



EVIDEN

Inria



UGA
Université
Grenoble Alpes

ALUMET : outil de mesure non-intrusif, flexible et scalable

Guillaume RAFFIN

^a **Équipe DataMove** : Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP, LIG, Grenoble, France

^c **Équipe SEED** : Bull SAS (Atos/Eviden), Grenoble, France

guillaume.raffin@univ-grenoble-alpes.fr

guillaume.raffin@eviden.com

Mesurons l'empreinte environnementale d'un service numérique.

Mesurons l'empreinte environnementale d'un service numérique.

fabrication
+ conception
+ usage
+ démantèlement

logiciels + matériels qui
réalisent une fonction

Pourquoi ?

Éduquer

- prise de conscience
- incitations
- rendre la maîtrise de leur empreinte aux utilisateurs

Contrôler

- législation
- contrats
- validité des hypothèses
- paramètres de simulation

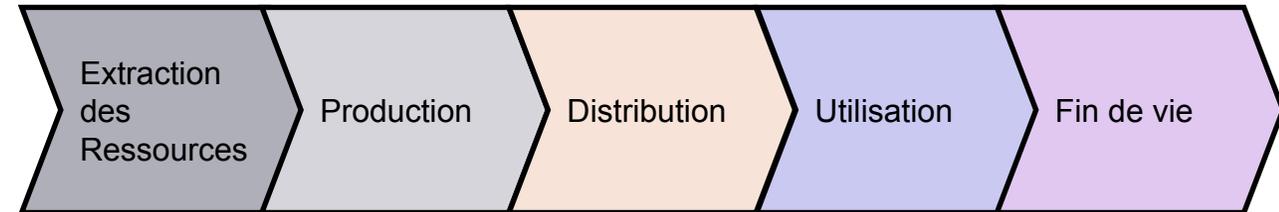
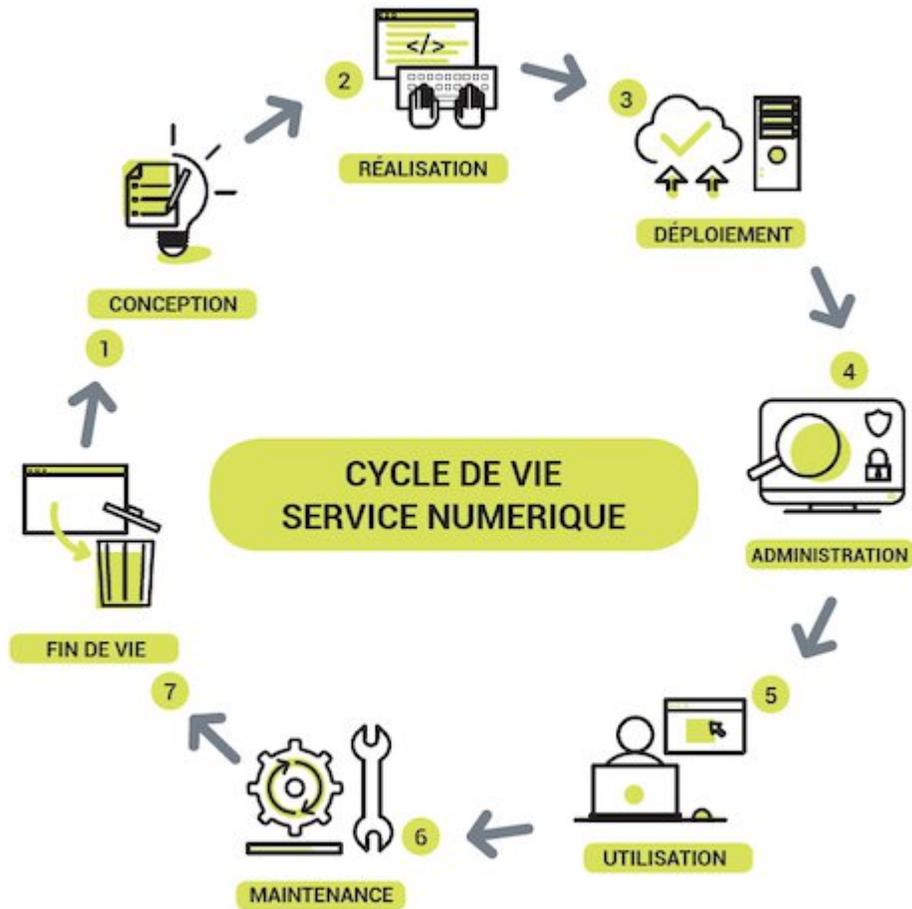
Choisir

- privilégier les solutions efficaces
- poser des limites volontaires

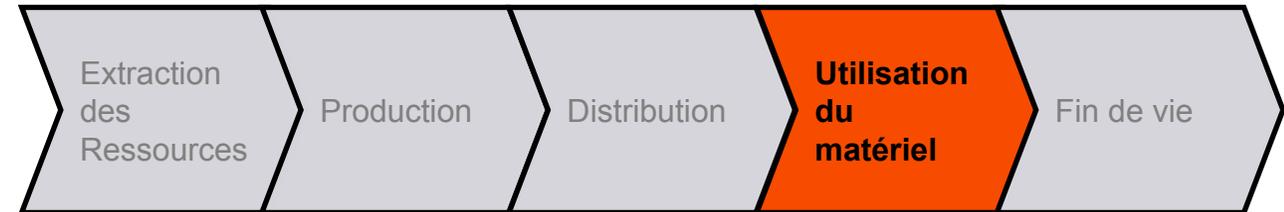
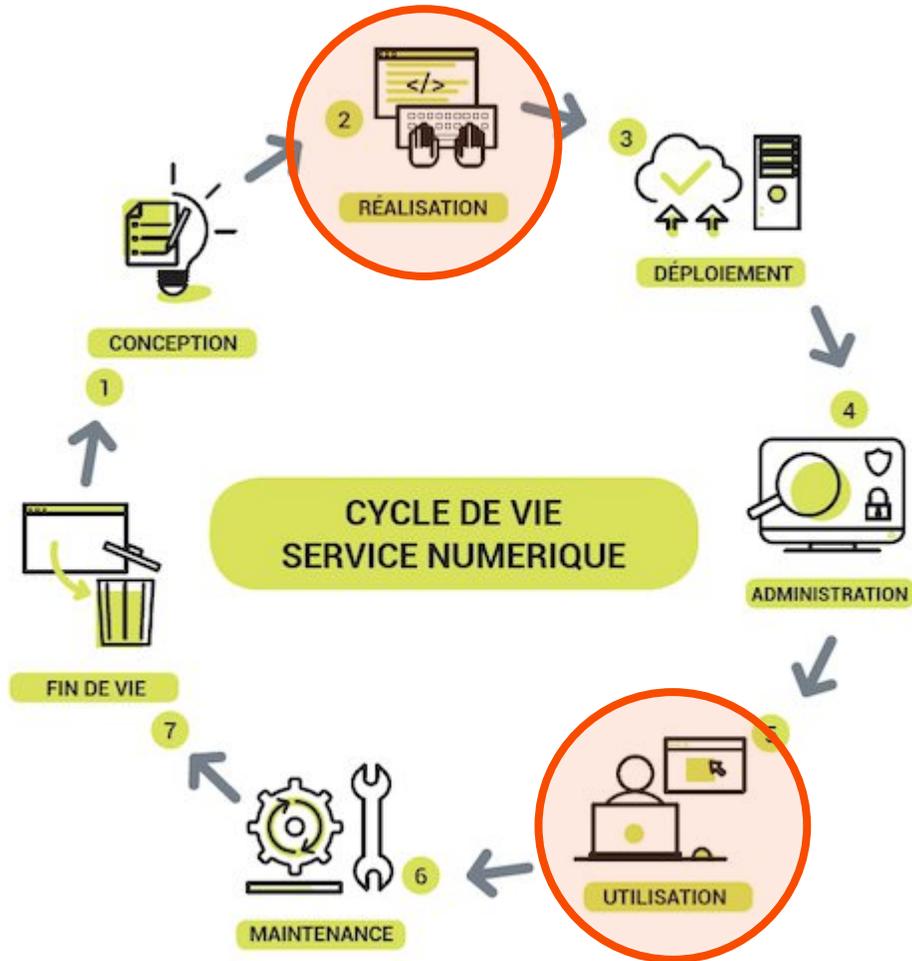
Améliorer

- optimisation
- amélioration continue (*kaizen*)

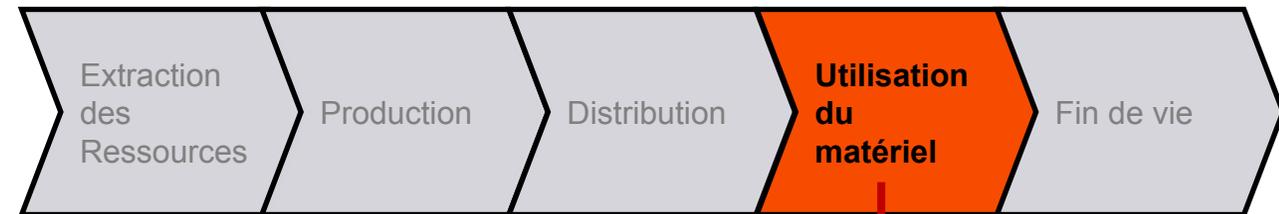
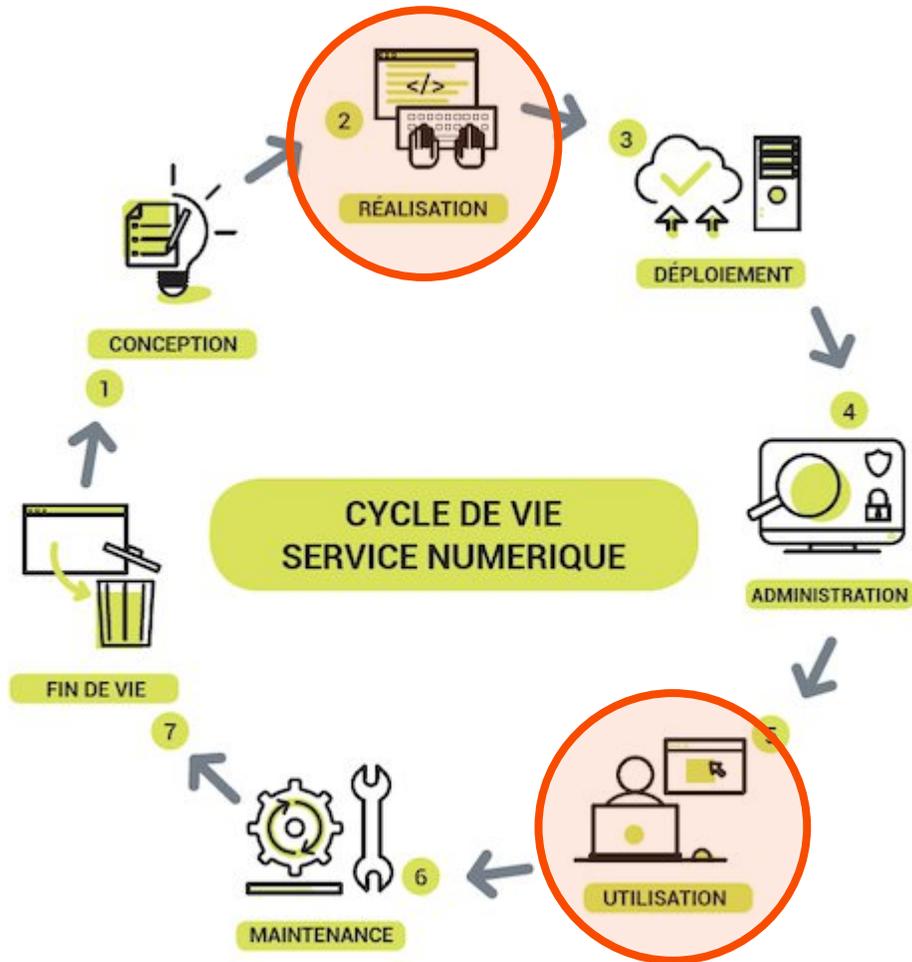
Cycle de vie logiciel et matériel



