

Rapport de laboratoire

Ecole supérieure
Électronique

Laboratoire LELI
Salle R112

Diodes en commutations

Réalisé par :

Loïc Marmy
Valentin Mermoud

A l'attention de :

Juan José Moreno
Philippe Bovey

Dates :

Début du laboratoire : 25 août 2025
Fin du laboratoire : 29 septembre 2025

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Analyse théorique.....	3
2.1	Schéma de mesure théorique	3
2.2	Caractéristiques des diodes.....	3
2.2.1	1N4004	3
2.2.2	1N4148	3
2.2.3	SB2100.....	4
2.3	Dimensionnement de la résistance	4
2.4	Utilisation des diodes.....	4
3	Simulations.....	4
3.1	Conditions de simulations.....	4
3.2	Résultats de simulation.....	5
3.2.1	Tableau de résultats	5
3.3	Changement de rapport cyclique	5
4	Mesures	6
4.1	Conditions de mesures	6
4.2	Schéma de mesure	6
4.3	Résultat de mesure	7
4.3.1	1N4004	7
4.3.2	1N4148	7
4.3.3	SB2100.....	8
5	Analyse générale	8
5.1	Comparaison entre simulation, mesure et fabricant	8
5.2	Erreurs appareil de mesures	8
6	Mesure additionnelle – photodiode.....	9
6.1	Schéma de mesure photoconducteur / photovoltaïque.....	9
6.2	Caractéristiques selon datasheet pour photoconducteur	9
6.3	Résultats de mesures photoconducteur	9
6.4	Caractéristiques selon datasheet pour photovoltaïque.....	9
6.5	Résultats de mesures photovoltaïque	10
6.5.1	Photodiode	10
6.5.2	Panneau solaire	10
6.5.3	Détermination du MPP	11

6.6	Comparaison entre les deux montages	12
7	Conclusion	12
8	Annexes	13
8.1	Schémas de mesures	13
8.1.1	Schémas de mesures diodes.....	13
8.1.2	Schémas de mesures photodiodes.....	13
8.2	Oscillogrammes.....	14
8.2.1	1N4004	14
8.2.2	1N4148	15
8.2.3	SB2100.....	16
8.3	Simulations	17
8.3.1	1N4004	17
8.3.2	1N4148	17
8.3.3	SB2100.....	18

1 Introduction

Le but de ce travail pratique est d'analyser le régime dynamique d'une diode dans différentes conditions pour observer le courant ainsi que la tension dans la diode lorsque la tension est positive et négative (commutation).

2 Analyse théorique

2.1 Schéma de mesure théorique

Instrument	Nom	Marque	Modèle	N° Série
Oscilloscope	P1	Tektronix	3 series	C071360
Générateur de fréquence	G1	Gwinstek	AFG-2225	GEY845018
Sonde de courant	P2	Micsig	Série CP	-

Voir schéma de mesure en annexe.

2.2 Caractéristiques des diodes

2.2.1 1N4004

Nom	Valeur	Unité	Condition
Uj	1.1	[V]	If = 1A
If	1	[A]	-
Ur	400	[V]	-
Ir	5	[uA]	TA = 25°C
Trr	30	[us]	IFM = 20mA, IRM = 1mA

Figure 2.2.1 – Tableau des caractéristiques de la diode 1N4004

2.2.2 1N4148

Nom	Valeur	Unité	Condition
Uj	1	[V]	If = 10mA
If	300	[mA]	-
Ur	75	[V]	Ir = 5uA
Ir	5	[uA]	Ur = 75V
Trr	4	[ns]	If = 10mA, Ur = 6V

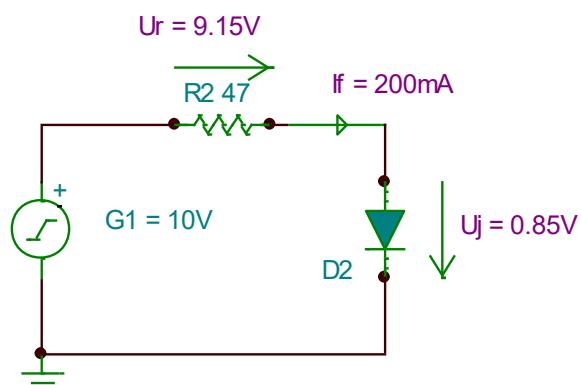
Figure 2.2.2 – Tableau des caractéristiques de la diode 1N4148

2.2.3 SB2100

Nom	Valeur	Unité	Condition
Uj	0.85	[V]	If = 10mA
If	2	[A]	TA = 75°C
Ur	100	[V]	TA = 25°C
Ir	500	[uA]	TA = 25°C
Trr	-	-	-

