

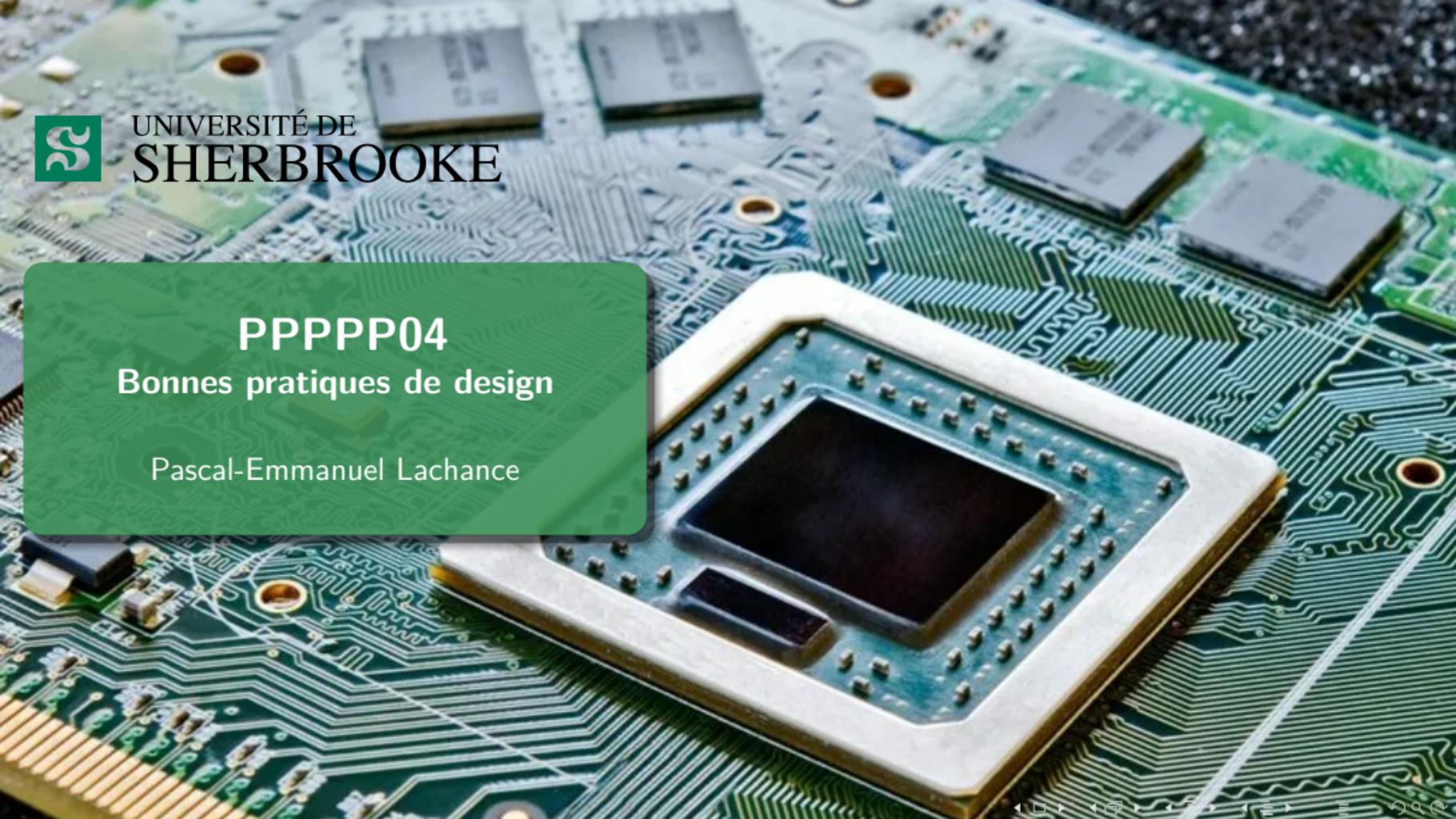


UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

## PPPPP04

Bonnes pratiques de design

Pascal-Emmanuel Lachance



# PPPPP04

## *Bonnes pratiques de design*

Par: Pascal-Emmanuel Lachance

-  Comment choisir ses composantes et optimiser son BOM?
-  Comment bien concevoir un symbole et un footprint?
-  Bonnes pratiques de schématisation
-  Bonnes pratiques de layout
-  Comment faire un design review?
-  Communication avec fabricants, assembleurs et programmeurs

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM

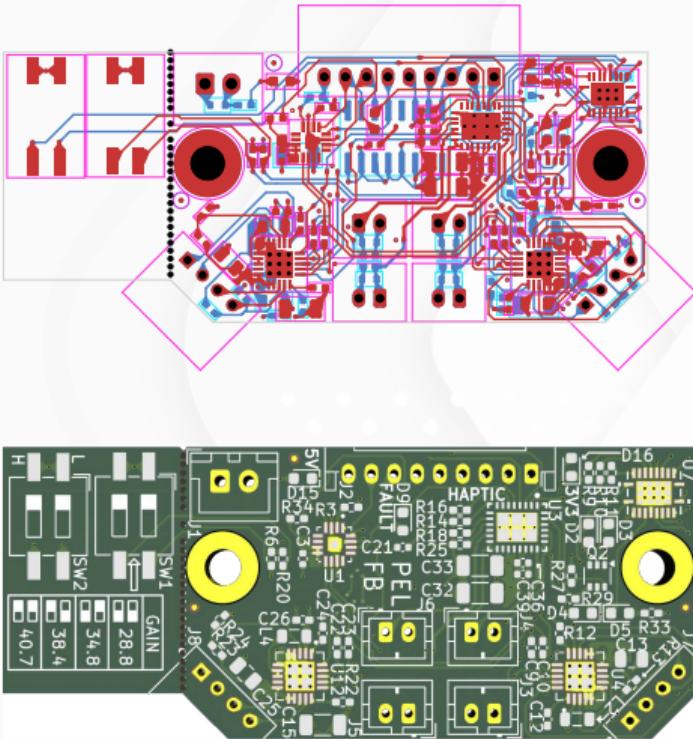
## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM

# Mise en contexte — Haptic Board



- Dernier board que j'ai design
  - A24, pour PMC
- Placé au dos de la main au-dessus d'un autre board
- Contrôle des éléments d'haptique
- Dernière partie d'une intégration de 10 PCBs sur le bras



- Dresser une liste des fonctionnalités
  - Activation de 4 solénoïdes
  - Activation de 4 piézo
  - Petit
  - Ne chauffe pas
  - Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
  - Contrôlé par  $I^2C$  &  $I^2S$
  - Contraintes de bruit électronique

# Définition des besoins

- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables
- Activation de 4 solénoïdes
  - 5 V @ 500 mA chaque
- Activation de 4 piézo
  - 60 V @ 200 Hz AC
- Petit
  - 25.5 mm × 45 mm
- Ne chauffe pas
  - $\Delta T_{max} = 40^\circ\text{C}$
- Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
- Contrôlé par  $I^2C$  &  $I^2S$
- Contraintes de bruit électronique

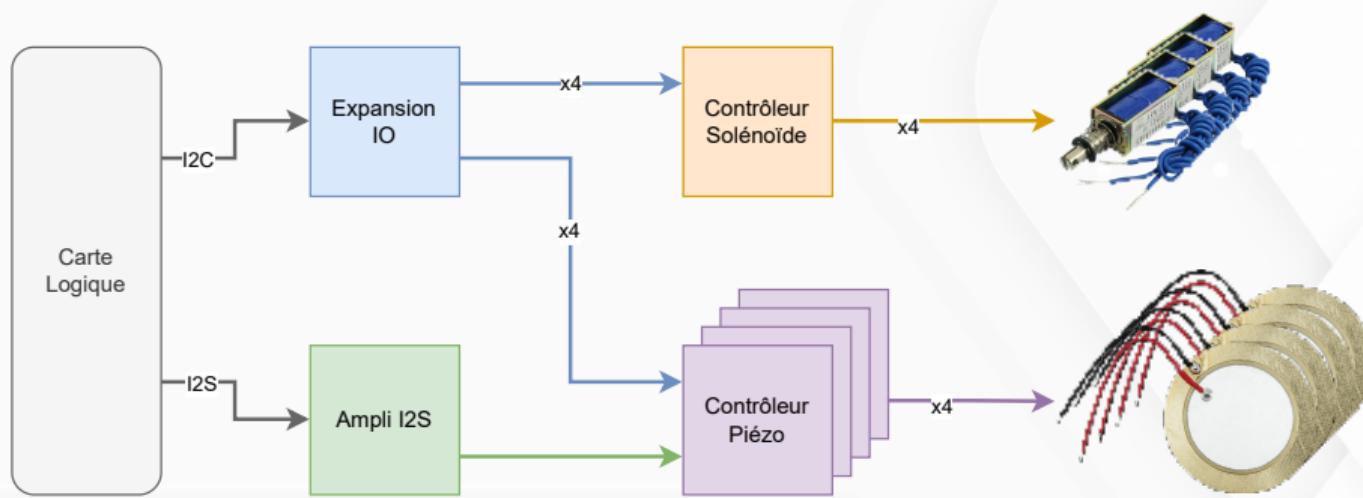
# Définition des besoins

- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables
  
- Combien en as-tu besoin?
- A quel point ils doivent être fiables
- Comment tu vas les tester?
  - Dresser un plan de test!
- Envisager la complexité dès le début
  
