



Générateur de rampes

Projet de majeure

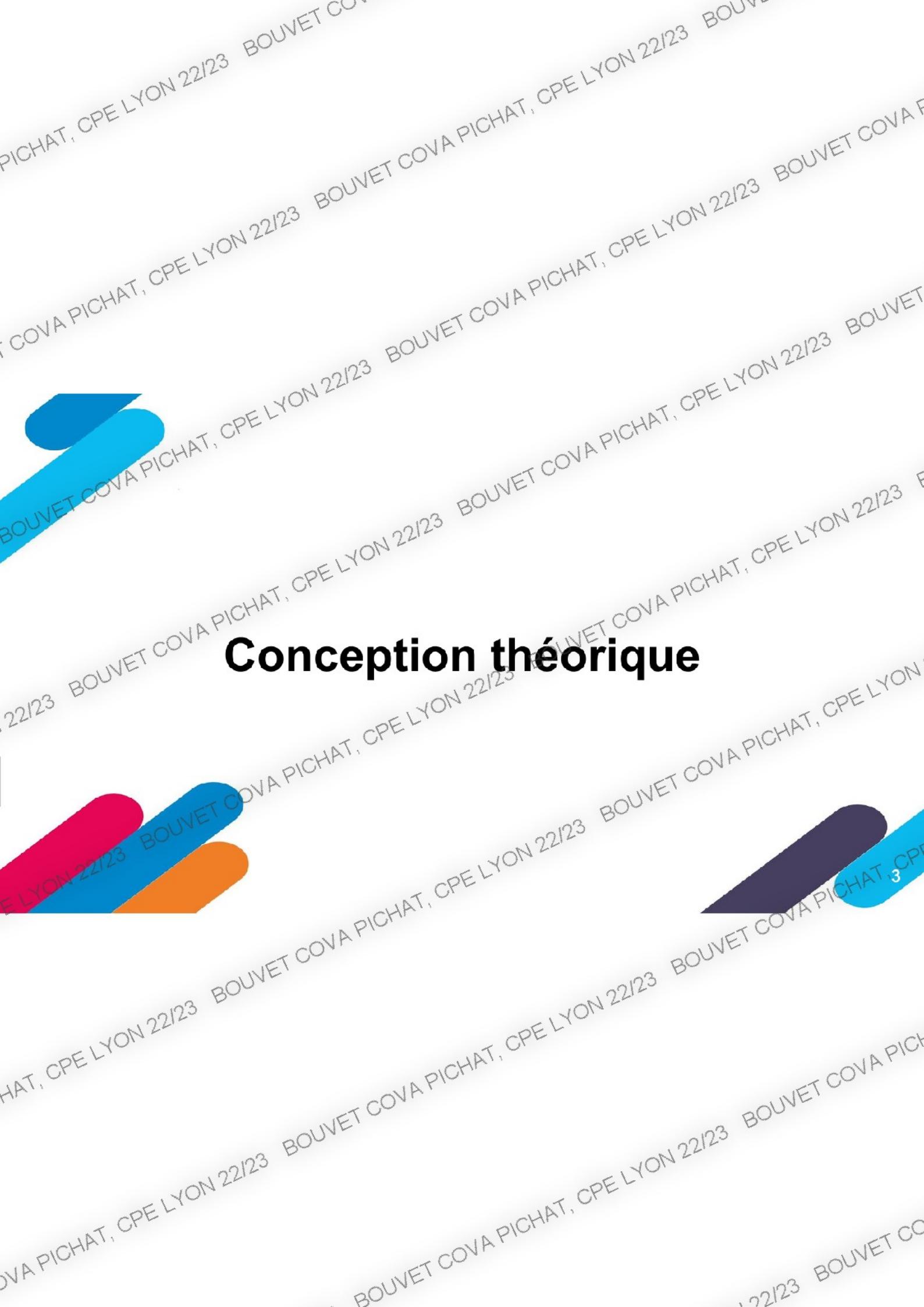
BOUVET Victor, COVA Martin, PICCHAT Corentin
Majeure ESE - 2023/2024



Objectif

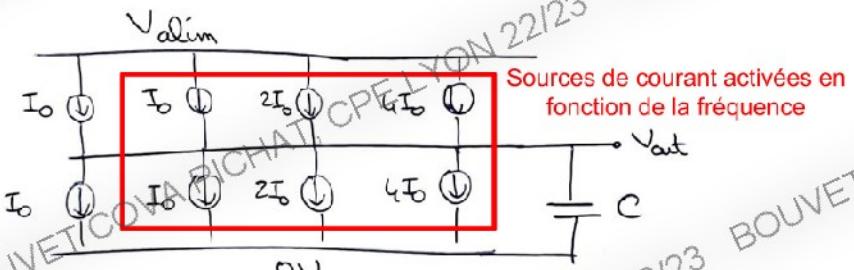
Réaliser un générateur de dent de scie :

- 2 modes : simple ou double rampe
- Indépendant en tension d'alimentation
- Tension d'alimentation entre 3,3V et 5V
- Gérer des fréquences entre 10k et 100kHz
- Coupure général du circuit



Conception théorique

Idée de départ : générateur de rampes



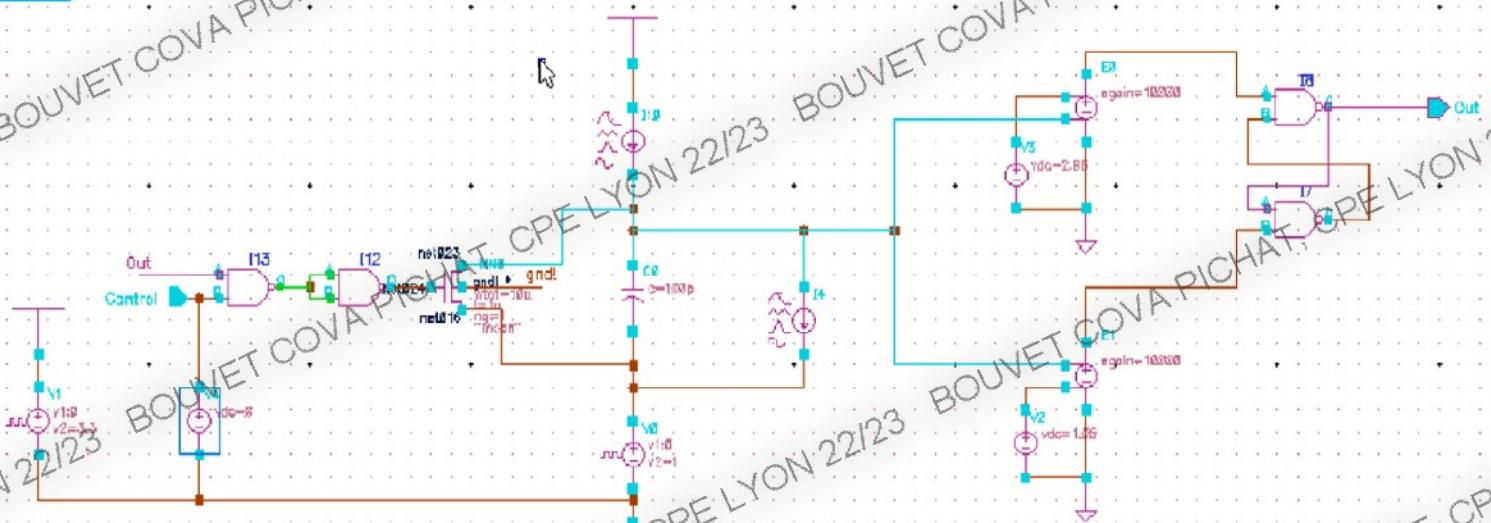
$$I_0 = C \frac{dV}{dt} \text{ avec } C = 100\text{pF}$$

Pour $f=100\text{kHz}$, on a $8I_0$. $8I_0 = C \frac{dV}{dt} = 100p \times \frac{(3-1) \times 2}{1/100k} = 40\mu A$
soit $I_0 = 5\mu A$