Figure 2.2.3 – Tableau des caractéristiques de la diode SB2100

2.3 Dimensionnement de la résistance



$$I_f = 200mA \rightarrow \text{Selon la donnée}$$

$$R_2 = \frac{U_{R2}}{I_f} = \frac{9.15}{0.2} = 45.75\Omega$$

Série E12 → je choisi 47Ω

$$P_{R2} = U_{R2} \cdot I = 9.15 \cdot 0.2 = 1.83W$$

Les résistances que nous utilisons sont des 0.6W donc il va falloir en mettre plusieurs en série pour mieux dissiper la chaleur

Figure 2.3 – Schéma de dimensionnement de R2

2.4 Utilisation des diodes

1N4004 : Maximum 33kHz car le Trr vaut 30us et $1/30\mu s = 33kHz$

1N4148 : Maximum 250MHz car le Trr vaut 4ns et $1/4\mu s = 250MHz$

3 Simulations

3.1 Conditions de simulations

Configuration du générateur de signaux :

- *Signal* : carré
- *Amplitude* : 10Vpeak
- *Offset* : 0V
- *Fréquence* : 5kHz

3.2 Résultats de simulation

Voir résultats en annexe

3.2.1 Tableau de résultats

Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB2100	Unité
Uj (Comm. ON)	0.821	0.839	0.421	[V]
Uj (Comm. OFF)	-10	-10	-9.96	[V]
UR (Comm. ON)	9.18	9.16	9.58	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-10.7	-47.47n	-35.06m	[V]
Id	195.31	194.9	203	[mA]
Ir max.	-228.97	-280	-260	[mA]
Trr	97.3u	99.83u	99.54u	[s]

Figure 3.2.4 – Tableau des résultats de la simulation

3.3 Changement de rapport cyclique

Il nous est demandé dans la consigne : « Quelle pourrait-être l'impact d'un Duty cycle plus petit ou plus grand que 50% ? »

On a donc refait les simulations de chaque diode avec un rapport cyclique de 25% et un autre de 75% pour voir l'impact.

Avec *Duty cycle de 25%* :

Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB2100	Unité
Uj (Comm. ON)	0.820	0.839	0.421	[V]
Uj (Comm. OFF)	-10	-10	-9.96	[V]
UR (Comm. ON)	9.18	9.16	9.58	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-19.41n	-47.47n	-35.06m	[V]
Id	195.30	194.9	203	[mA]
Ir max.	-216.15	-280	-260	[mA]
Trr	150u	152u	151u	[s]

Figure 3.3.1 – Tableau de la simulation pour un duty cycle de 25%

Avec Duty cycle de 75% :

Nom caractéristique	1N4004	1N4148	SB2100	Unité
Uj (Comm. ON)	0.820	0.839	0.421	[V]
Uj (Comm. OFF)	-10	-10	-9.96	[V]
UR (Comm. ON)	9.18	9.16	9.58	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-19.41n	-47.47n	-35.06m	[V]
Id	195.30	194.9	203	[mA]
Ir max.	-215.03	-280	-260	[mA]
Trr	50u	51u	52u	[s]

Figure 3.3.2 – Tableau de la simulation pour un duty cycle de 75%

On peut donc remarquer que changer le rapport cyclique n'impacte pas toutes les caractéristiques des diodes car toutes les valeurs sont les mêmes sauf le Trr. Pour un Duty cycle de 25% le Trr est plus grand que pour 50% et inversement avec le Duty cycle de 75%.

4 Mesures

4.1 Conditions de mesures

Pour mesurer les différentes caractéristiques des diodes, il faut faire le montage du schéma de mesure pour chaque diode sur une plaque d'expérimentation et mesurer les valeurs grâce à l'oscilloscope. L'alimentation de la plaque test se fait à l'aide d'un générateur de signaux Toellner avec les mêmes configurations que pour la simulation.

Le courant se mesure avec une sonde de courant qu'il ne faut pas oublier de calibrer en appuyant sur le bouton « zéro » se trouvant sur la sonde.

4.2 Schéma de mesure

Voir schéma de mesure en annexe point 8.1.1

4.3 Résultat de mesure

Voir oscillogrammes en annexe

4.3.1 1N4004

Nom caractéristique	1N4004	Unité
Uj (Comm. ON)	500	[mV]
Uj (Comm. OFF)	-9,90	[V]
UR (Comm. ON)	10	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-9,60	[V]
Id	192	[mA]
Ir max.	-20,0	[mA]
Trr	97,20	[us]

Figure 4.2.1.2 – Caractéristiques diode 1N4004

4.3.2 1N4148

Nom caractéristique	1N4148	Unité
Uj (Comm. ON)	1,10	[V]
Uj (Comm. OFF)	-9,90	[V]
UR (Comm. ON)	10,0	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-10,0	[V]
Id	180	[mA]
Ir max.	-40,0	[mA]
Trr	98,32	[us]

