC.

### 3.5.2.3 Résultat de mesure

Courant de consigne [mA]	Uout [V]	Iout [mA]
10	22,45	4,40
20	22,25	14,40
30	22,17	24,40
40	22,10	34,30
50	22,04	44,40
60	21,97	54,40
70	21,92	64,30
80	21,85	74,30
90	21,80	84,30
100	21,73	94,30
110	21,68	104,30
120	21,63	114,30
130	21,57	124,30
140	21,51	134,20
150	21,45	144,20
160	21,39	154,20
170	21,34	164,20
180	21,28	174,20
190	21,22	184,20
200	21,17	194,20
210	21,16	204,10
220	21,06	214,10
230	21,00	224,20
240	20,94	234,10
250	9,50	>250



### 3.5.2.4 Analyse des résultats

Nous pouvons voir que notre simulation est similaire à nos mesures. En effet nous pouvons visualiser que la tension de sortie baisse de 1.55[V] à partir du moment où notre régulateur commence à conduire en sortie. Cette tension reste stable jusqu'au moment où nous nous approchons du courant limité ou nous pouvons visualiser que le régulateur ne peut plus maintenir le courant de sortie. Celui-ci tentera de continuer à le fournir, et ce en baissant la tension de sortie.

Lors des mesures, la charge active n'a pas pu fonctionner au-delà de son courant maximal, ce qui nous a contraints à changer de méthode pour des courants supérieurs à 250 mA. Nous avons alors utilisé un potentiomètre de puissance associé à une mesure au multimètre. Cependant, cette méthode s'est également révélée inefficace en raison des caractéristiques du composant testé, qui se mettait en protection thermique. Cela entraînait une réduction progressive et instable de la tension de sortie, rendant la mesure imprécise et inexploitable.

## 3.6 Courant de sortie en fonction de la tension de sortie

### 3.6.1 Schéma de mesure

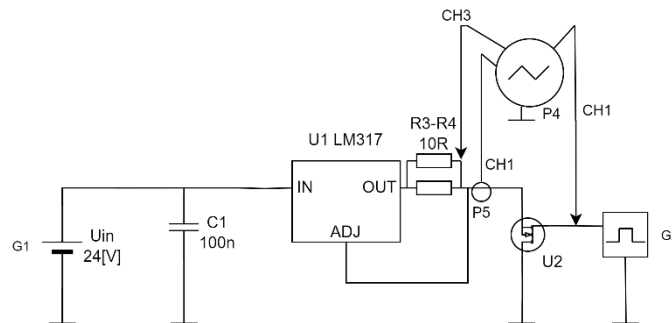


Figure 14 – Schéma de mesure  $I_{out} = f(U_{out})$  – Listes de matériel au point 6.1

### 3.6.2 Méthode de mesure

Nous avons mesuré la tension après l'assemblage de résistance grâce au canal 3 de l'oscilloscope P1. Grâce à une sonde de courant (TCP202) connectée sur le canal 1, nous avons à mesurer le courant en sortie du système. Nous avons aussi mesuré la commande du MOS(K1) grâce au canal 1 et trigger sur ce dernier en flanc montant. De plus nous avons ajouté un ampèremètre en série en entrée du montage, pour mesurer le courant d'entrée, nous permettant par la suite de calculer la puissance dissipée par le régulateur.

La sonde de l'oscilloscope en aval de la résistance de régulation ( $R1/R2$ ) nous permettant de mesurer la tension de sortie du montage.

Le montage est alimenté en +24 [VDC] via l'alimentation (G1)

Sonde de courant en aval de la résistance de régulation nous permettant de mesurer le courant traversant le MOS(K1).

Le générateur de fonction (G2) avec les réglages suivants :

- F : 10 [kHz]
- Signal carré
- RC variable (10%-80%)
- Amplitude 2 [Vpp]
- Offset 1 [Vpp]