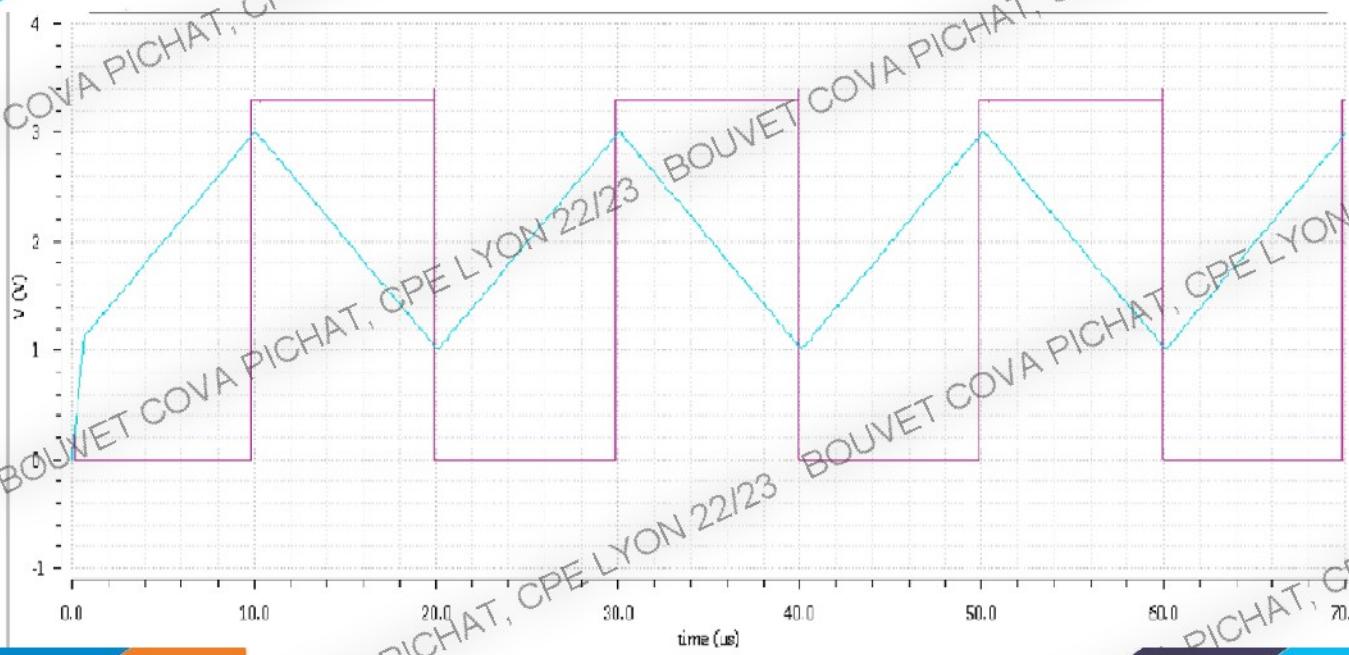


Courbe de la tension de sortie

Conception idéale du générateur de rampes



Simulation



Simulation

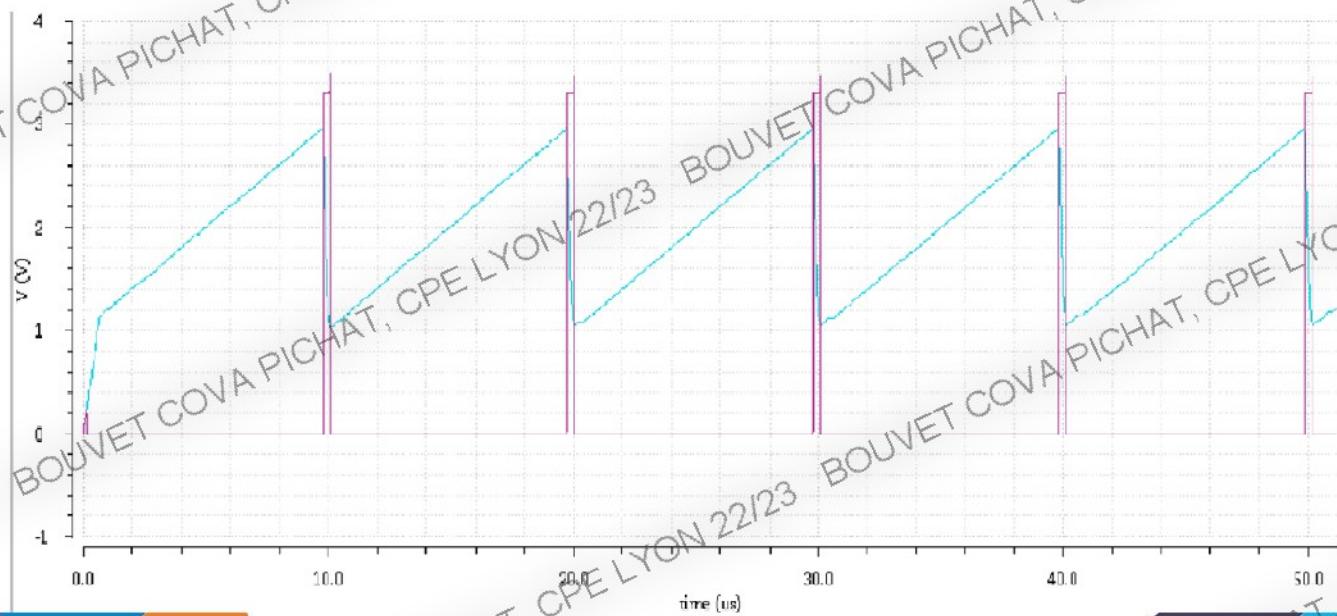
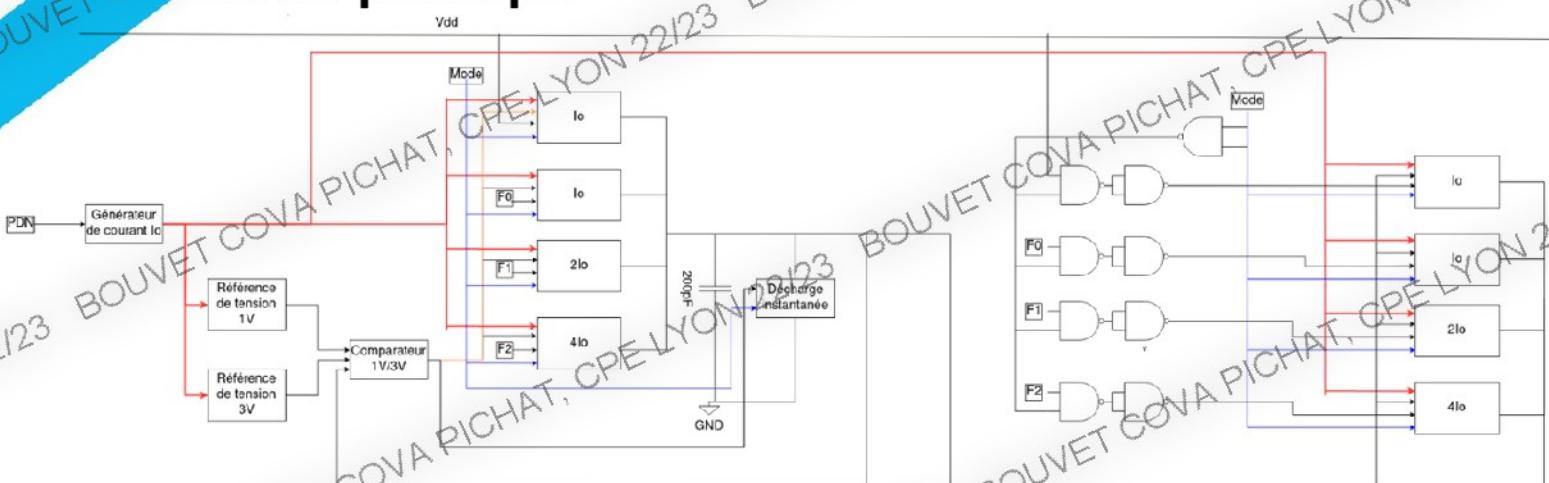