Figure 4.2.2.2 – Caractéristiques diode 1N4148

4.3.3 SB2100

Nom caractéristique	SB2100	Unité
Uj (Comm. ON)	800	[mV]
Uj (Comm. OFF)	-10,0	[V]
UR (Comm. ON)	10,0	[V]
UR (Comm. OFF max.)	-10,0	[V]
Id	180	[mA]
Ir max.	-268	[mA]
Trr	99,12	[us]

Figure 4.2.3.2 – Caractéristiques diode SB2100

5 Analyse générale

5.1 Comparaison entre simulation, mesure et fabricant

Pour les critères de comparaison entre ma simulation et ma mesure, je vais regarder la forme des signaux ainsi que les valeurs obtenues. Au niveau de la simulation, pour toutes les diodes nous obtenons des signaux propres et clairs. On observe bien le changement de tension et de courant lorsque la tension est positive ainsi que quand elle est négative. Les valeurs de simulation correspondent aux données du fabricant.

Pour les mesures, les signaux obtenus sont moins précis au niveau du courant (le pic en négatif est moins visible) mais les valeurs obtenues sont proches de celles du fabricant ainsi que de la simulation. Une des valeurs mesurées diffère de la datasheet c'est le Trr, car dans la datasheet le Trr a été mesuré avec un courant de 10 – 20mA et nous notre circuit fonctionne avec 200mA ce qui nous donne un facteur de 10 voilà pourquoi le Trr n'est pas vraiment le même que celui de la datasheet.

5.2 Erreurs appareil de mesures

On nous demande dans la consigne : « Pensez- vous qu'il y a des risques d'erreurs engendrée par les appareils de mesures ? Expliquez votre réponse. »

Oui il peut y avoir des risques d'erreurs due aux appareils car on mesure des transitions rapides pour les diodes (de l'ordre de la ns) donc si notre oscilloscope n'a pas une bande passante assez élevée pour pouvoir voir les pics de courants ou de tensions lors de la commutation on aura des erreurs.

6 Mesure additionnelle - photodiode

6.1 Schéma de mesure photoconducteur / photovoltaïque

Schémas de mesures en mode photoconducteur et photovoltaïque en annexe

6.2 Caractéristiques selon datasheet pour photoconducteur

Diode B

Nom caractéristique	Valeur	Unité	Conditions
Vcc max.	60	[V]	25°C
Imax	-	[V]	Non spécifié
R circuit	24kΩ	[V]	Ω

6.3 Résultats de mesures photoconducteur

Noms Mesures	Valeur	Unité	Conditions
UR1 (photo max)	5,43	[V]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
UR1(ambiant)	260	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
UR1 (dark)	10	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre
Id (photo max)	34	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
Id (ambiant)	1,5	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
Id (dark)	0	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre

6.4 Caractéristiques selon datasheet pour photovoltaïque

Nom caractéristique	Photodiode	Panneau solaire
Vcc max.	60	5,5V
Imax	-	100mA
R circuit	24kΩ	55Ω

6.5 Résultats de mesures photovoltaïque

6.5.1 Photodiode

Nom caractéristique	Valeur	Unité	Conditions
UD (photo max)	550	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
UD (ambiant)	202	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
UD (dark)	5	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre
Id (photo)	3	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
Id (ambiant)	1,2	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
Id (dark)	0	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre

La photodiode donne un courant trop faible pour être mesuré par un multimètre dans notre cas.

6.5.2 Panneau solaire

Nom caractéristique	Valeur	Unité	Conditions
UD (photo max)	5,21	[V]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
UD (ambiant)	3,12	[V]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
UD (dark)	1	[mV]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre
Id (photo)	32,4	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement max
Id (ambiant)	19,5	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement ambiant
Id (dark)	0	[uA]	Vcc 5V Rcharge 160k Éclairement sombre

