Méthodes de mesure innovantes pour déterminer les énergies de commutation et la charge de recouvrement

David Trémouilles

COS PROOF

05 Octobre 2022

Contexte

> Performances des grand-gap

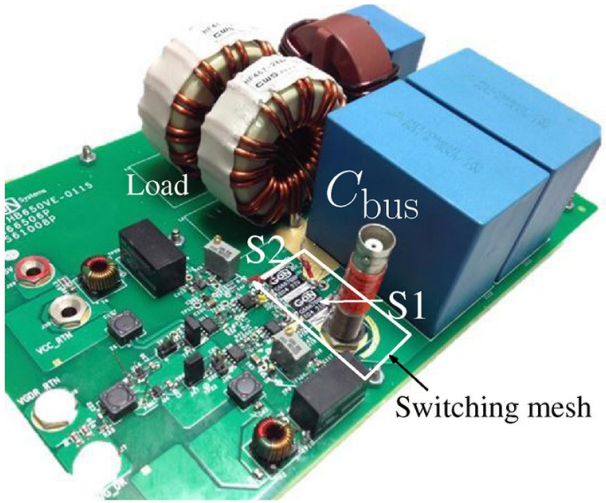
- Meilleure résistance à l'état passant
  - Moins de perte en conduction
- Vitesse de commutation élevé
  - Moins de perte en commutation
  - Montée en fréquence
- Dopages plus élevés
  - Faible quantité de charges stockées

> Caractérisation dynamique plus complexe

- Temps de commutation de l'ordre de la nanoseconde
- Instabilité des signaux (inductances « parasites »)
- Signaux très rapides
- Eon, Eoff, Qrr de valeurs faibles

Mesures classiques

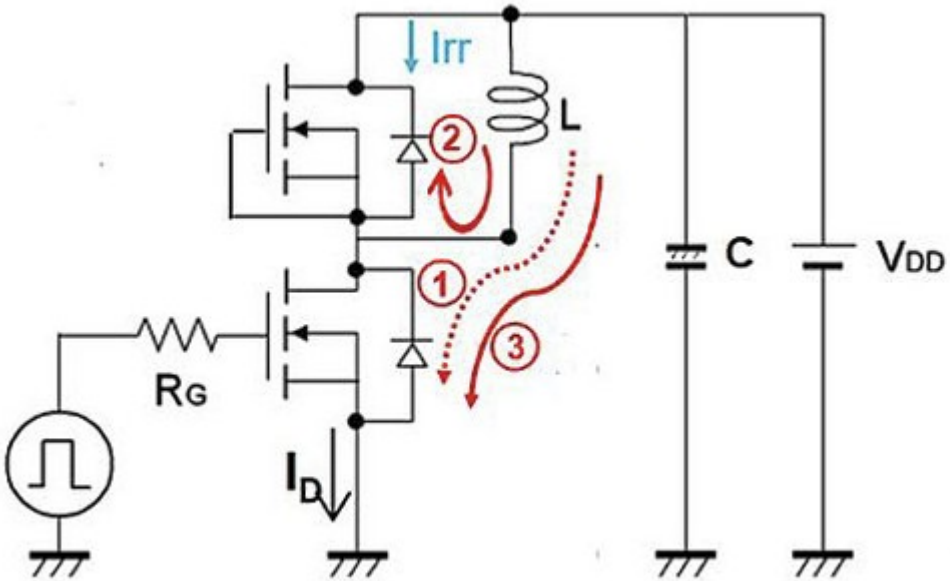
- Besoin d'une conception compacte pour limiter les inductances parasites (temps de monté limité), problèmes de CEM
- Difficile de décorréler la température du composant du reste (girafe inutilisable)