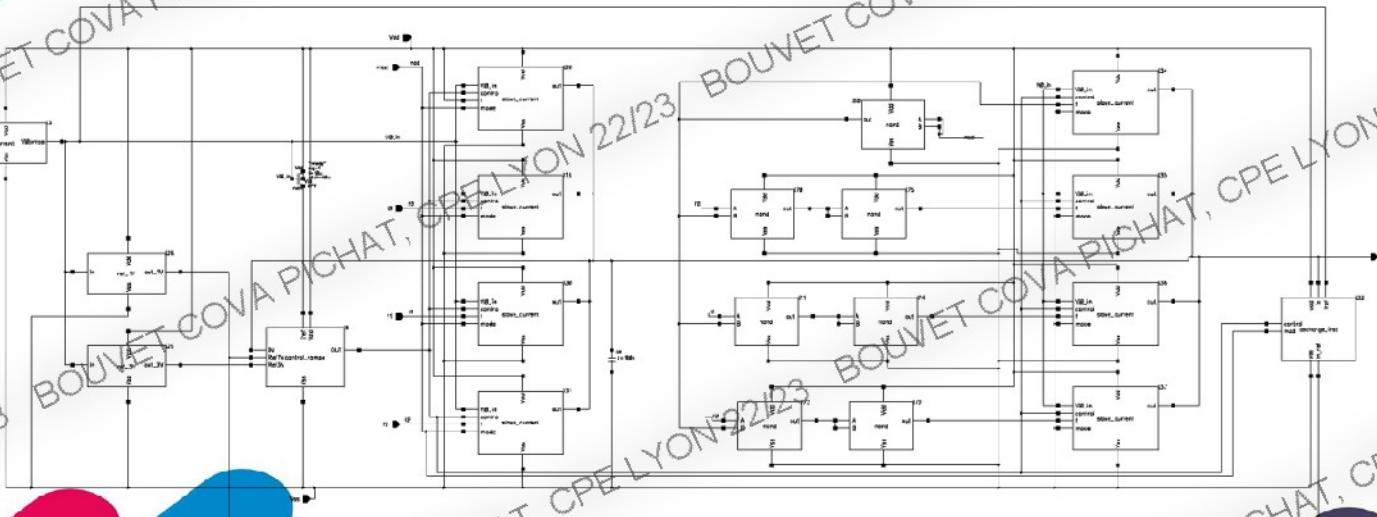
Schéma de principe



Sous-blocs en vue transistor

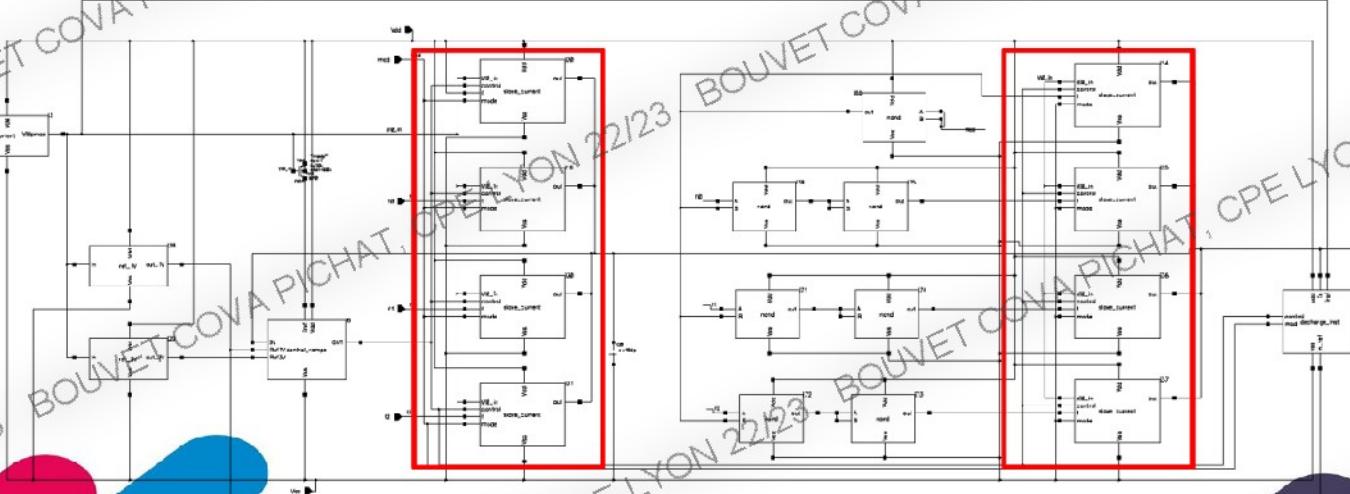


Schéma Top du montage



Source de courant n*Io

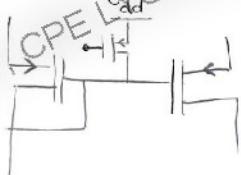
Générer des rampes avec les sources de courant



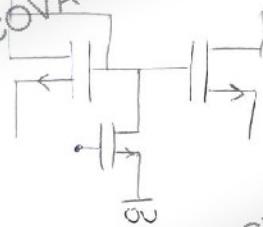
Utilisation d'interrupteurs

Utiliser des MOS en interrupteur pour commander les sources de courant en fonction de :

- la fréquence
- la charge/décharge
- le mode (simple rampe ou double rampe)



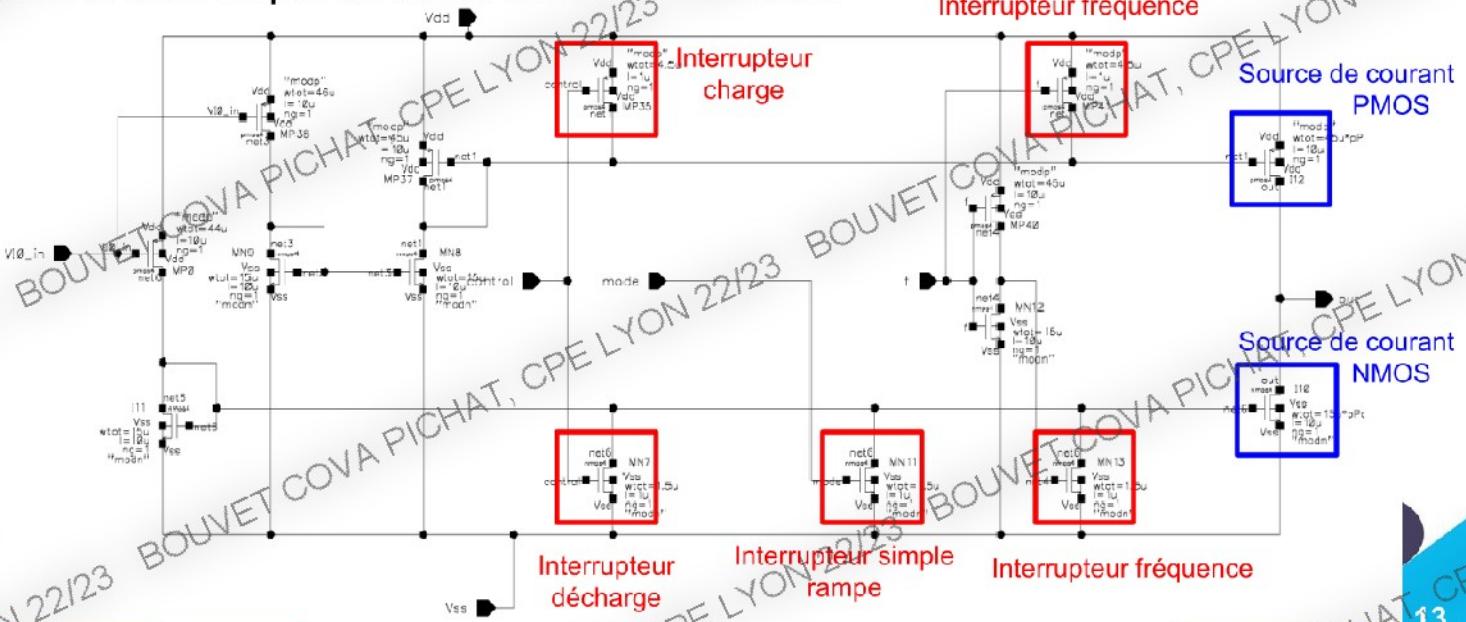
Interrupteur pour miroir de courant PMOS