Focus



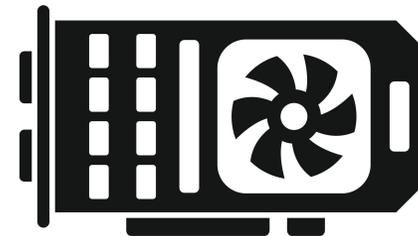
Focus



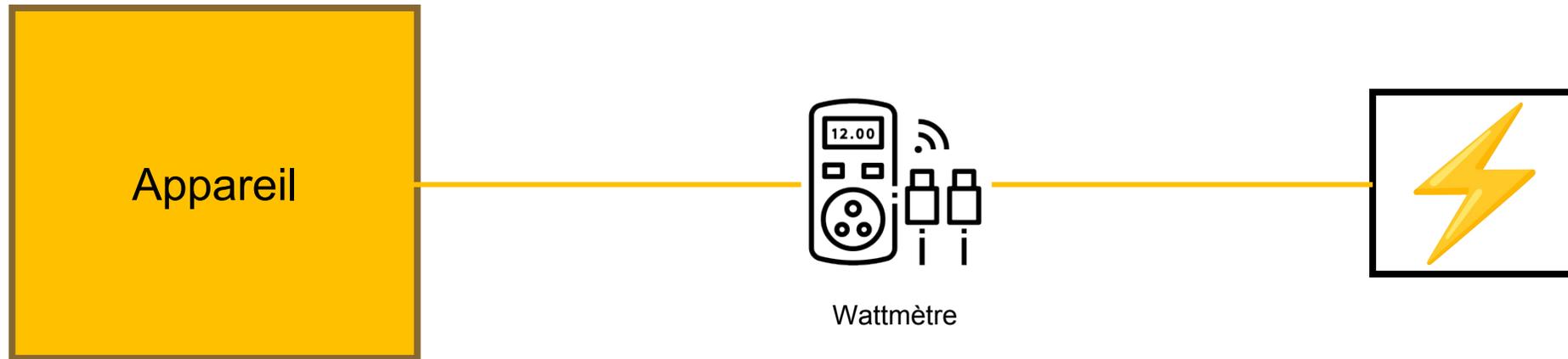
Consommation Électrique



Wattmètres et mesure logicielle

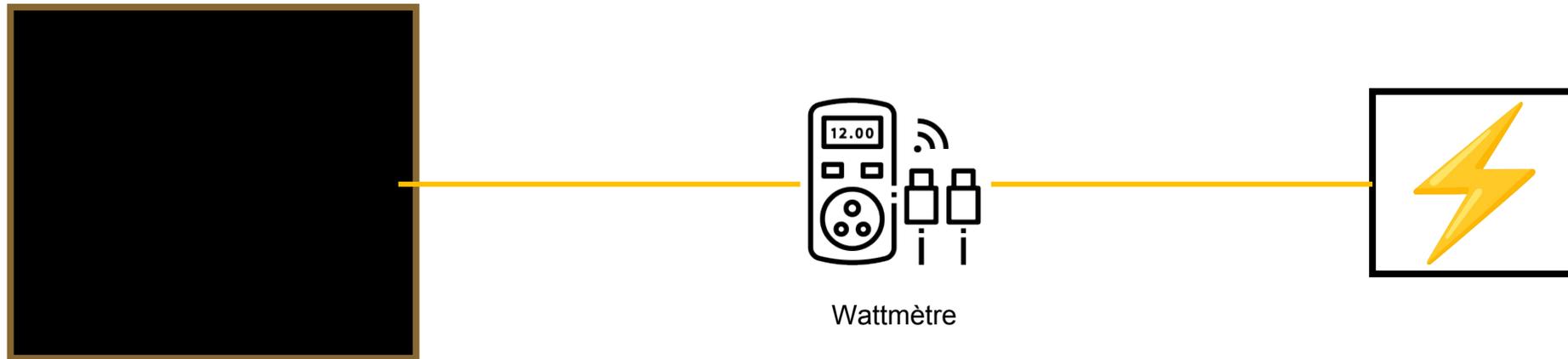


Mesure externe - wattmètre



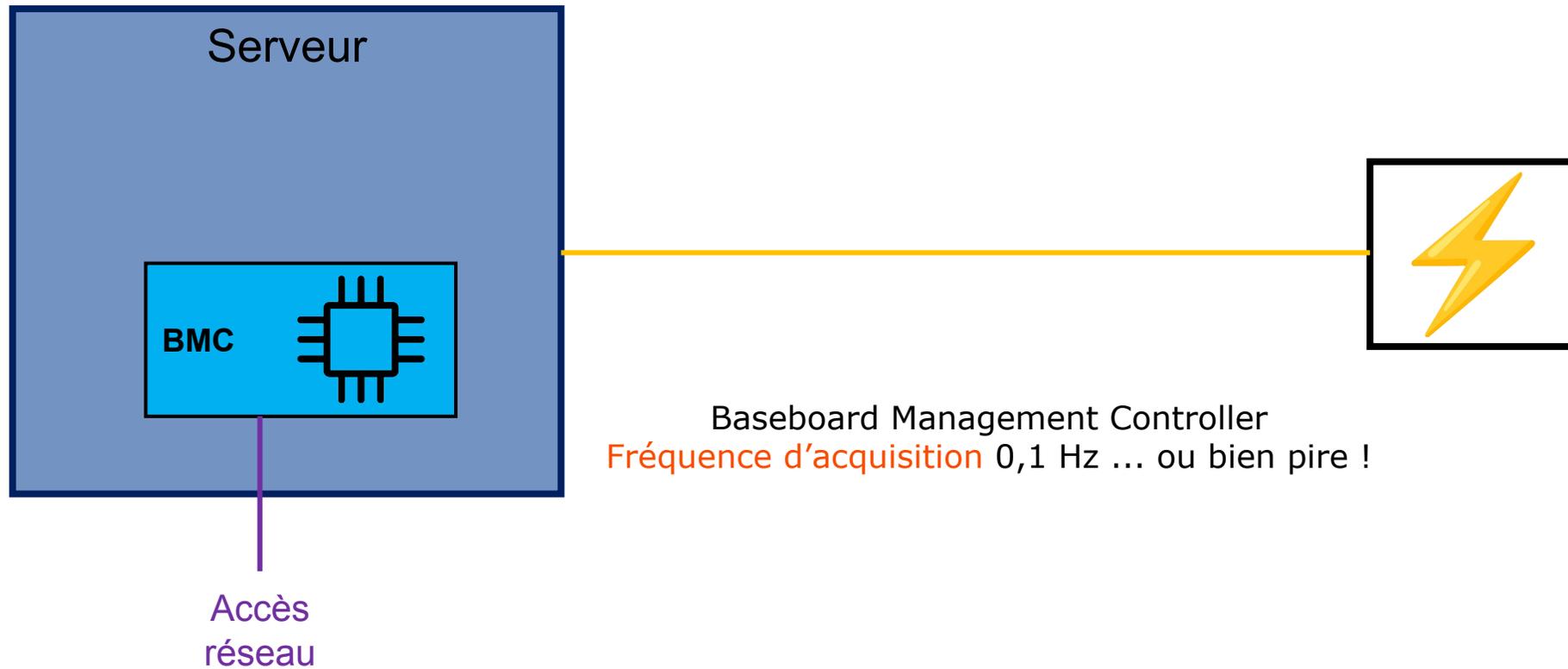
Exemple : wattmètre OmegaWatt
Fréquence d'acquisition 1 Hz

Mesure externe - wattmètre

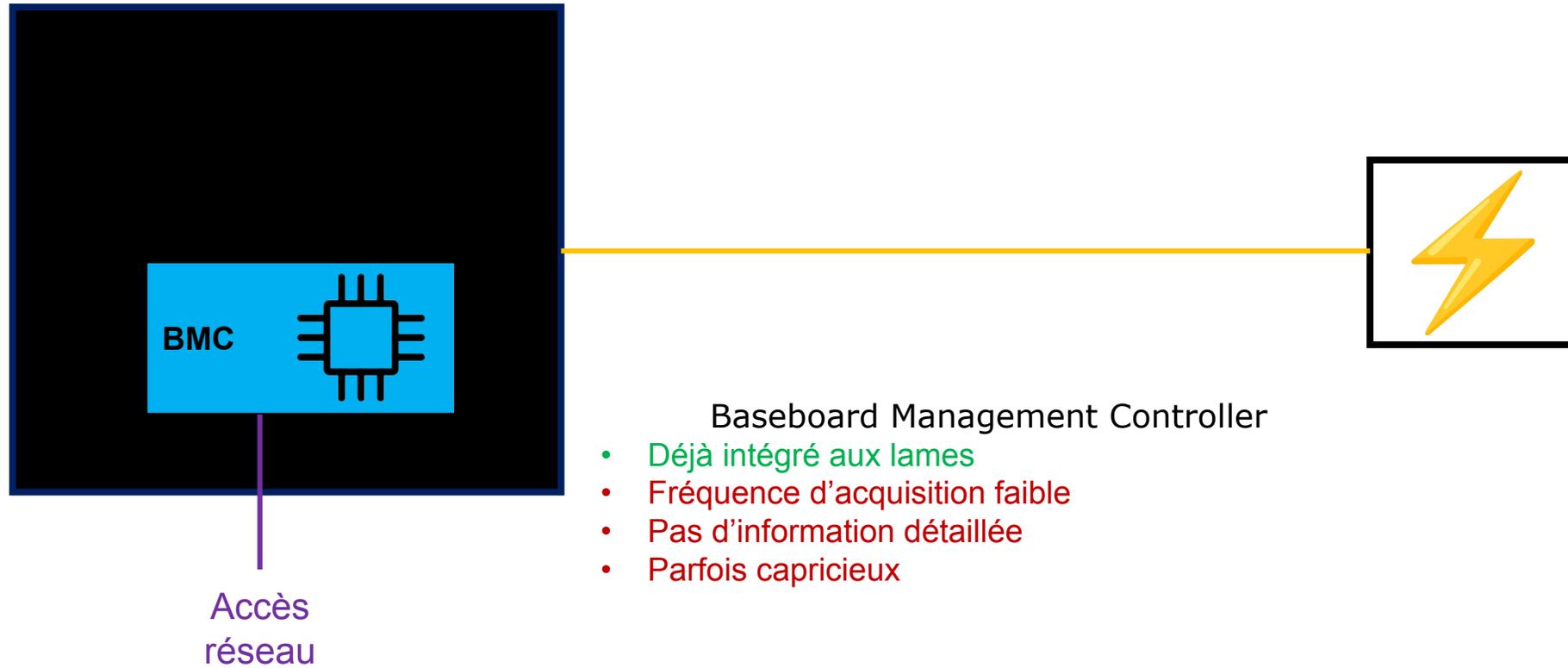


- Équipement supplémentaire
- Fréquence d'acquisition en général faible
- Pas d'information détaillée
- Pas besoin de toucher au système informatique
- Périmètre clair, mesure toute la conso