6.5.3 Détermination du MPP

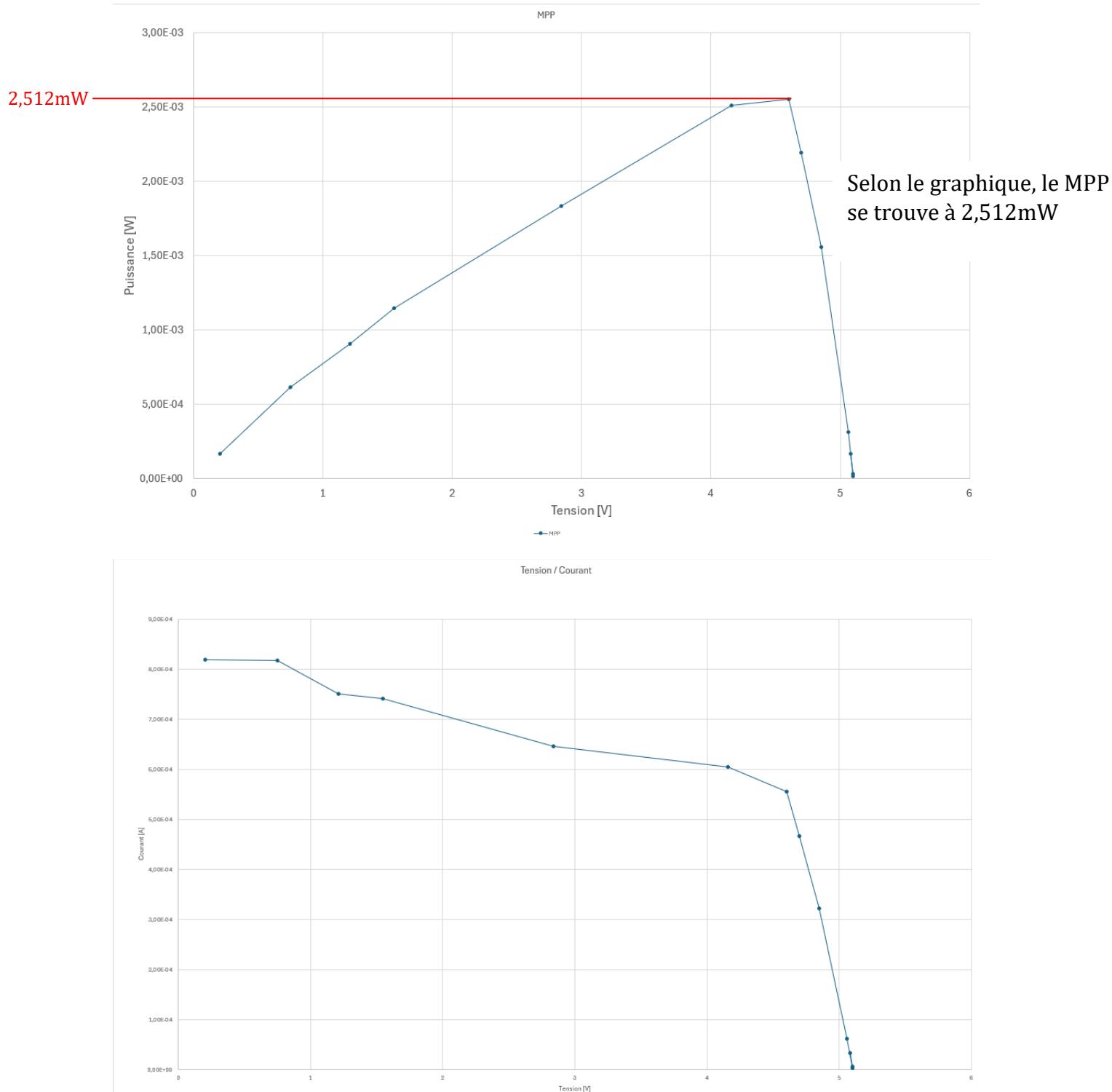


Figure 6.4.3 – Graphique du MPP et du courant

6.6 Comparaison entre les deux montages

La différence entre les deux montages est tout d'abord la polarisation de la diode (sens inverse pour photoconducteur et sens direct pour photovoltaïque). Les valeurs mesurées aussi peuvent nous montrer les différences entre les 2 montages, la tension U_d mesurée est limitée à la tension de jonction en mode photovoltaïque (550mV) alors que pour le mode photoconducteur la tension est plus élevée car elle est tirée de l'alimentation.

7 Conclusion

Au cours de ce travail pratique, nous avons analyser le régime dynamique d'une diode dans différentes conditions pour observer le courant ainsi que la tension dans celle-ci.

Les résultats obtenus lors des mesures confirment globalement les valeurs théoriques, notamment en ce qui concerne les tensions de jonction en commutation ON et OFF qui sont équivalentes à celles données dans la datasheet. Au niveau du courant le signal obtenu est propre et cohérent mais diffère légèrement de celui montré dans la consigne du TP, cela est sûrement dut aux erreurs des appareils de mesures car on n'arrive pas à mesurer précisément les pics de courant en négatif.

Ce travail nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement d'une diode ainsi que de comprendre comment elle réagit en courant et tension inverse.

