

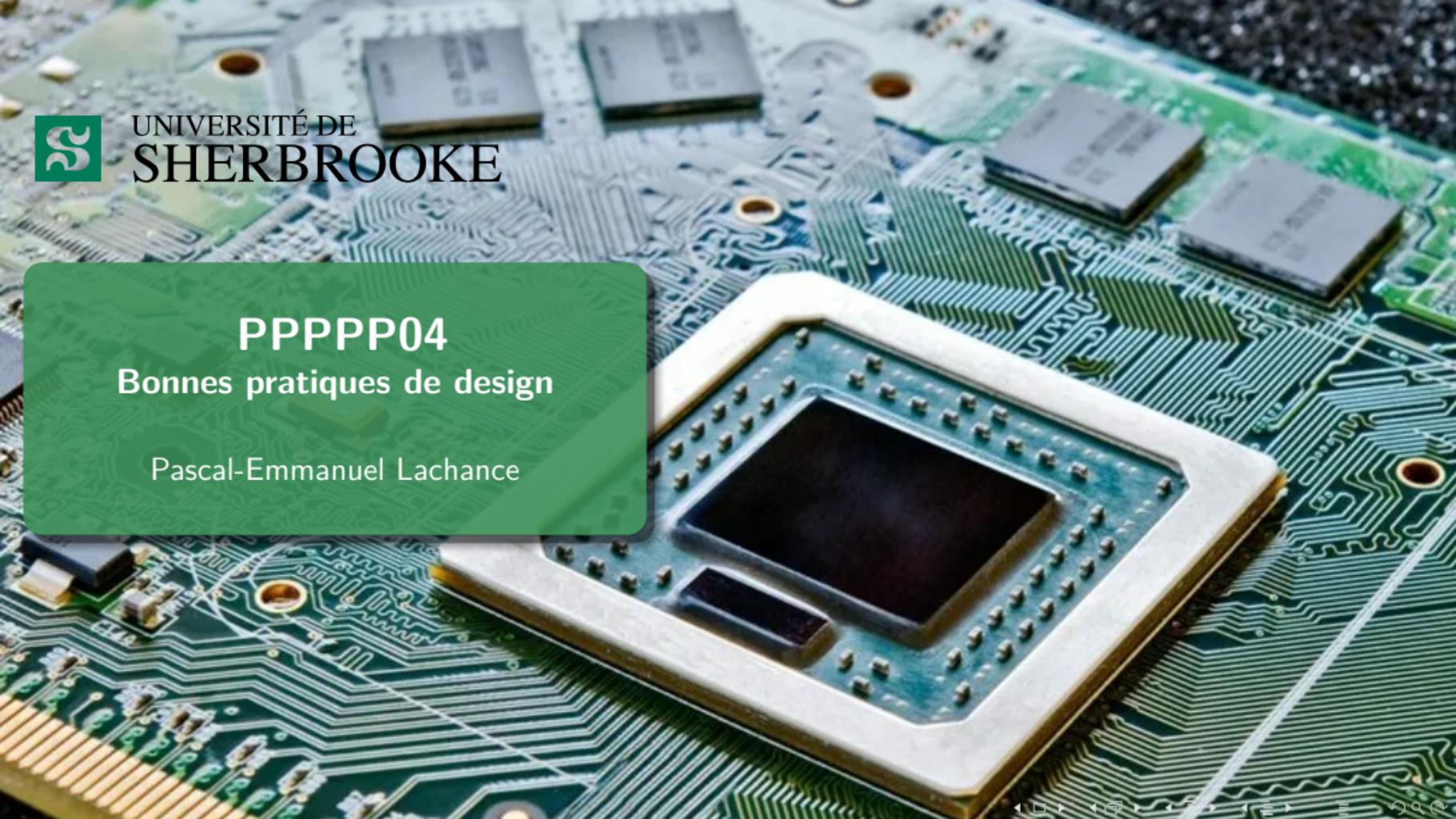


UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

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

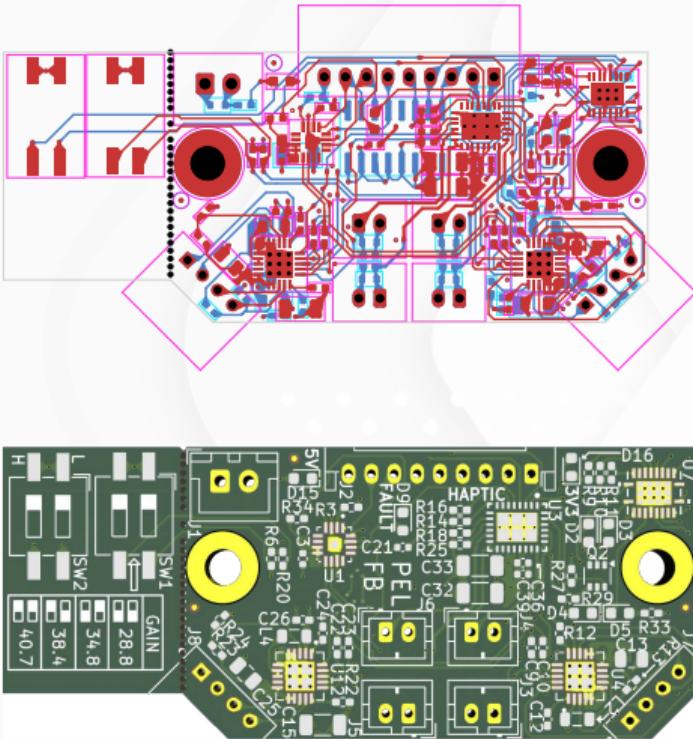
Bonnes pratiques générales