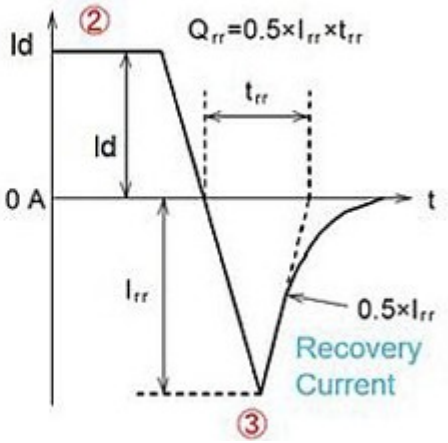
d

> Recouvrement inverse

Mesure « classique » recouvrement diode, double pulse



https://www.tek.com/en/power-efficiency/double-pulse-testing



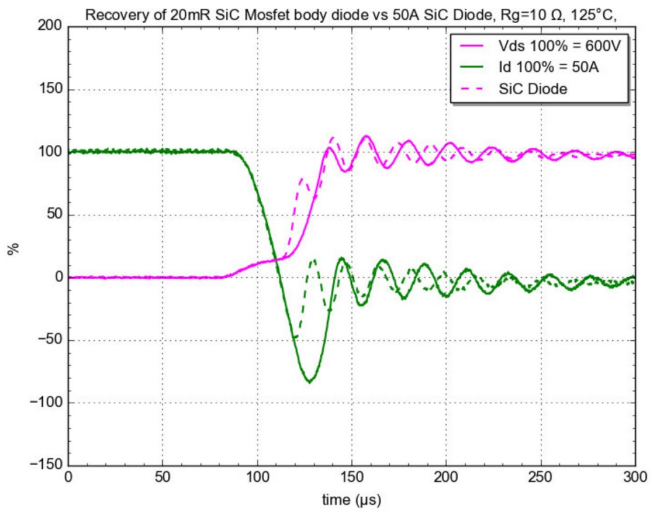
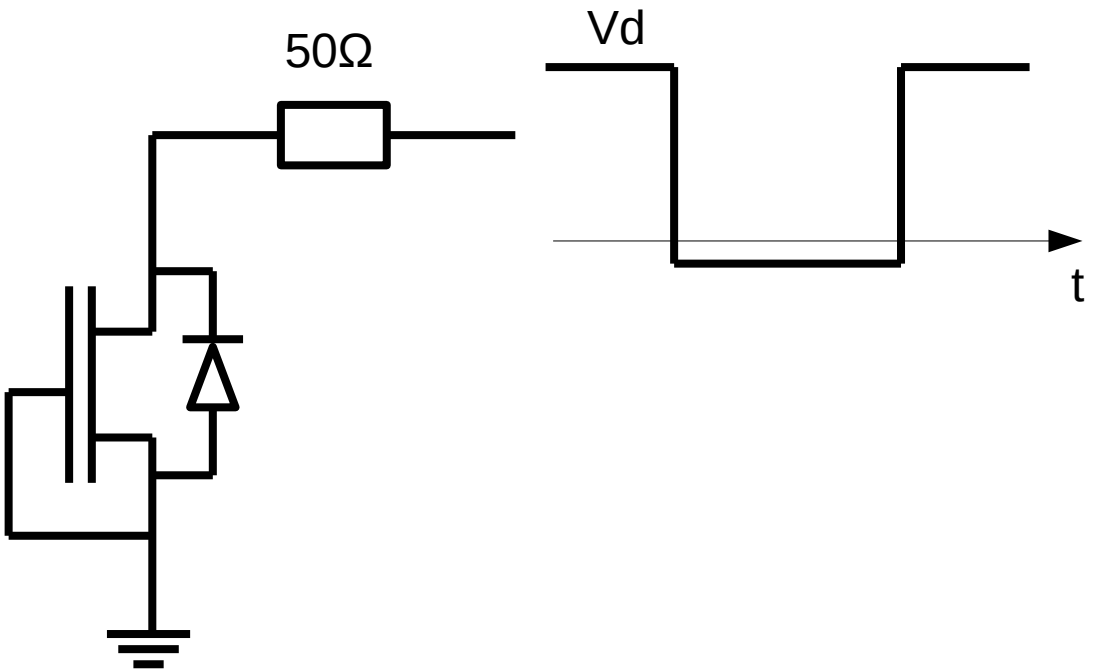


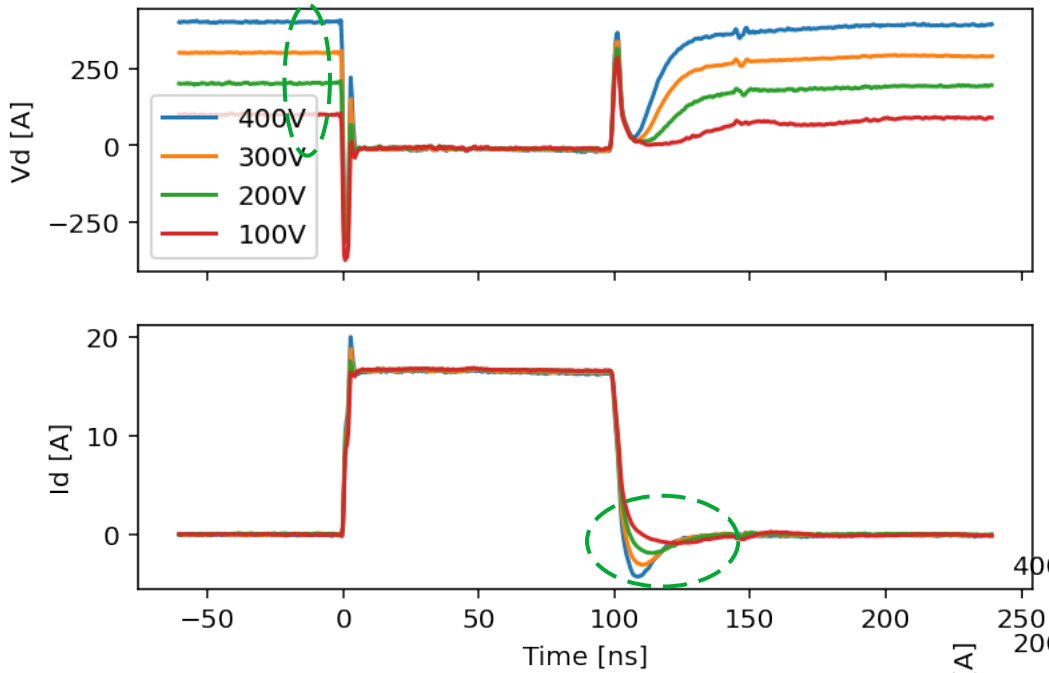
Figure 27. Recovery Behavior of an External SiC Diode (Dashed Line) vs. the Body Diode of the SiC MOSFET (Continuous Line)