Lausanne, le 28.09.2025

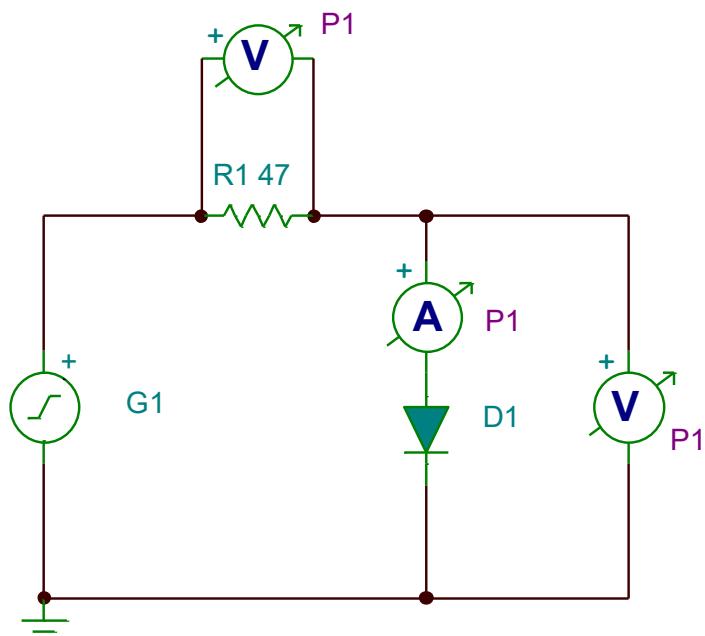
Mermoud Valentin



8 Annexes

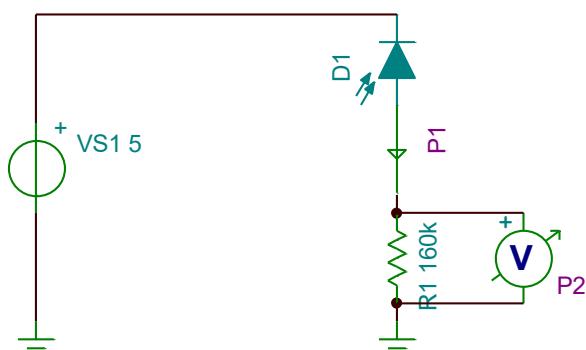
8.1 Schémas de mesures

8.1.1 Schémas de mesures diodes

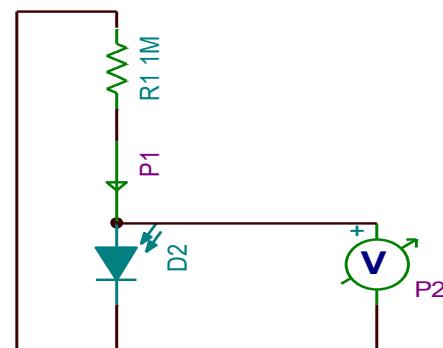


8.1.2 Schémas de mesures photodiodes

Photoconducteur :