Interrupteur pour miroir de courant NMOS

Source de courant n^{*}Io

Générer des rampes avec les sources de courant



Mode simple rampe : mod = 1

Charge : control = 0

Décharge : control = 1

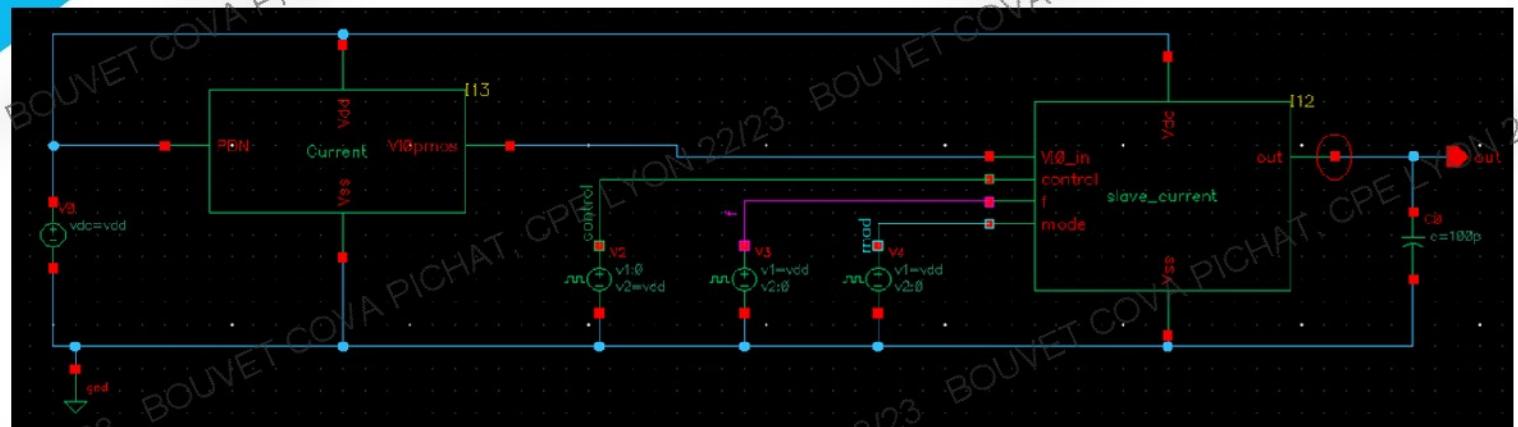
Sources activées : f = 1

Interrupteur fréquence

Source de courant
PMOS

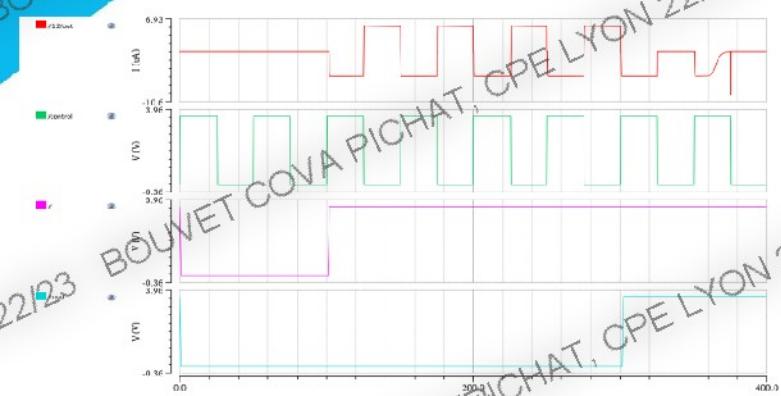
Source de courant
NMOS

Simulation

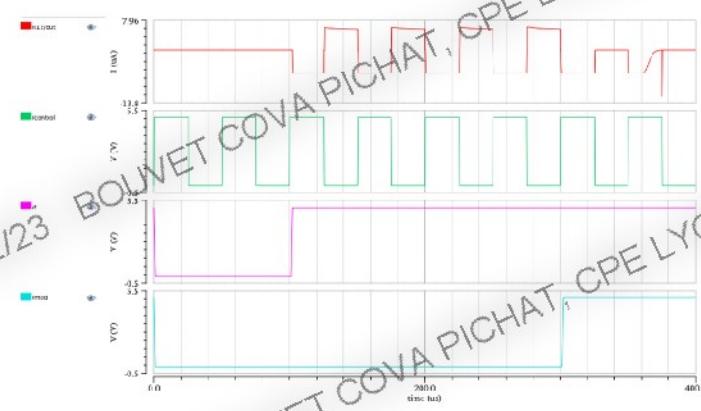


Testbench des sources de courant

Simulation



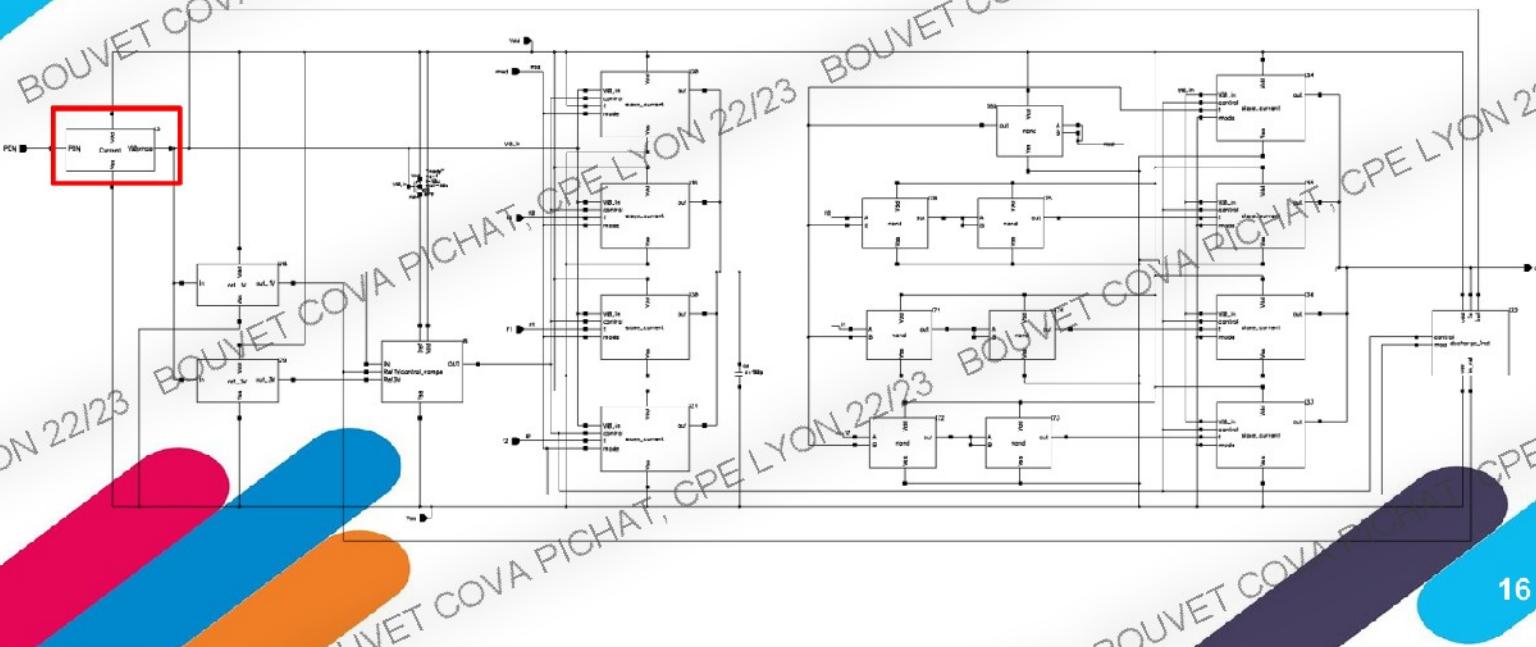
Simulation du générateur de rampes à 3.3V



Simulation du générateur de rampes à 5V

Référence de courant I_o

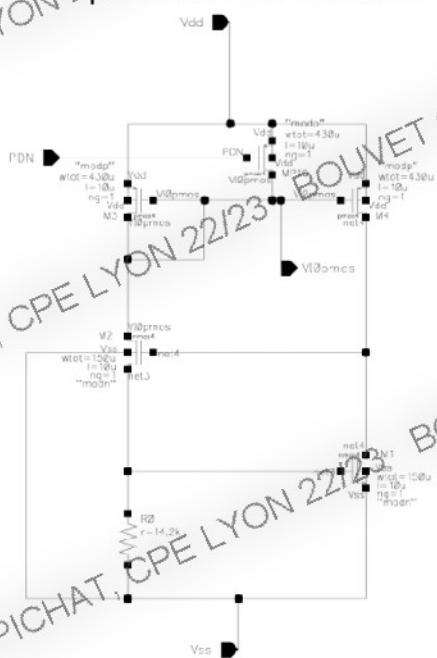
Produire un courant $I_o = 5 \mu A$ indépendant en tension d'alimentation



