

Mesure et modélisation de l'énergie logicielle

Adel Noureddine, Romain Rouvoy, Lionel Seinturier

Green Days @ Lille

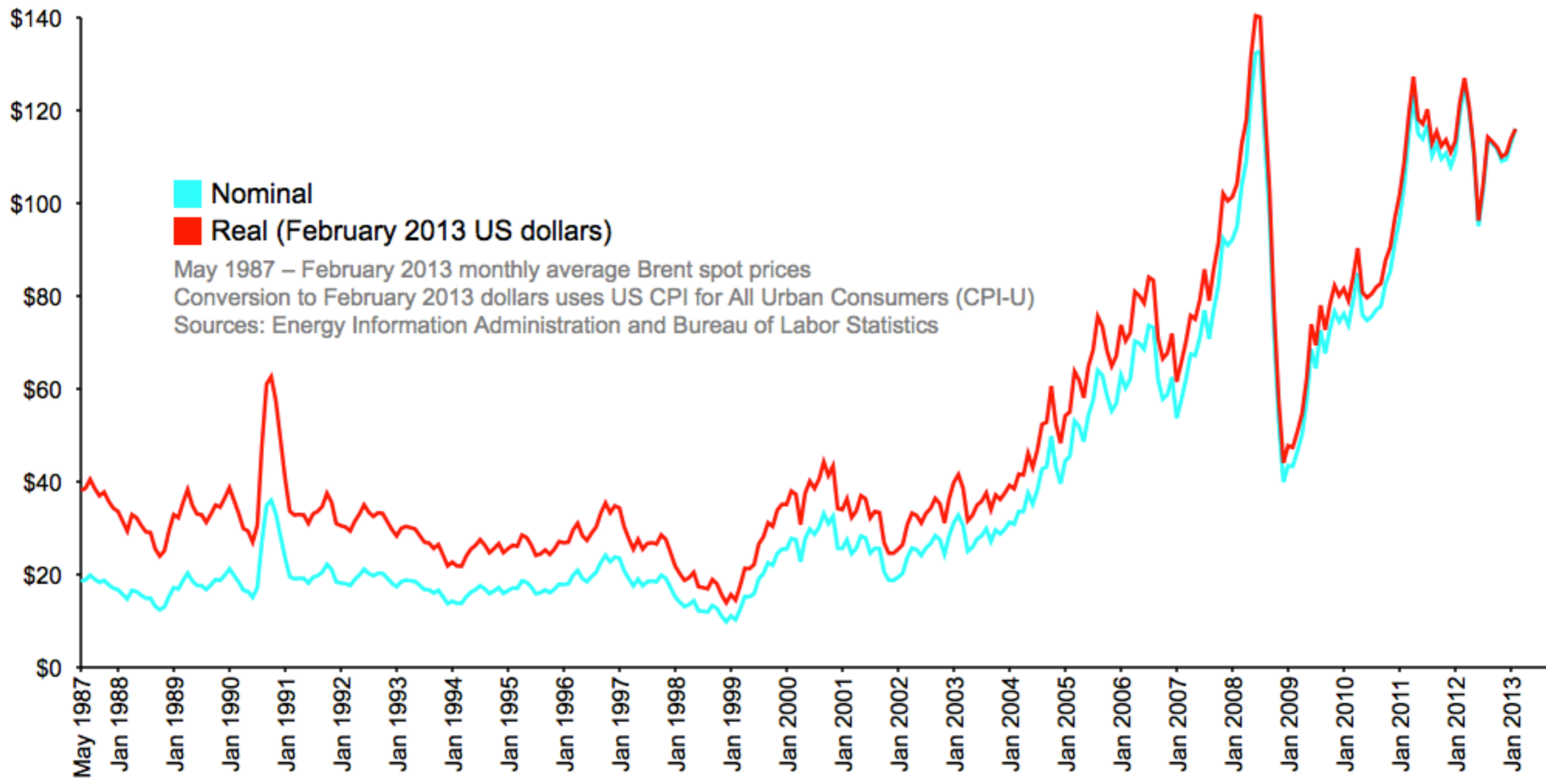
29 novembre 2013



Plan

- Contexte
- Problèmes et limitations
- Mesure énergétique des logiciels avec Jalen
- Benchmarking de la variation énergétique

Énergie, c'est quoi le
problème ?