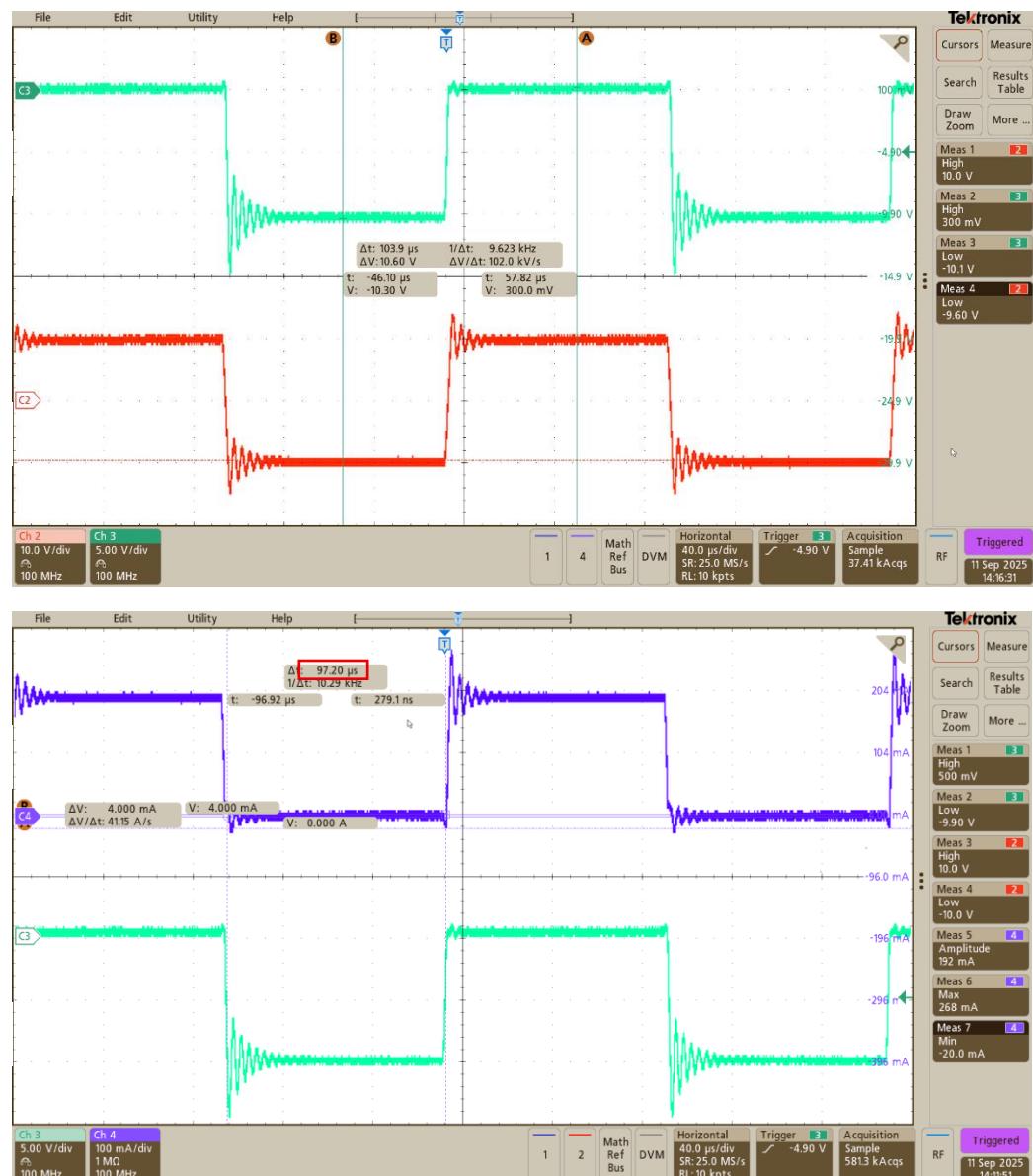


Photovoltaïque :

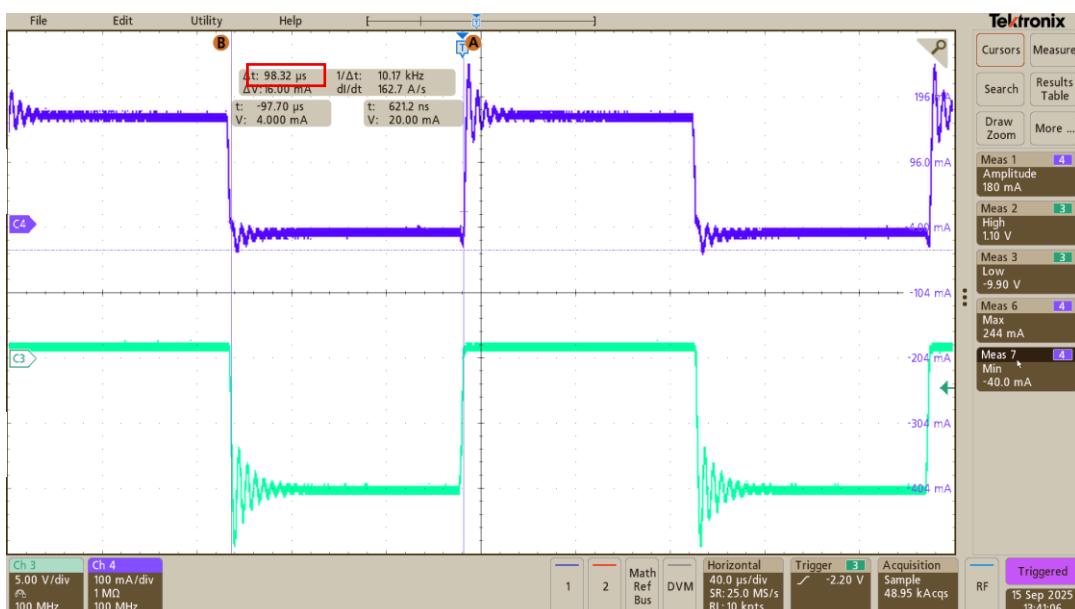
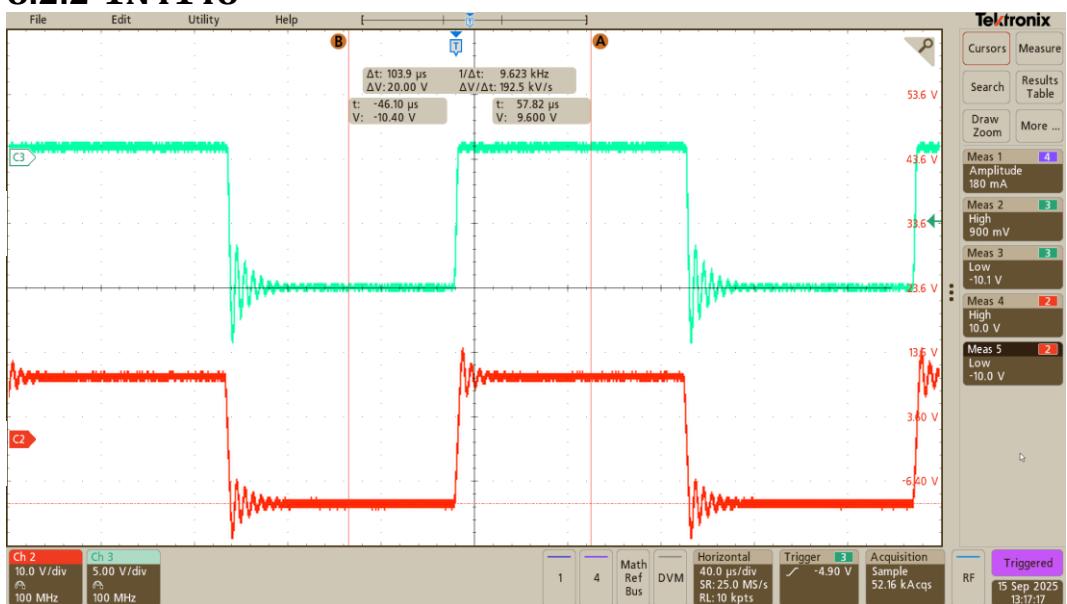