- 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



Définition des besoins

- 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

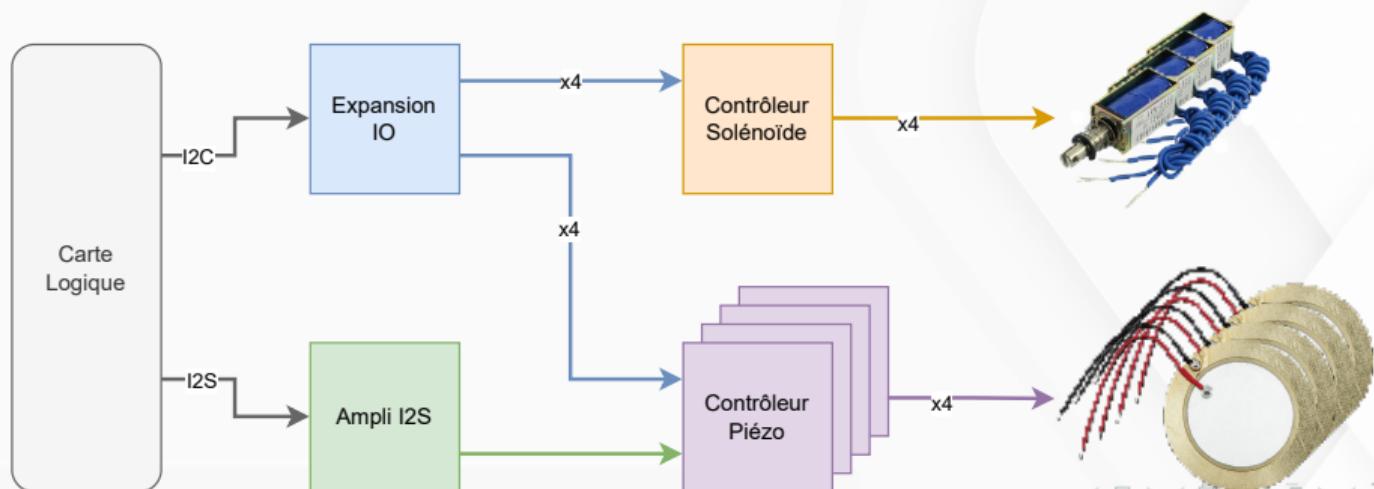
- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables