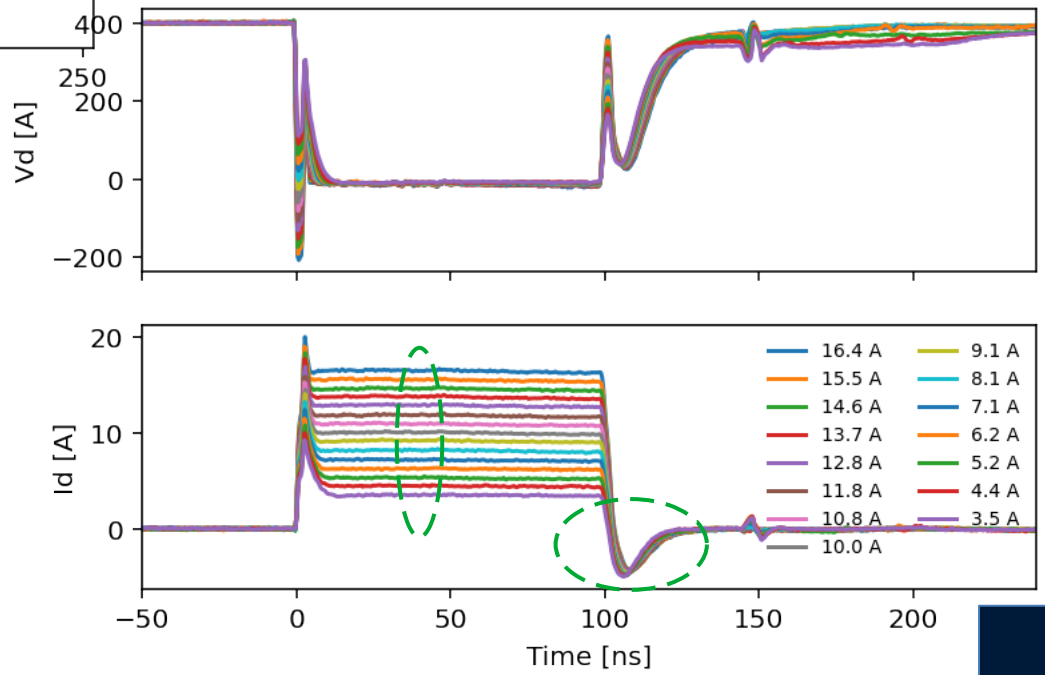
https://www.onsemi.com/pub/collateral/and90103-d.pdf

Mesure recouvrement « TLP »