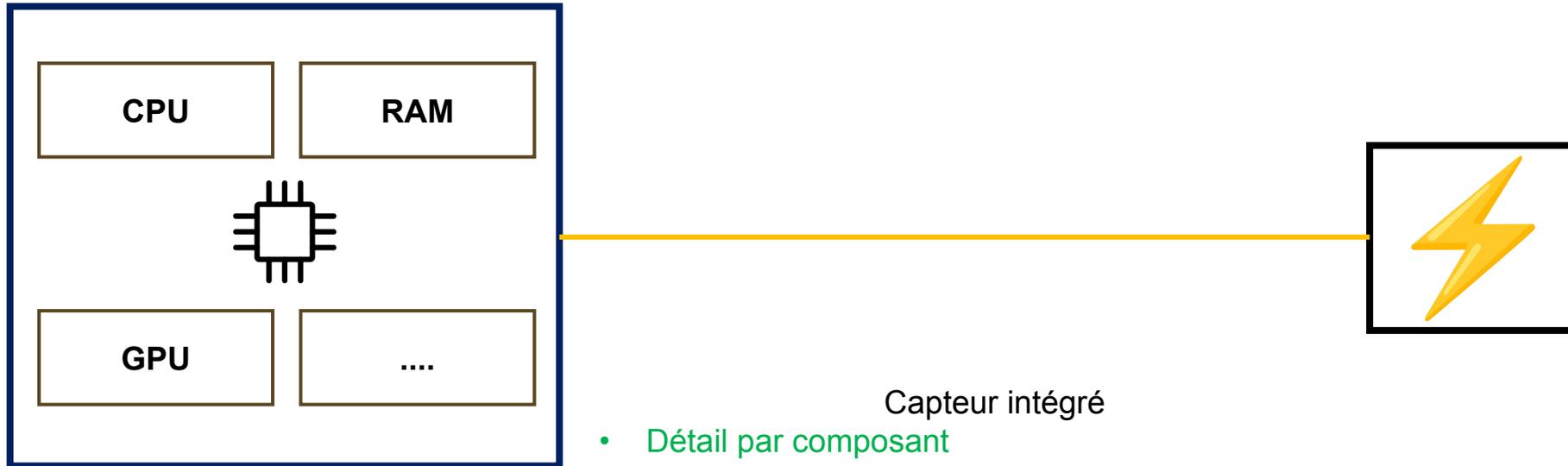
BMC/CMC



BMC/CMC



Mesure interne



Capteur intégré

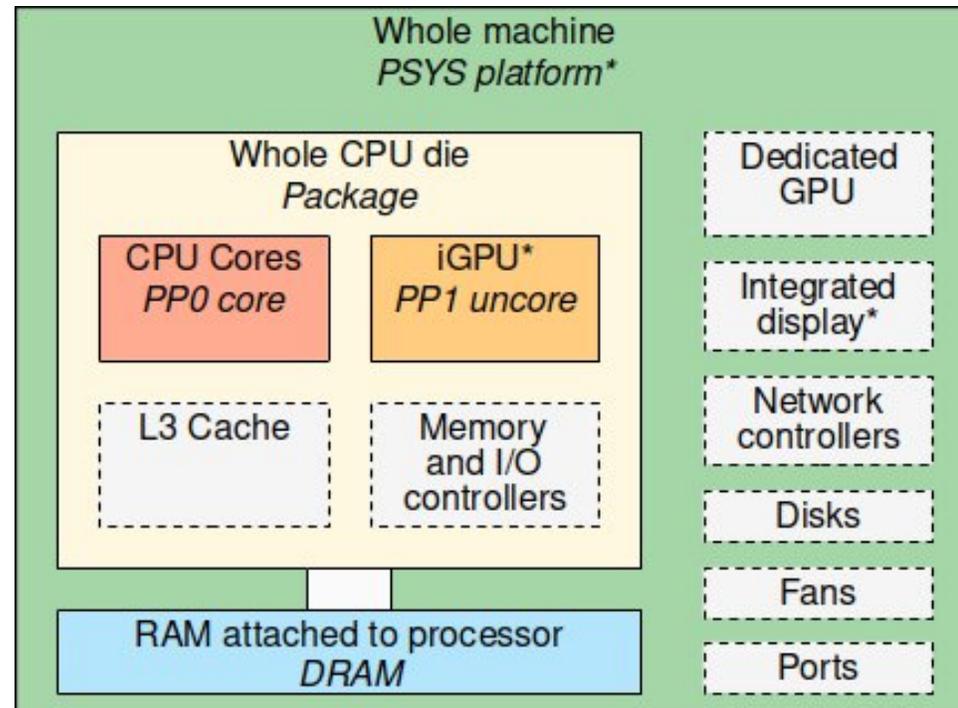
- Détail par composant
- Fréquence d'acquisition en général + élevée
- Accessible depuis le système (+/- bas niveau)
- Information partielle
- Nécessite d'installer un logiciel

Mesure interne



RAPL (Running Average Power Limit)

- introduit en 2011 par Intel, partie mesure reprise par AMD depuis 2017
- pour tous les processeurs x86_64
- fréquence d'acquisition 1024 Hz
- registre CPU qui fournit la consommation par domaine



Cartographie des domaines RAPL,
Dissecting the software-based measurement of CPU energy consumption: a comparative analysis,
Guillaume Raffin, Denis Trystram, IEEE TPDS, 2024

Mesure interne



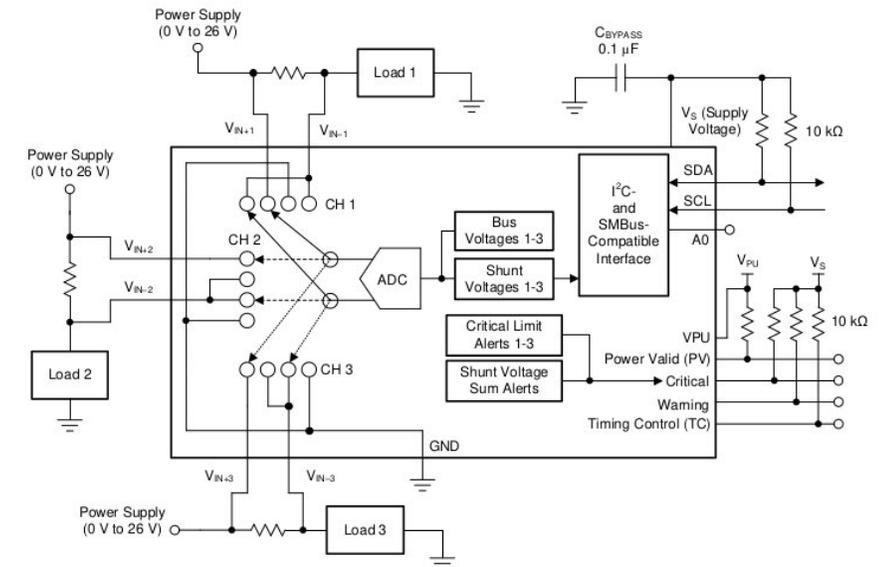
NVML (NVidia Management Library)

- pour les “grosses” cartes NVIDIA
- il y a un équivalent AMD



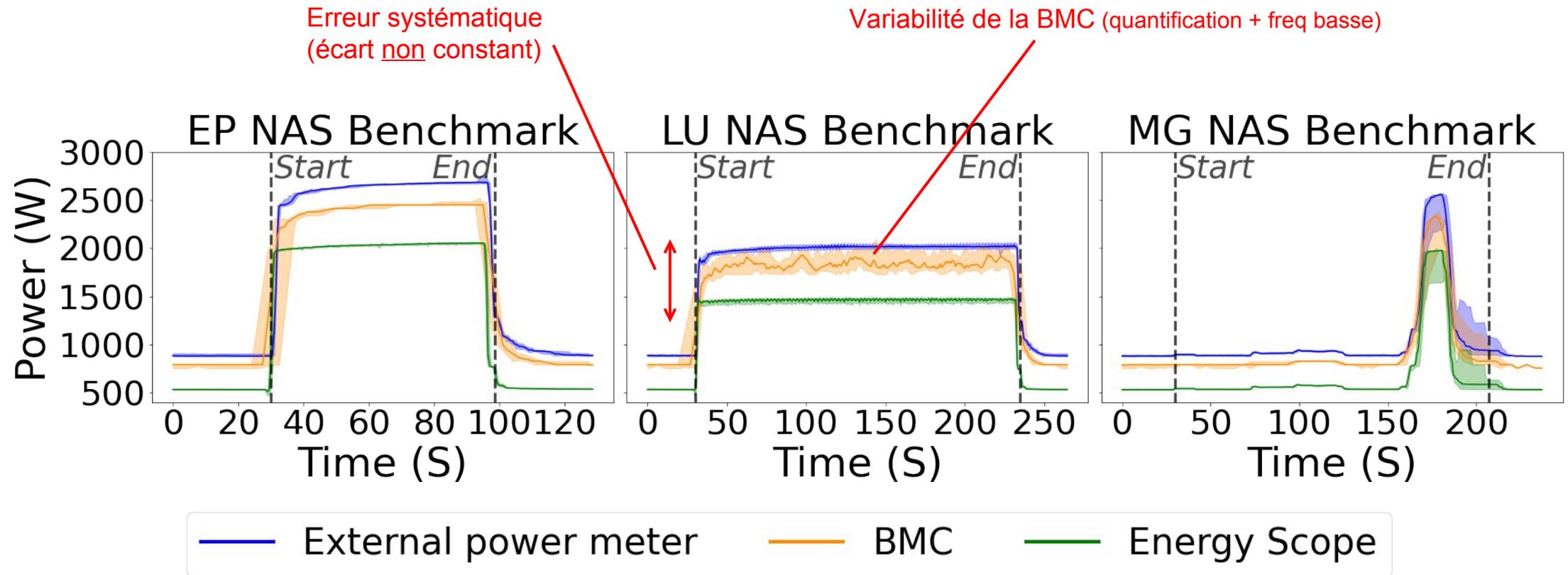
Capteur tiers

- ex : INA3221 pour les Nano Jetson



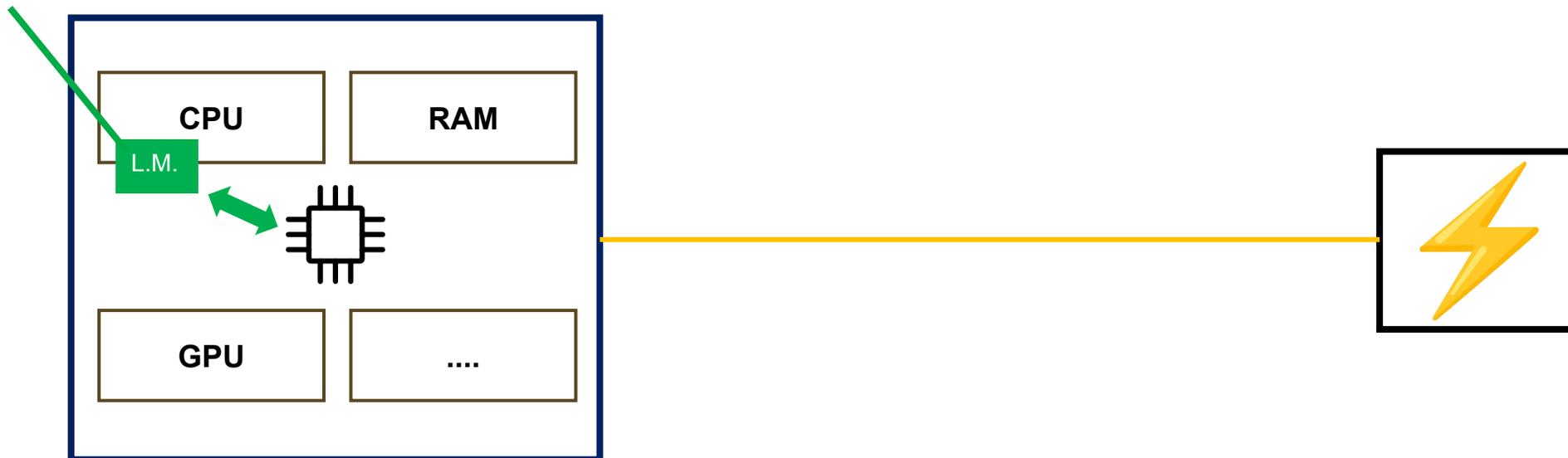
Quelle différence de résultat ?