- Activation de 4 solénoïdes
  - 5 V @ 500 mA chaque
- Activation de 4 piézo
  - 60 V @ 200 Hz AC
- Petit
  - 25.5 mm × 45 mm
- Ne chauffe pas
  - $\Delta T_{max} = 40^\circ\text{C}$
- Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
- Contrôlé par  $I^2C$  &  $I^2S$
- Contraintes de bruit électronique

# Schéma-Blocs

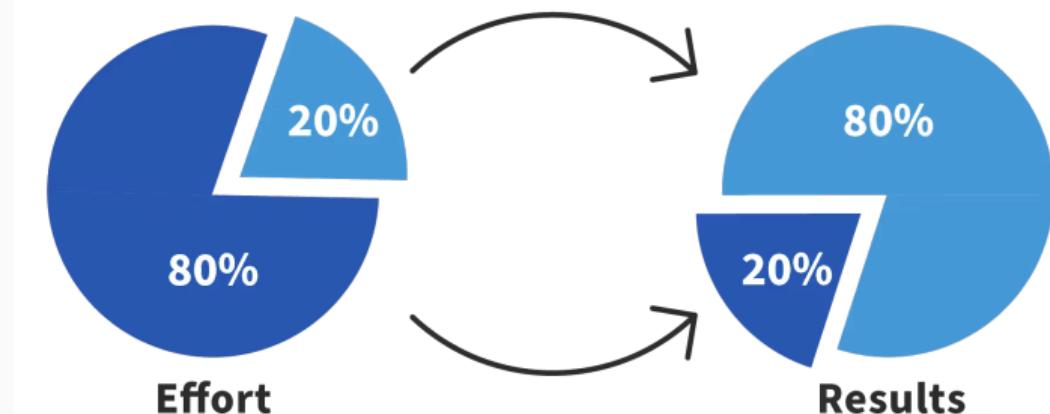
- Faire un schéma-bloc des différentes portions du projet
- À inclure dans le schéma final

- Général
- Power Delivery Network
- MCU/CPU/FPGA
- Communications
- Séquences



- Principe simple:
  - 80% de tes résultats viennent de 20% des efforts
  - Pour obtenir le dernier 20% des résultats, il faut mettre 80% des efforts

## Pareto Principle

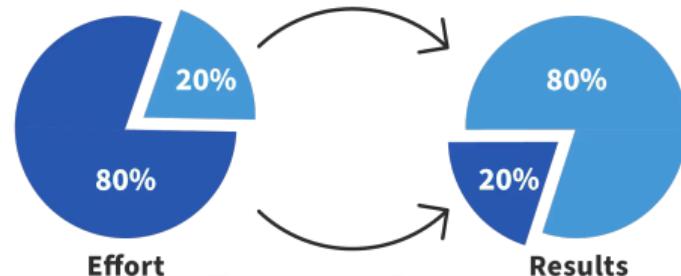


Source: [1]

- Principe simple:
  - 80% de tes résultats viennent de 20% des efforts
  - Pour obtenir le dernier 20% des résultats, il faut mettre 80% des efforts

- 80% des coûts vient de 20% des pièces
- 80% de la complexité vient de 20% du design
- 80% du power consommé par 20% des pièces
- 80% du temps de debug sur 20% des problèmes

Pareto Principle



Source: [1]

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM

## Multimètre

- Mesures DC
- Mesures de l'alimentation
- Vérifier des shorts



## Oscilloscope

- Temporel
- Meilleur outil
- Bruit
- Communication



## Analyseur Logique

- Protocole
- Décodage protocole
- Validation communication



## Caméra Thermique

- Température
- Trouver pièce brisée
- Valider requis thermiques



## Current Clamp

- Courant
- Mesures de l'alimentation
- Non-intrusif



## Power Analyzer — SMU

- Mesure power DC
- Précision
- Logging
- Source



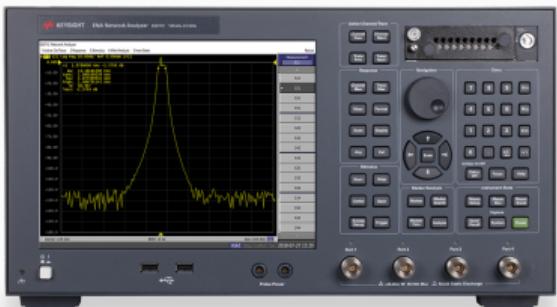
## LCR Meter

- Réactance
- Mesure de composants passifs
- Impédance
- Quality Factor



## Vector Network Analyzer

- Caractéristiques électriques
- Mesure signal et retour
- Mesure Impédance
- S-Parameter



## Spectrum Analyzer

- Oscilloscope sur stéroïdes
- Fourier
- Mesure signal
- Mesure du bruit



## Near-Field Probe

- EMI
- Mesure bruit électromagnétique
- Fréquence précise
- EMC



- Avoir plusieurs méthodes de debug
- Design pour pouvoir être debug
- Être conscient des outils de debugging à ta disposition
- Prévoir comment débugger et tester toutes les fonctionnalités
- Rajouter plus de testpoint que nécessaire

# Où vont les testpoints?

- GND GND GND
- Power
- Lignes de communication
- Toute la chaîne analogique
- Clocks et signaux de contrôle
- Et plus!

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM

## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM

## Bonnes pratiques des composantes & BOM

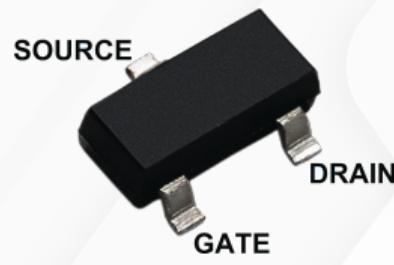
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM

- Élément très important de la conception de pièces
- Affecte le layout et l'assemblage
- Le footprint devrait être clair
- Le footprint devrait être représentatif
- Le footprint devrait avoir des bonnes informations mécaniques
- Le footprint devrait respecter tes capacités d'assemblage
- Le footprint devrait avoir un modèle 3D
- Faire le footprint soi-même
  - Suivre un standard
  - Modifier la pièce plus tard au besoin
  - Avoir des marqueurs de pin 1 consistants
  - Avoir les bonnes couches mécaniques
  - Avoir des bons modèles 3D
  - Valider que le footprint est bon

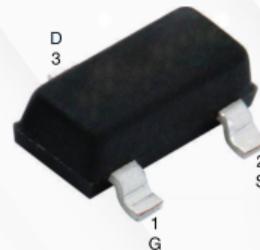
# Attention aux footprints!



- Toujours valider tous les footprints
- Faire attention aux sources de footprints
- Faire attention particulière aux transistors!