8.2 Oscillogrammes

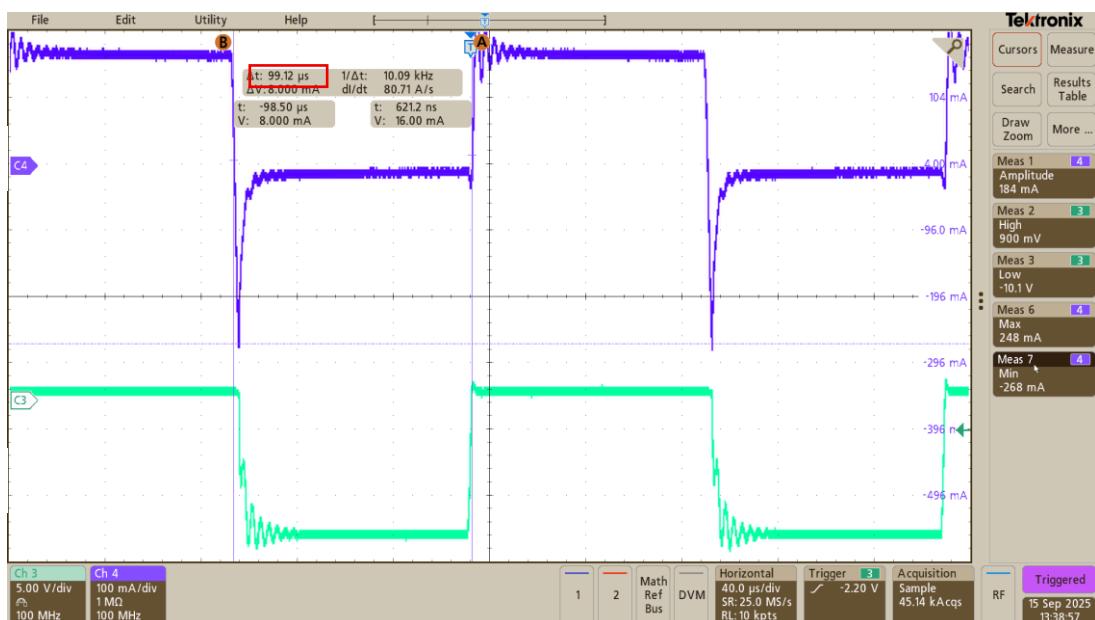
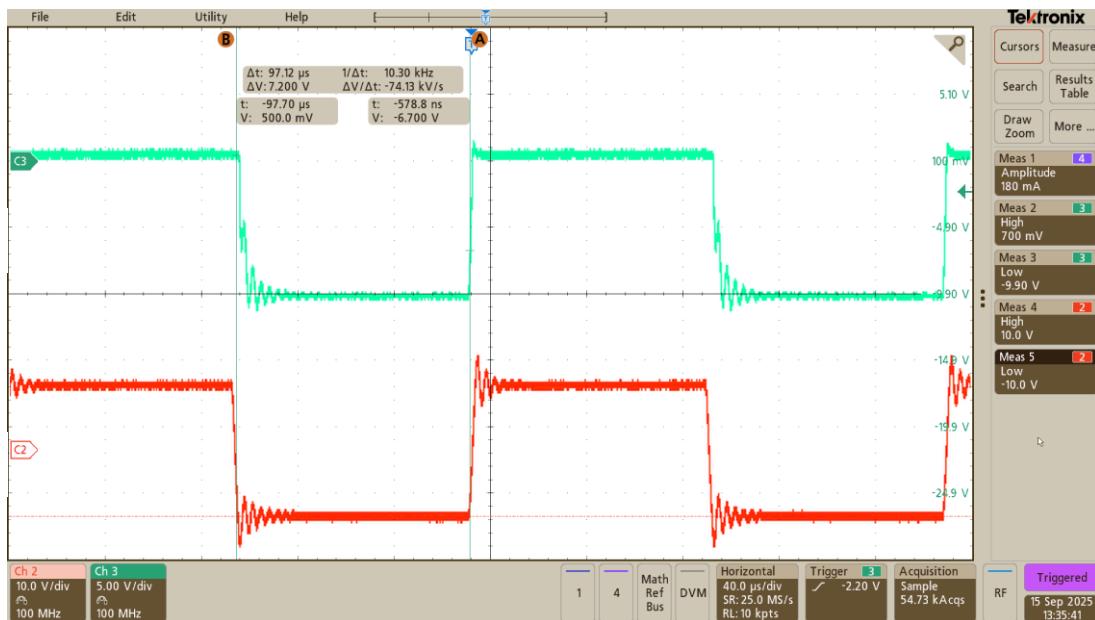
8.2.1 1N4004