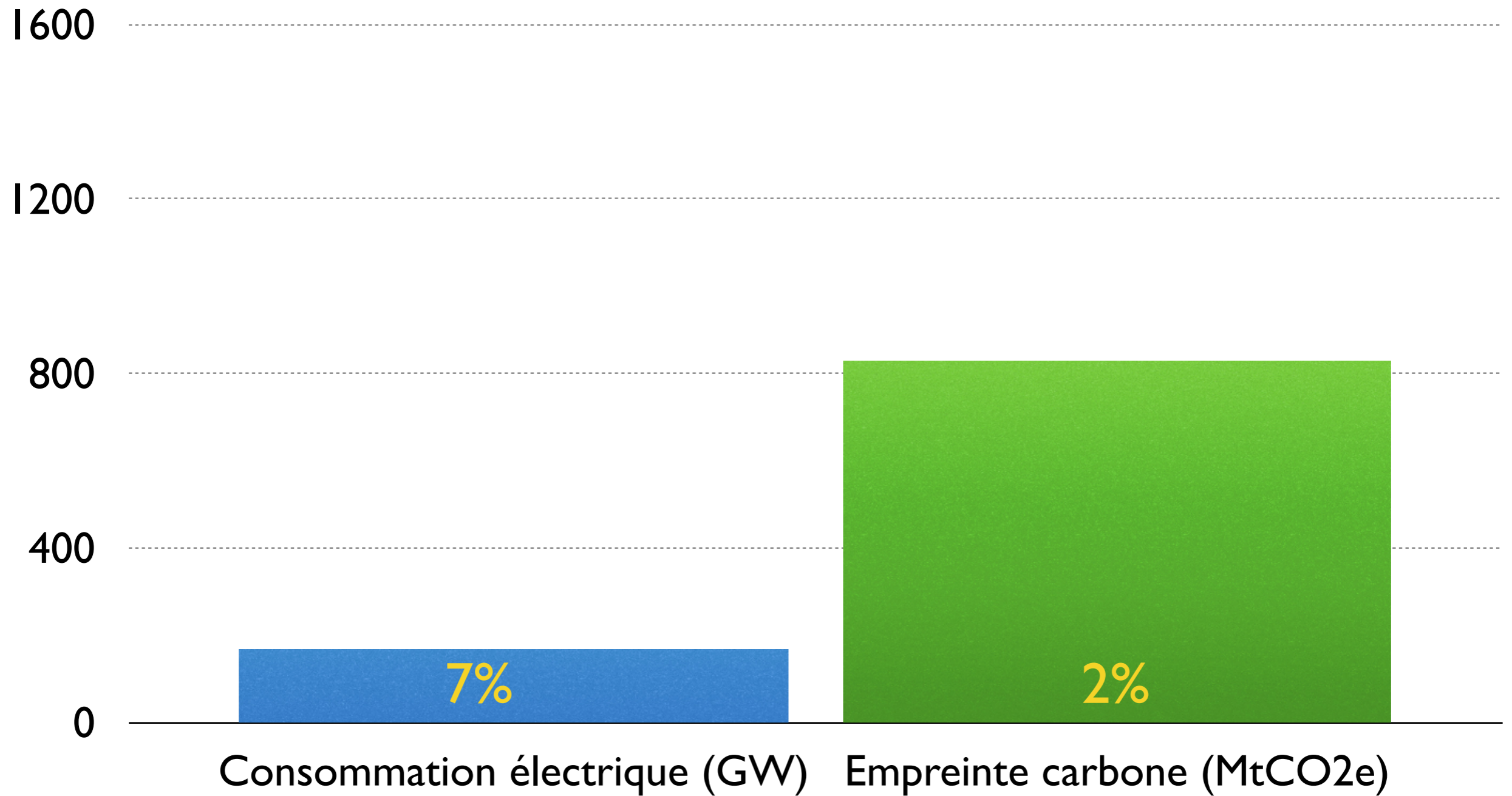


Prix du pétrole

Energy Information Administration and Bureau of Labor
Statistics, 2013

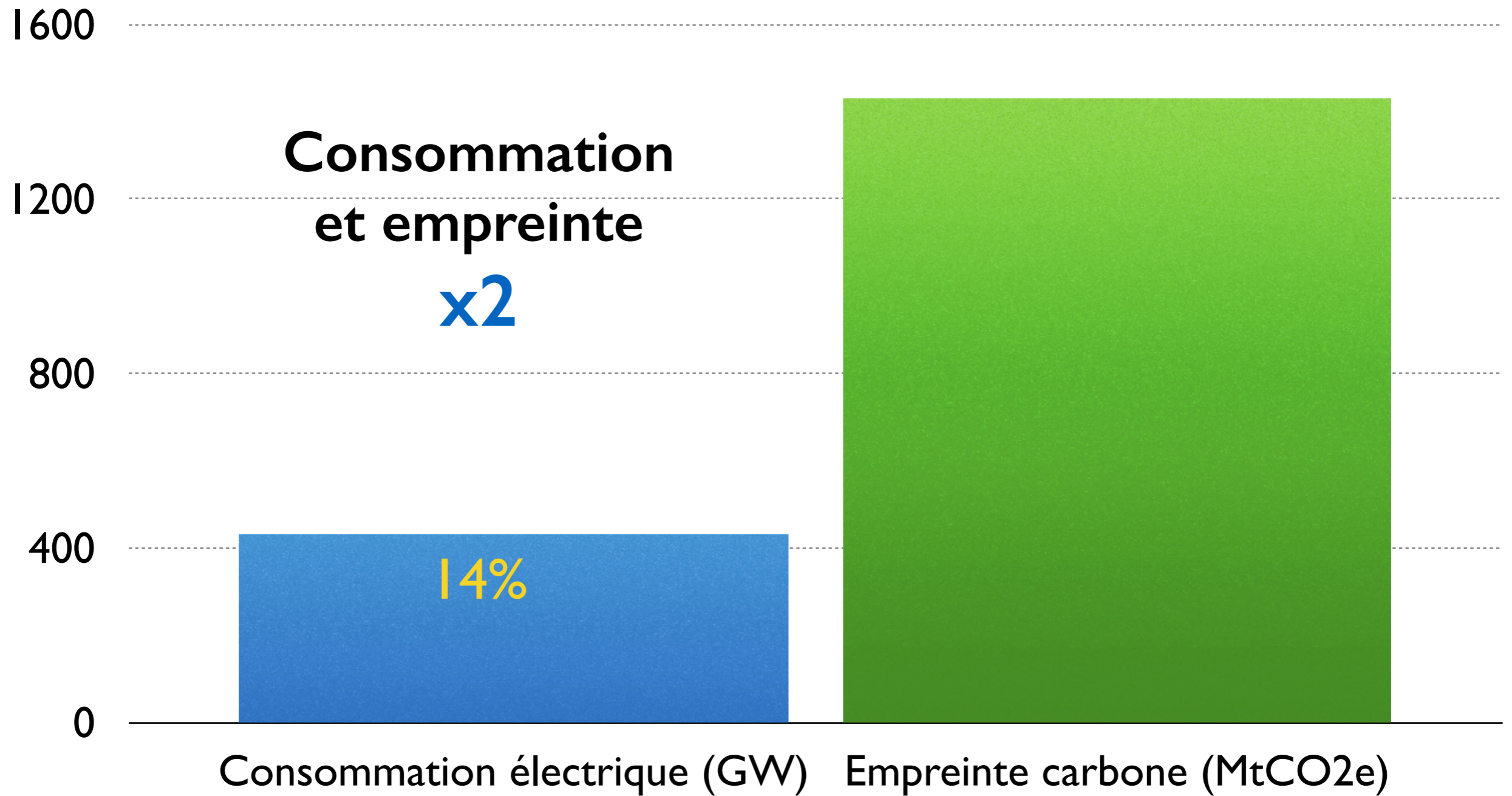
Consommation des TICs

2007-2008



Consommation des TICs

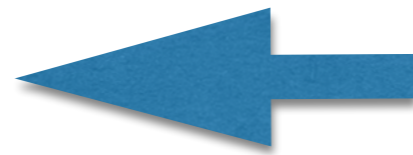
2020



“Il faut optimiser la consommation énergétique des ordinateurs et des logiciels.”

“Il faut optimiser la consommation énergétique des ordinateurs et des logiciels.”

Mesurer



Optimiser

Ça n'existe pas déjà ?