- 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

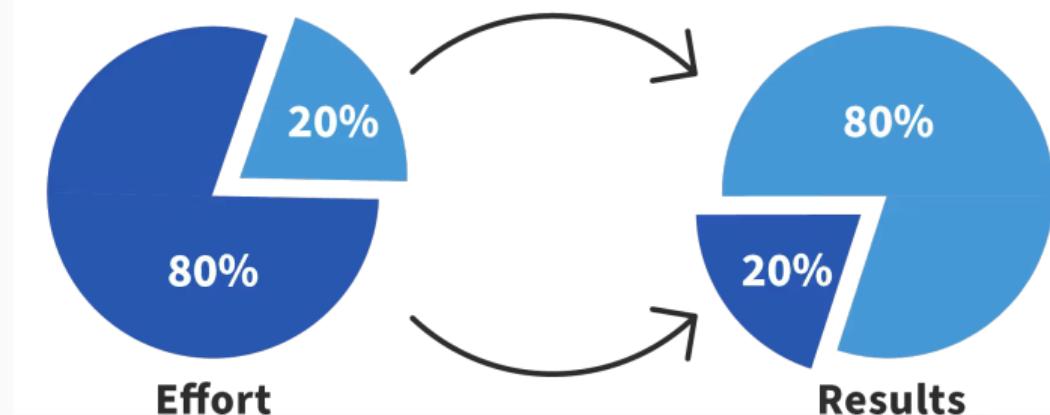
- Faire un schéma-bloc des différentes portions du projet
- À inclure dans le schéma final

- 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

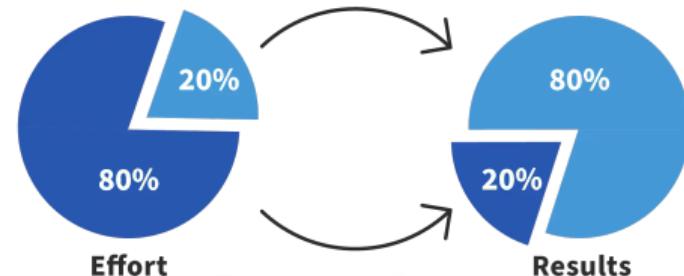


Source: [1]

- 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

Outils de debugging

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



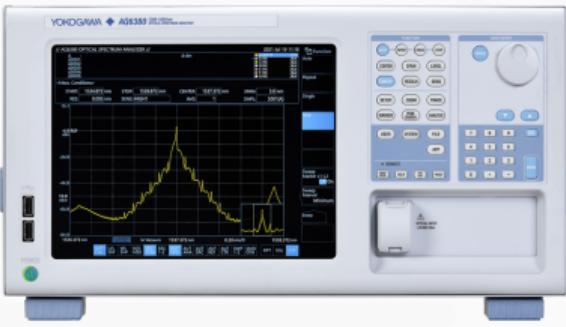
Vector Network Analyzer

- 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

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

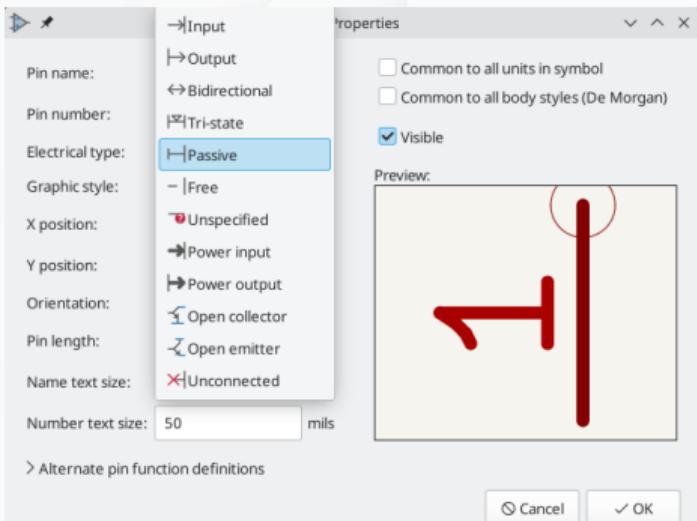
Bonnes pratiques des composantes & BOM

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

Fabrication du symbole



- 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
 - Valider la datasheet
 - Mettre les types électriques



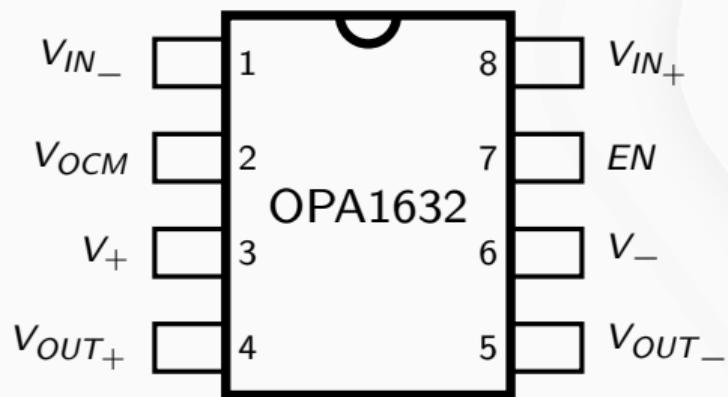
Source: [2]