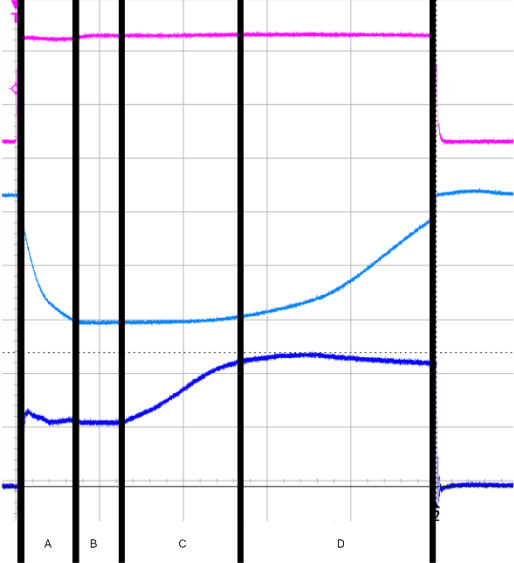
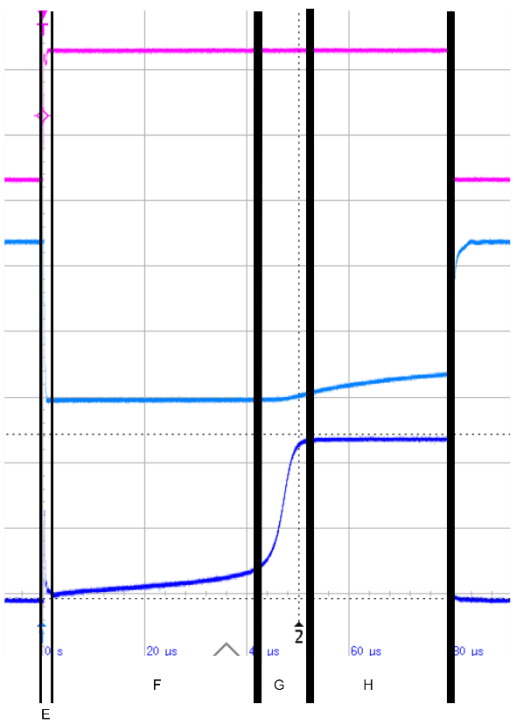
Nous avons aussi tenté de faire des mesures de température de la jonction du régulateur, pour pouvoir comparer avec nos prévisions théoriques faites précédemment. Pour ce faire, nous avons utilisé un thermomètre infrarouge, mais aussi placer la sonde de température d'un de nos multimètres, fixer avec du kapton directement sur zone de contact dédiée à un refroidisseur.

### 3.6.3 Résultat de mesure

Les oscillogrammes de mesures se trouvent en annexe au point 6.3

### 3.6.4 Analyse des mesures

Nos mesures nous permettent d'observer les comportements suivants :

 <p>Figure 15 - Analyse mesure 10%</p>	<p>Mesure avec un duty cycle :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A. Le régulateur commence à conduire. Le système fait que 250[mA] lui sont demandés de manière instantanée ce qui fait activer la protection de sur courant. Car il sinon il surchaufferait immédiatement. La protection limite le courant de sortie.</li><li>B. La limitation est maintenue afin de laisser le système refroidir.</li><li>C. Une fois le refroidissement effectué, le Darlington en sortie du régulateur commence à fermer sa sortie conduisant ainsi le courant de 250[mA].</li><li>D. Le courant de 250[mA] passant dans le mosfet, la tension aux bornes drain source augmentera en conséquence de 0.061 [V/°C].<sup>3</sup> L'augmentation de cette tension est visible sur le système et prouve l'échauffement du MosFet.</li></ul>
 <p>Figure 16 - Analyse mesure à 80%</p>	<p>Mesure avec un duty cycle de 80%</p> <ul style="list-style-type: none"><li>E. À l'enclenchement, le courant commence à circuler. Mais la protection de CC/over-temps, empêche le courant de circuler. On voit donc ce pic apparaître.</li><li>F. Comparer à la mesure précédente, au fur et à mesure que la température diminue, le courant augmente petit à petit en suivant l'évolution de la température avec une relation proportionnelle inverse.</li><li>G. Lorsque le système atteint une température acceptable, le Darlington en interne du régulateur se ferme progressivement.</li><li>H. Une fois le darlington complètement fermer, le courant de 250 [mA] est établi. Comme pour la mesure précédente, la tension VCE augmentera avec la température.</li></ul>

Ces analyses nous permettent de mieux comprendre le fonctionnement de la protection des régulateurs.

Concernant les mesures de température, nous avons décidé de ne pas les inclure. Car la mesure avec le thermomètre infrarouge n'est pas utilisable, la température affichée dépendant de la zone mesurée qui elle-même dépend de la distance à laquelle le capteur se trouve de la source. Concernant les mesures au multimètre, nous avons mesuré 68°C avec un RC à 10%, nous avons mesuré 145°C avec un RC de 80%. La position de la sonde de température n'étant pas forcément adéquate, les mesures de température ne seront pas prises en compte pour la suite. Car il nous est impossible de mesurer la température de jonction directement.



## 4 Conclusion

Au cours de ce rapport, nous avons analysé le fonctionnement général d'un régulateur linéaire, dont l'objectif principal est de maintenir une tension de sortie stable malgré les variations de charge.

Les premières manipulations confirment ce principe : la tension de sortie reste constante tant que le montage opère dans les plages normales de fonctionnement du régulateur. Cependant, pour assurer cette stabilité, le régulateur doit fournir le courant requis par la charge. Cela entraîne une dissipation thermique accrue, particulièrement lorsque la charge diminue.