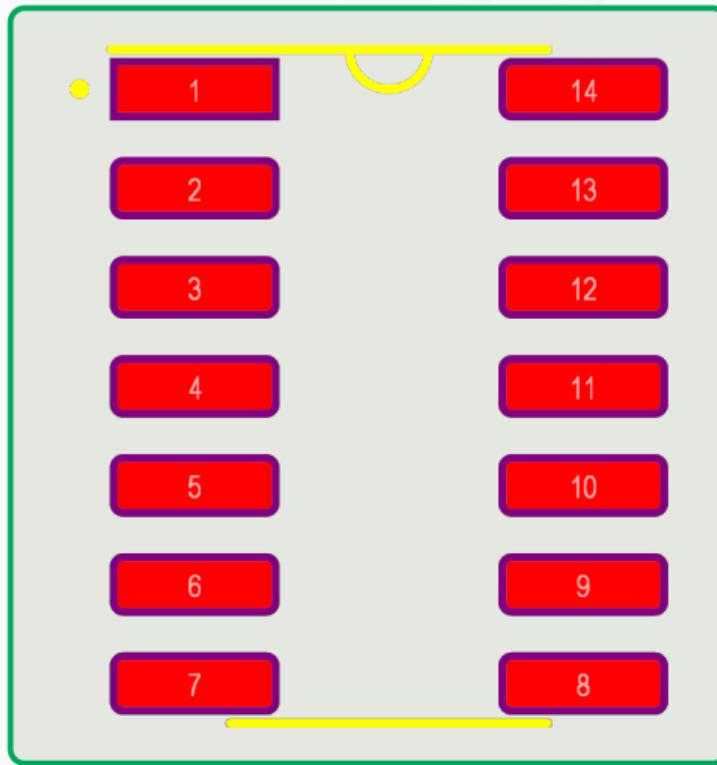


Microchip LND150

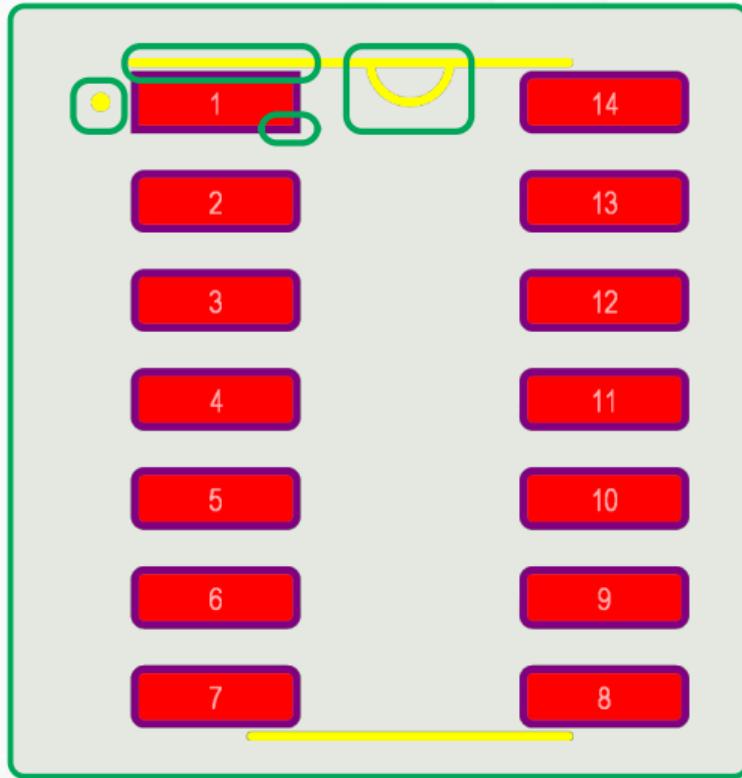


Vishay SQ2318

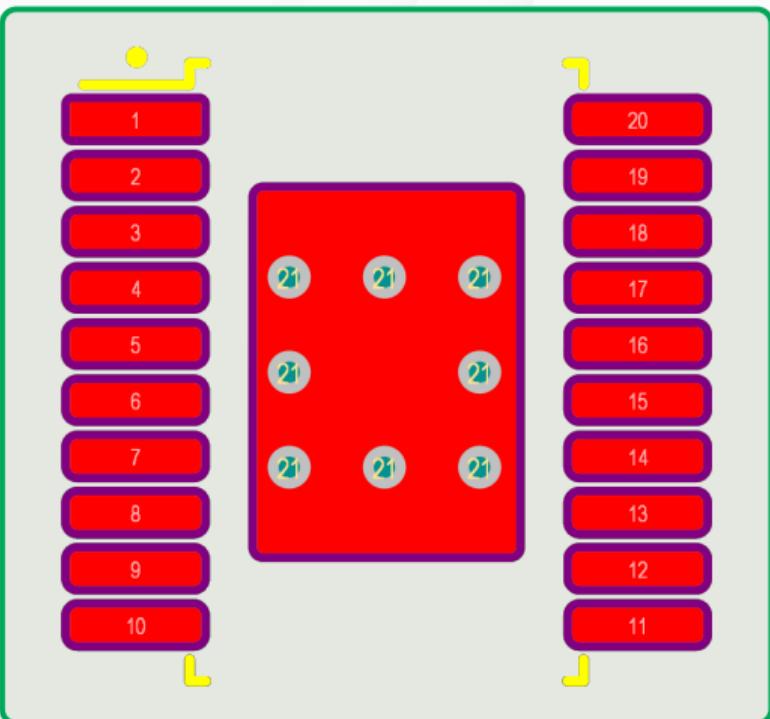
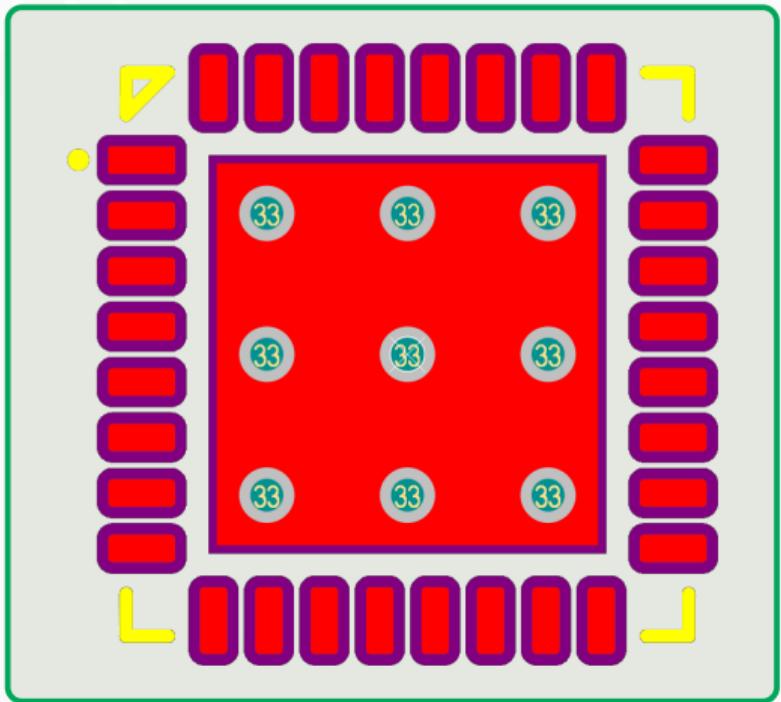
- Doit être visible clairement pendant l'assemblage
  - Couche d'assemblage avec les marqueurs
- Doit être visible après l'assemblage!
- Plusieurs marqueurs possibles



- Doit être visible clairement pendant l'assemblage
  - Couche d'assemblage avec les marqueurs
- Doit être visible après l'assemblage!
- Plusieurs marqueurs possibles



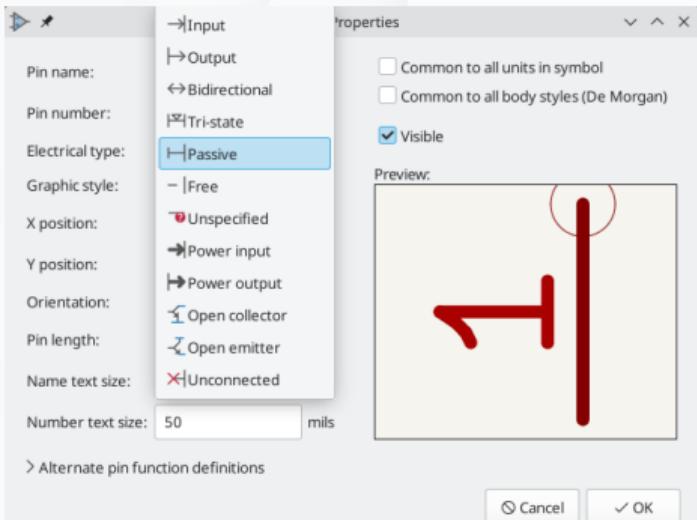
# Marqueurs de pin 1



## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM

- Un des éléments de clareté les plus importants
- Affecte aussi le BOM
- La pièce devrait être représentative
- La pièce devrait être facile à lire
- La pièce devrait contenir toutes les informations pour le BOM
- Faire la pièce soi-même
  - Suivre un standard
  - Modifier plus tard pour fitter le schéma
  - Customize le BOM
  - Validation de la pièce
  - Mettre les types électriques



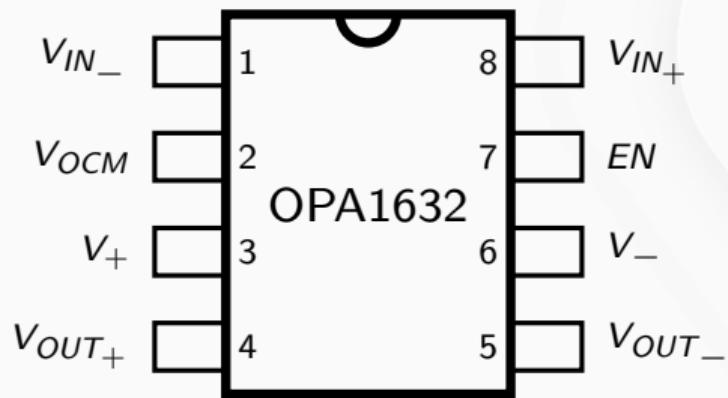
Source: [2]

# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

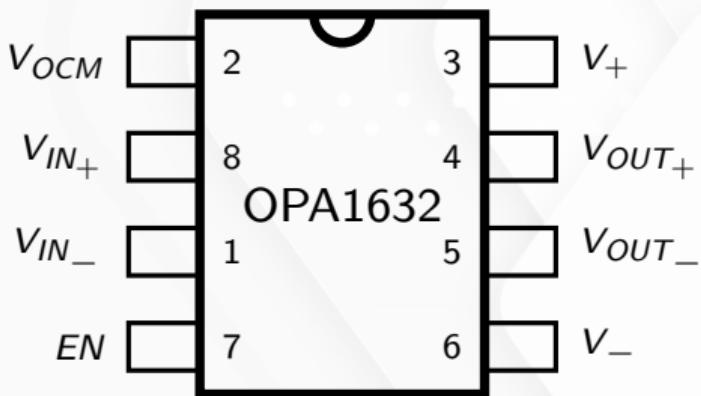
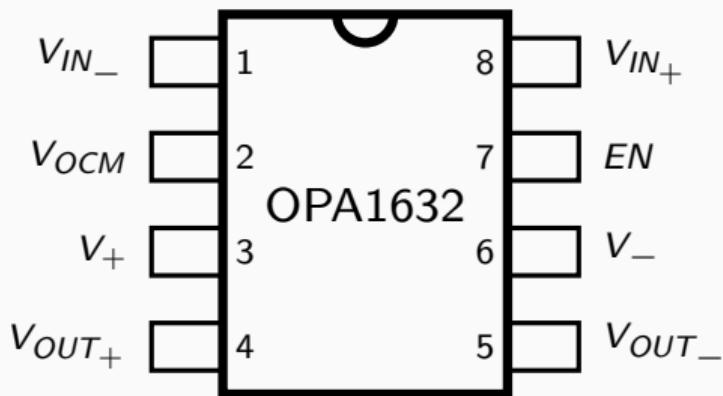
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



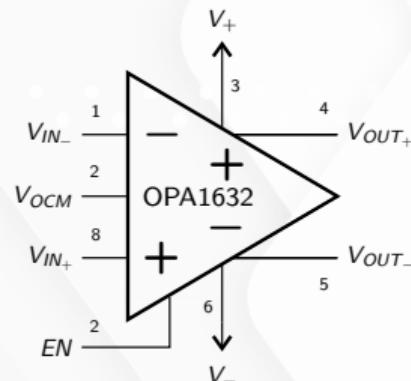
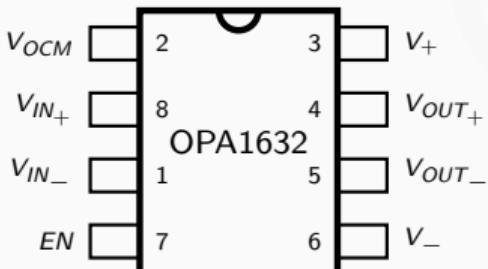
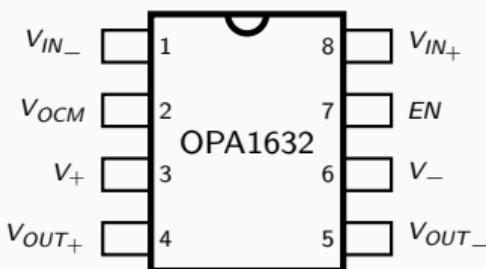
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



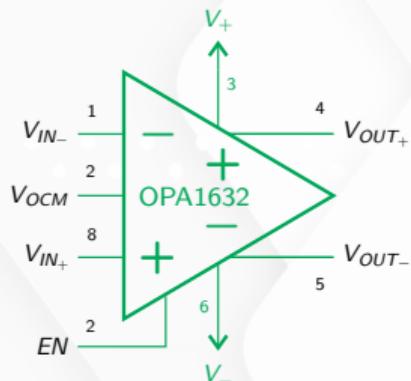
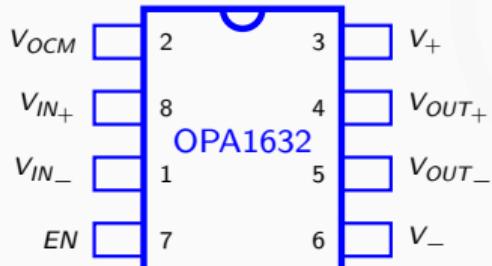
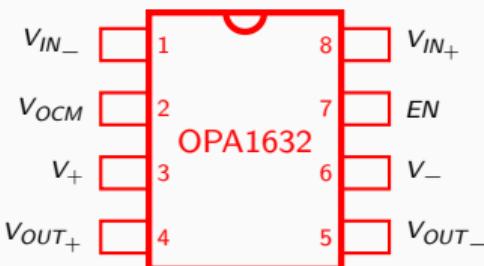
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

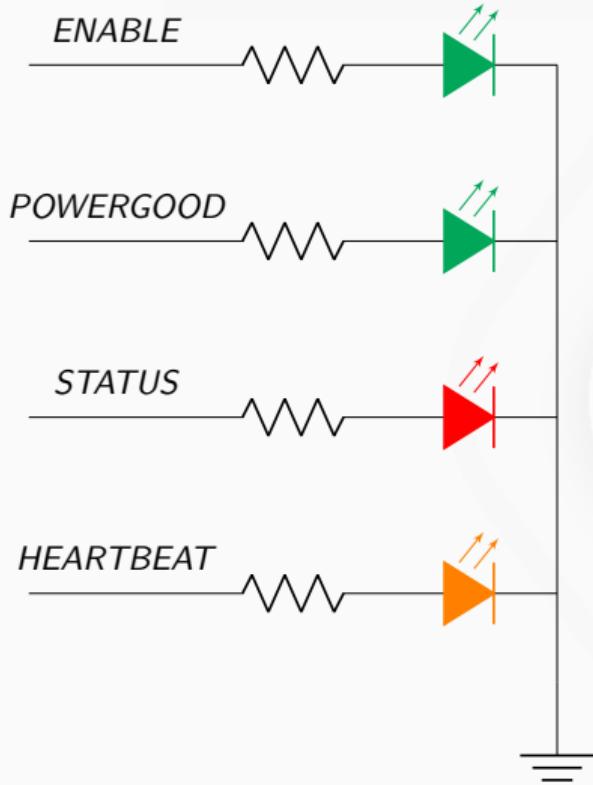


# Pinout du symbole

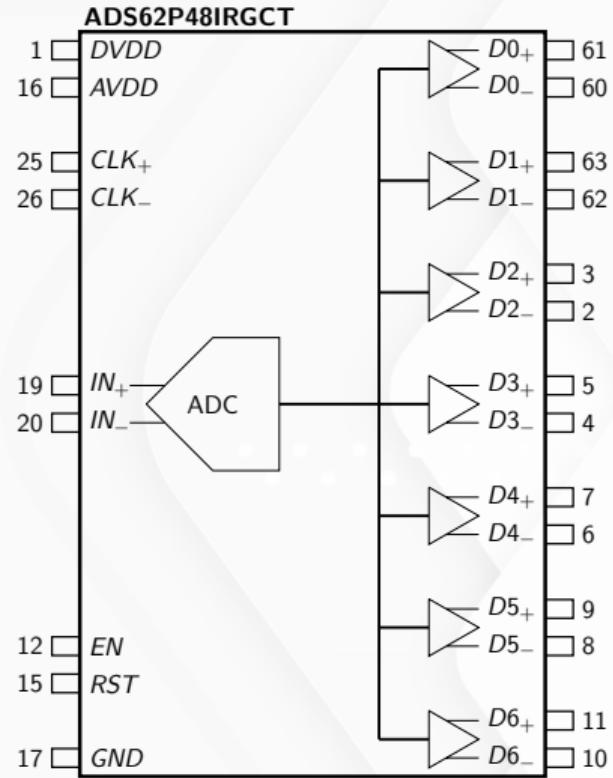
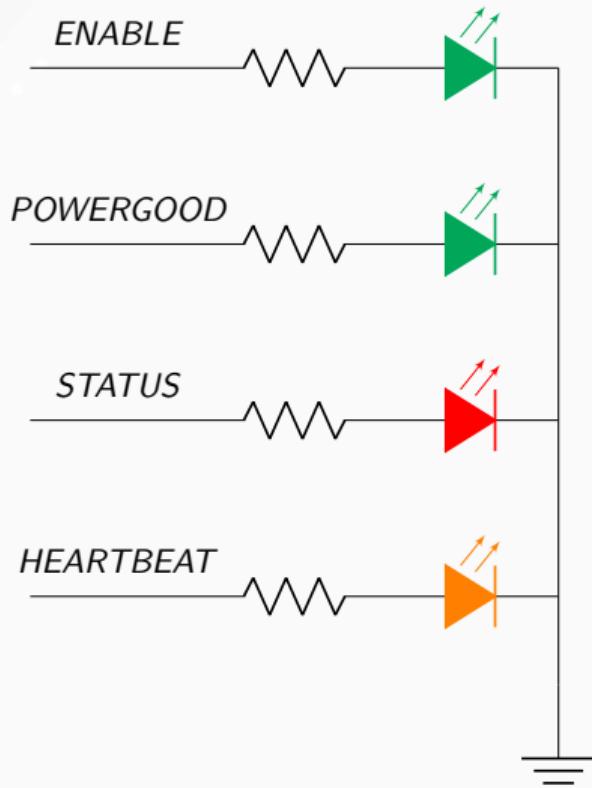
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