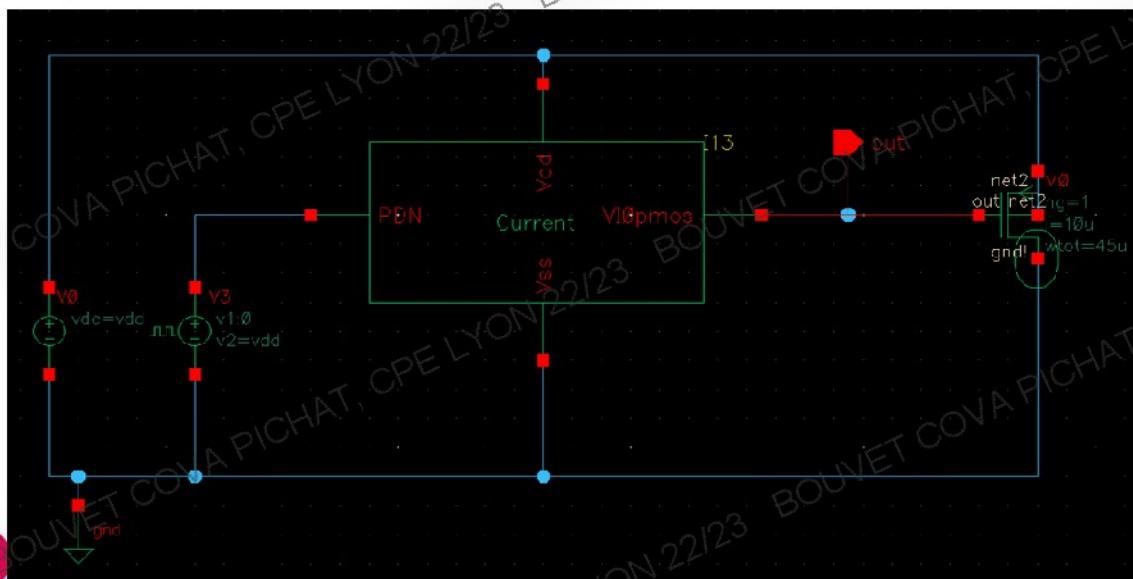
Référence de courant lo

Produire un courant $I_o = 5 \mu A$ indépendant en tension d'alimentation

coupure du circuit : $\text{PDN} = 0$



Simulation



Testbench du générateur de courant de référence

Simulation

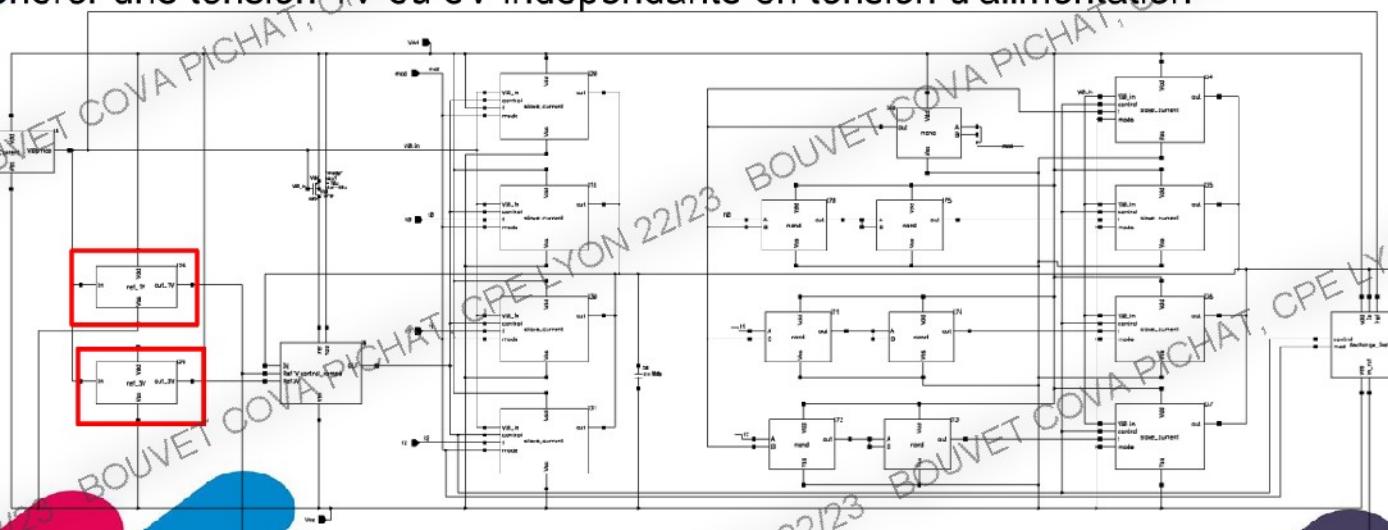


Simulation de la référence de courant à tension d'alimentation variable

On mesure un écart-type de 4%

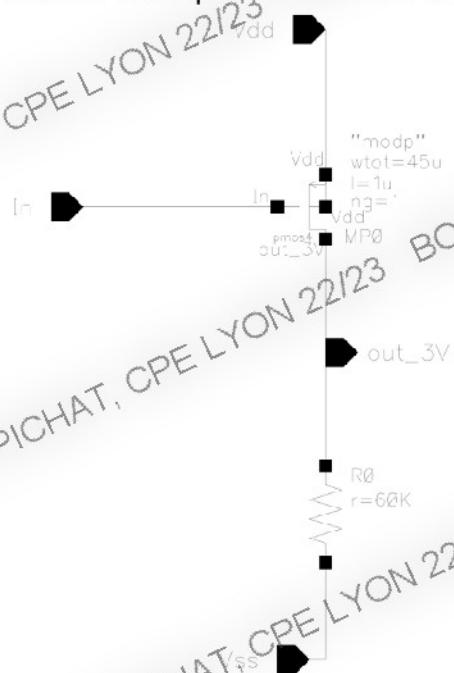
Générateur de tension de référence 1V / 3V