Gemini (g5k)



Mesure interne

logiciel de mesure



Limites actuelles

hétérogénéité

des machines
des outils associés
du périmètre de la mesure

- moins de fiabilité
- difficulté de prise en main
- besoin d'un outil qui s'adapte

Impact de la fréquence d'acquisition

variabilité de la mesure
perte d'information
surconsommation

- la fréquence optimale dépend des applications et de ce qu'on veut faire (évaluation globale vs profilage fin)

Écart entre outils

significatif
dépend des serveurs
Non constant

- nécessité de comprendre les périmètres
- comment comparer deux machines ?

Et bugs

Metrics browser > scaph_host_energy_microjoules

> Options Legend: Auto Format: Time series Step: auto Type: Both Exemplars: false

+ Add query

🔄 Query history

🔍 Inspector

Graph

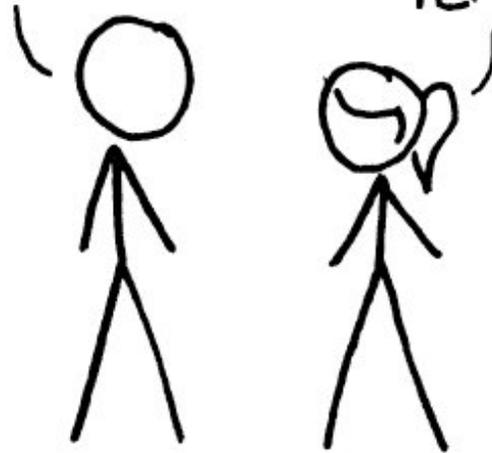
Lines Bars Points Stacked lines Stacked t



HOW STANDARDS PROLIFERATE: (SEE: A/C CHARGERS, CHARACTER ENCODINGS, INSTANT MESSAGING, ETC.)

SITUATION:
THERE ARE
14 COMPETING
STANDARDS.

14?! RIDICULOUS!
WE NEED TO DEVELOP
ONE UNIVERSAL STANDARD
THAT COVERS EVERYONE'S
USE CASES.



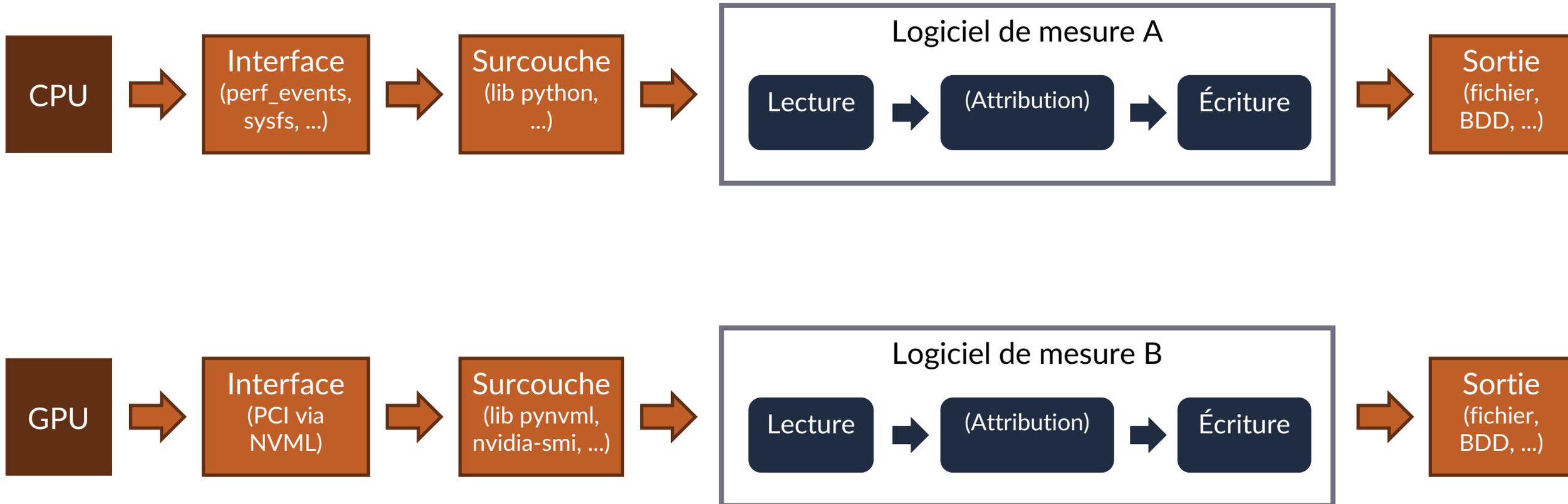
SOON:

SITUATION:
THERE ARE
15 COMPETING
STANDARDS.

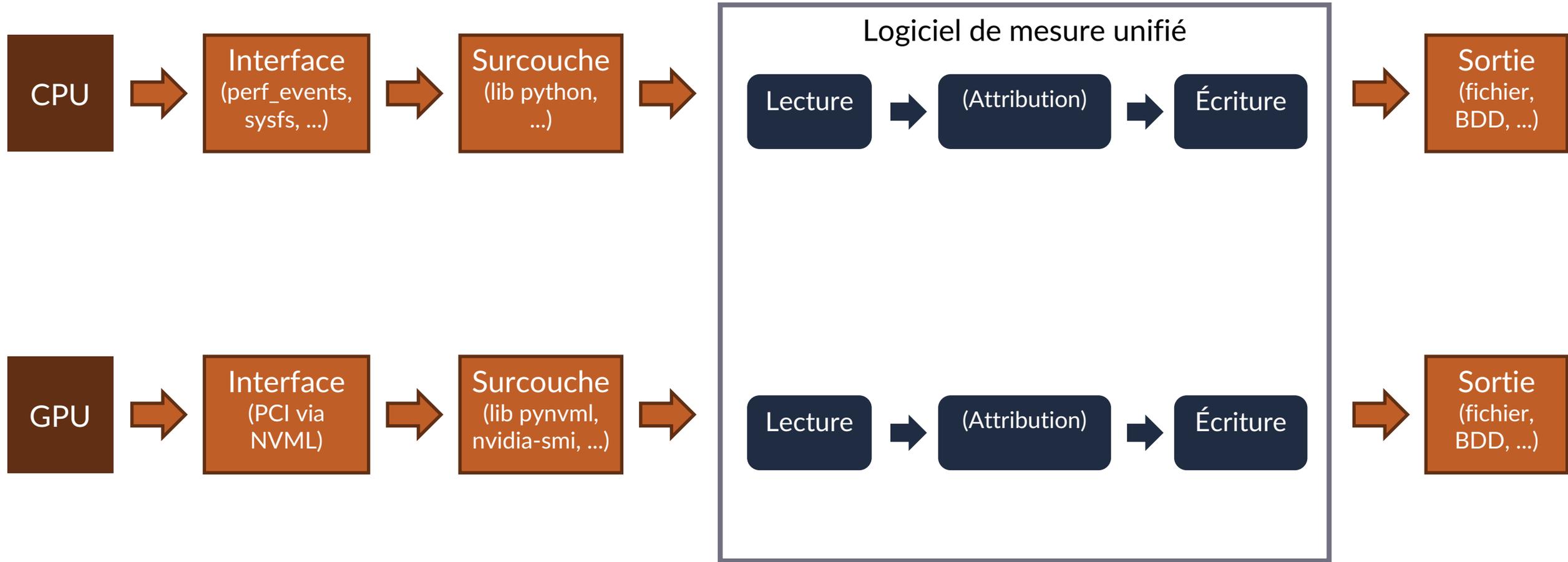


Le « 15^e standard »
des outils de mesure logicielle :
ALUMET

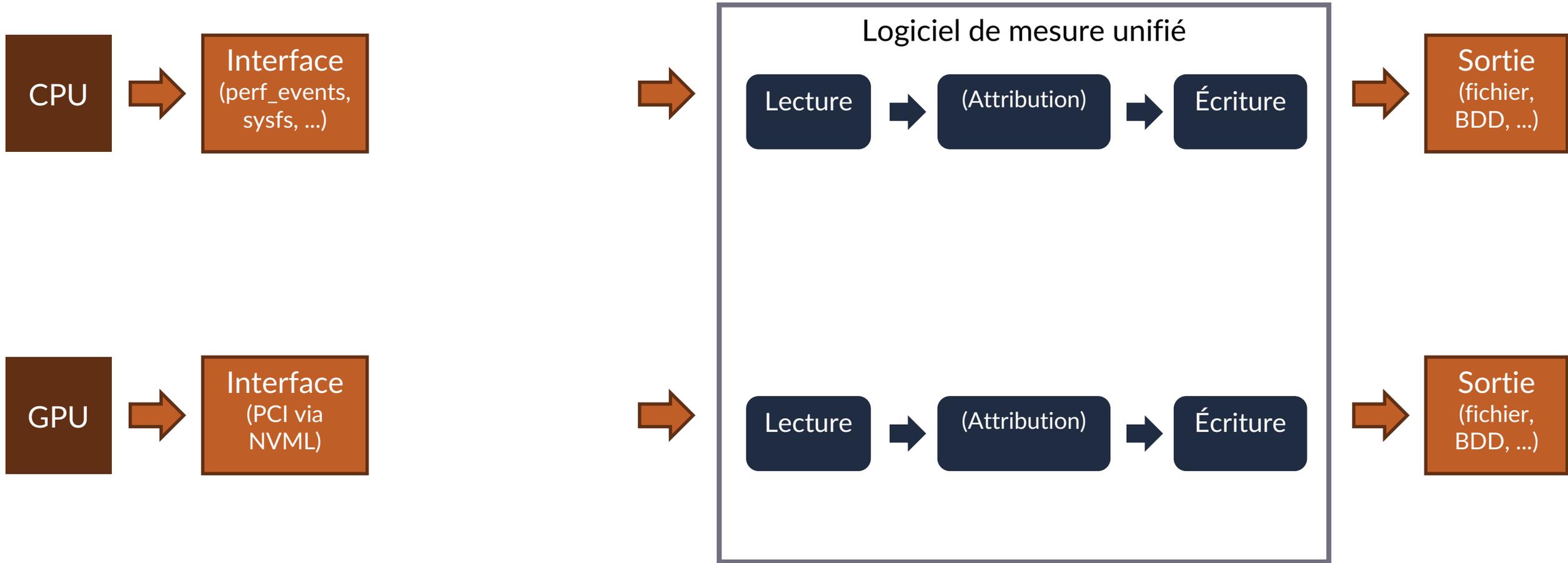
Forte disparité des outils ?