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

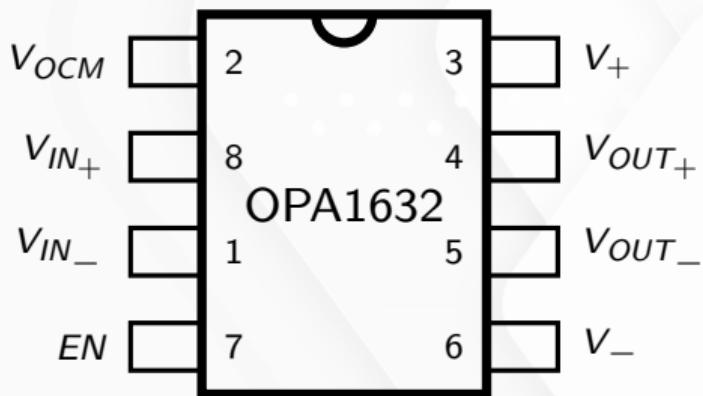
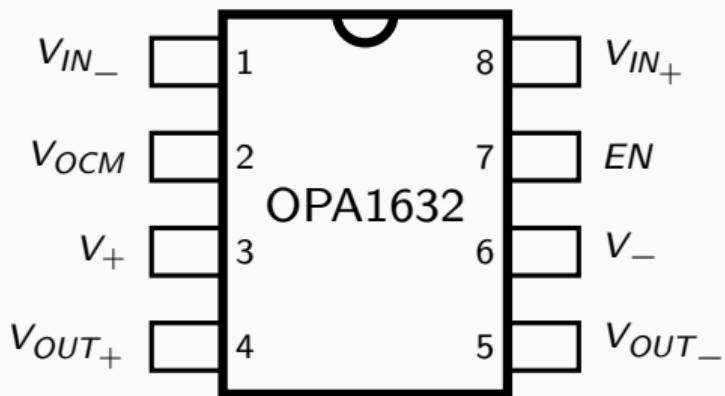
Pinout du symbole

- 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

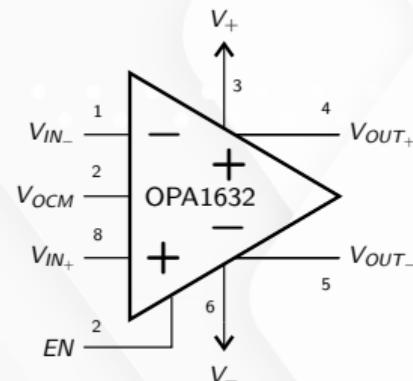
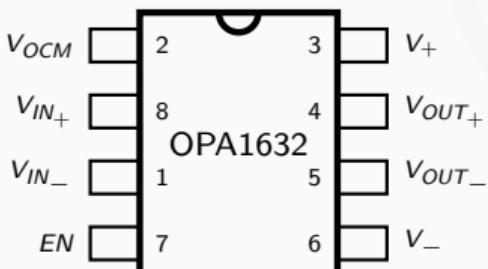
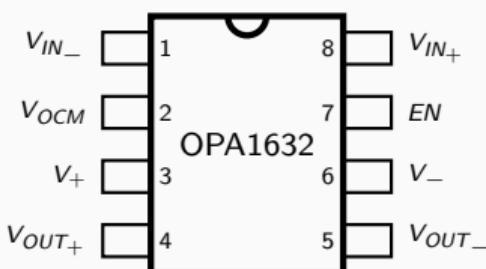
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