Générer une tension 1V ou 3V indépendante en tension d'alimentation

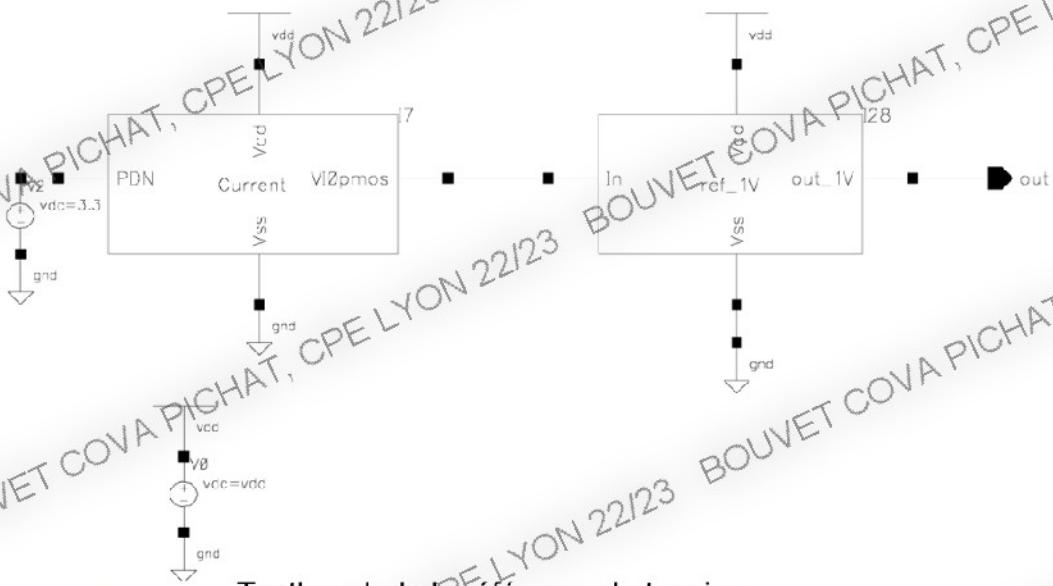


Générateur de tension de référence 1V / 3V

Générer une tension 1V ou 3V indépendante en tension d'alimentation



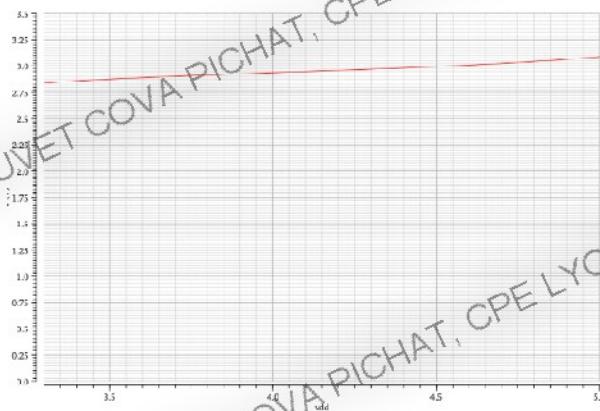
Simulation



Simulation



Simulation DC Sweep de la référence de tension 1V

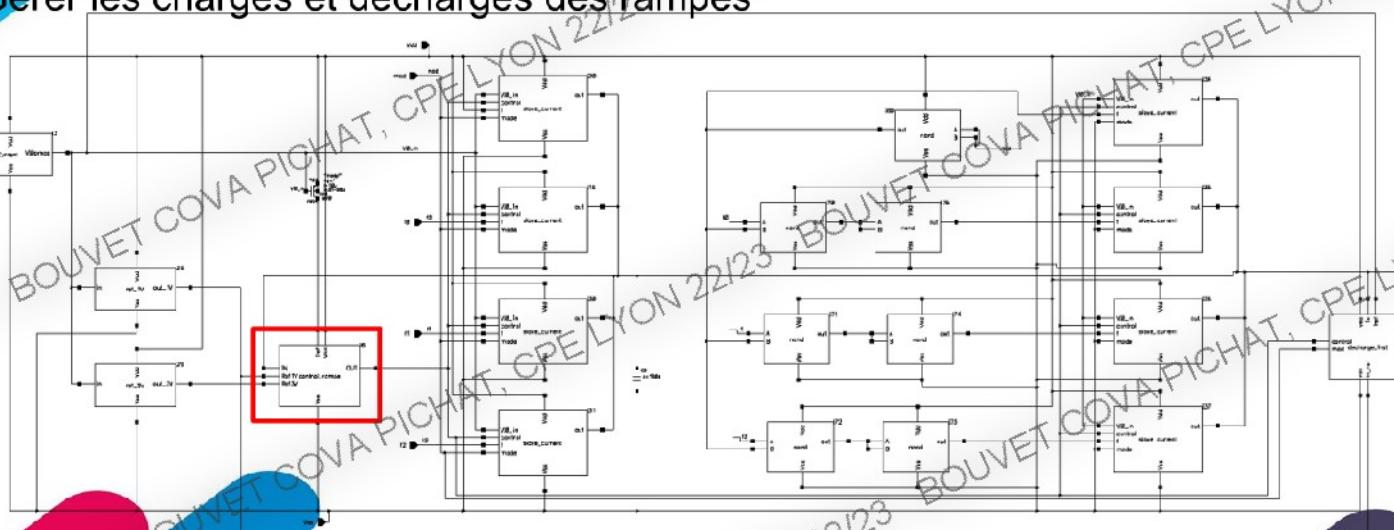


Simulation DC Sweep de la référence de tension 3V

On mesure un écart-type de 6.5% pour 1V et 4% pour 3V

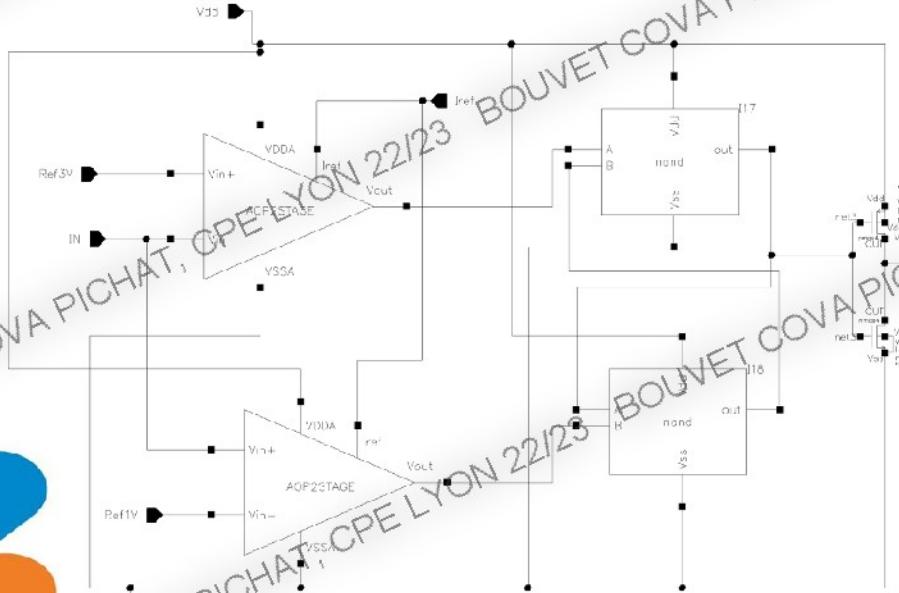
Contrôle de la rampe

Gérer les charges et décharges des rampes

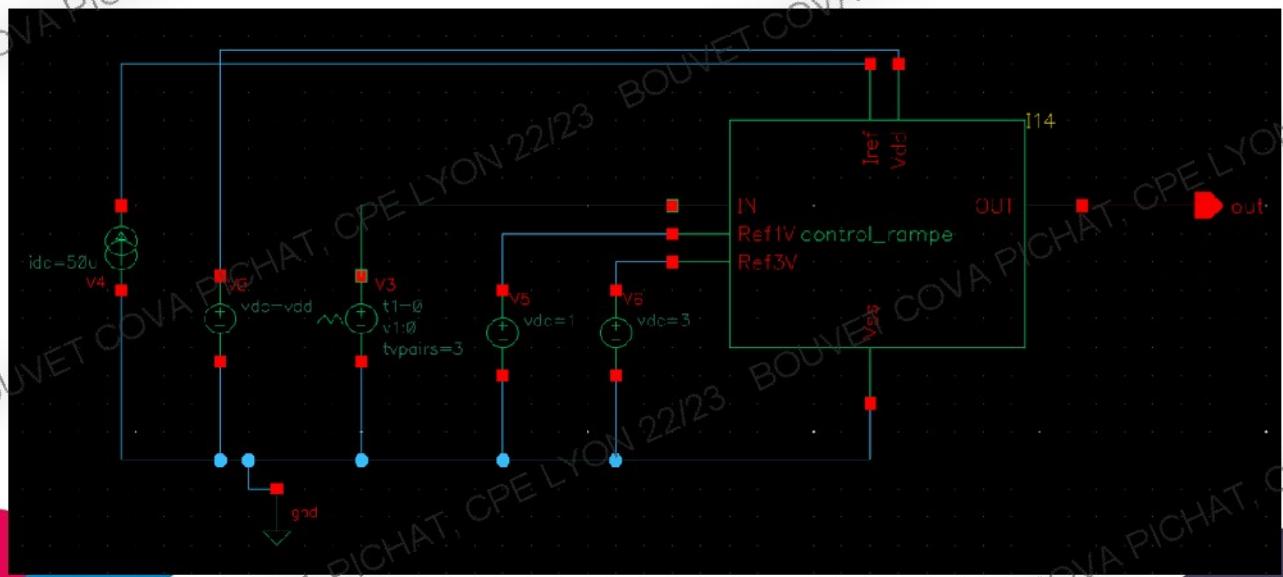


Contrôle de la rampe

Gérer les charges et décharges des rampes



Simulation

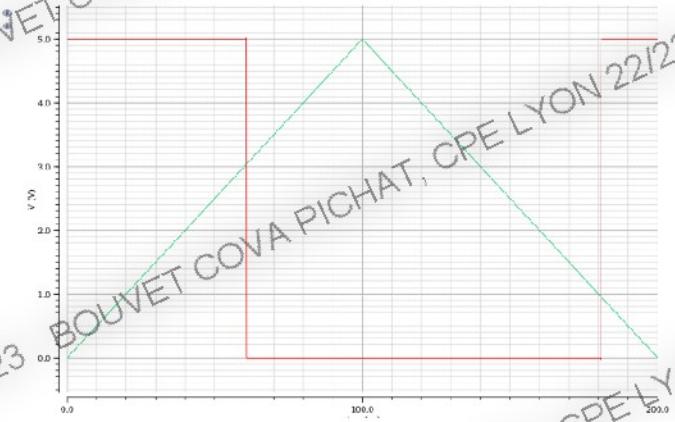


Testbench du contrôle de rampe

Simulation



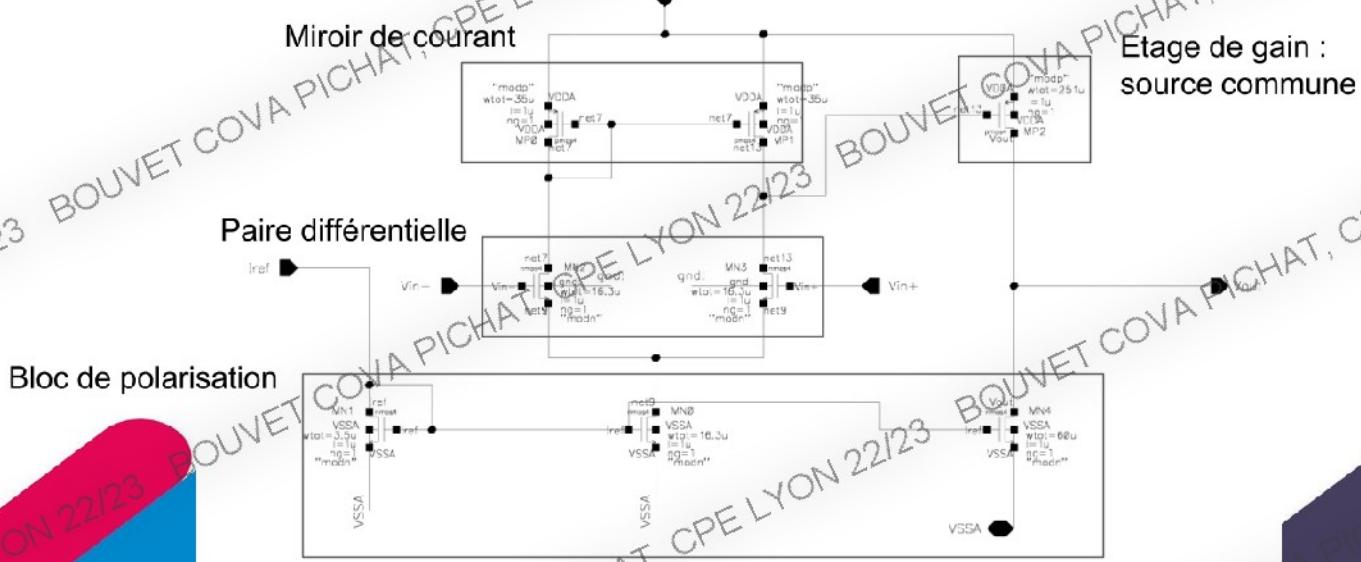
Simulation du comparateur à 3.3V



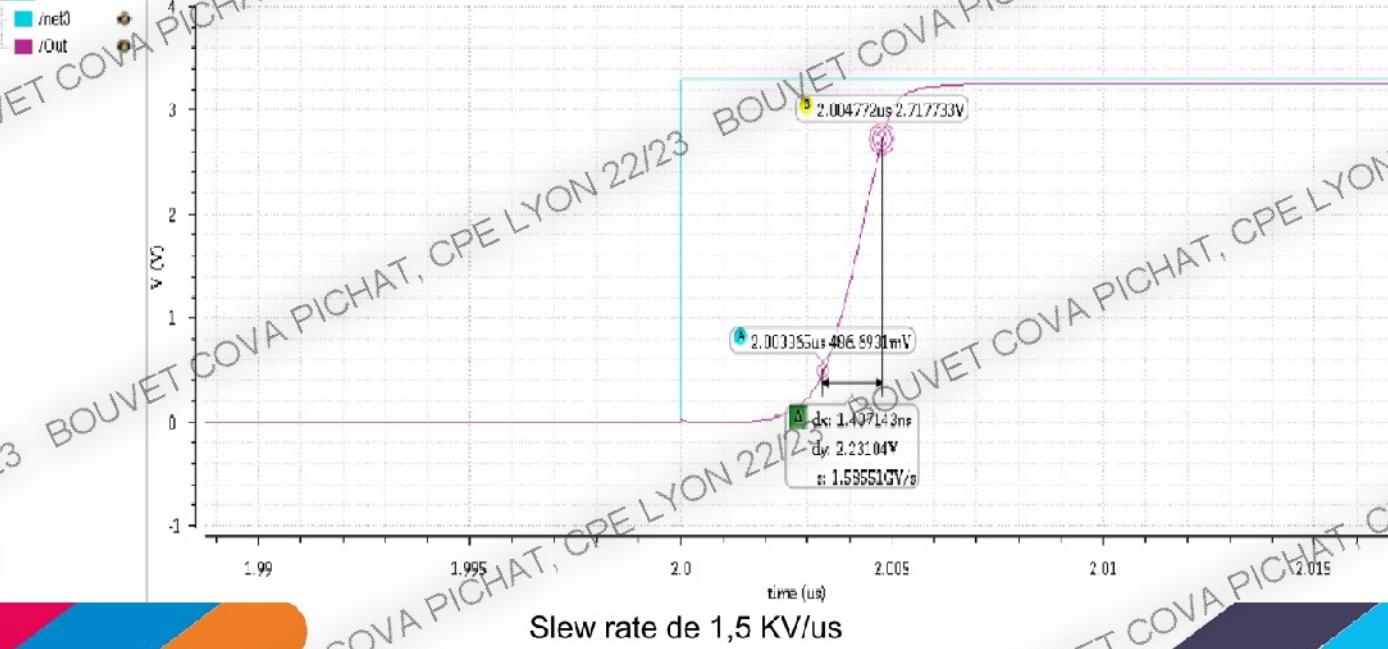
Simulation du comparateur à 5V

On mesure un écart-type de 1.4%

AOP 2 étages