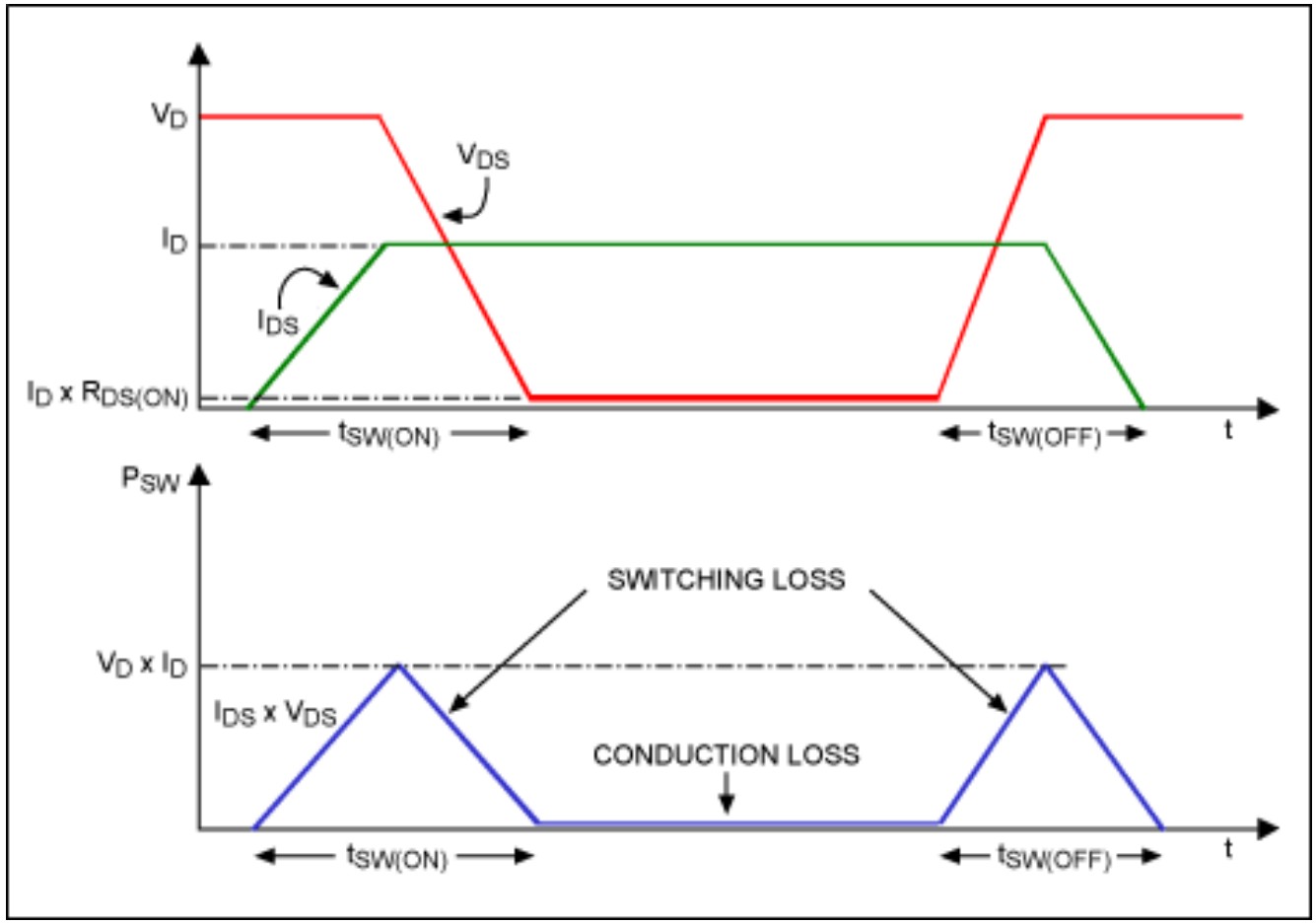
Résultats expérimentaux



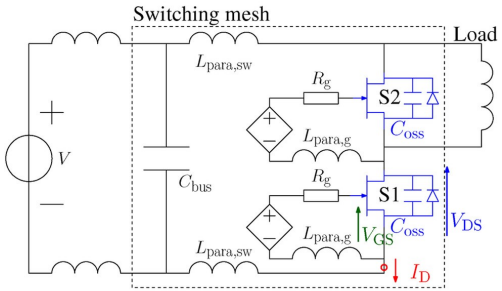


> Énergies de commutation (Eon, Eoff)

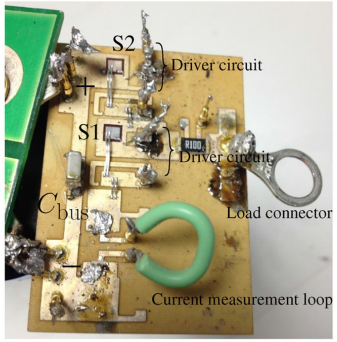
Mesures « classiques » énergie de commutation



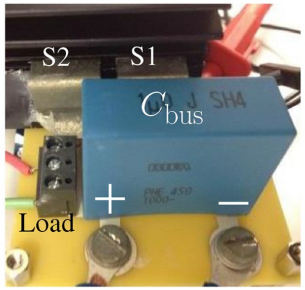
Mesures « classiques » énergie de commutation