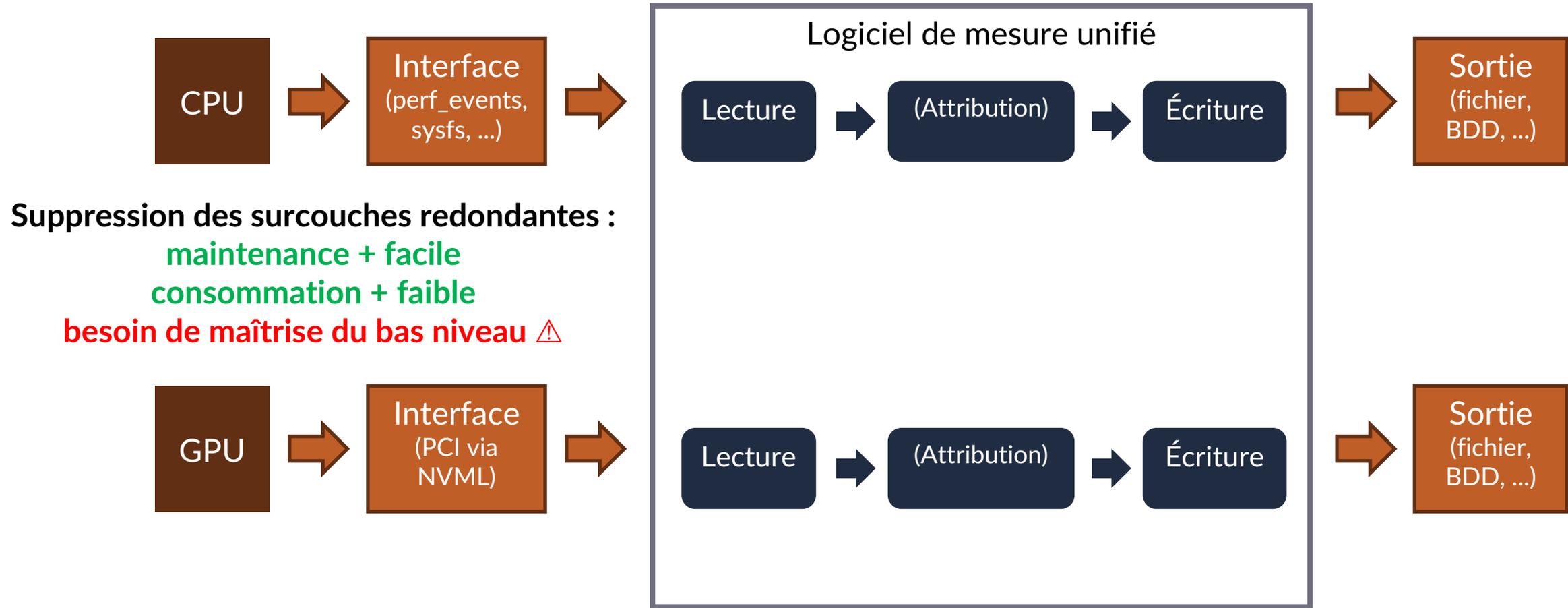
Forte disparité des outils ? Unifions.



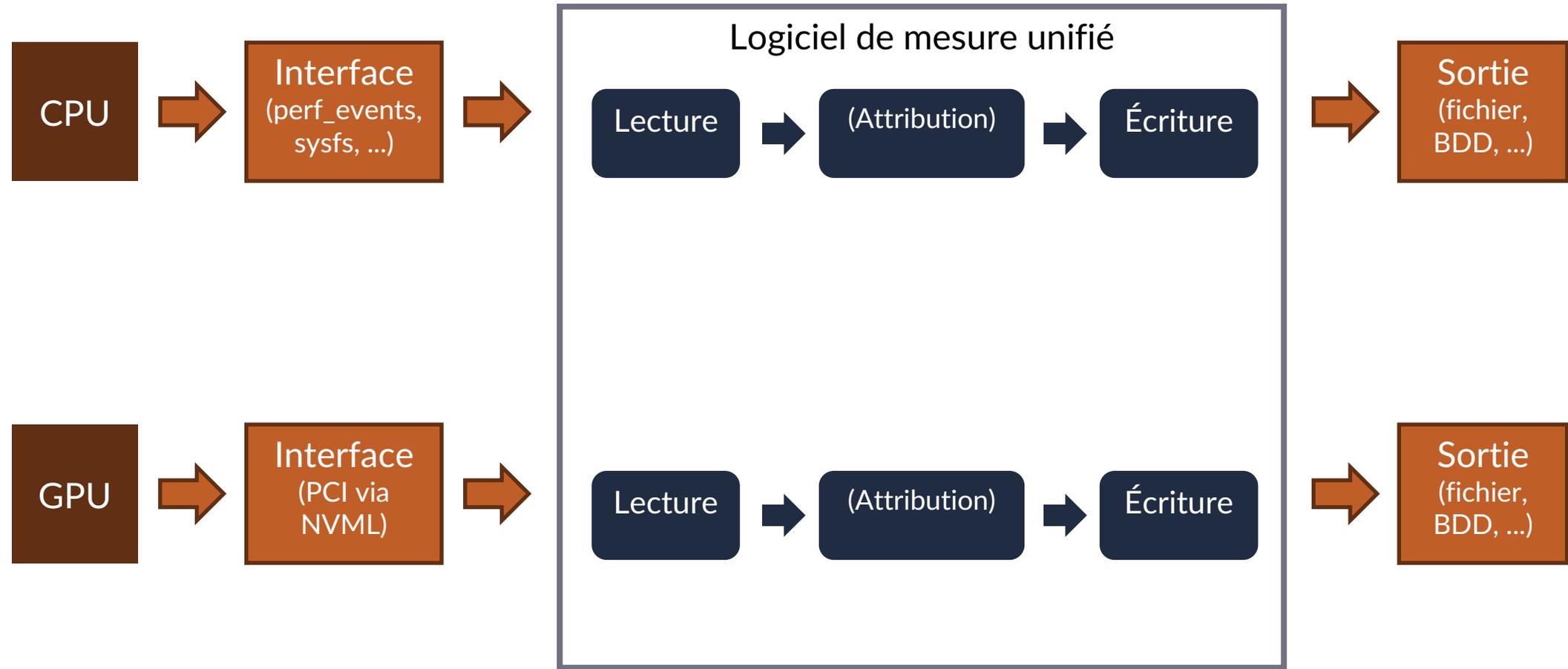
Forte disparité des outils ? Unifions, et simplifions.



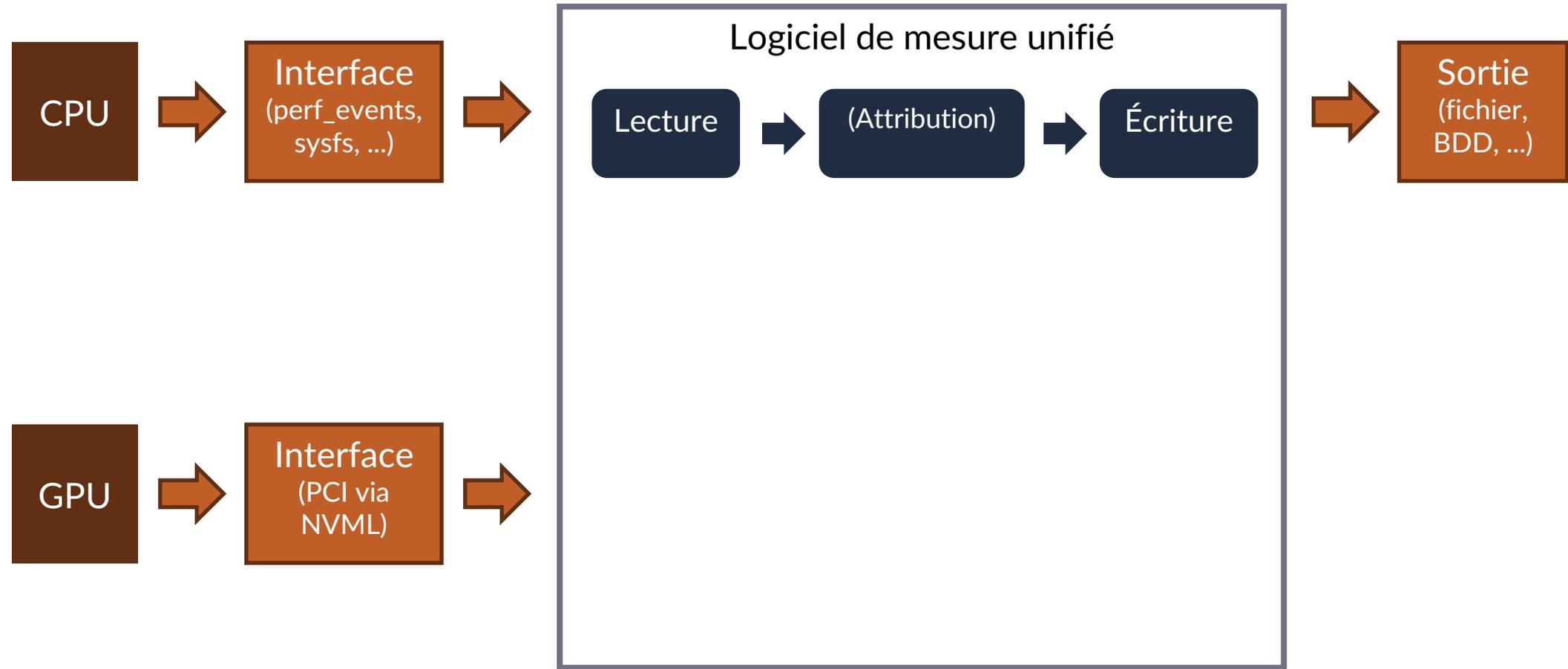
Forte disparité des outils ? Unifions, et simplifions.



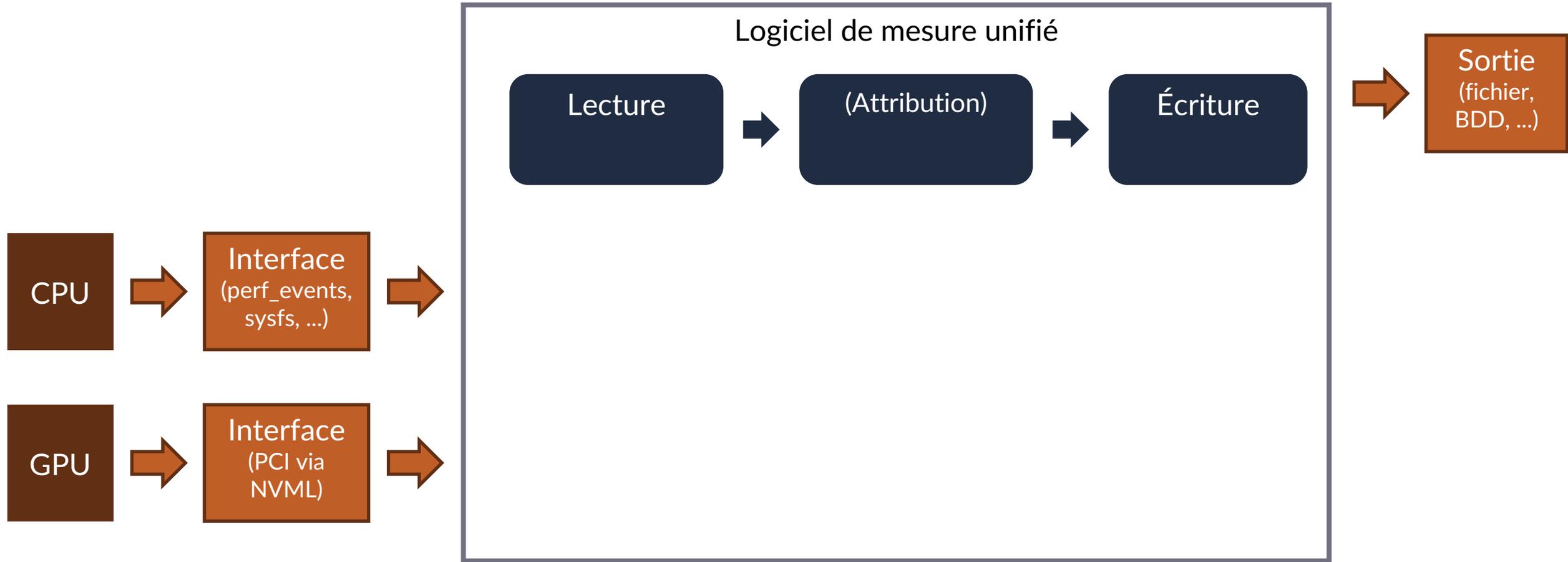
Multiplication des matériels différents ?