Pinout du symbole

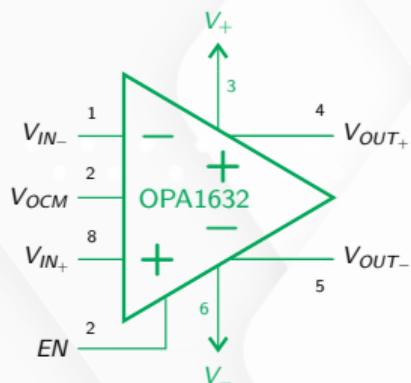
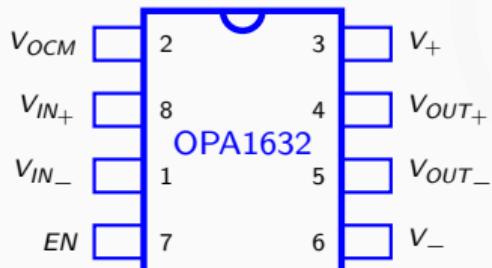
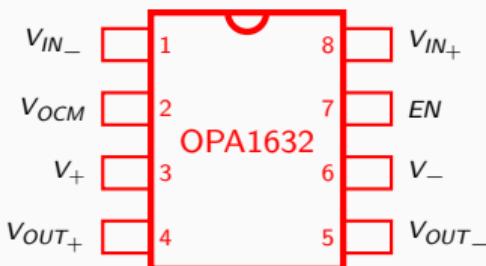


- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

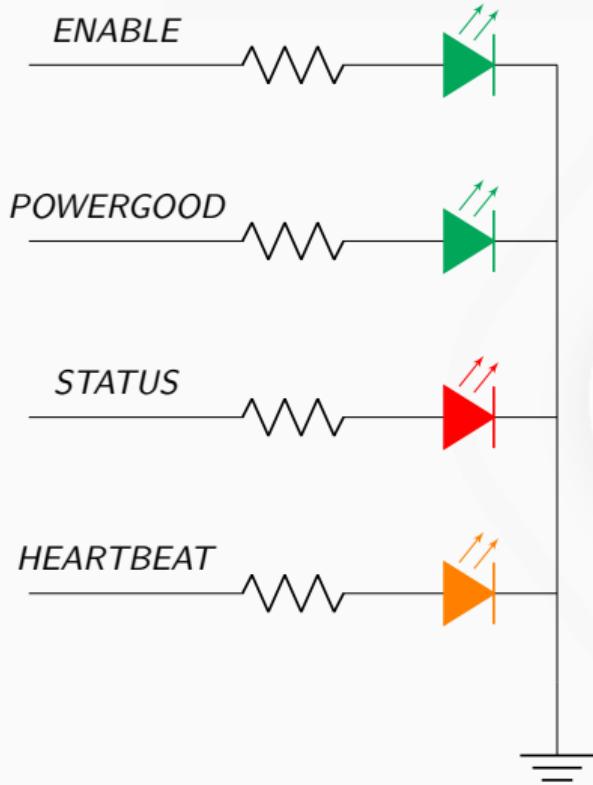


Pinout du symbole

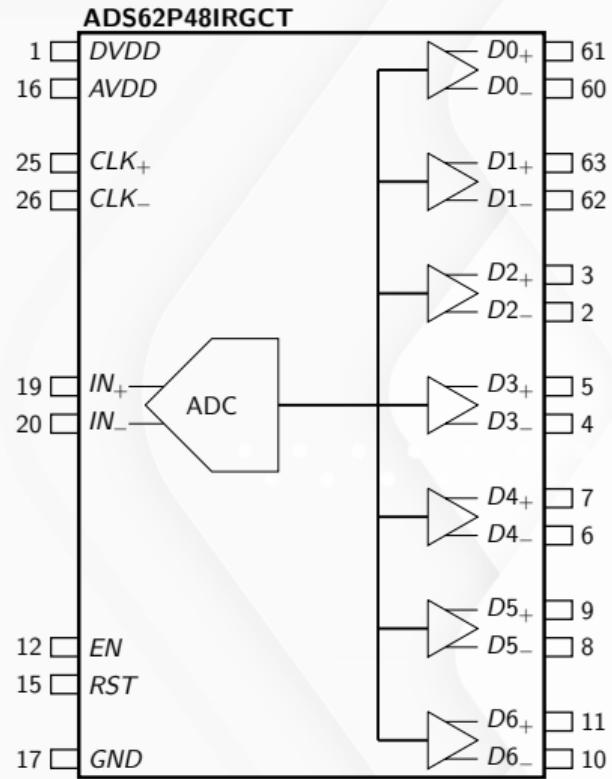
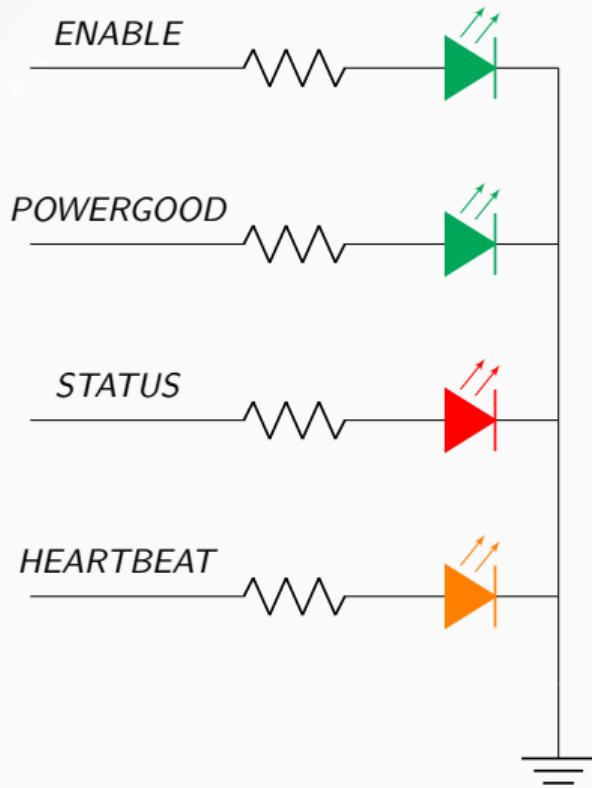
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