8.2.2 1N4148

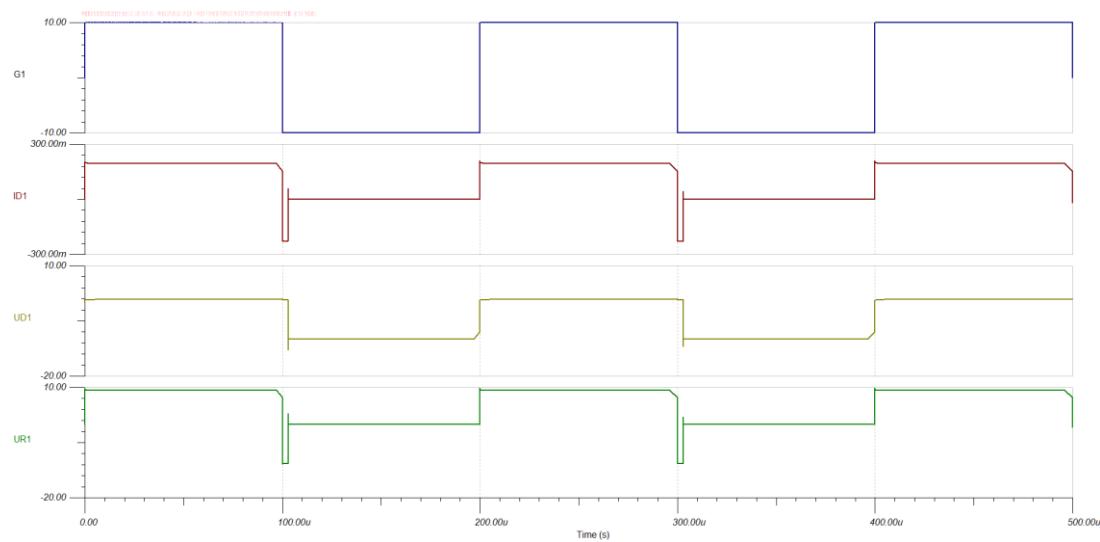


8.2.3 SB2100

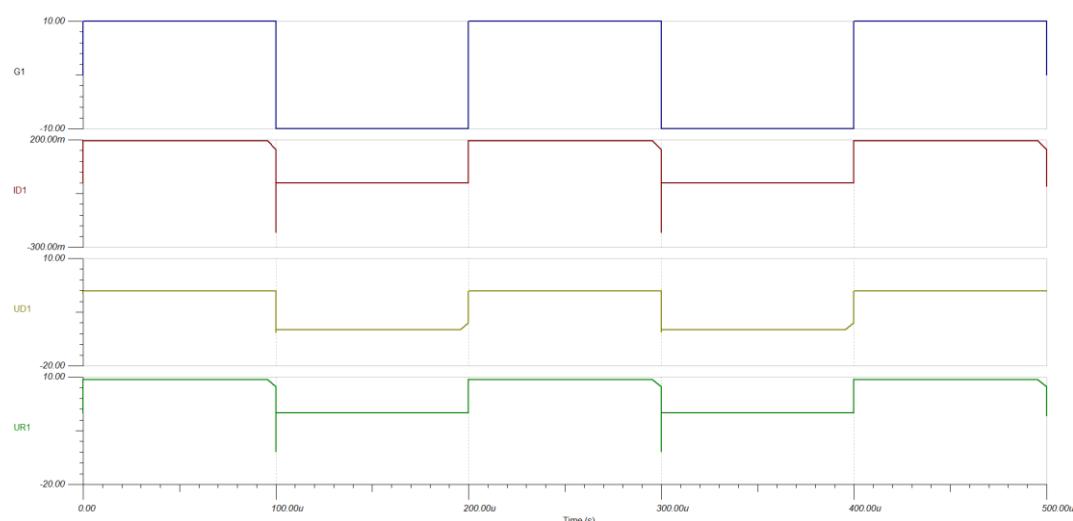


8.3 Simulations

8.3.1 1N4004



8.3.2 1N4148



8.3.3 SB2100