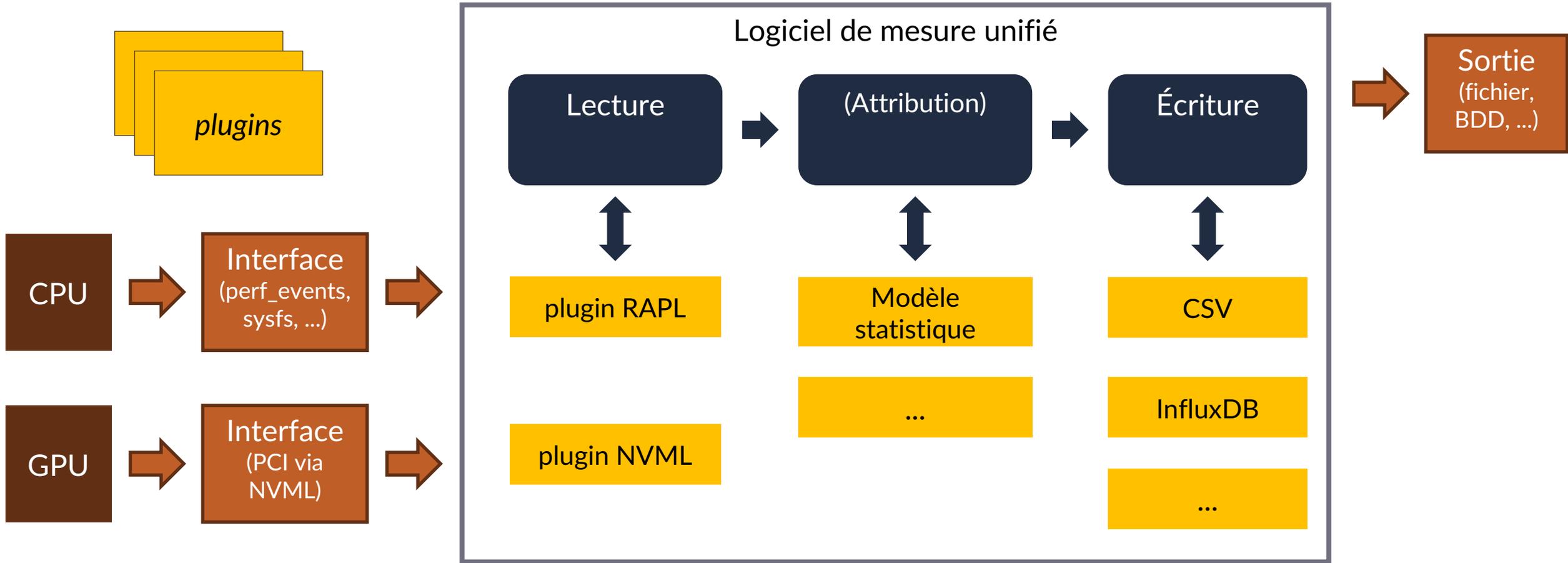
Multiplication des matériels différents ?



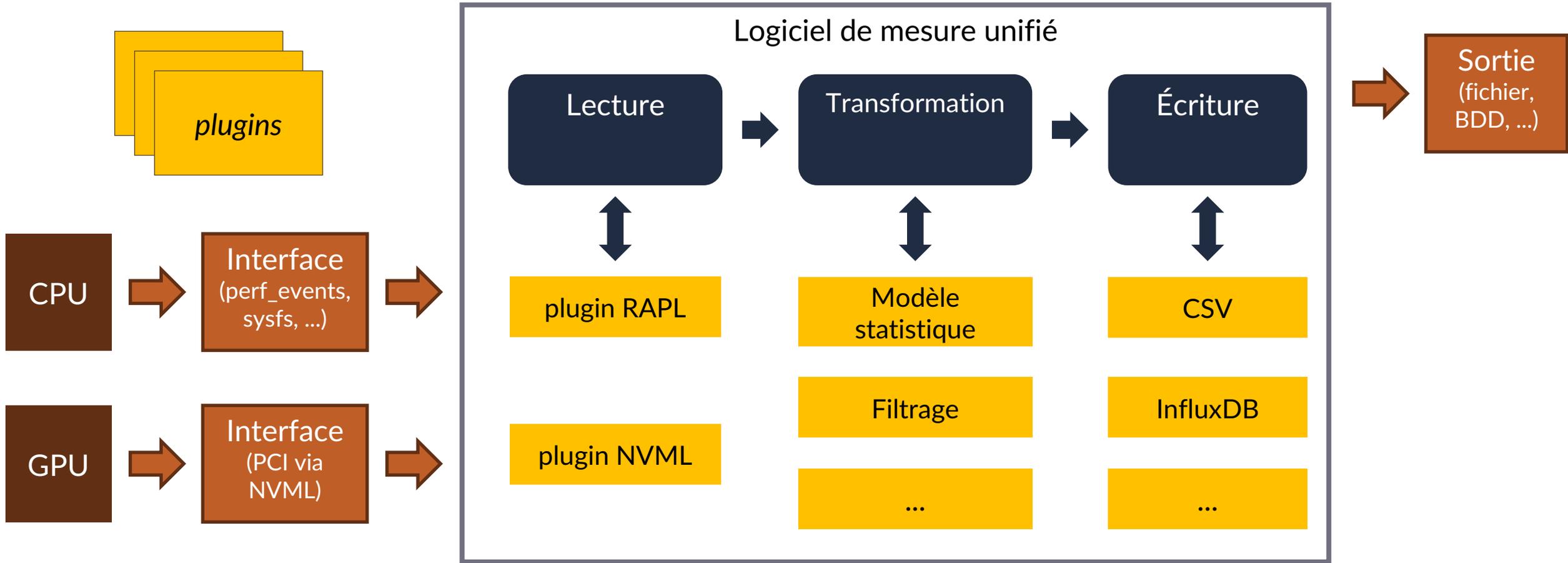
Multiplication des matériels différents ?



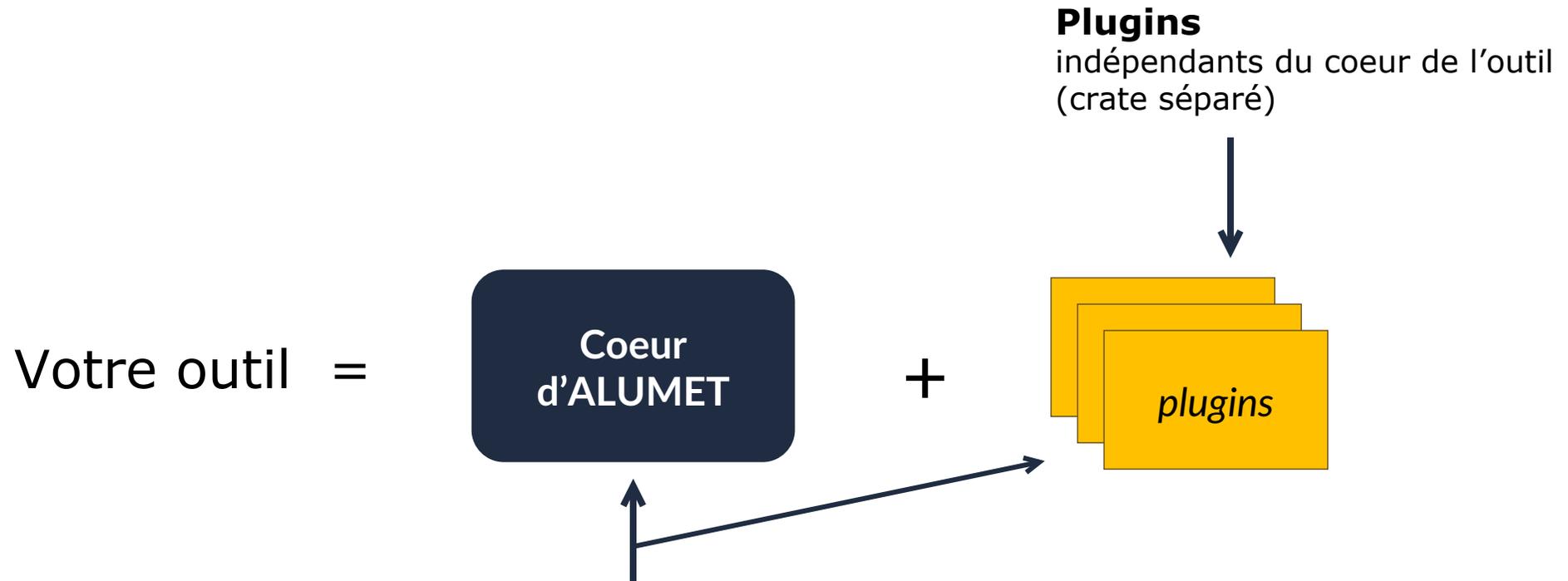
Multiplication des matériels différents ? Modularisons !



Multiplication des matériels différents ? Modularisons !