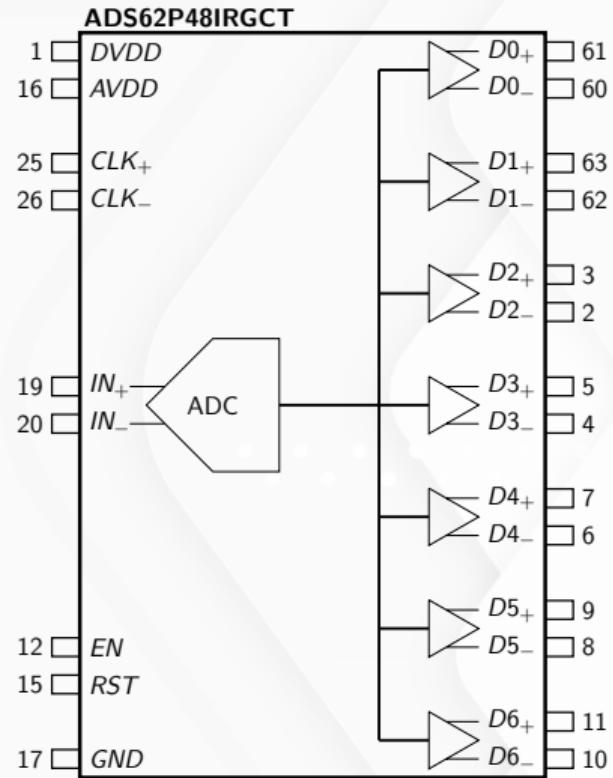
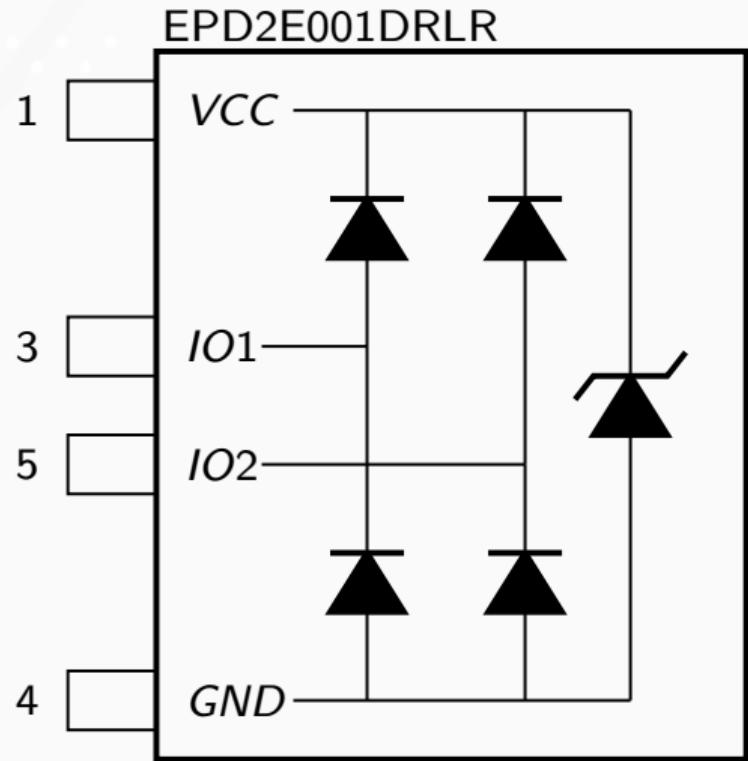
Symboles représentatifs