Nous avons également étudié l'influence de la température sur le comportement du régulateur. Celui-ci intègre une protection thermique qui, en cas de surchauffe, empêche le darlington en interne de conduire. Toutefois, cette réduction n'épargne pas les composants situés en aval, qui devront alors gérer la puissance excédentaire. Ce comportement souligne l'importance d'une gestion thermique efficace lors de l'utilisation de régulateurs linéaires en conditions réelles.

Nos observations corroborent les principes théoriques dans des conditions normales d'utilisation. Les régulateurs linéaires assurent une tension de sortie stable malgré les fluctuations de charge, mais cela s'accompagne d'une complexité accrue dans la gestion thermique, en raison de la dissipation significative qu'ils génèrent.

Dans le datasheet, nous avons trouvé l'information suivante : « NPN Darlington output topology provides naturally low output impedance and an output capacitor is optional. 3-V headroom is recommended ( $V_I - V_O$ ) to support maximum current and lowest temperature. »<sup>4</sup>Nous en avons déduit que la protection thermique observée lors de nos mesures est due au non-respect de cette consigne du fabricant.

## 5 Signatures

Lausanne, le 18 décembre 2024  
ETML-ES



---

<sup>4</sup> [Datasheet LM317](#) - Page 10

## 6 Annexe

### 6.1 Liste de matériel

#### 6.1.1 Instrument

Désignateur	Marque	Modèle	Type	N° d'inventaire
P1	GwInstek	GDM-396	Multimètre	ES.SLO2.00.00.90
P2	GwInstek	GDM-396	Multimètre	ES.SLO2.00.00.38
P3	GwInstek	PEL2020 PEL2002A	Charge active	ES.SLO2.00.02.60
P4	Rohde & Schwarz	RTB2004	Oscilloscope	ES.SLO2.05.01.07
G1	GwInstek	GPS-3303	Alimentation	ES.SLO2.00.00.82
G2	Keysight	33500 series	Générateur de fonction	ES.SLO2.00.00.137
P5	Tektronics	TCP202	Sonde de courant	ES.SLO1.00.05.12
P5*	Tektronics	1103	Alimentation de sonde de courant	ES.SLO1.00.06.03

#### 6.1.2 Composants

Désignation	Marque	Référence	Type	Valeur	Tolérance	Datasheet
U1	Vishay	IRFZ24	Mosfet canal N	-	-	<a href="#">Lien</a>
U2	TI	LM317	Régulateur linéaire	-	-	<a href="#">Lien</a>
C1	-	-	Céramique	100n	20%	-
C2	-	-	Film plastique	1u	20%	-
R1	-	-	Résistance	1k	10%	-
R2	-	-	Résistance	1k6	10%	-
R3	-	-	Résistance	10	10%	-
R4	-	-	Résistance	10	10%	-
RL1	-	-	Résistance	33	10%	-
RL2	-	-	Résistance	47	10%	-
RL3	-	-	Résistance	68	10%	-
RL4	-	-	Résistance	100	10%	-
RL5	-	-	Résistance	150	10%	-
RL6	-	-	Résistance	220	10%	-
RL7	-	-	Résistance	330	10%	-
RL8	-	-	Résistance	470	10%	-
RL9	-	-	Résistance	680	10%	-
RL10	-	-	Résistance	1000	10%	-

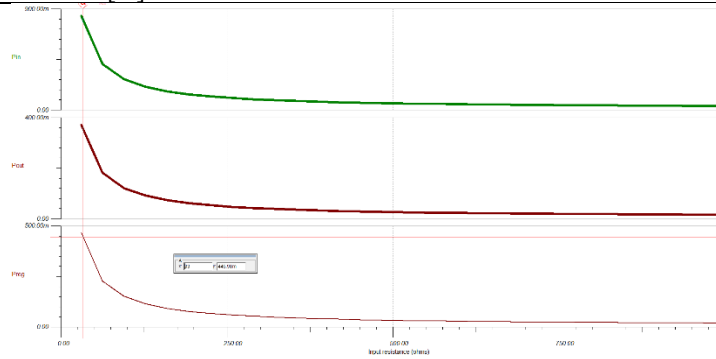
6.2 Simulations  $P_{\text{air}} = f(R_L)$ RL = 33 [ $\Omega$ ]