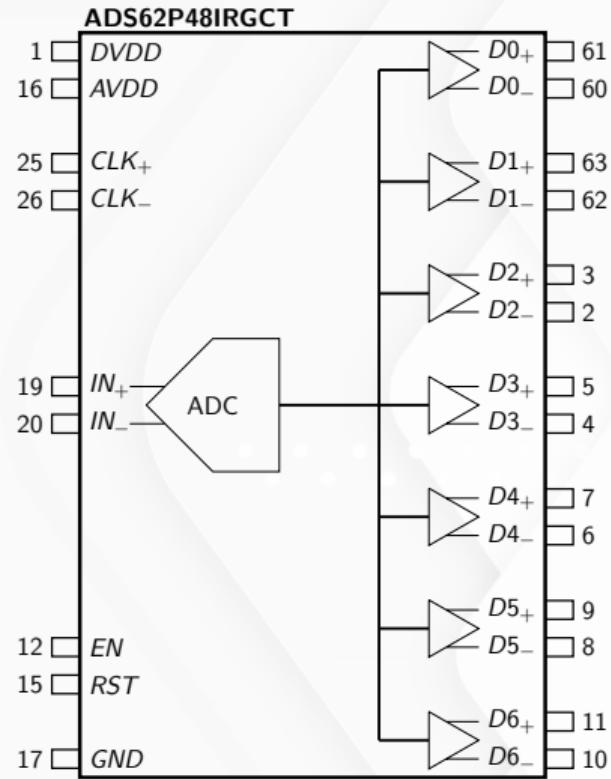
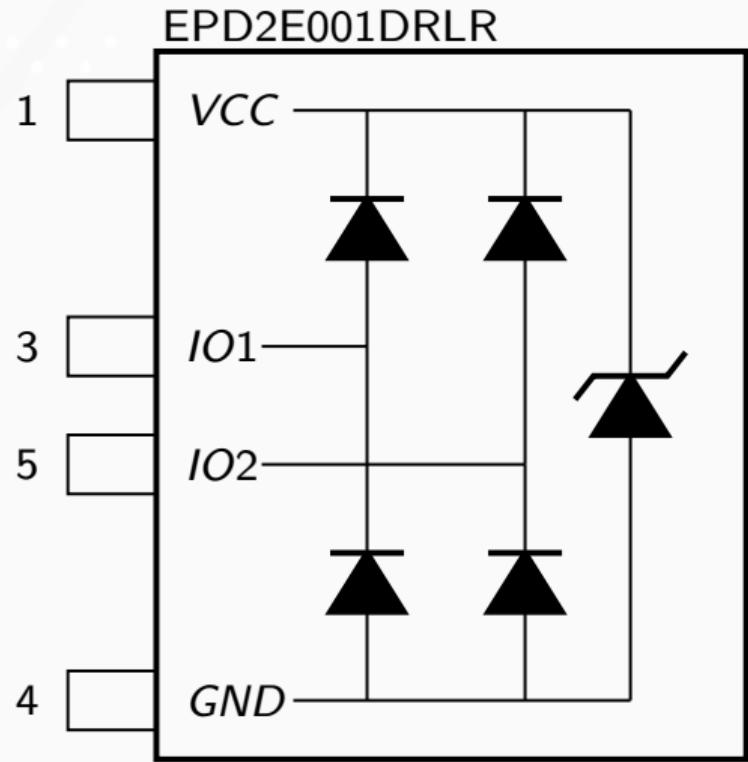
# Symboles représentatifs



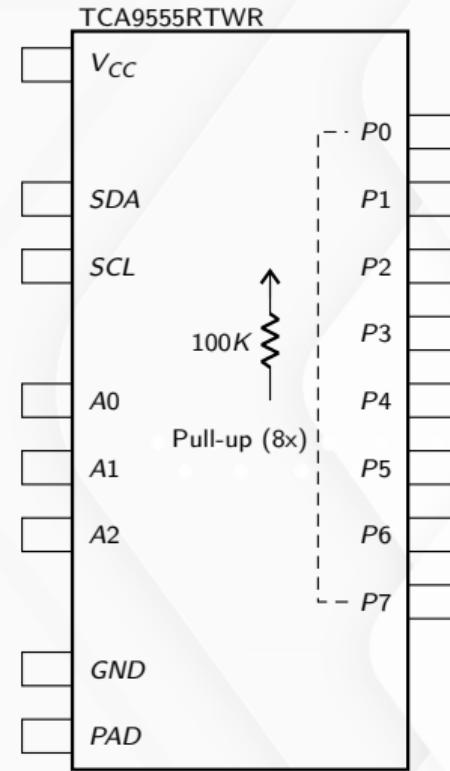
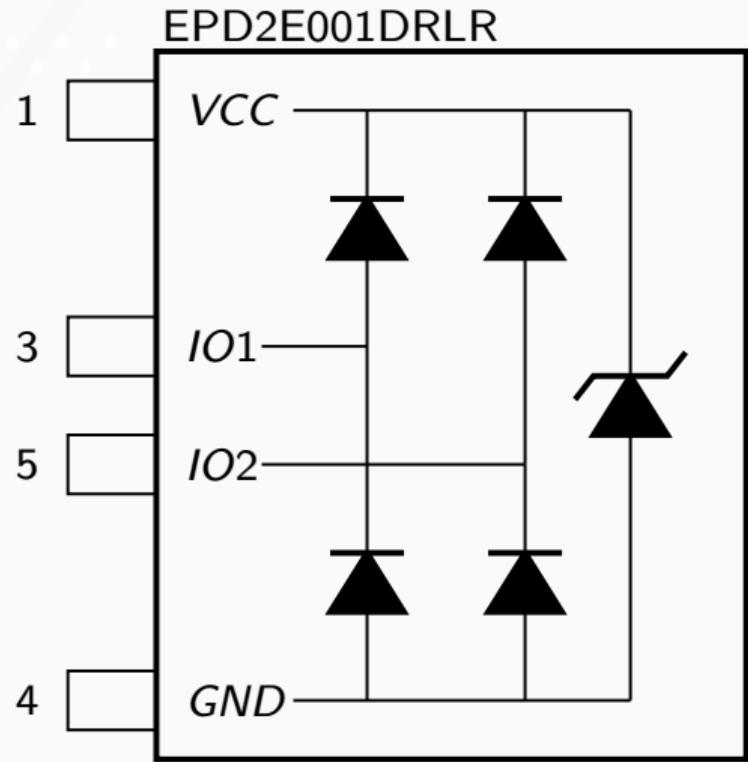
# Symboles représentatifs



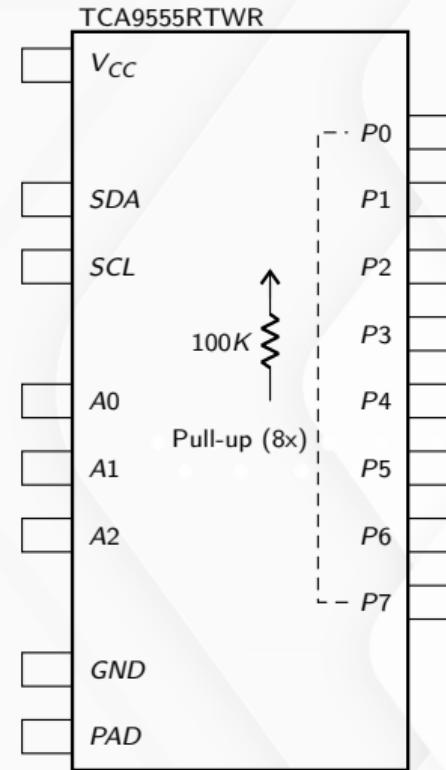
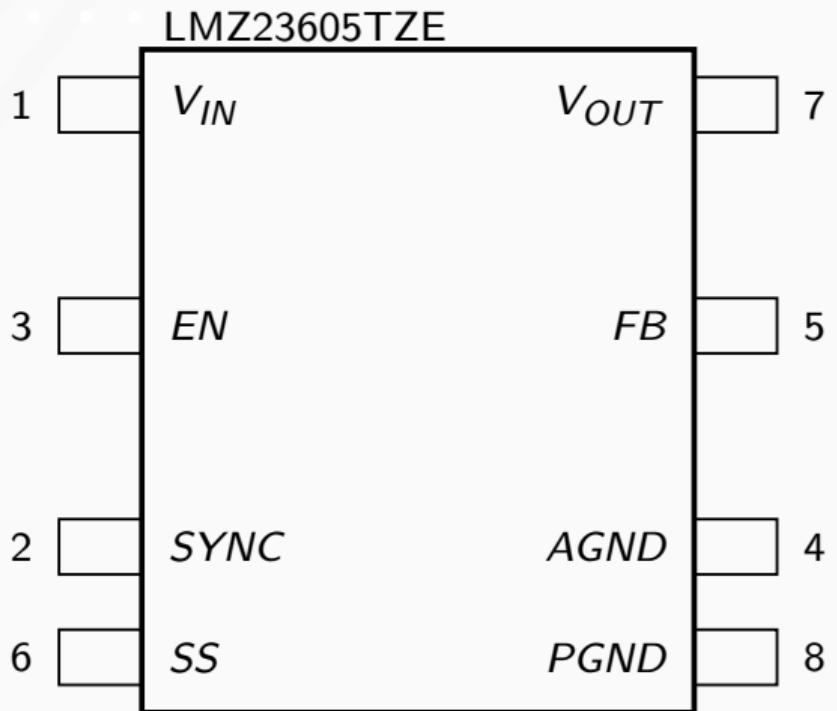
# Symboles représentatifs