Problèmes et limitations

	Mesure l'énergie ?	Granularité	Modification OS ou application	Utilisation d'un wattmètre
Wattmètres	✓	Matérielle	✗	✓
PowerScope	✓	Processus	OS	✓
pTop	✓	Processus	OS pour le réseau	✗
Energy Checker	✓	Code source	Application	✓
Profilers OS	✗	Processus	✗	✗
Profilers logiciels	✗	Code source	Dépend du profiler	✗

Problèmes et limitations

	Mesure l'énergie ?	Granularité	Modification OS ou application	Utilisation d'un wattmètre
Wattmètres	✓	Matérielle	✗	✓
PowerScope	✓	Processus	OS	✓
pTop	✓	Processus	OS pour le réseau	✗
Energy Checker	✓	Code source	Application	✓
Profilers OS	✗	Processus	✗	✗
Profilers logiciels	✗	Code source	Dépend du profiler	✗
Idéal	✓	Code source	✗	✗

Mesure énergétique des logiciels

...et ce que nous faisons avec !

Approches

Mesure du code source

Mesure du code source

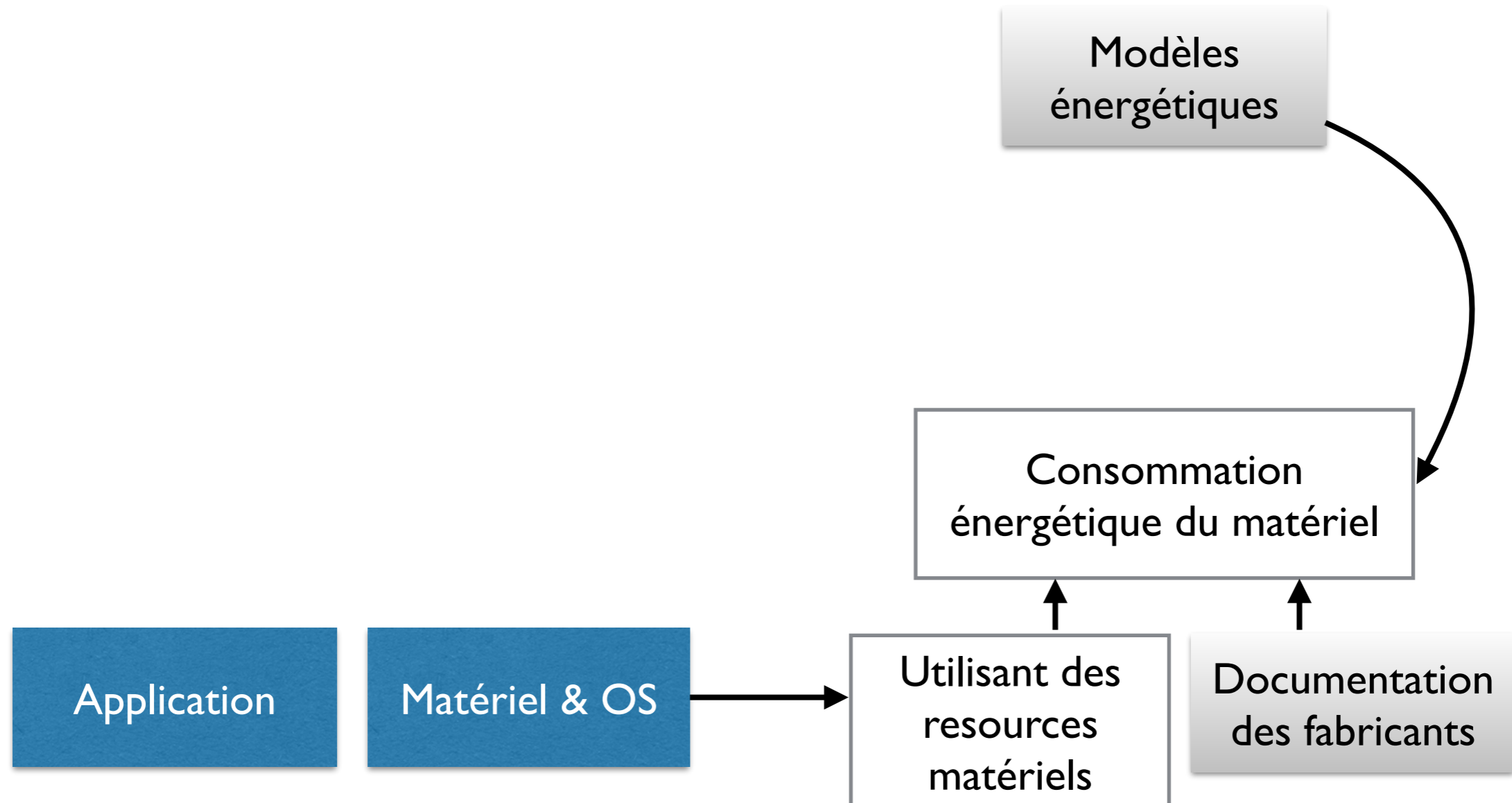
Application

Matériel & OS