Figure 17 - 33R

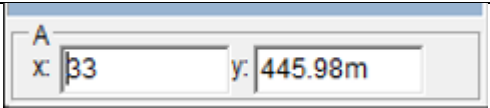


Figure 18

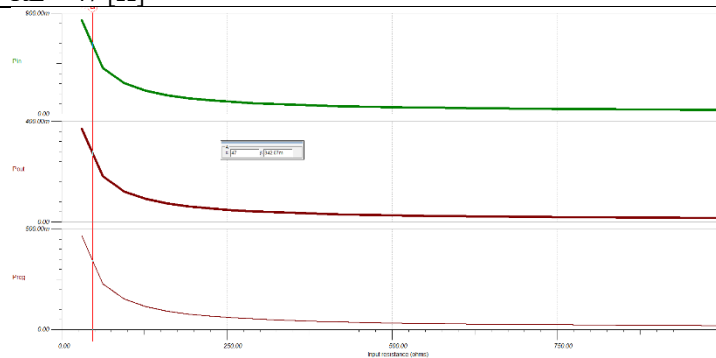
RL = 47 [ $\Omega$ ]

Figure 19

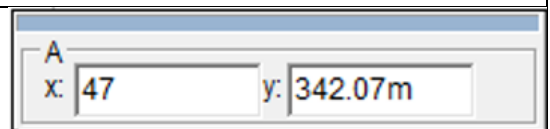


Figure 20

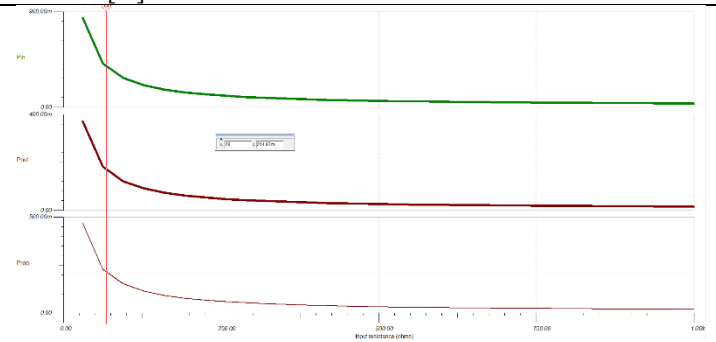
RL = 68 [ $\Omega$ ]

Figure 21

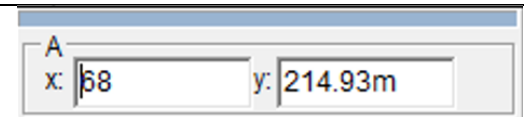


Figure 22

RL = 100 [ $\Omega$ ]

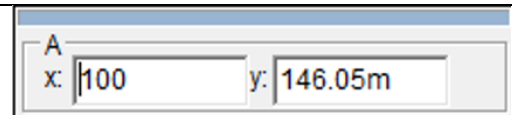
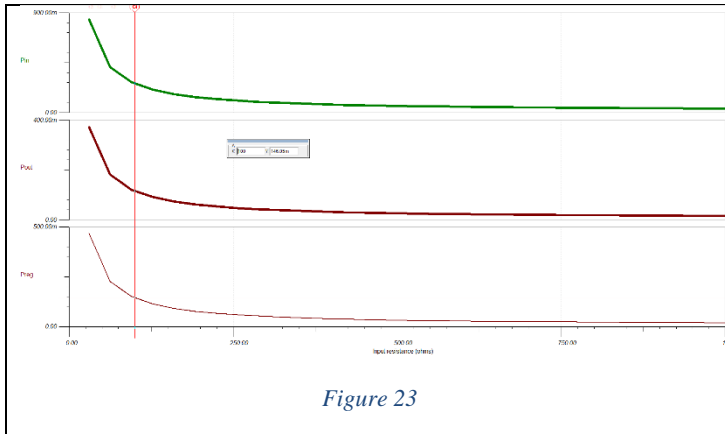


Figure 24

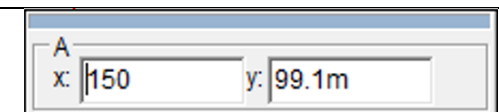
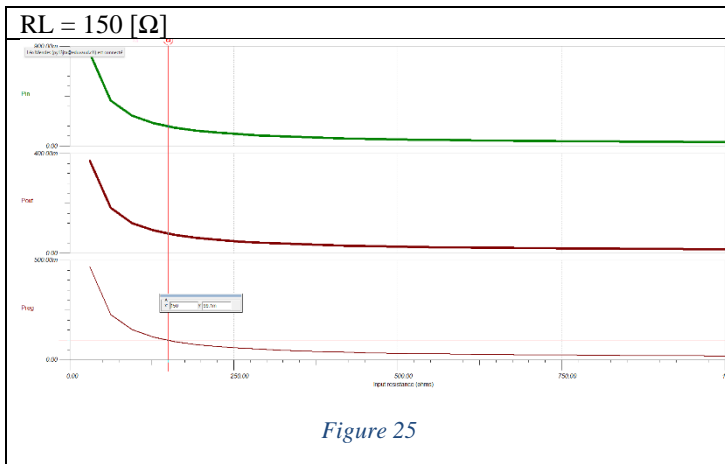