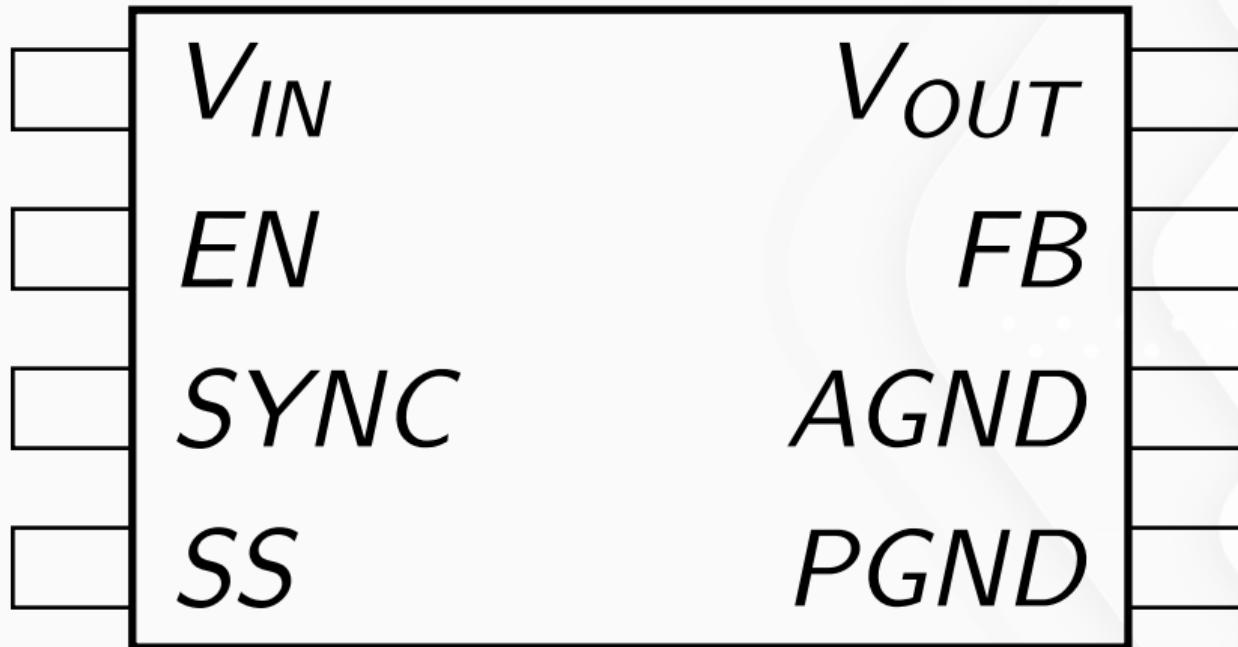
# Symboles représentatifs

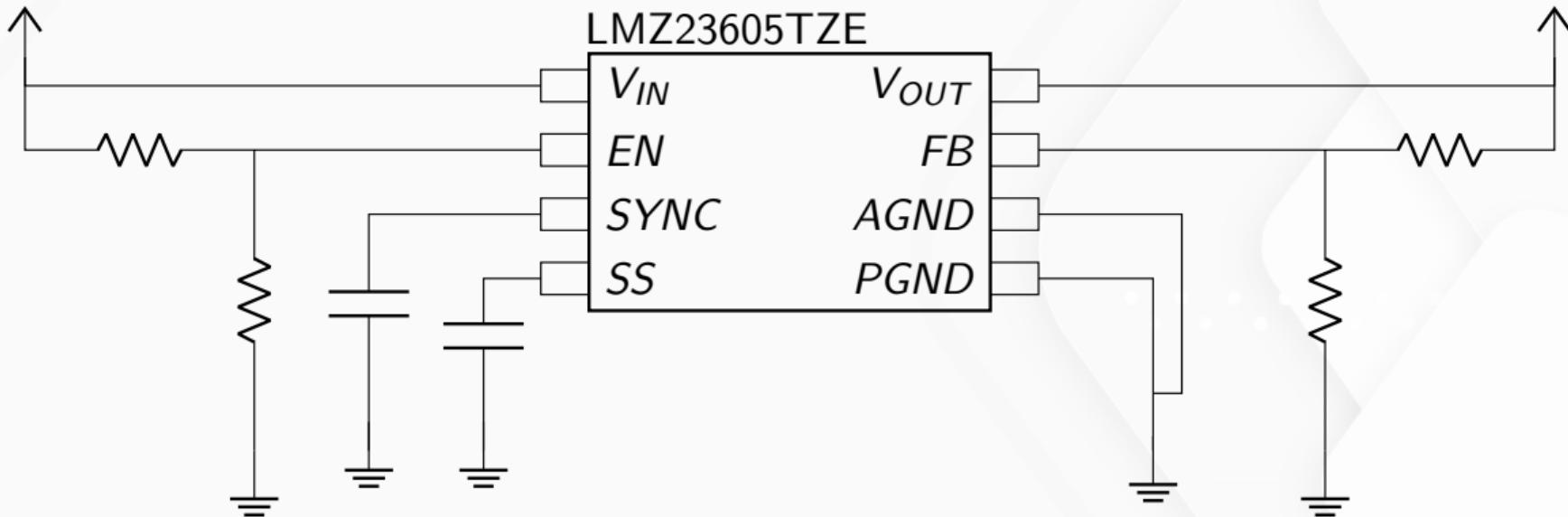


# Symboles représentatifs

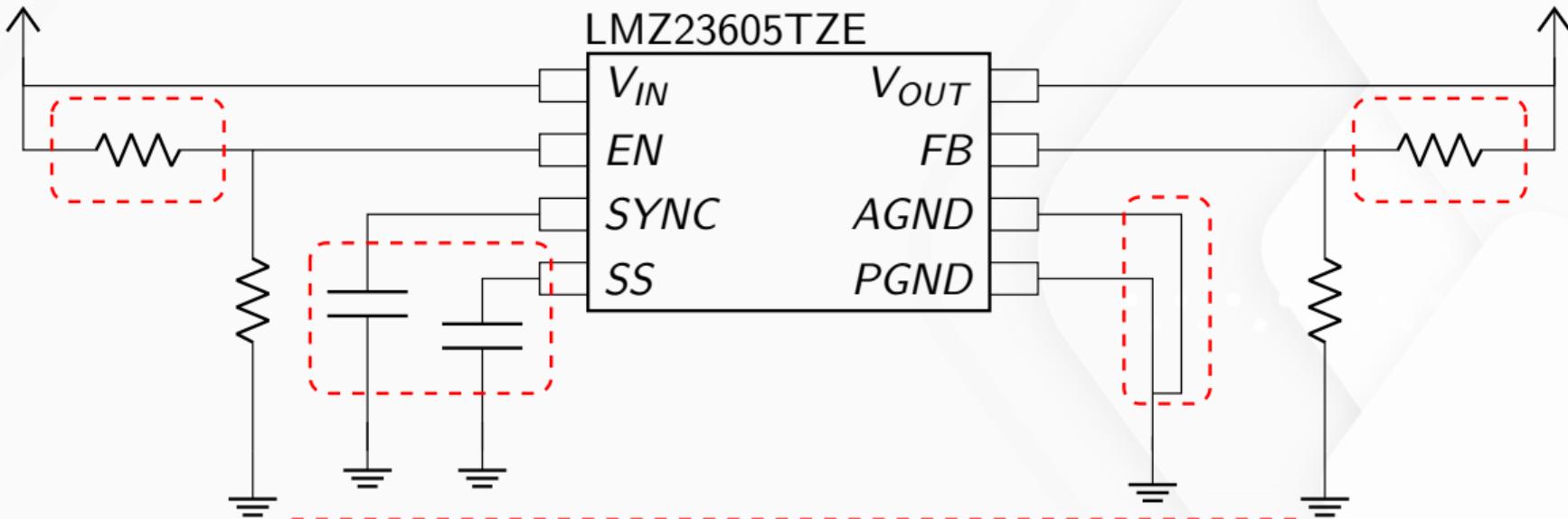


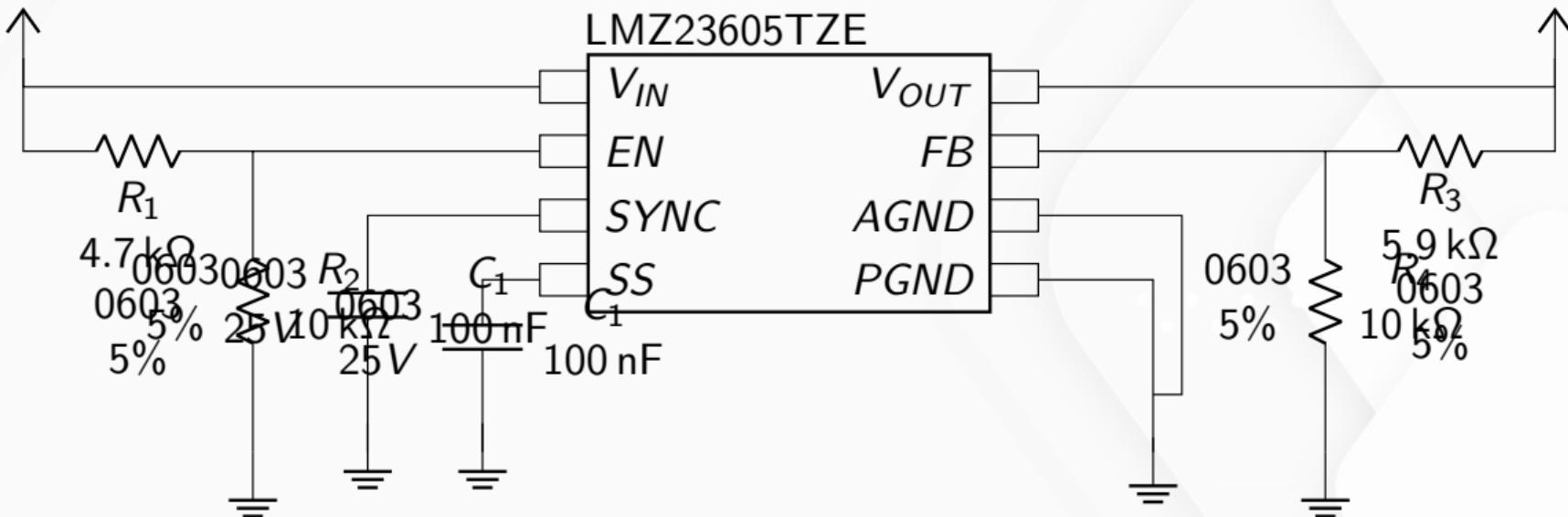