Votre outil de mesure, sur mesure

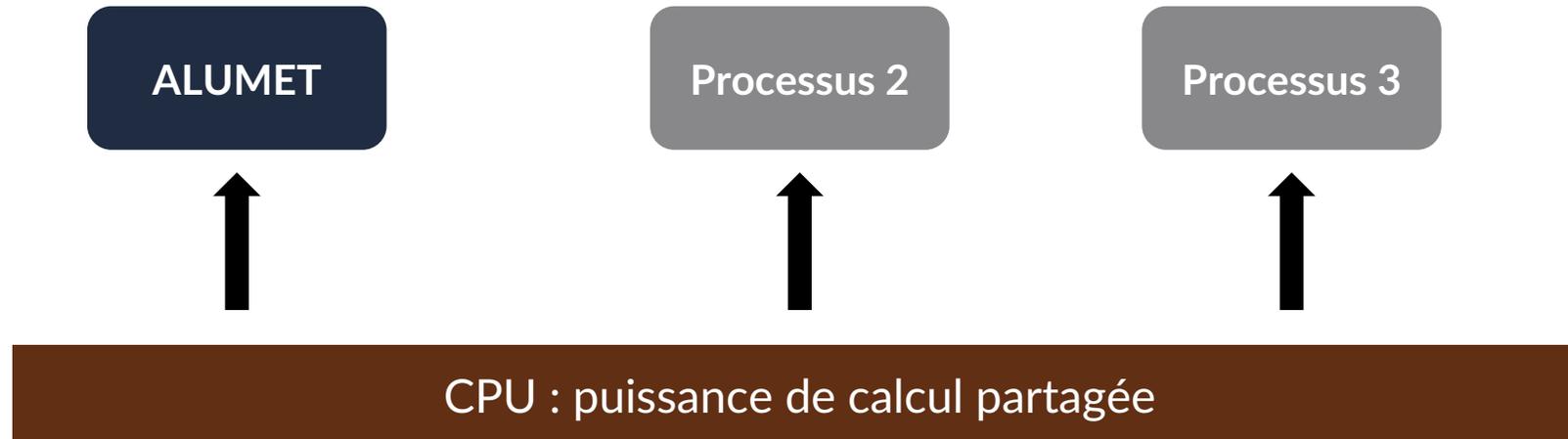


Bonnes pratiques, cadre :

- typage fort
- unités de mesure, mesurande
- gestion des overflows, des bugs des interfaces, de la fréquence d'acquisition précise
- à l'étude : propagation des incertitudes

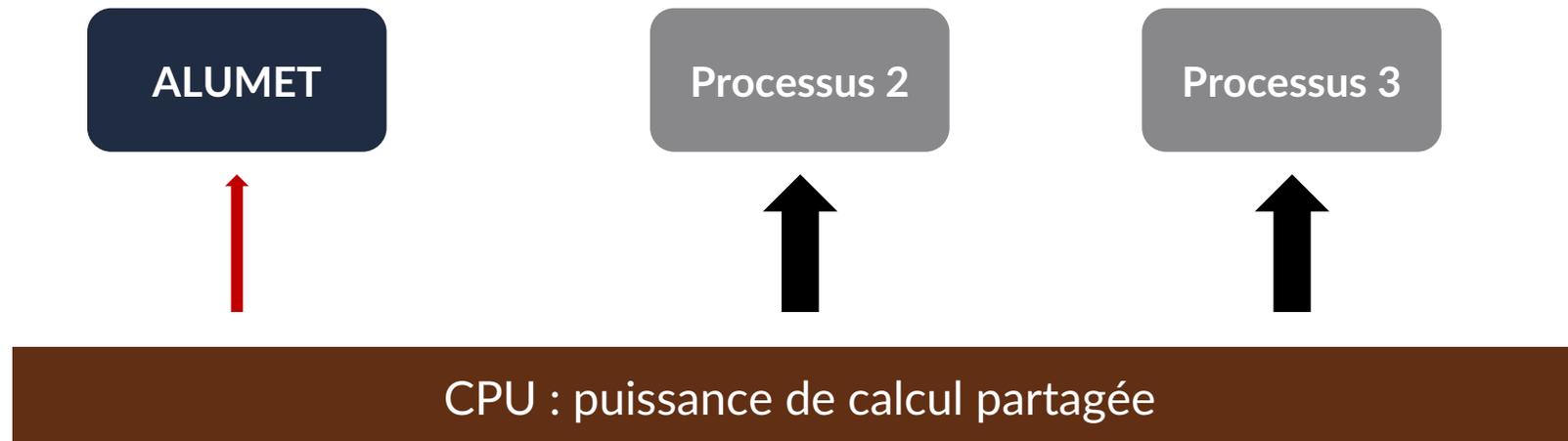
Contrainte d'efficacité

- L'outil de mesure influence l'objet mesuré
- ... et risque d'interférer avec les autres processus !



Contrainte d'efficacité

- L'outil de mesure influence l'objet mesuré
- ... et risque d'interférer avec les autres processus !

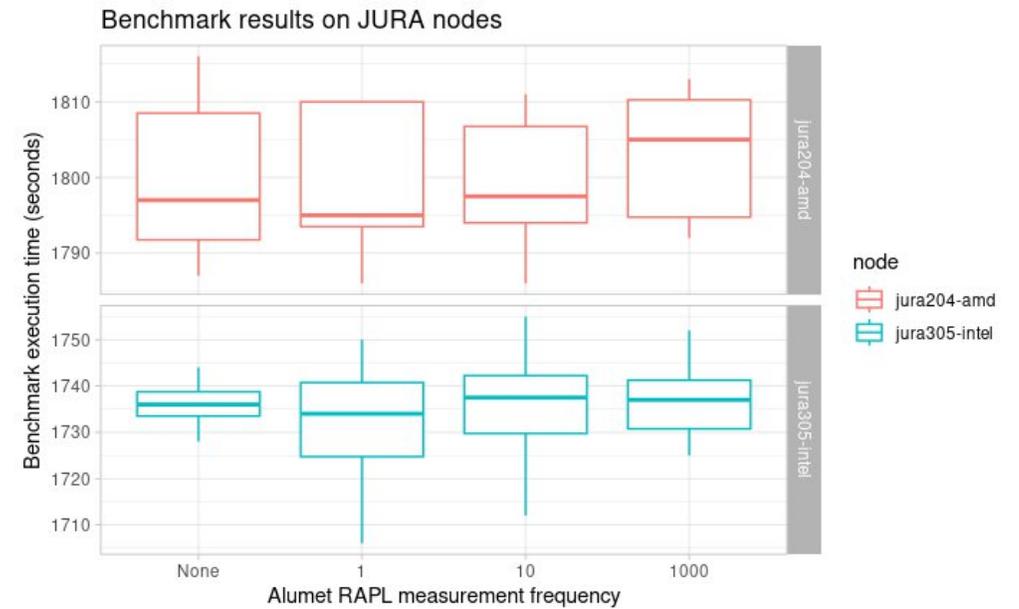
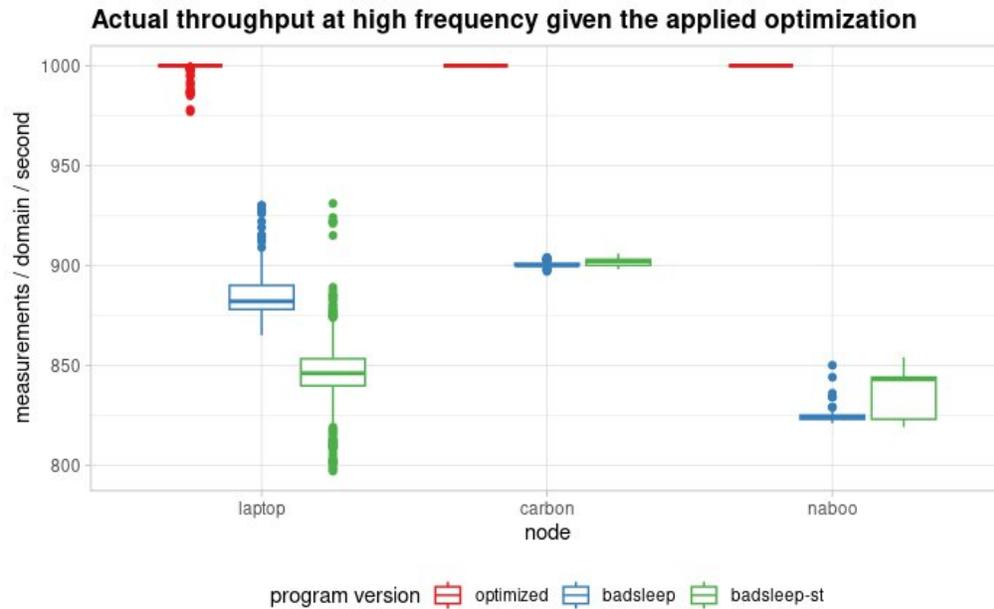


+ besoin de bas niveau et de haut niveau => Rust

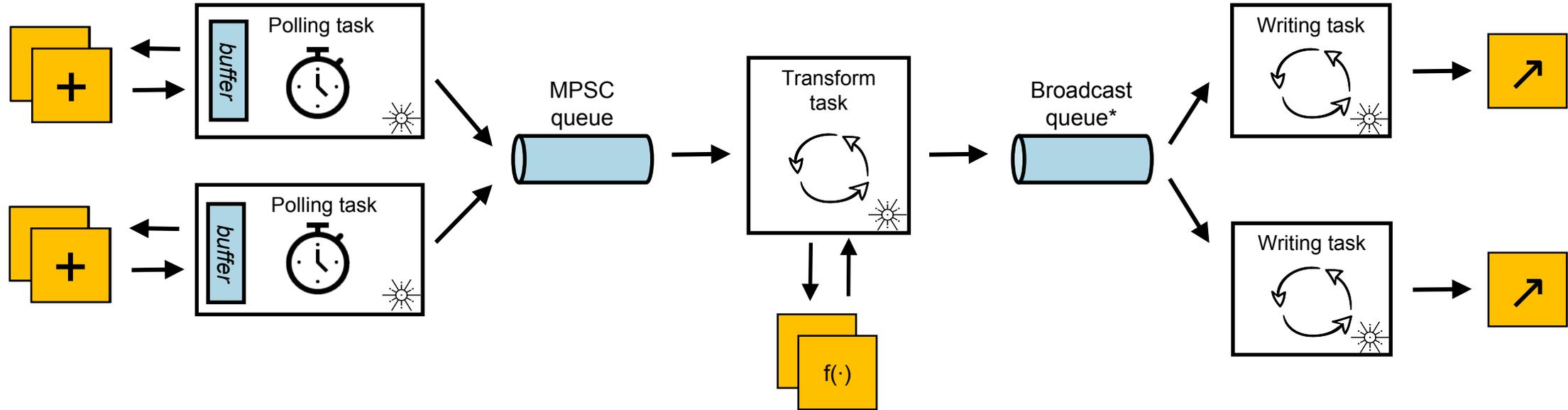


Résultats

RAPL à 1000 Hz avec overhead < 1% sur benchmarks HPC (NAS et HPCG)



Pipeline de mesure asynchrone

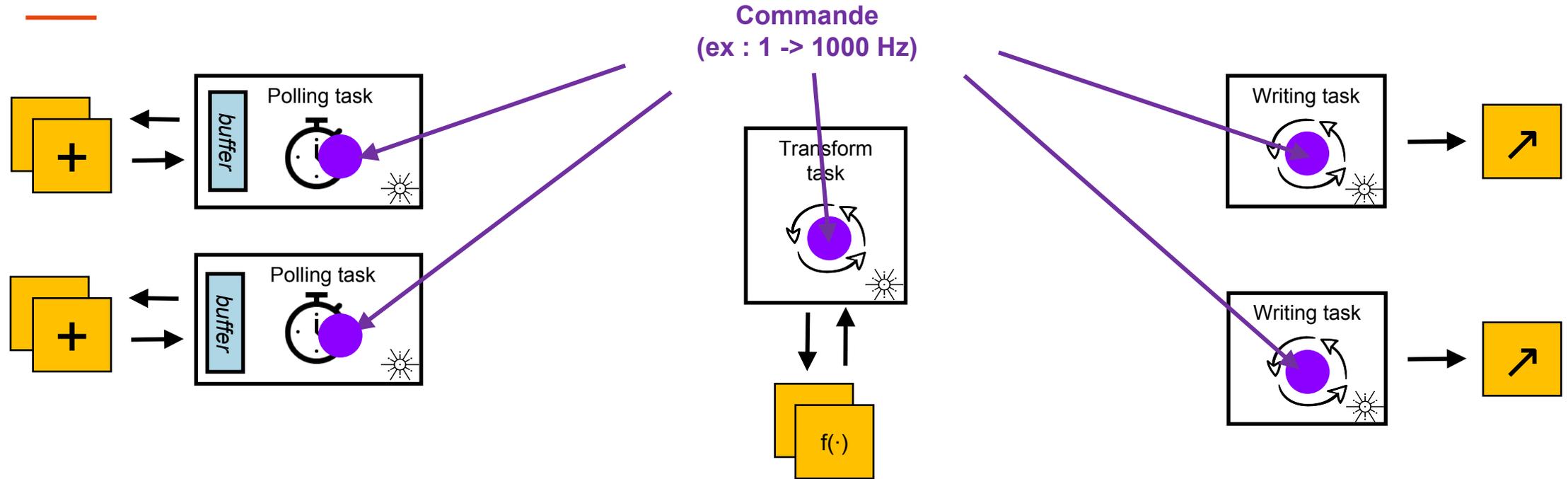


 Low-level
precise timer

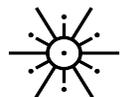
 Tokio async
runtime(s)