Figure 26

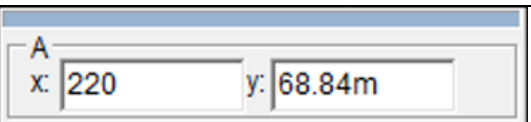
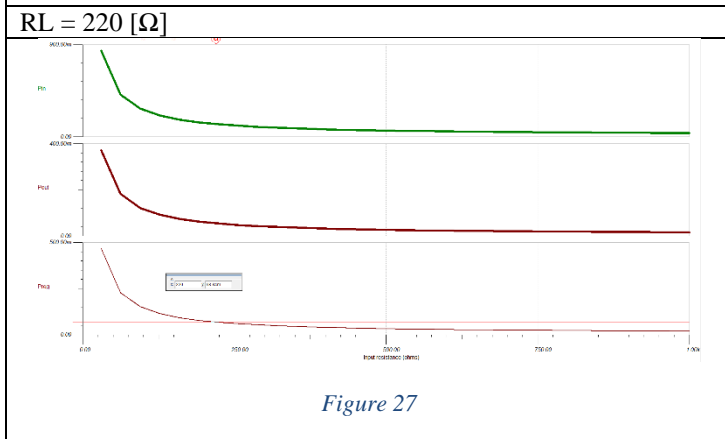
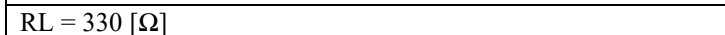


Figure 28



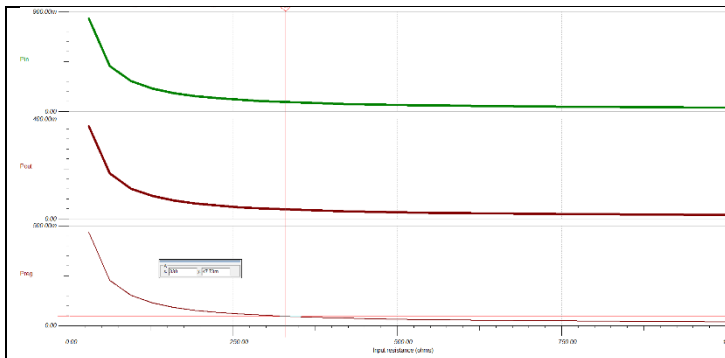


Figure 29

A  
x: 330 y: 47.73m

Figure 30

$RL = 470 \Omega$

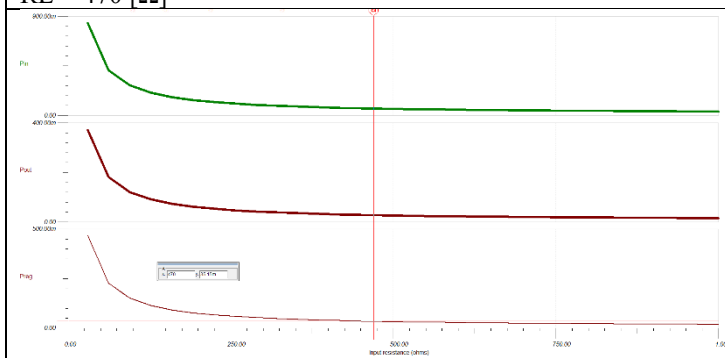


Figure 31

A  
x: 470 y: 35.15m

Figure 32

RL = 680 [ $\Omega$ ]

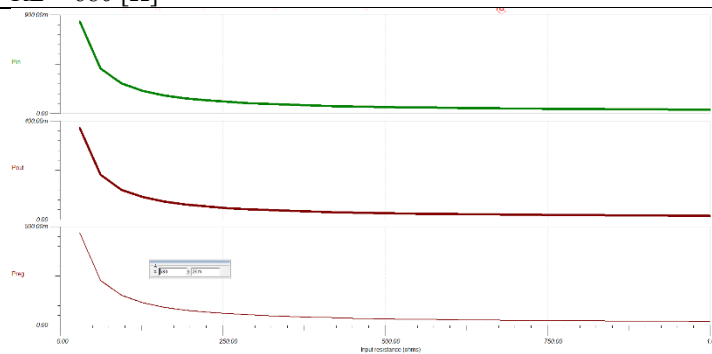


Figure 33

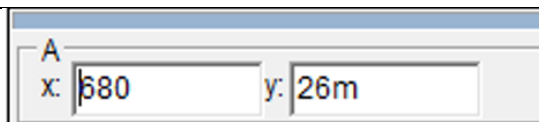


Figure 34

RL = 1000 [ $\Omega$ ]