# LMZ23605TZE

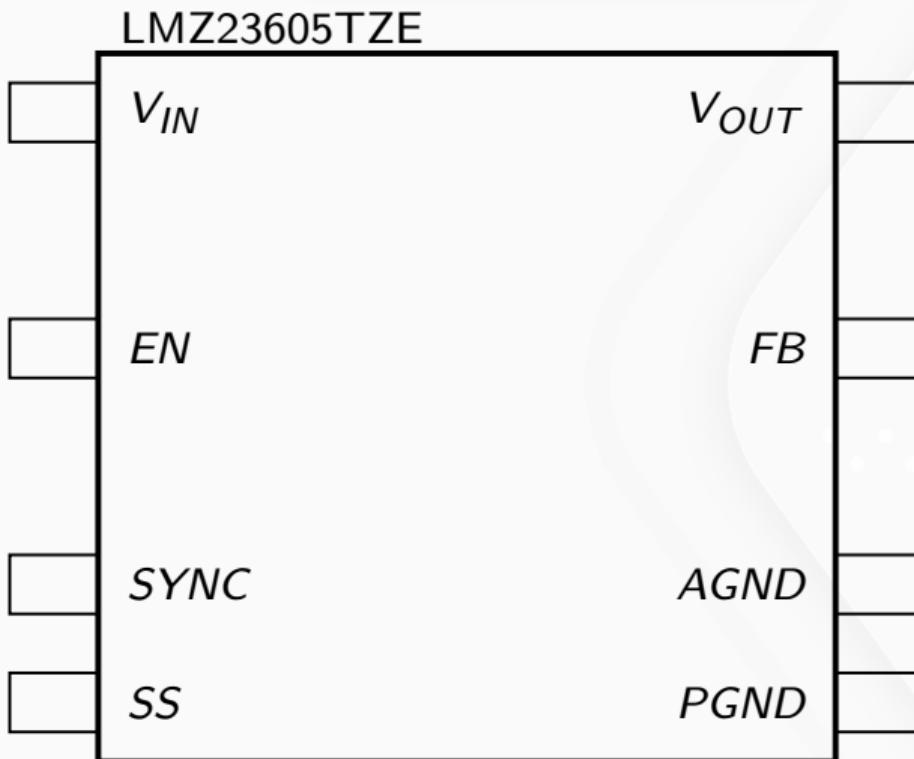




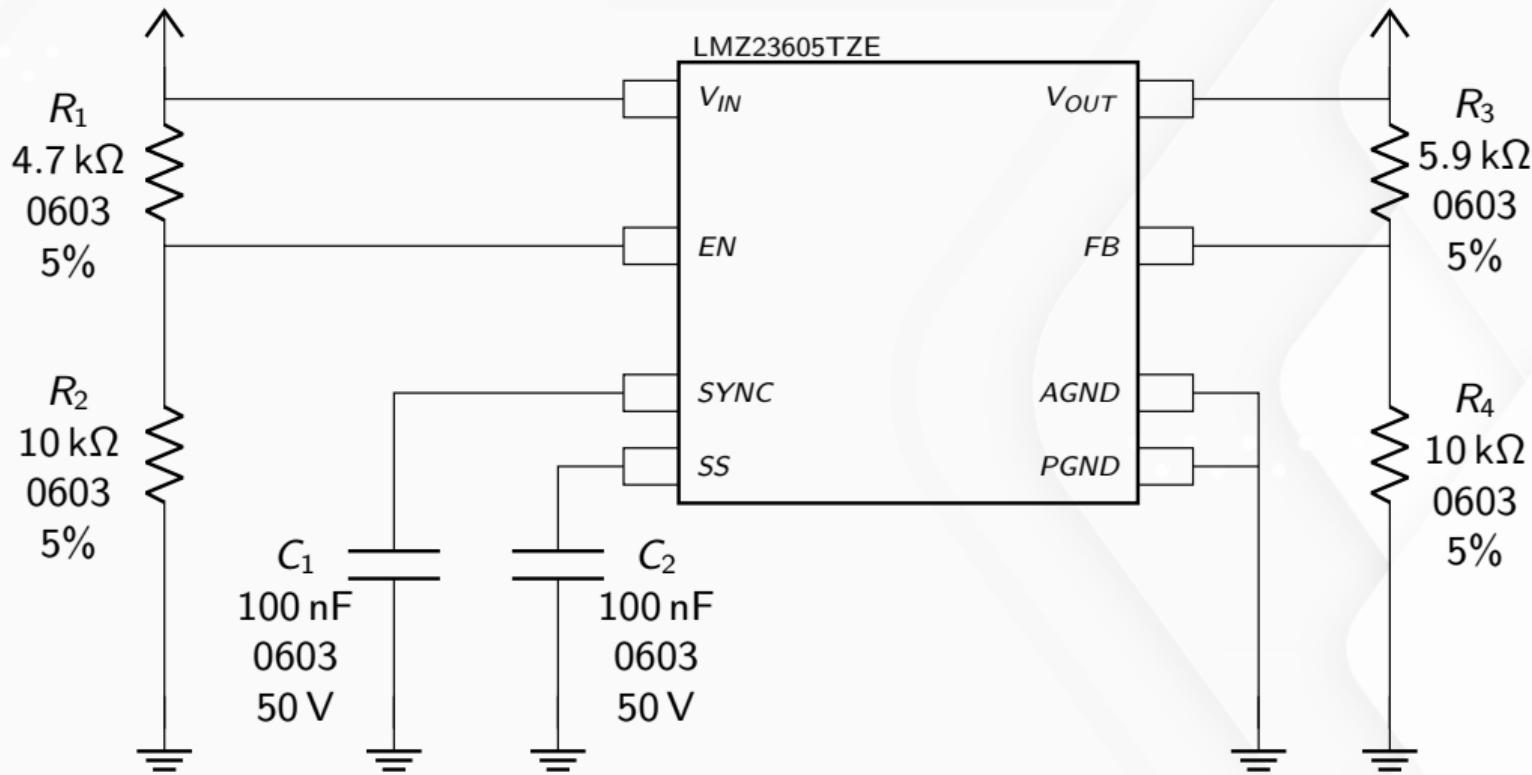
# Laisser l'espace pour les composantes passives



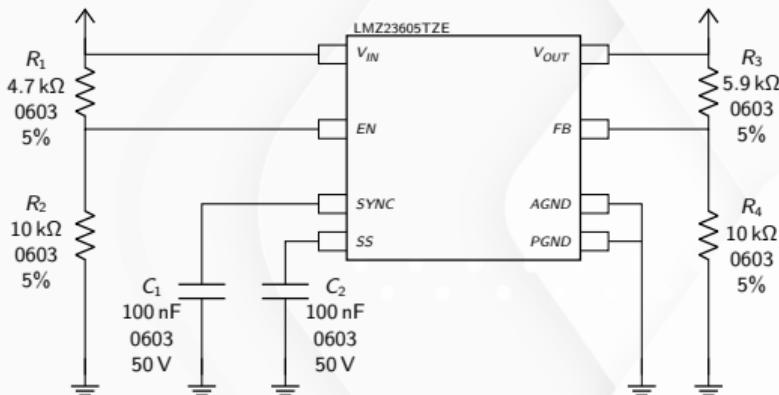
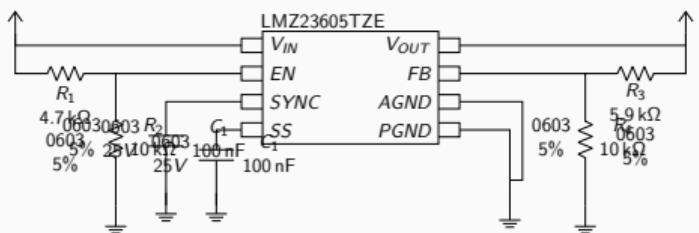