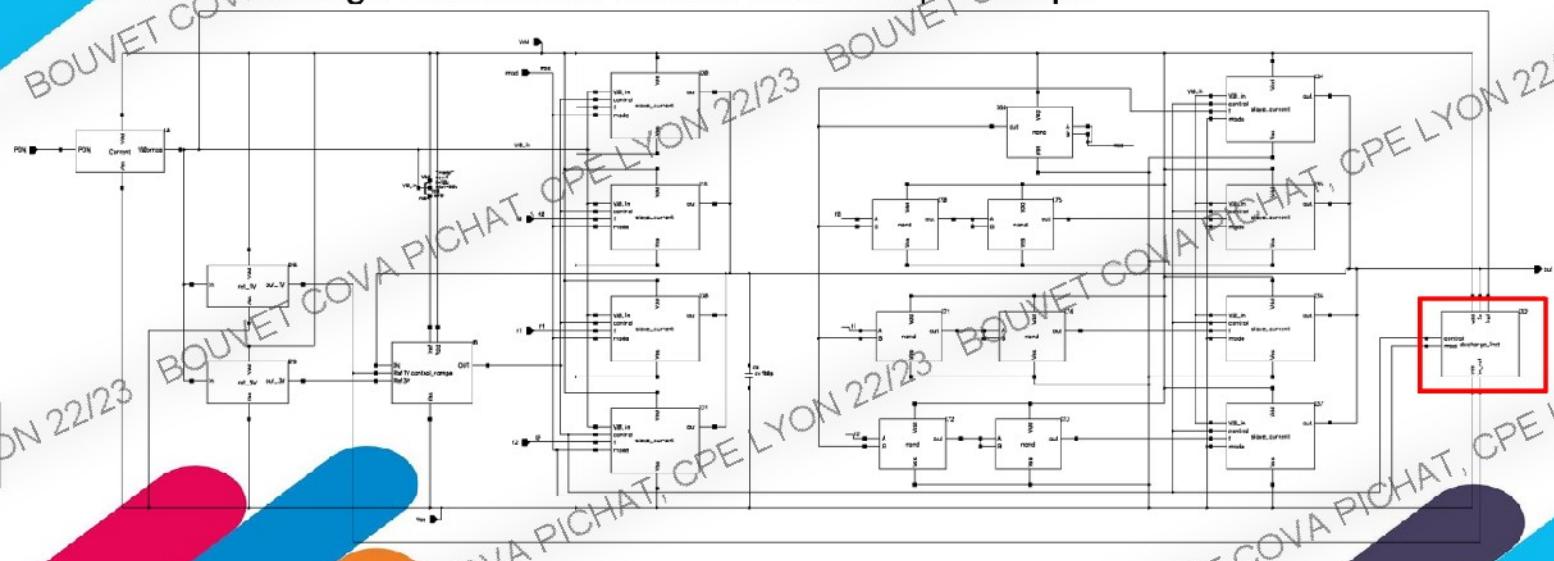


Simulation



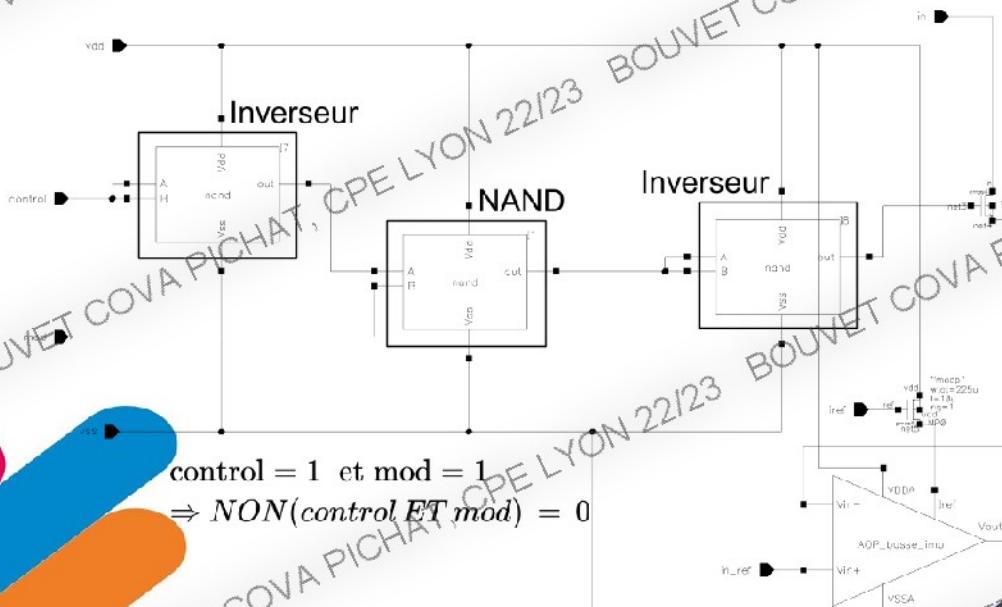
Décharge instantanée

Gérer la décharge instantanée lors du mode simple rampe

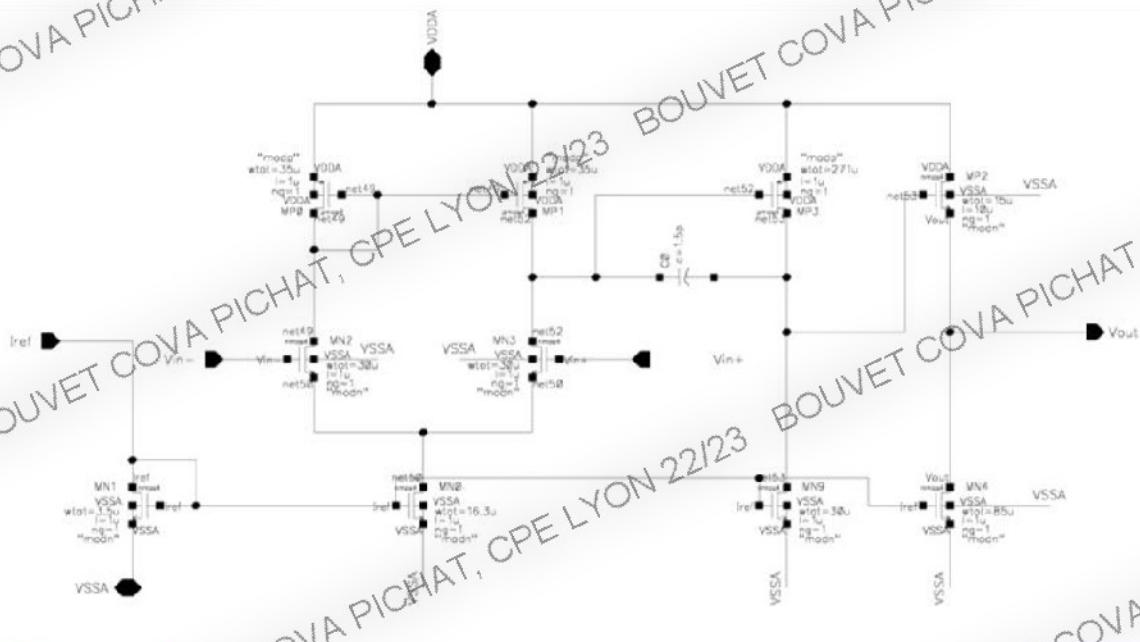


Décharge instantanée

Gérer la décharge instantanée lors du mode simple rampe



AOP basse impédance

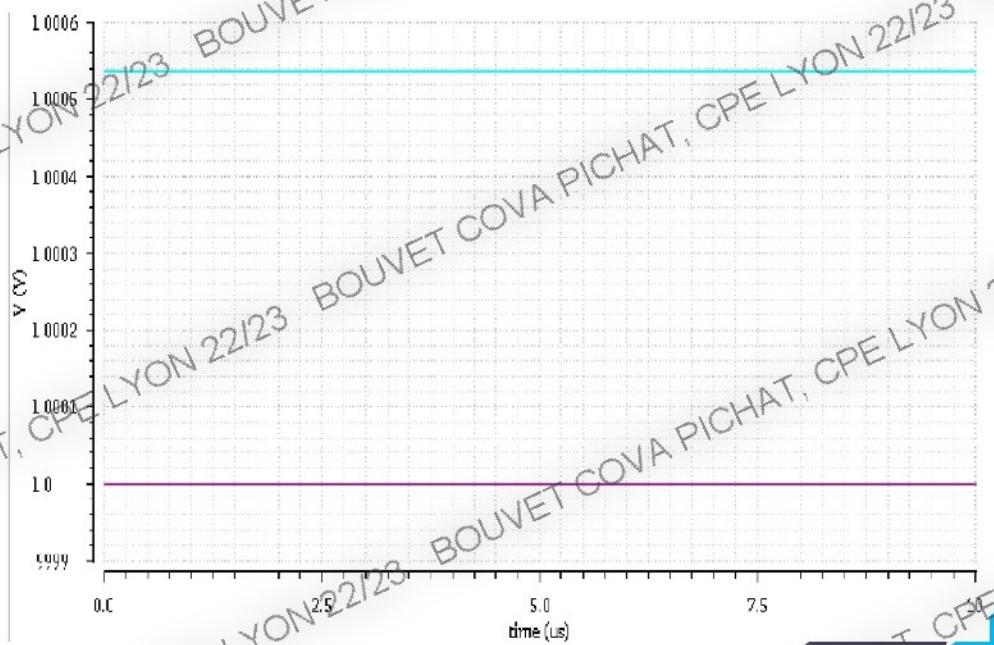


Simulation

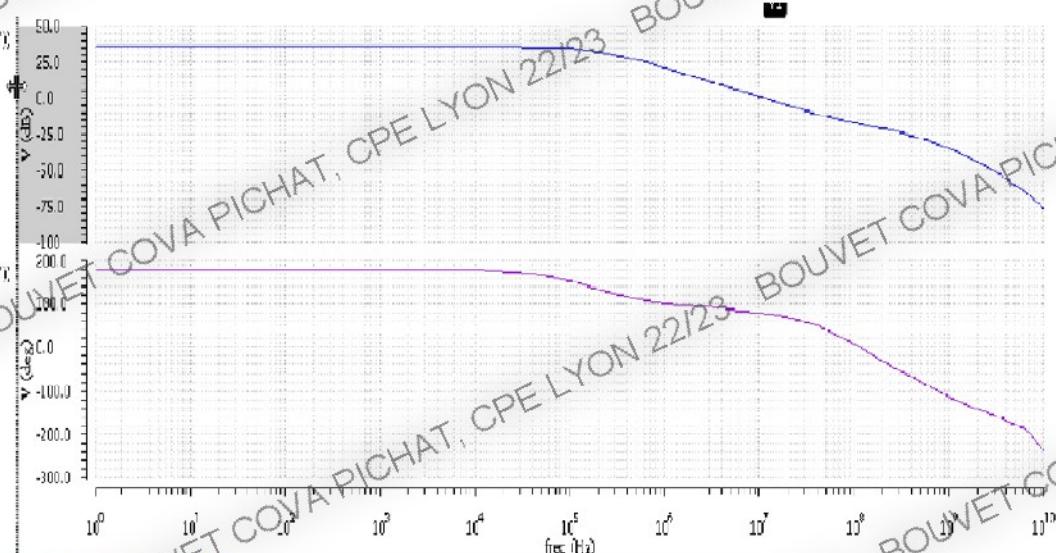
IOJT
IN

AOP basse impédance en
montage suiveur.

Ecart relatif de 0,54 %



Simulation

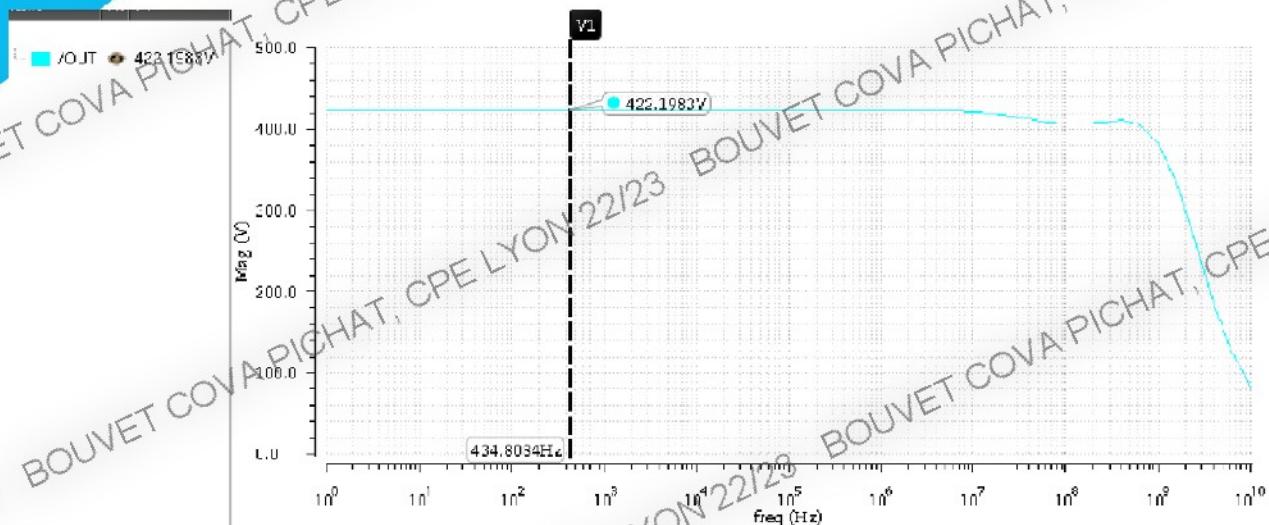


Bande passante de 11 Mhz

Marge de phase de 70 degré

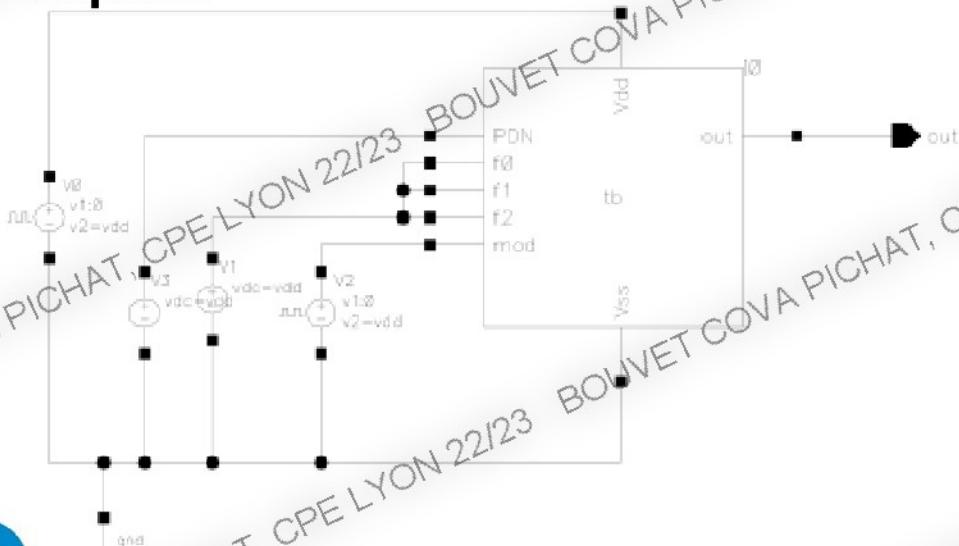
Le système est donc robuste aux variations brutales (changeement de fréquence ou décharge instantanée)

Simulation



Impédance de sortie du montage de 422Ω . Cela en fait pour la capacité un nœud basse impédance.

Simulation complète



Simulation complète du générateur de dent de scie

Simulation complète

On obtient des rampes symétriques avec les deux modes.