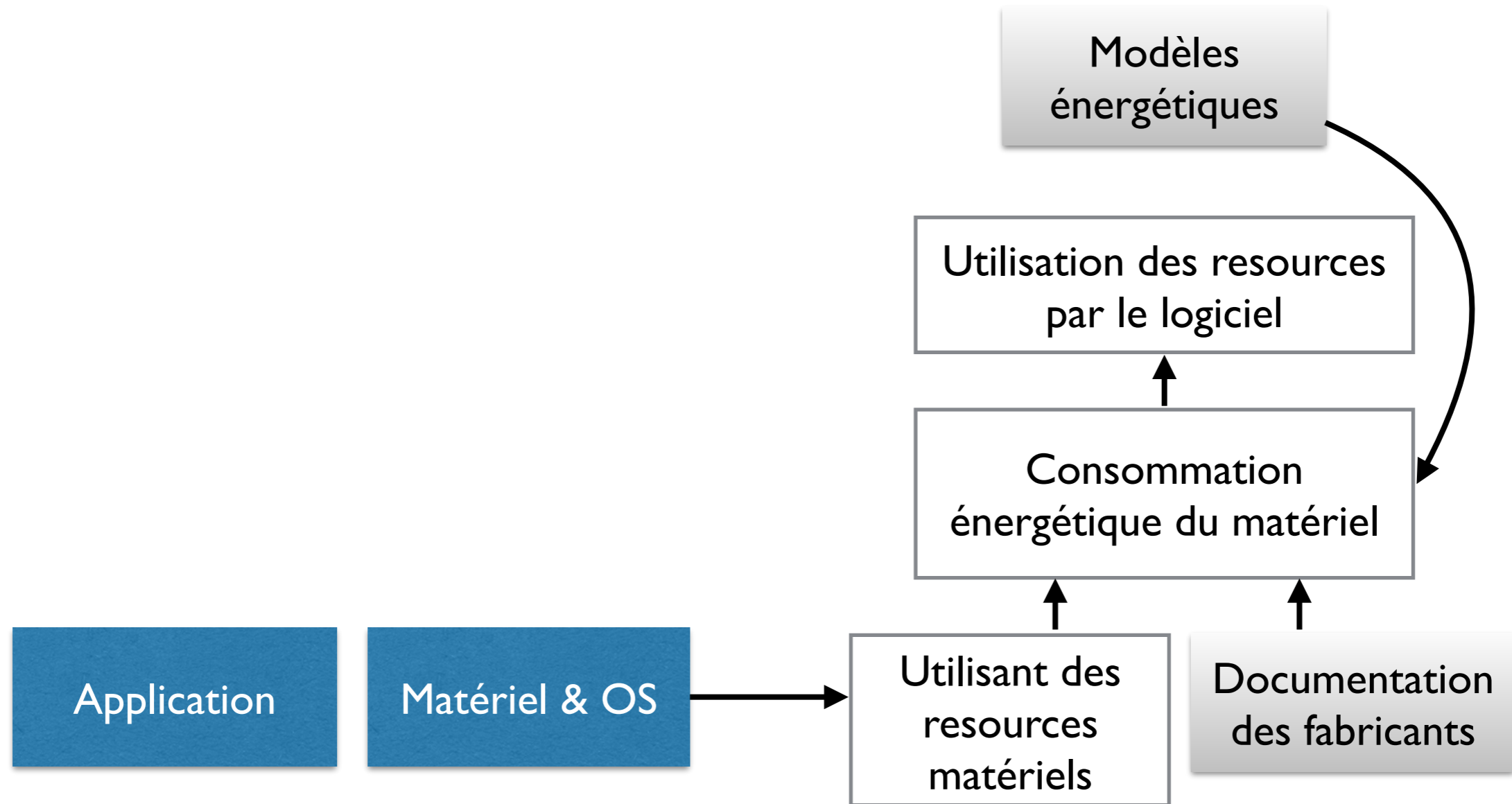
Mesure du code source



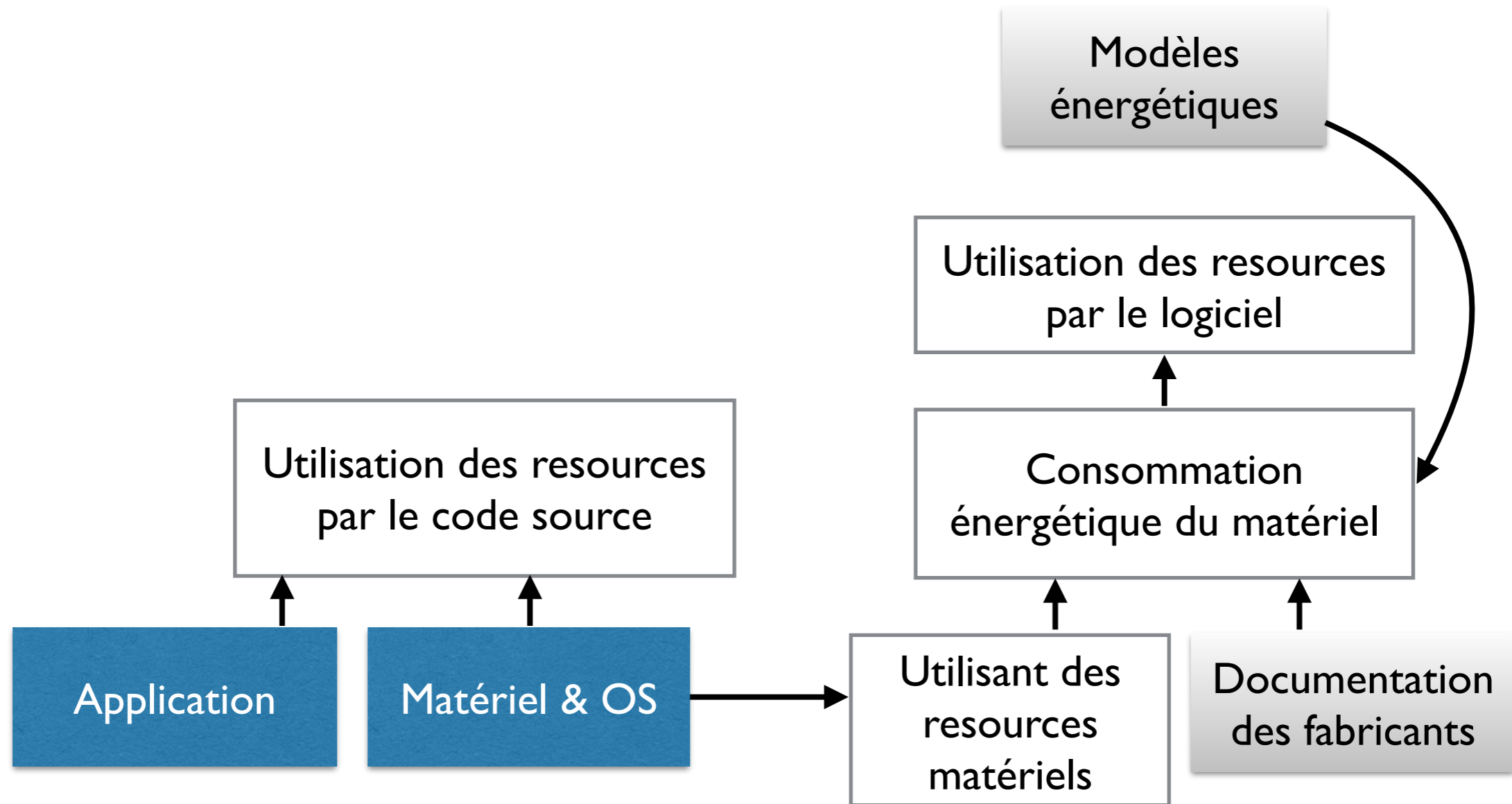
Mesure du code source



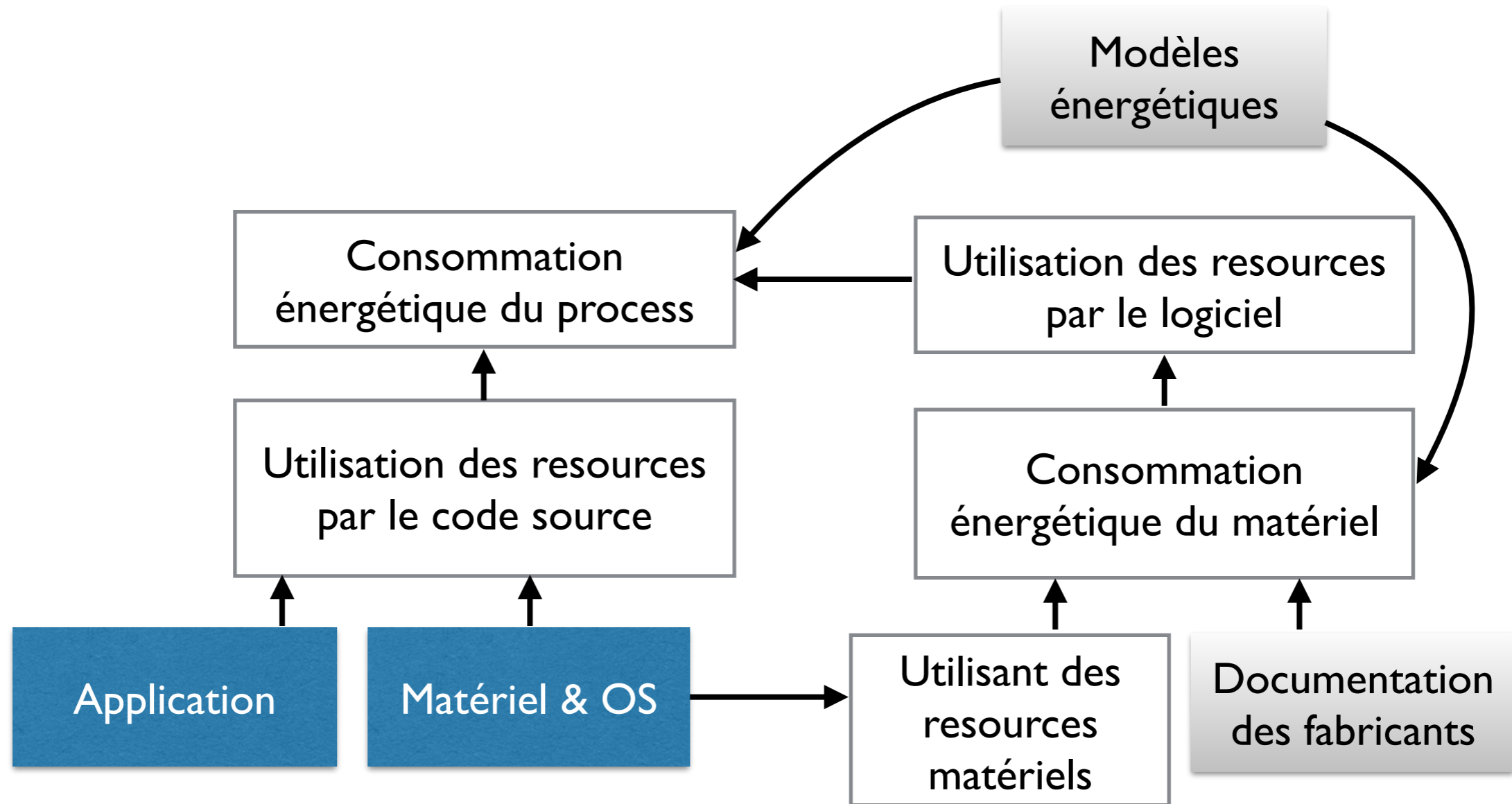
Mesure du code source



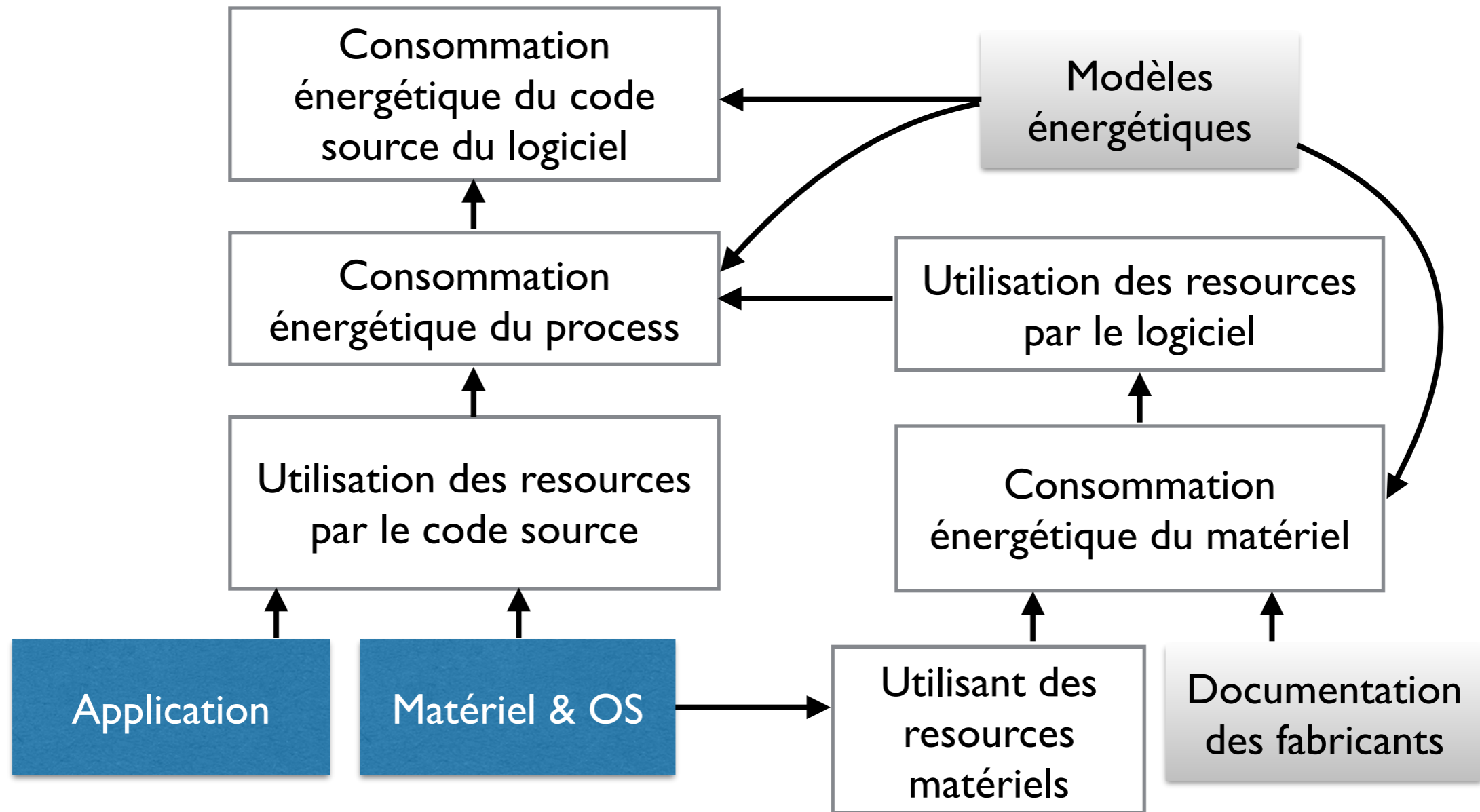
Mesure du code source



Mesure du code source



Mesure du code source