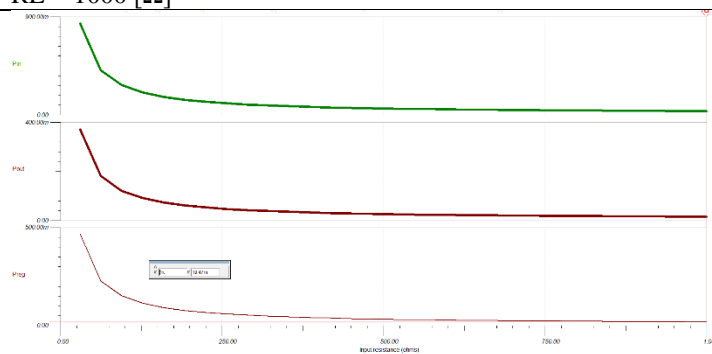


Figure 35

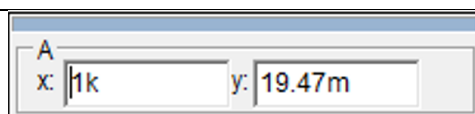


Figure 36

## 6.3 Courant de sortie en fonction de la sortie

### 6.3.1 À 10% de duty cyle

#### Mesure complète

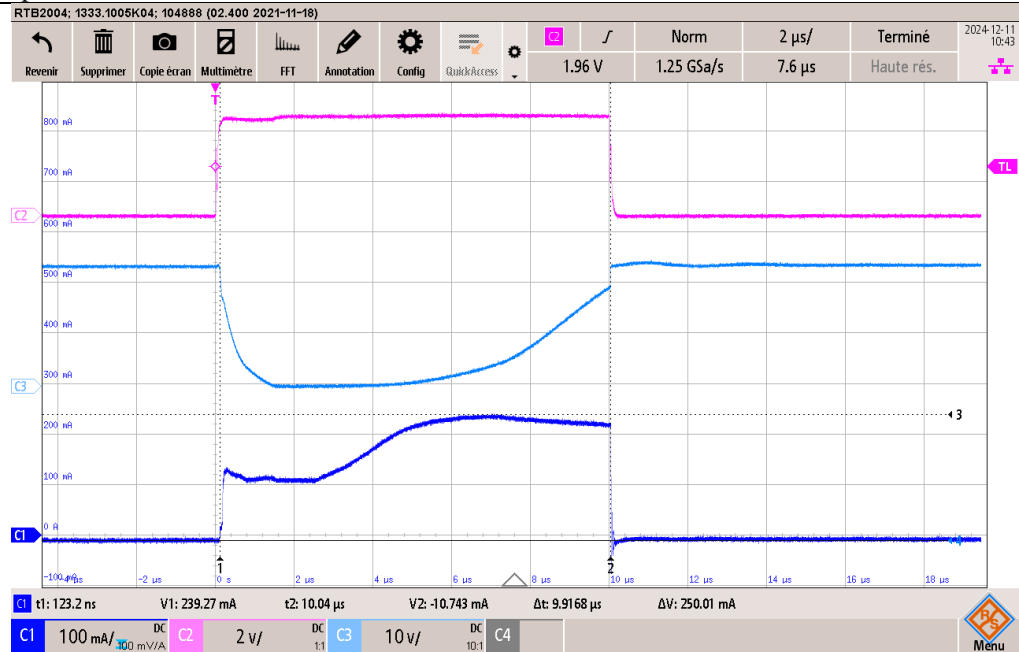


Figure 37