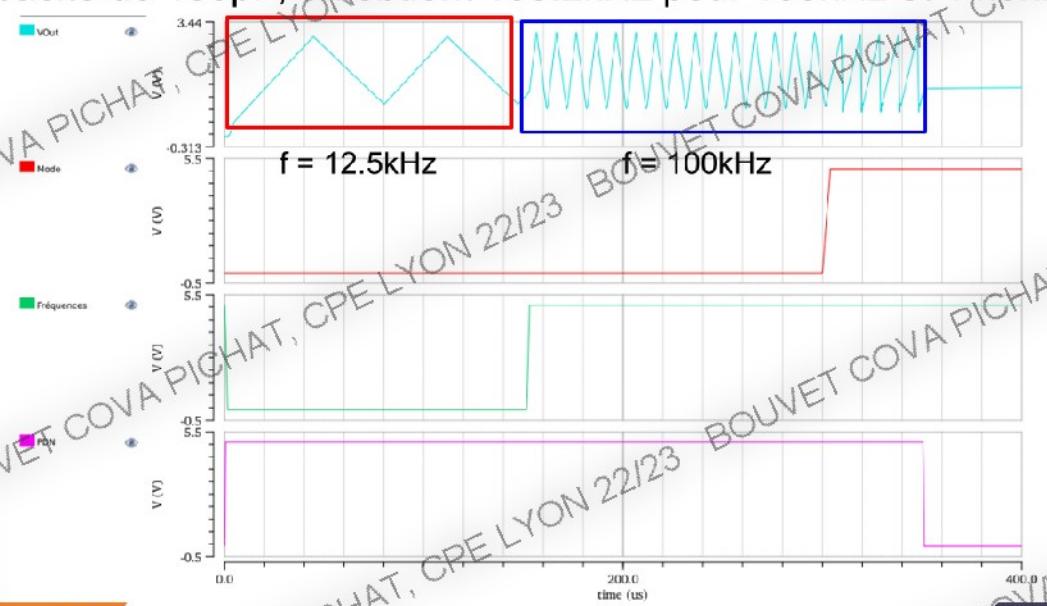
On obtient une fréquence de 167kHz au lieu de 100kHz.

Cela est dû au deuxième bloc des 4 sources de courant qu'on a rajouté à la fin pour avoir la même fréquence en simple ou double rampe.

Pour diminuer la fréquence, on a augmenté la période donc la capacité.

Simulation complète

Avec une capacité de 180pF , on obtient 100.2kHz pour 100kHz et 14.9kHz pour 12.5kHz



Simulation à 12.5kHz et 100kHz avec gestion du PDN et du mode

Performances

Récapitulatif des écarts-types en fonction de la tension d'alimentation :

- Écart de 4% pour le courant de référence
 - Écart d'environ 5% pour les tensions de référence
 - Écart de 1.4% pour le comparateur 1V / 3V
- ⇒ Relativement indépendant de la tension d'alimentation

Conclusion

Nous avons réussi à réaliser un générateur de rampes avec plusieurs paramètres:

- Une fréquence commandable entre 10k et 100kHz
- Un mode simple et double rampe entre 1V et 3V
- Une indépendance en tension d'alimentation
- Un signal de coupure du circuit