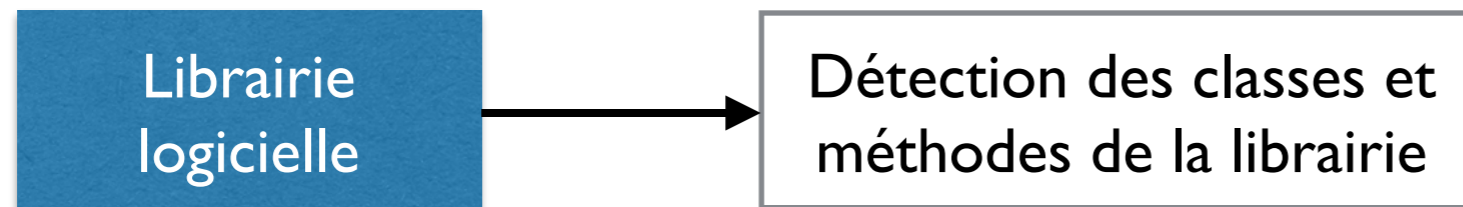


Benchmarking du code

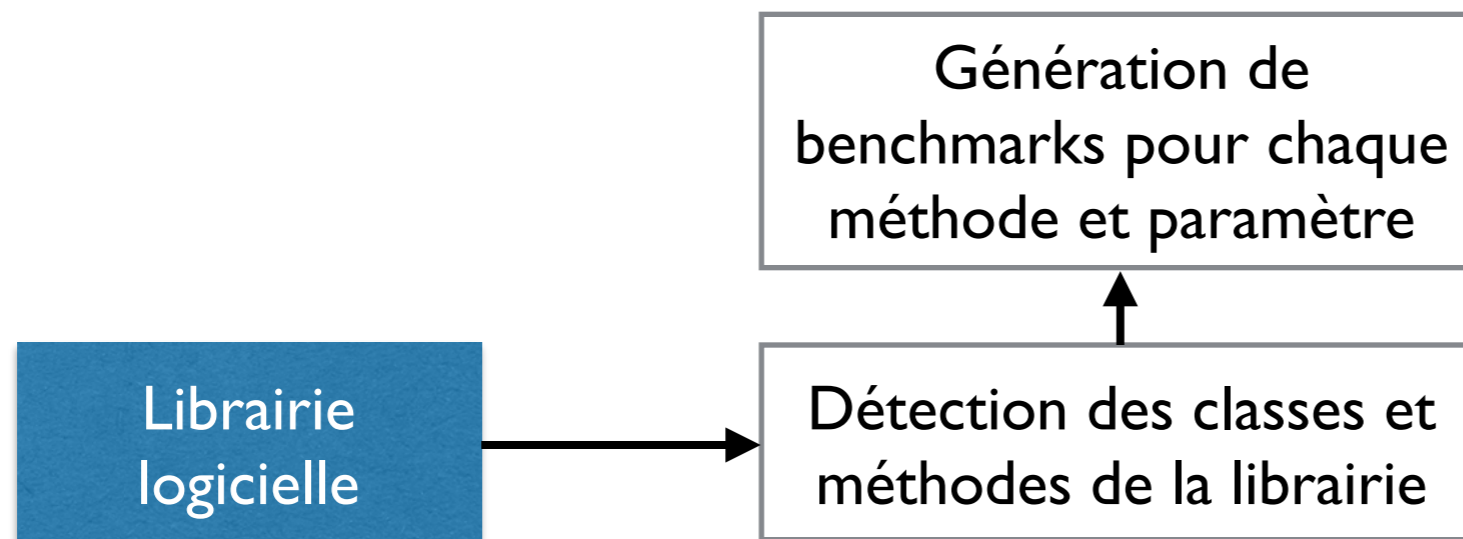
Benchmarking du code

Librairie
logicielle

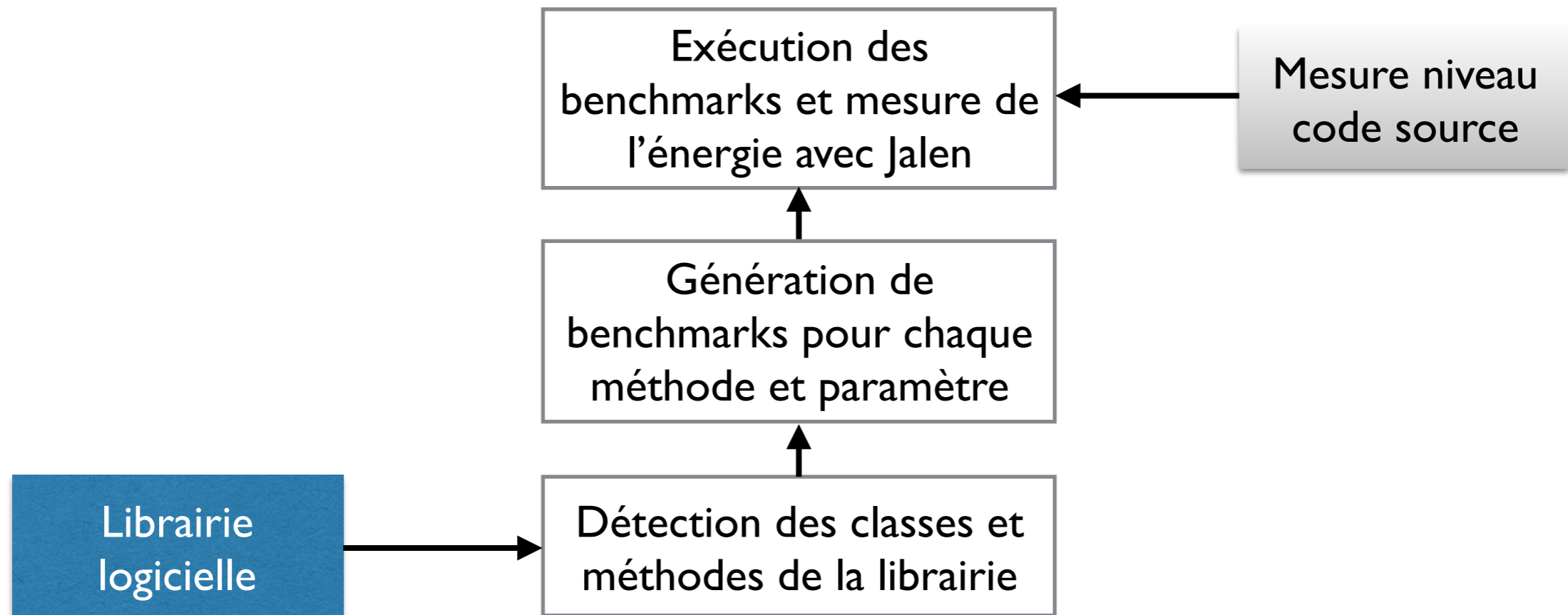
Benchmarking du code



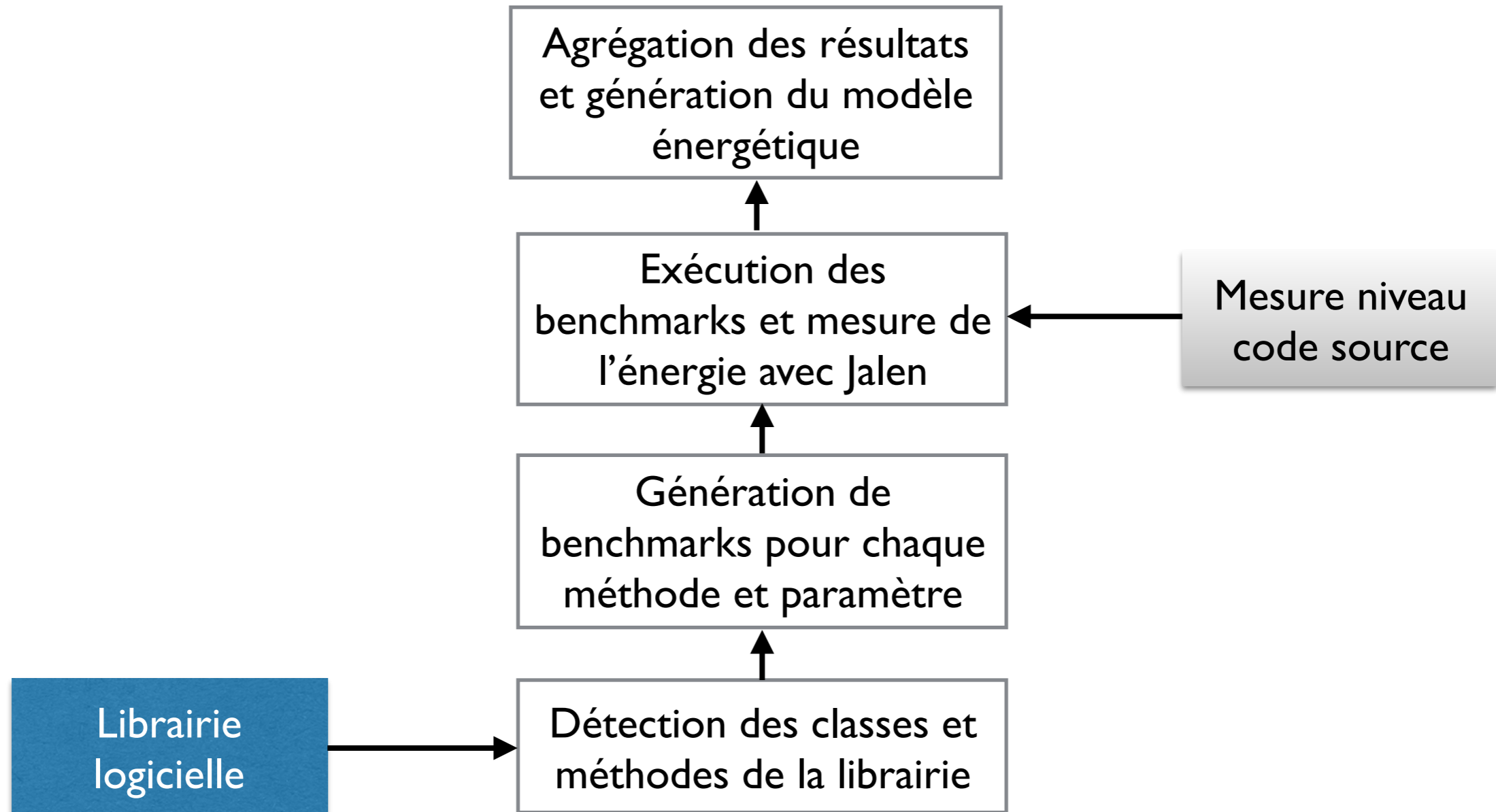
Benchmarking du code



Benchmarking du code