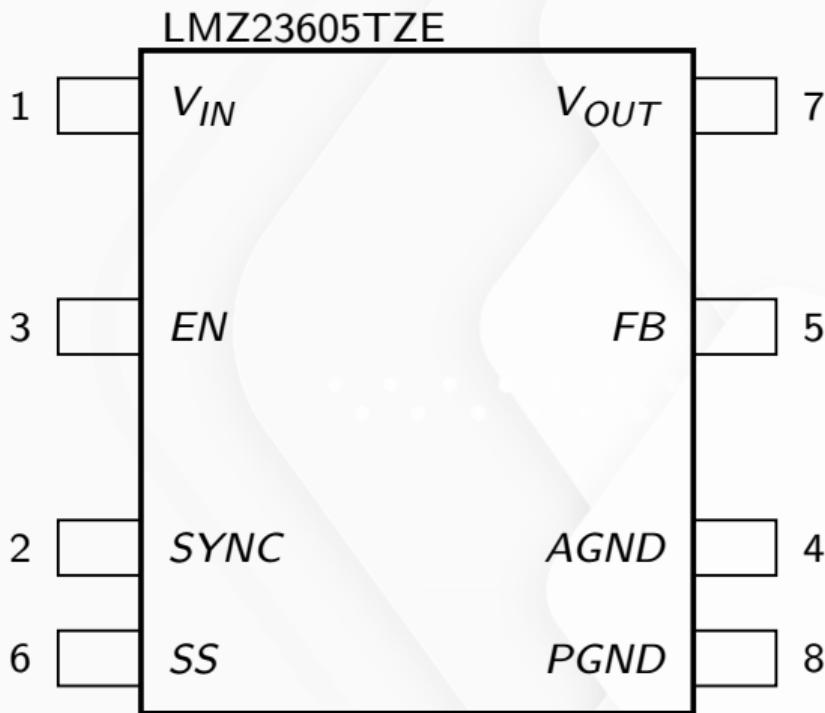
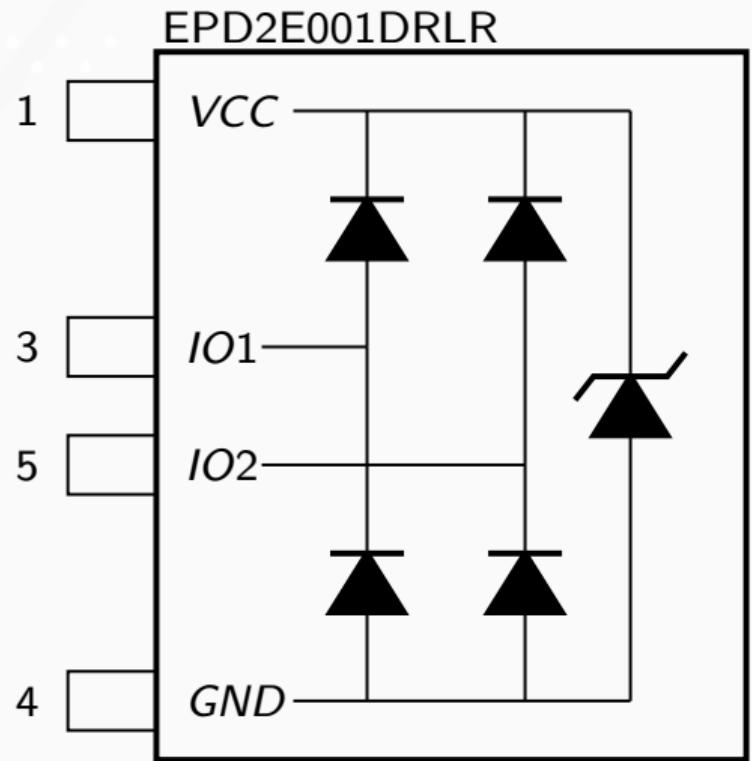
Symboles représentatifs



