

---

# Projet

POLYTECHNIQUE  
MONTREAL

UNIVERSITÉ  
D'INGÉNIERIE



---

## ???Analyse énergétique d'un processeur vectoriel pour des calculs de DNN??? Proposition

ELE6307 - Machines neuronales : architectures et applications

Hiver 2022

Département de génie électrique  
École Polytechnique de Montréal

Dernière mise à jour: 23 mars 2022

---

Yoan **Fournier**

1958736

Victor **Gaudreau-Blouin**

??????

---

## Présentation du sujet

Dans les dernières années, l'utilisation de réseaux de neurones profonds (DNN) pour résoudre différentes tâches a beaucoup augmenté. Ces DNNs nécessitent des puissances de calculs considérables, mais à la fois nécessitent une bonne efficacité énergétique étant donné leur déploiement dans des appareils mobiles. Bien que les processeurs généralistes que l'on retrouve aujourd'hui ont augmenté rapidement en performance, les limitations du *Dennard Scaling* se font ressentir. Il est donc souhaitable de trouver une autre approche pour accélérer de façon efficace les calculs dans les DNNs. Une manière intéressante pour l'accélération des calculs pour des DNNs est l'utilisation de processeurs vectoriels plutôt que des processeurs scalaires standards. Ces processeurs utilisent un jeu d'instruction SIMD (*Single instruction, Multiple Data*) plutôt que SISD (*Single instruction, Single data*). Ainsi une instruction SIMD peut performer la même opération sur plusieurs données plutôt qu'une seule, ce qui permet de plus facilement augmenter le parallélisme des calculs. Le projet proposé vise donc à étudier l'efficacité énergétique pour différentes configurations de processeurs vectoriels en comparant cette efficacité avec une architecture de processeur scalaire standard.

## Méthodologie

L'architecture sur laquelle se basera notre modélisation est sur celle du coprocesseur vectoriel ARA [2]. Ce coprocesseur est une extension vectorielle du processeur scalaire RISC-V CVA6. Le fonctionnement d'ARA se base sur le concept de *Lanes*. La figure 1 présente l'architecture d'ARA [1].

La première étape du projet visera à modéliser l'architecture d'une *Lane* à l'aide de Time-loop/Accelergy [3]. L'architecture présentée à la figure 1b est plutôt complexe, mais elle peut, à sa plus simple expression, être modélisée comme un PE avec une mémoire locale de 8 données. Ainsi, par la suite, l'architecture globale sera modélisée en combinant un nombre paramétrable de *Lanes* à une mémoire globale. Le processeur scalaire, lui peut être modélisé en utilisant une seule *Lane*.

La deuxième étape utilisera *timeloop mapper* afin de venir analyser la consommation énergétique de l'architecture pour un problème standard de convolution comme, par exemple, une des couches convolutives du DNN VGG16. La consommation sera évaluée pour 2, 4, 8 et 16 *Lanes*. Ensuite, d'autres paramètres comme la taille en bits des poids pourront être modifiés afin d'évaluer leur impact sur la performance énergétique.

## Objectifs et résultats

L'objectif du projet est de comparer l'efficacité et l'évolutivité d'un processeur vectoriel vis-à-vis un processeur scalaire plus standard pour les types de calculs principalement utilisés dans des

DNNs. Le projet vise à démontrer qu'il est avantageux d'opter pour une architecture vectorielle.

Les résultats présentés seront les mesures d'efficacité énergétique en GFLOP/W pour un processeur scalaire (1 Lanes) et un processeur vectoriel à (2, 4, 8, 16 Lanes).

## Références

- [1] B. Bougenot. Ara : Update pulp's vector processor. Master's thesis, Swiss Federal Institute of Technology in Zürich (ETH), 2020.
- [2] M. Cavalcante, F. Schuiki, F. Zaruba, M. Schaffner, and L. Benini. Ara : A 1 ghz+ scalable and energy-efficient risc-v vector processor with multi-precision floating point support in 22 nm fd-soi, 2019.
- [3] A. Parashar, P. Raina, Y. S. Shao, Y.-H. Chen, V. A. Ying, A. Mukkara, R. Venkatesan, B. Khailany, S. W. Keckler, and J. Emer. Timeloop : A systematic approach to dnn accelerator evaluation. In *2019 IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software (ISPASS)*, pages 304–315, 2019.

## Annexes

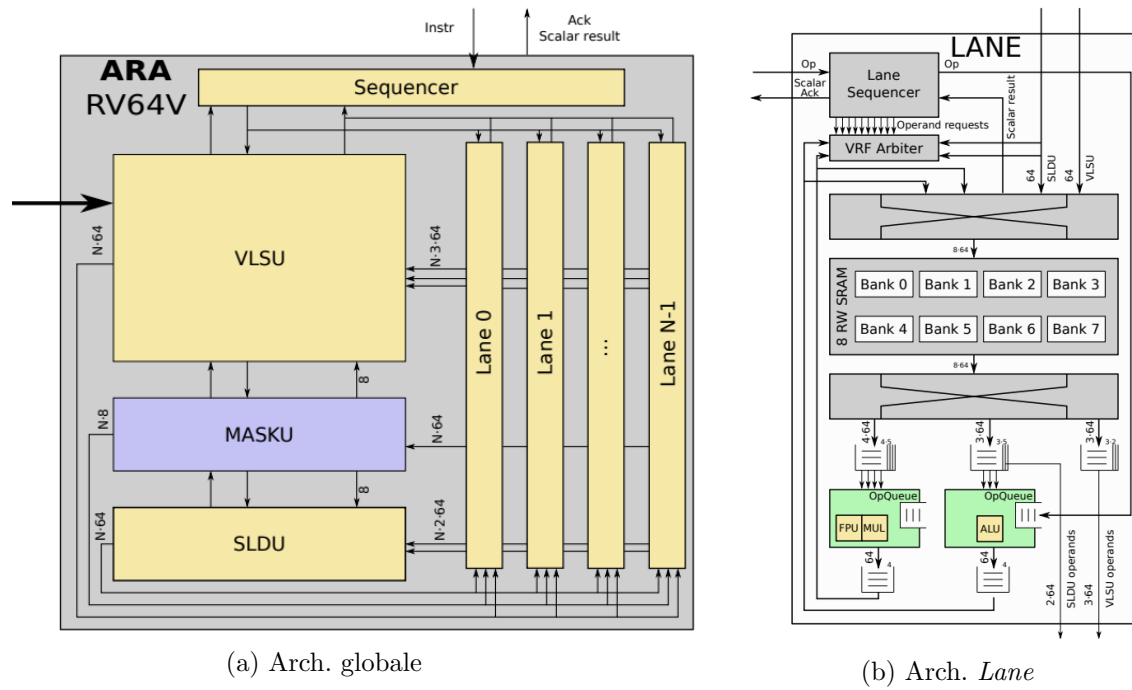


FIGURE 1 – Architecture d'ARA