#### Mesure au début de la protection de surchauffe

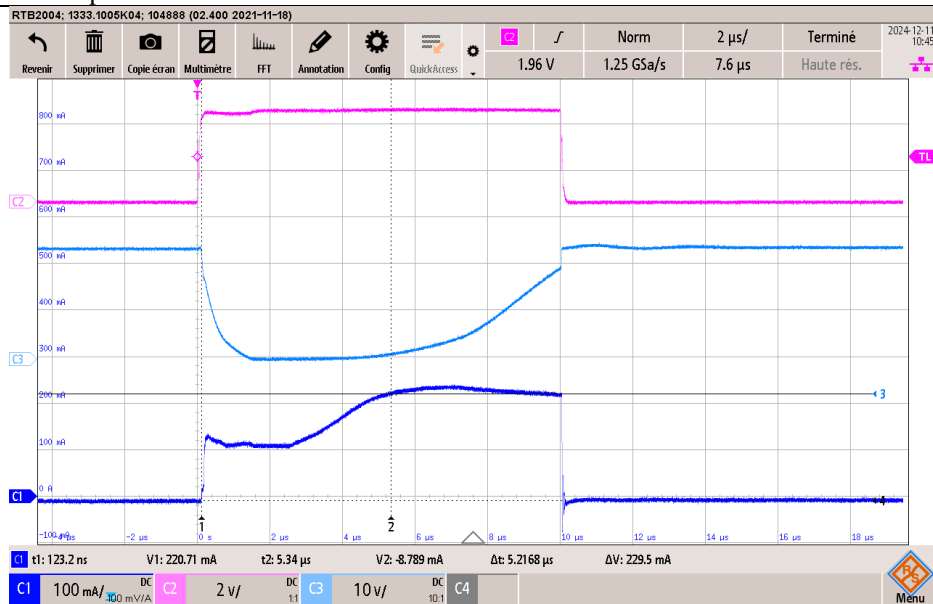


Figure 38

## 6.3.2 À 50% de Duty cycle

Signal complet

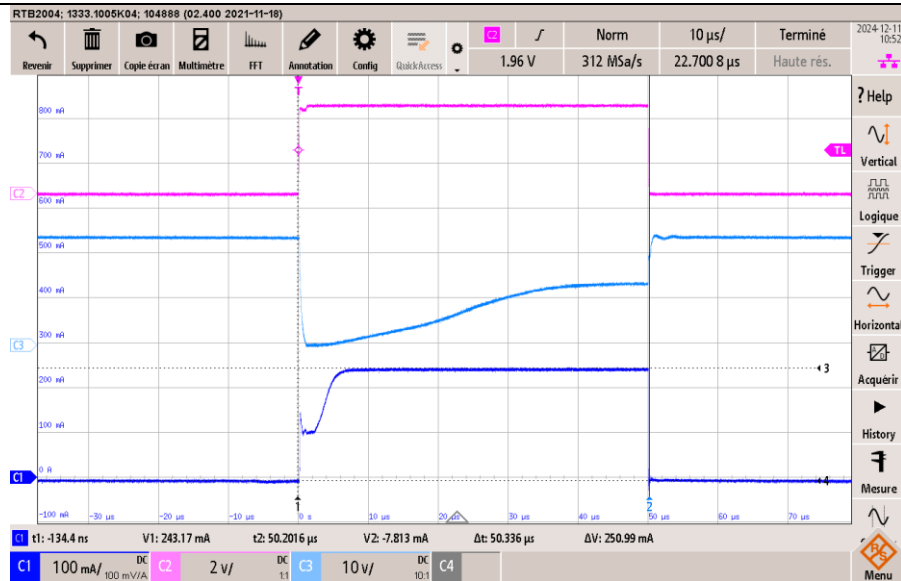


Figure 39

Début de la protection thermique

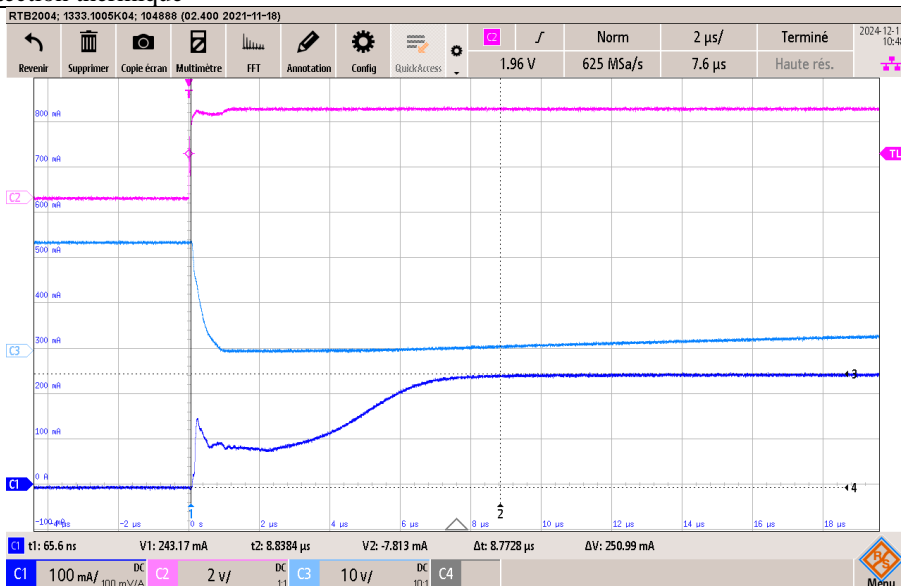