Symboles représentatifs



Symboles représentatifs





Informations du BOM

Bonnes pratiques des composantes & BOM

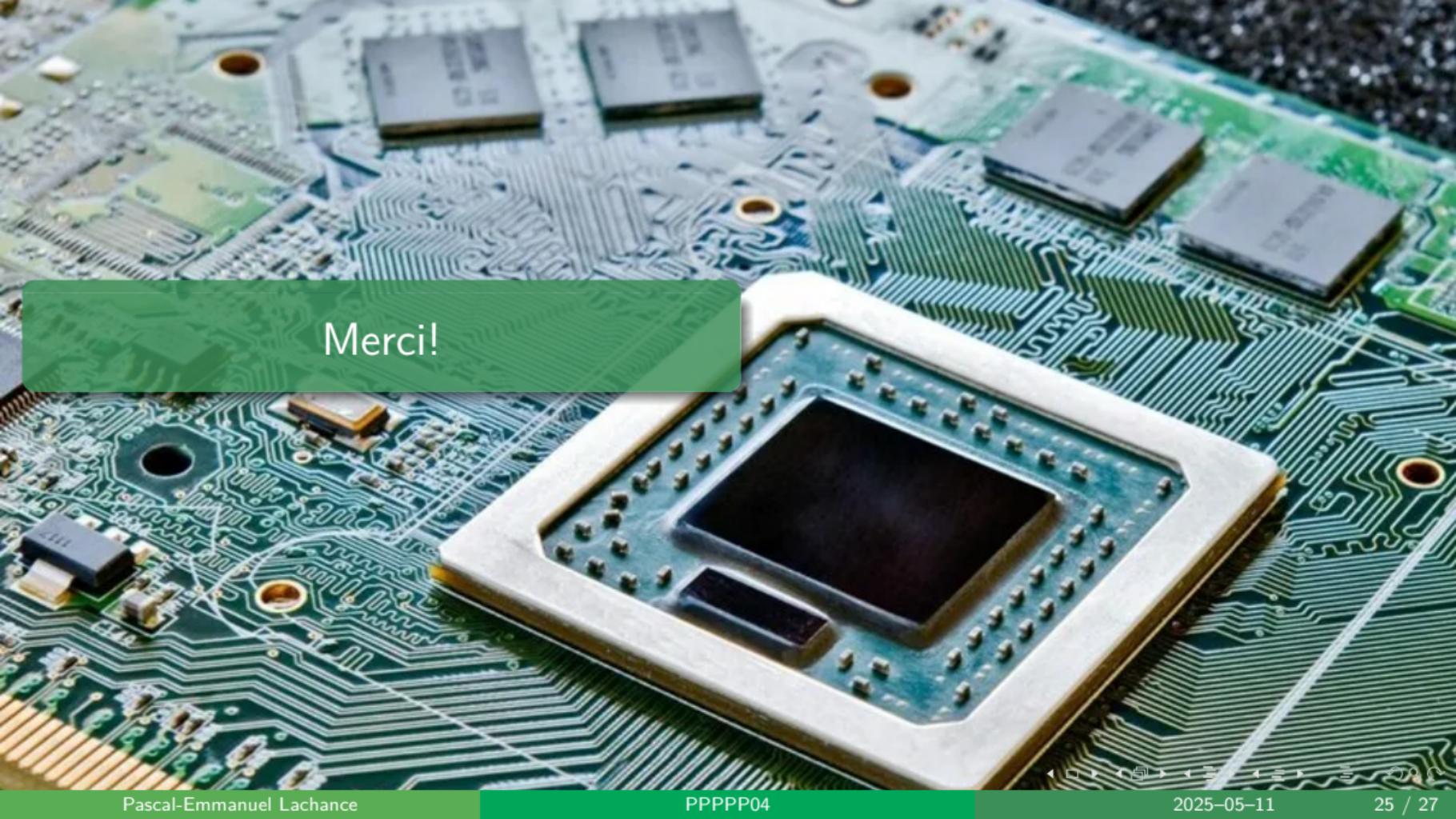
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
 - Footprints
 - Symboles
 - **Datasheets**
 - Recherche de pièces
 - BOM

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.