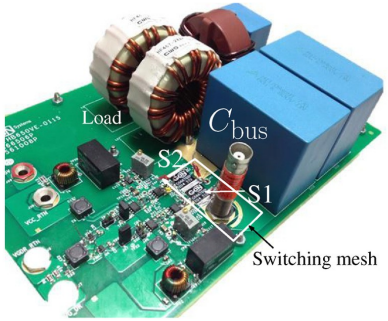
a



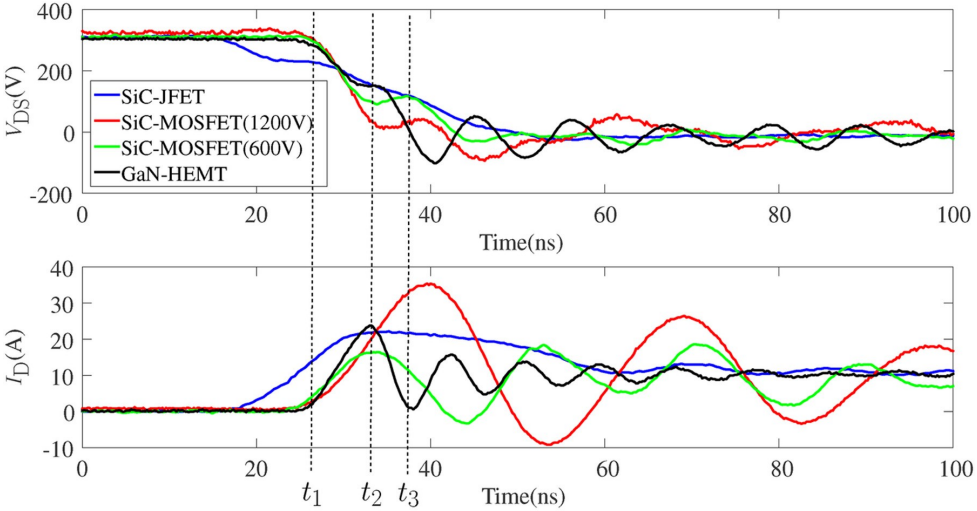
b



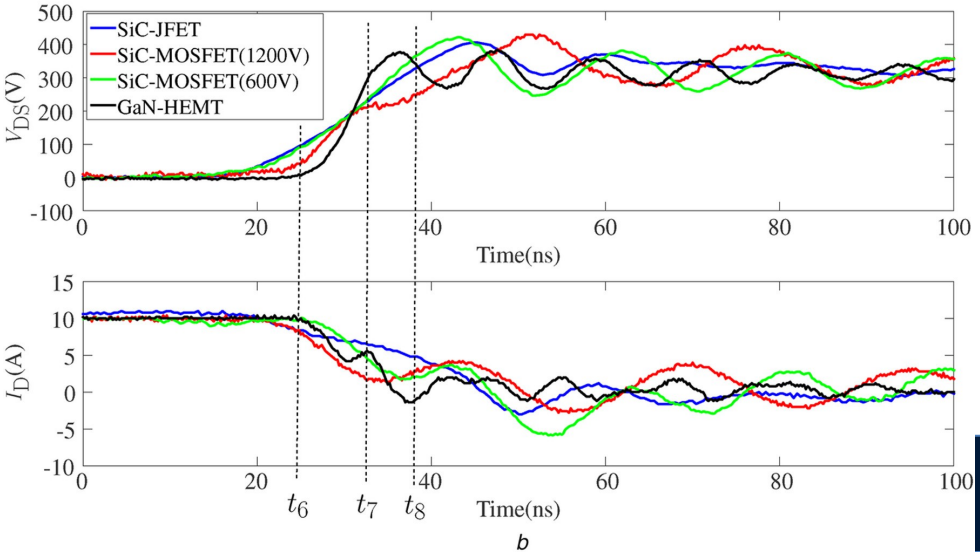
c



d



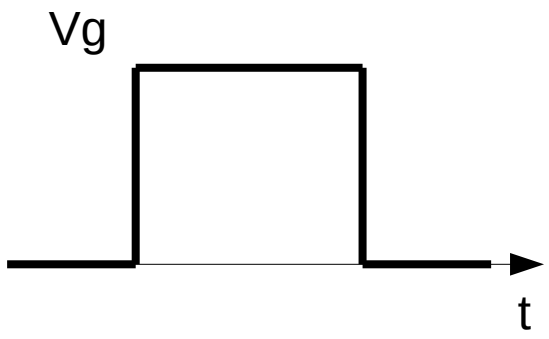
a

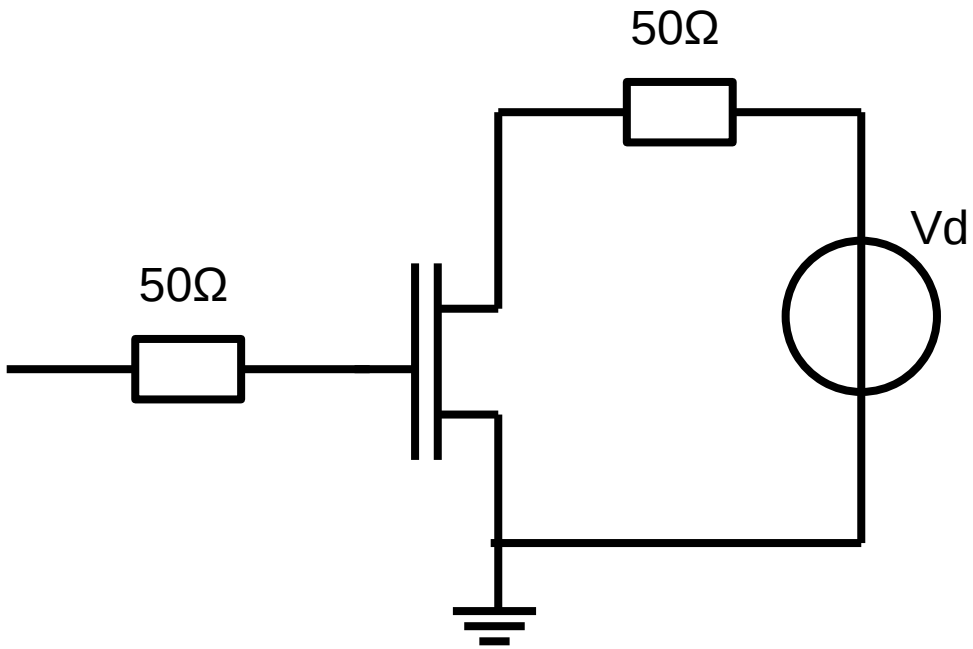


b

K. Li, P. Evans, et M. Johnson, « SiC/GaN power semiconductor devices: a theoretical comparison and experimental evaluation under different switching conditions », IET Electrical Systems in Transportation, vol. 8, nº 1, p. 3-11, 2018, doi: 10.1049/iet-est.2017.0022.