Figure 40



## Mesure lorsque le composant est en surchauffe

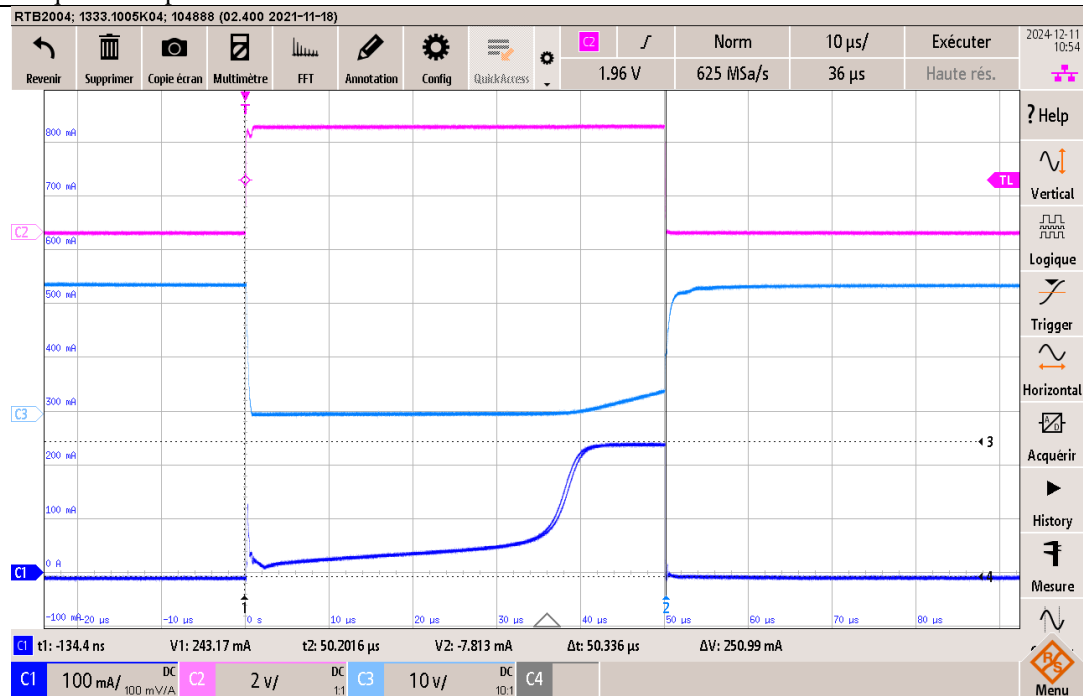


Figure 41

## Mesure lorsqu'on refroidit le système

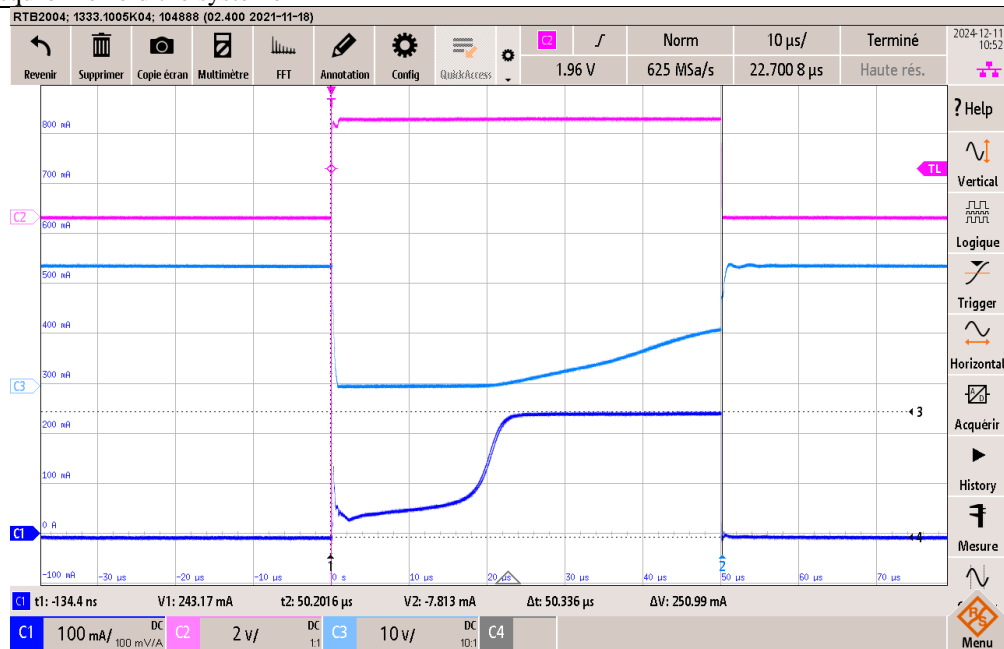


Figure 42

## 6.3.3 À 80% de Duty cycle