# Laisser l'espace pour les composantes passives



# Laisser l'espace pour les composantes passives





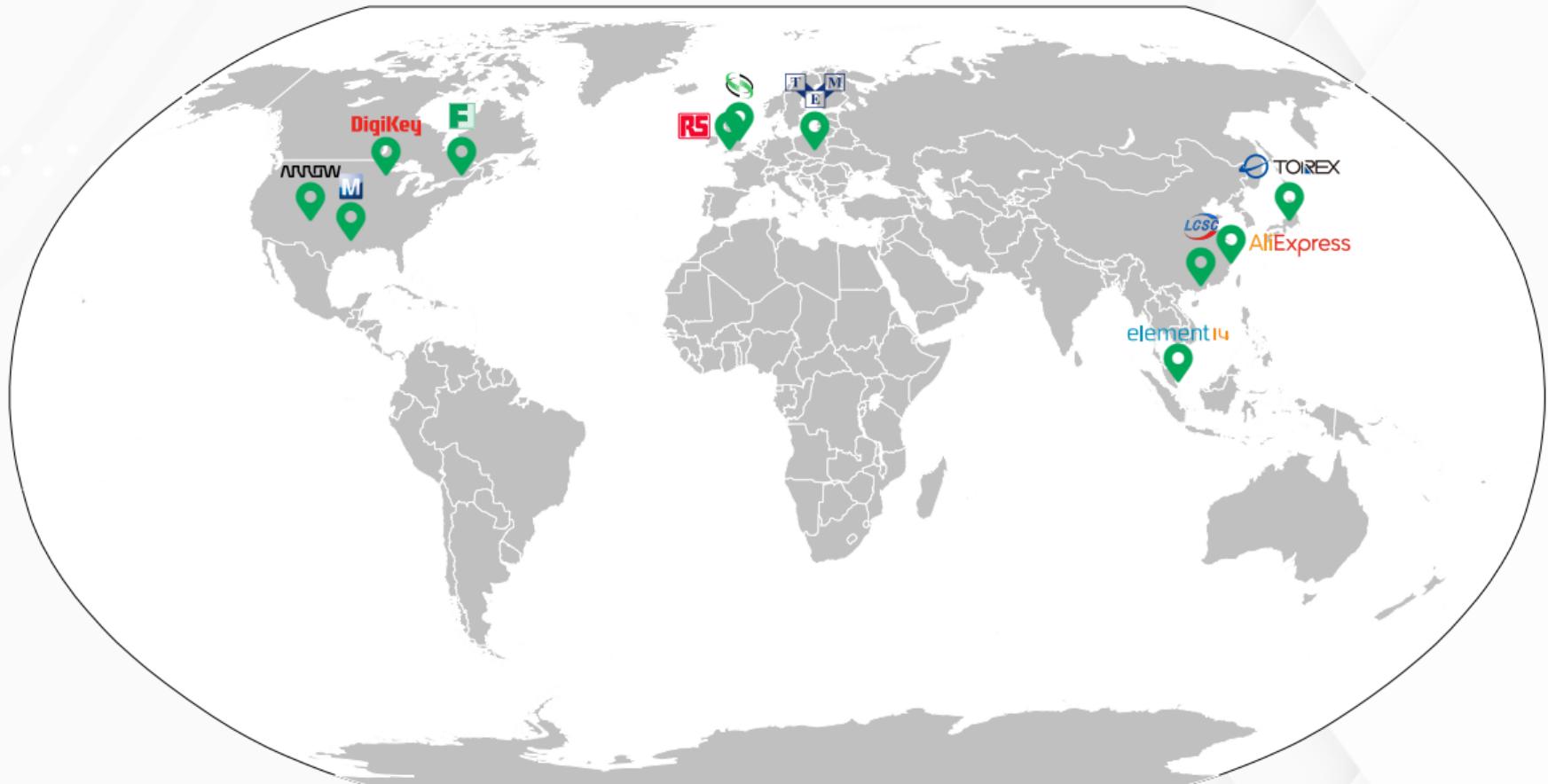
# Informations du BOM

## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - **Datasheets**
  - Recherche de pièces
  - BOM

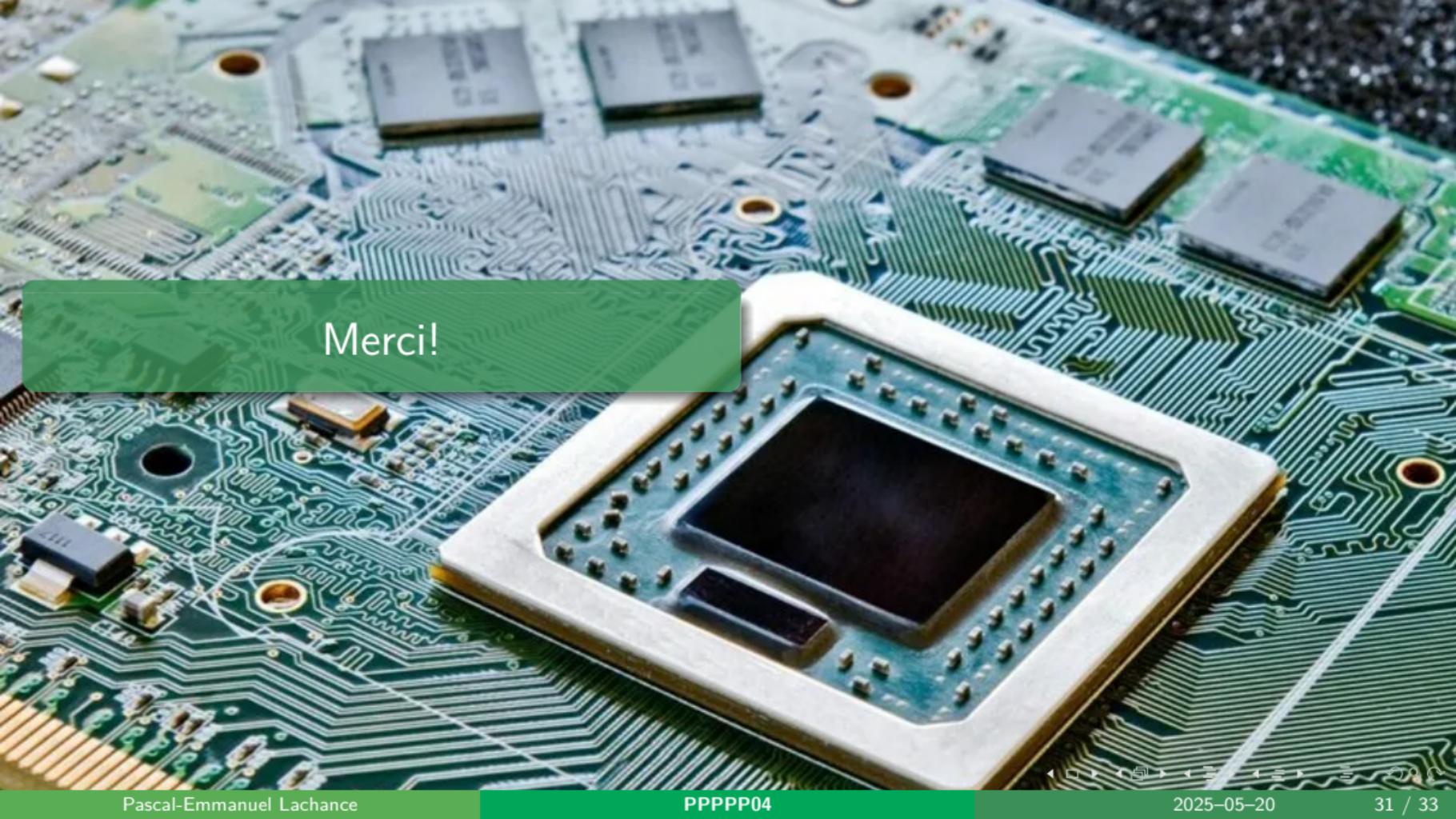
## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM



## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM



Merci!

# Prochain PPPPP

## Comment se déplace un signal?

- Où l'impédance est la plus faible?
- Retour de courant
- Ground Bounce
- Vitesse de déplacement d'un signal
- Tout est une ligne de transmission

- [1] *The pareto principle*, Mar. 2025. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/pareto-principle>.
- [2] *Symbols and symbol libraries*, Mar. 2025. [Online]. Available: [https://docs.kicad.org/8.0/fr/eeschema/eeschema\\_symbols\\_and\\_libraries.html](https://docs.kicad.org/8.0/fr/eeschema/eeschema_symbols_and_libraries.html).