*: each receiver
gets a copy of the
data

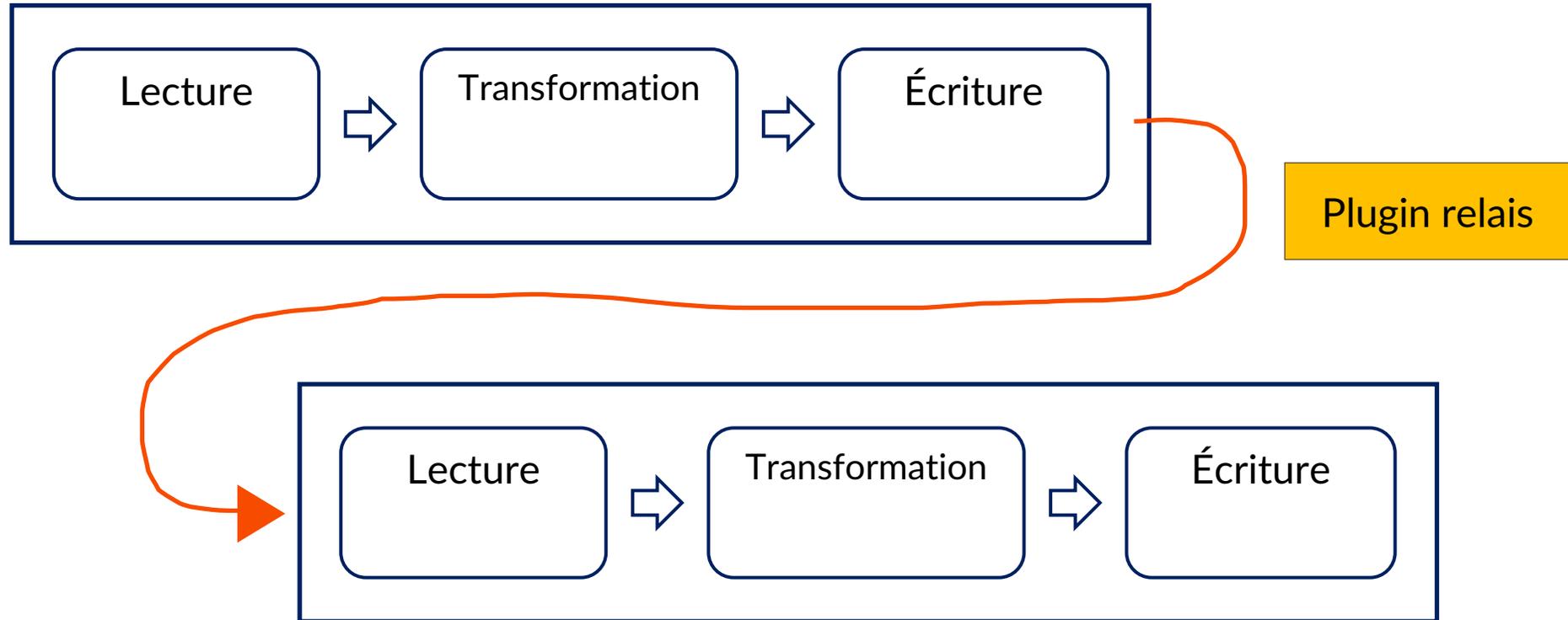
Pipeline de mesure reconfigurable



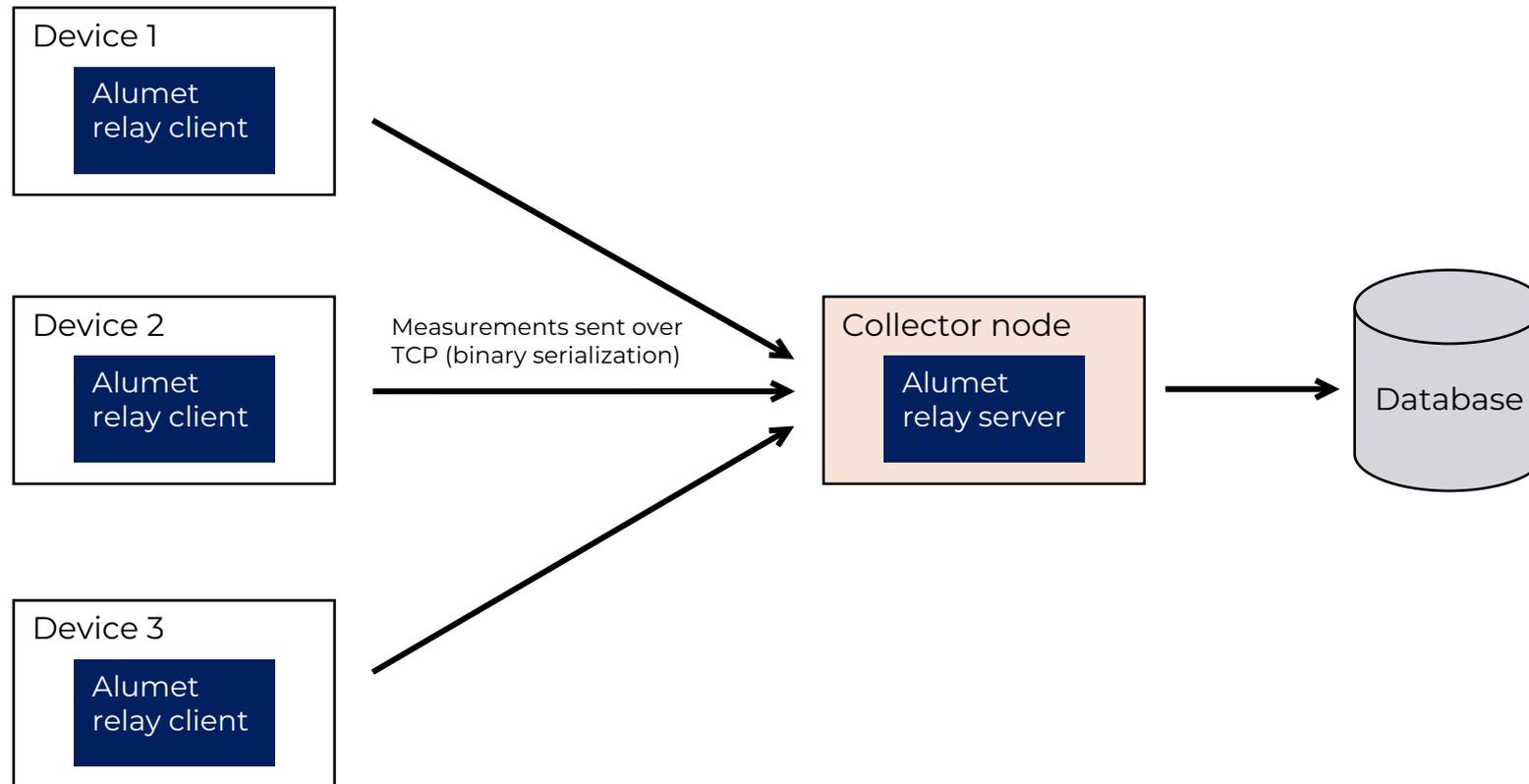
 Low-level precise timer

 Tokio async runtime(s)

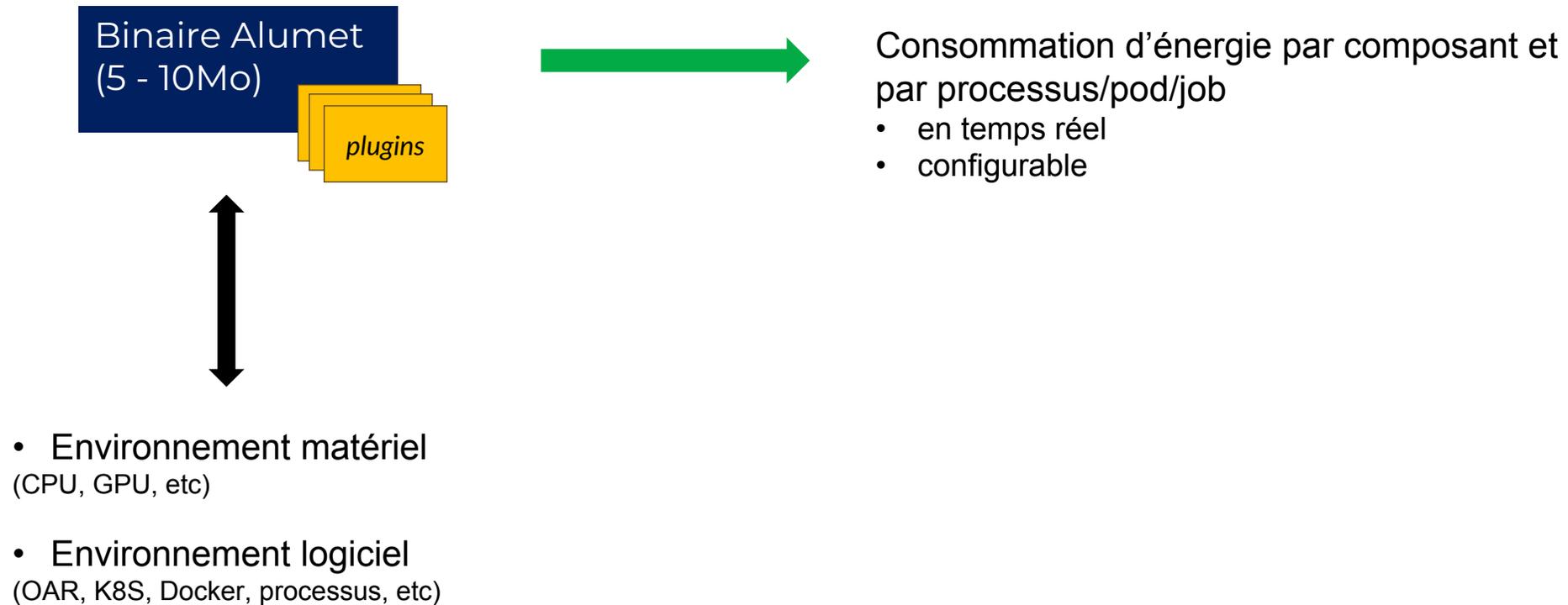
Mode relais pour les systèmes distribués



Mode relais pour les systèmes distribués



Utilisation simple



ALUMET



alumet.dev

Adaptive

- reconfiguration sur le tas (monitoring/profiling)
- s'adapte à votre usage grâce aux plugins (HPC, IA, ...)

Lightweight

- pipeline asynchrone en Rust
- uniquement ce dont vous avez besoin (plugins)

Unified

- 1 outil pour x matériels, y modèles d'attributions et z sorties

METrics

open-source !