Mesure « TLP » version 1



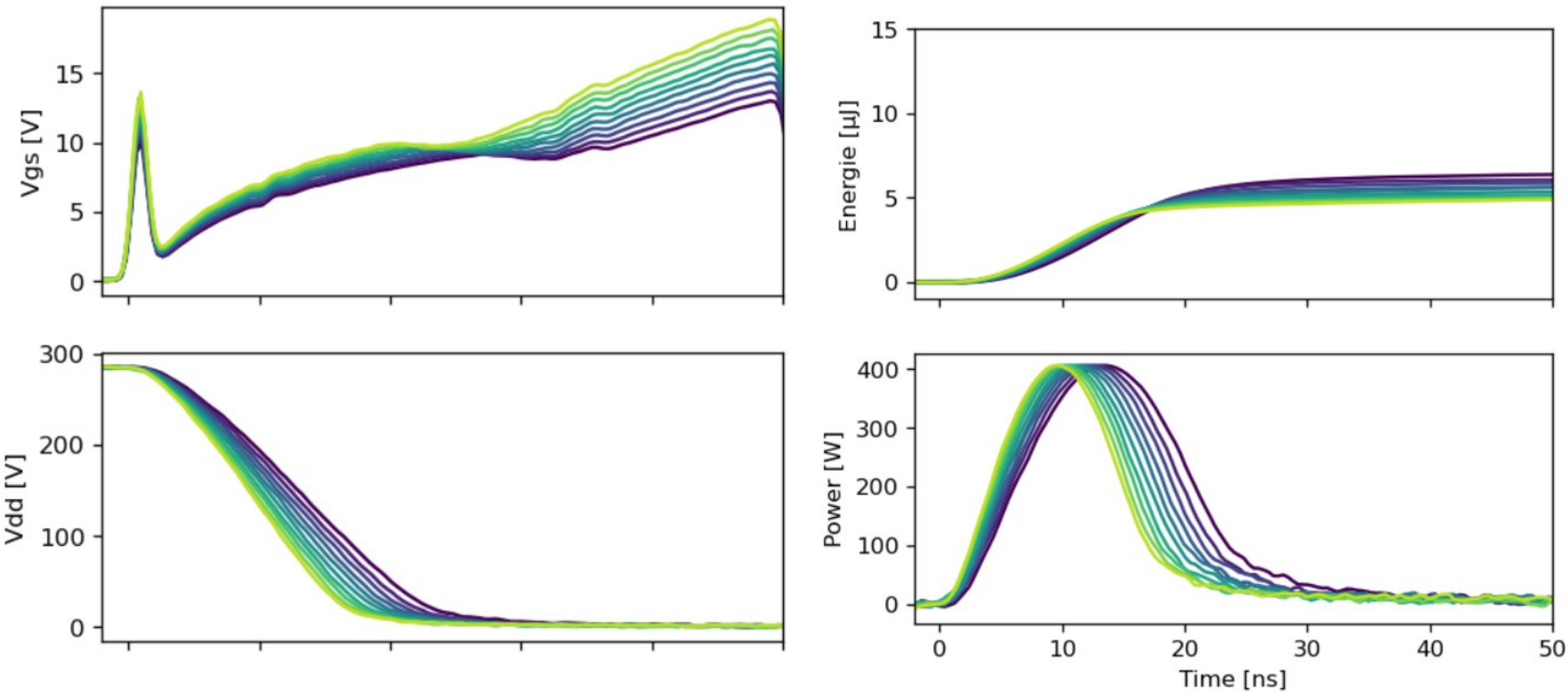


> Contraintes

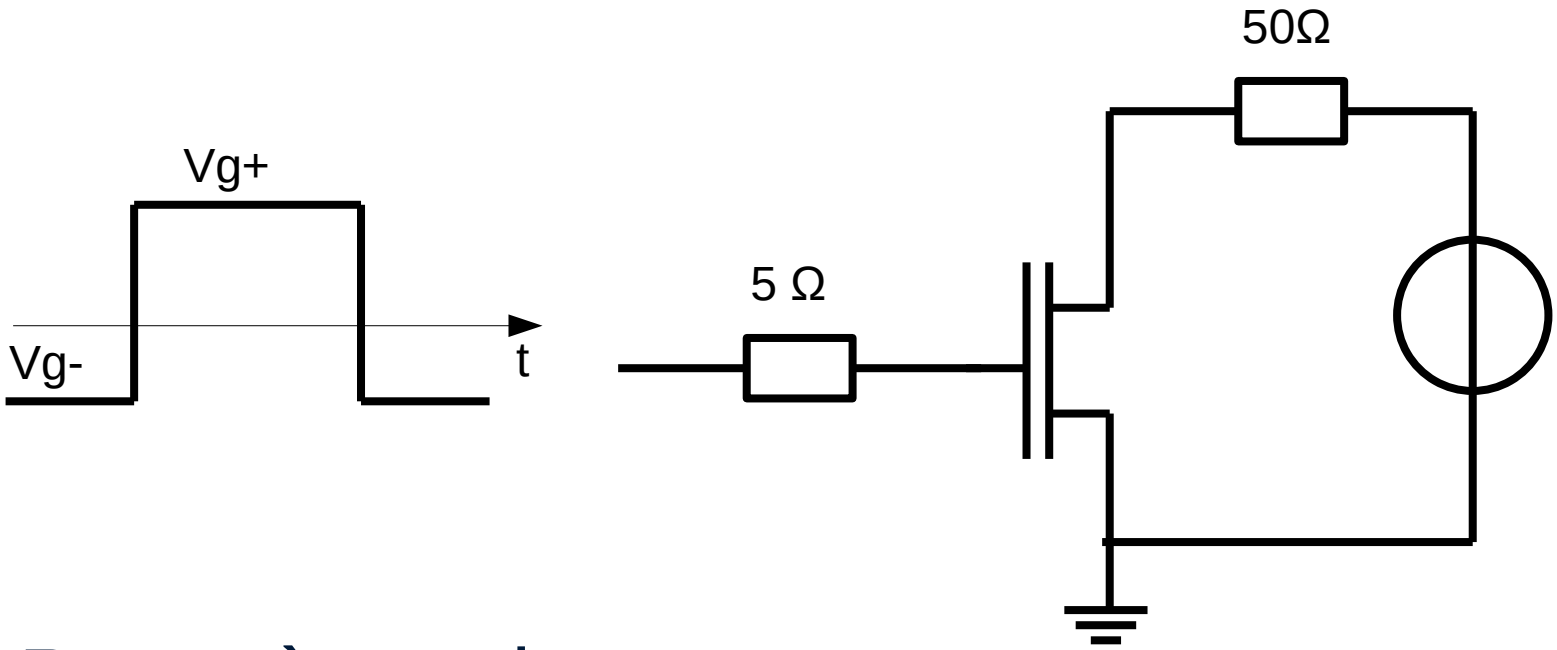
- Rg fixe à 50 Ω
- Vgmin fixe à 0 V

> Influence du temps de montée

Exemple de mesure



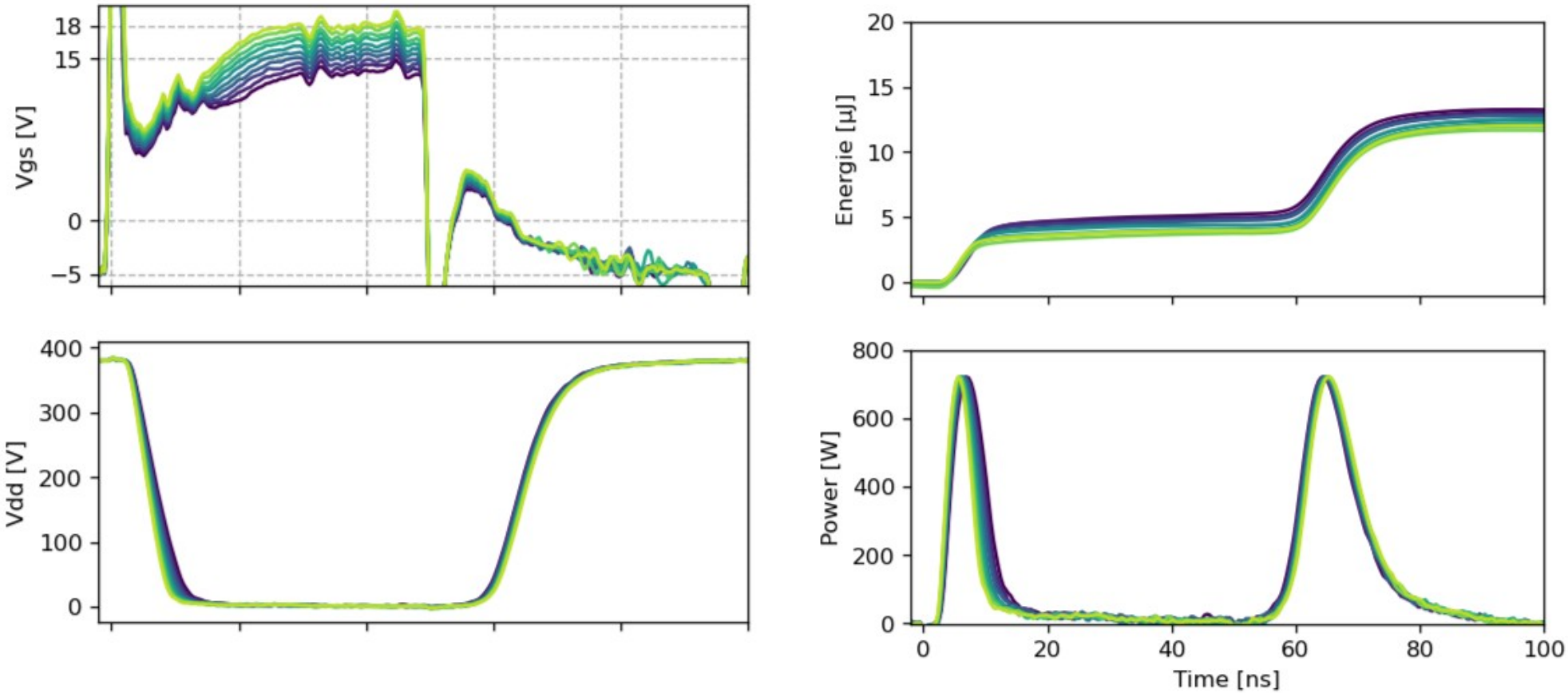
Mesure « TLP » version 2



> Paramètres de mesure
  - Rg sélectionnable de 5 à 50 Ω
  - Vgmin ajustable

> Eon, Eoff, influence de Vgmin, du temps de montée...

Exemple de mesure



Avantages et limitations

- *L'impédance est limitée par défaut à 50 Ohms*
- *Cette impédance n'est pas complètement représentative des conditions d'utilisations usuelles*
- **Une mesure « simple » à mettre en œuvre**
- **Des formes d'ondes parfaitement contrôlées et reproductibles**
- **Banc de mesure modélisable (Spice)**
- **Très adapté pour valider ou extraire un modèle**
- **Permet de comparer «facilement » les composants**

Perspective

> Générateur d'impulsion de grille 50Ω flexible

- Stage de Ludovic Roche (poursuite en thèse...)

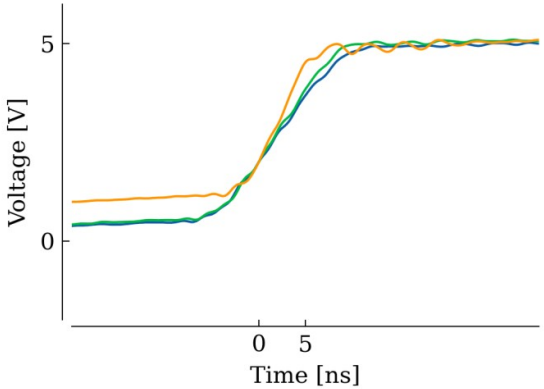


FIGURE 20 – Différents temps de montée expérimentaux obtenus avec différents paramétrages sur 1nF

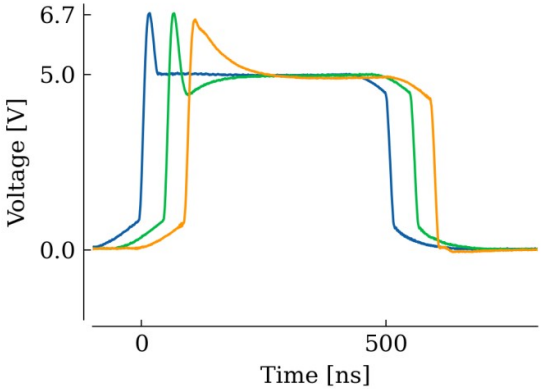


FIGURE 21 – Différentes formes de surtensions expérimentales obtenues avec différents paramétrages sur 1 nF

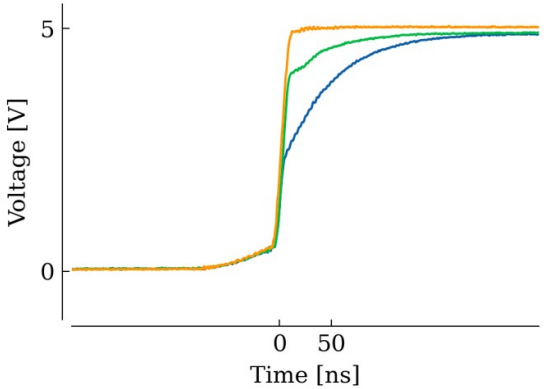


FIGURE 22 – Différents temps de transition 0-5V obtenus expérimentalement sur 1 nF

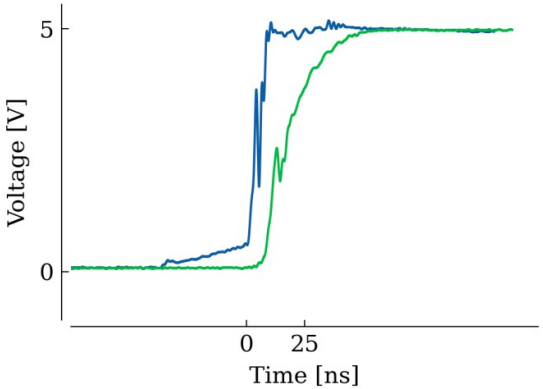


FIGURE 23 – Comparaison de la charge de la grille d'un GaN EPC2012C avec et sans l'apport de charge accéléré du driver