Benchmarking du code



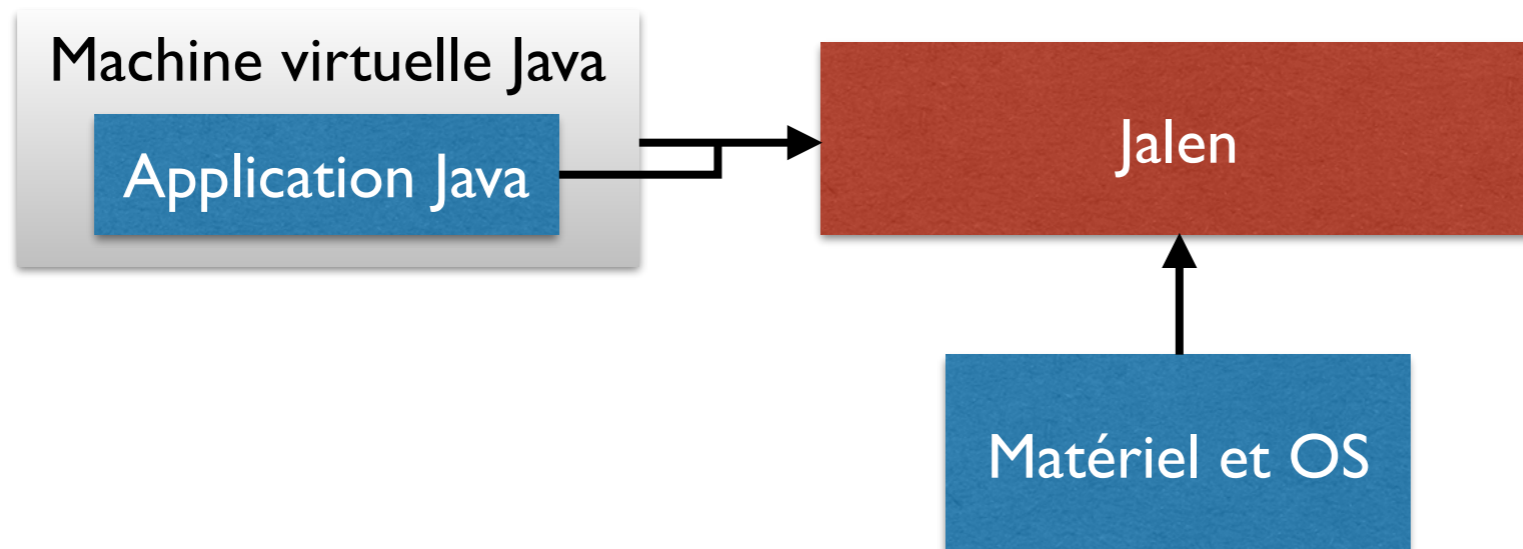
Jalen: mesure énergétique
au niveau code source

Jalen architecture

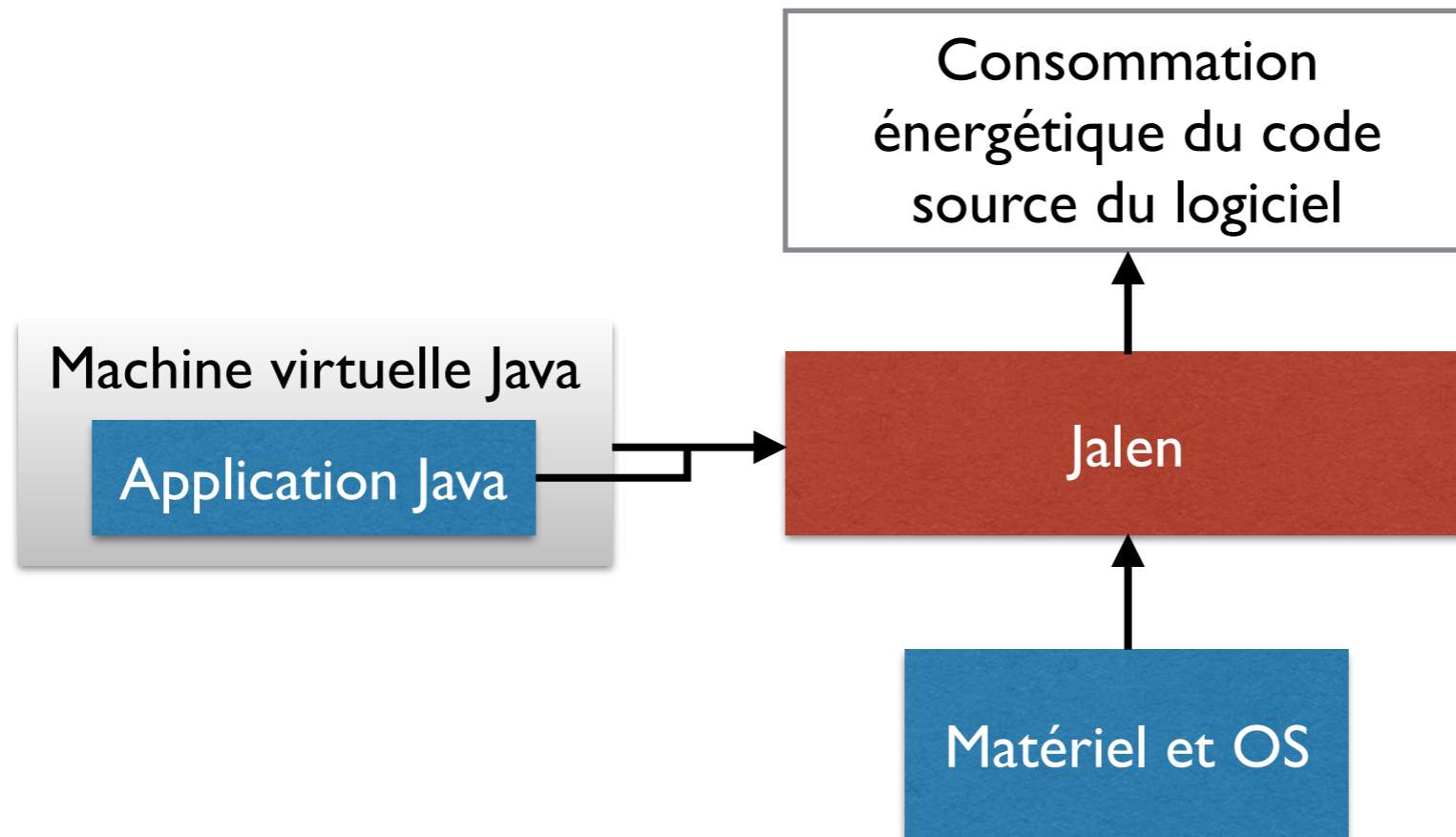
Jalen architecture



Jalen architecture



Jalen architecture



Échantillonnage statistique

Échantillonnage statistique

Jalen

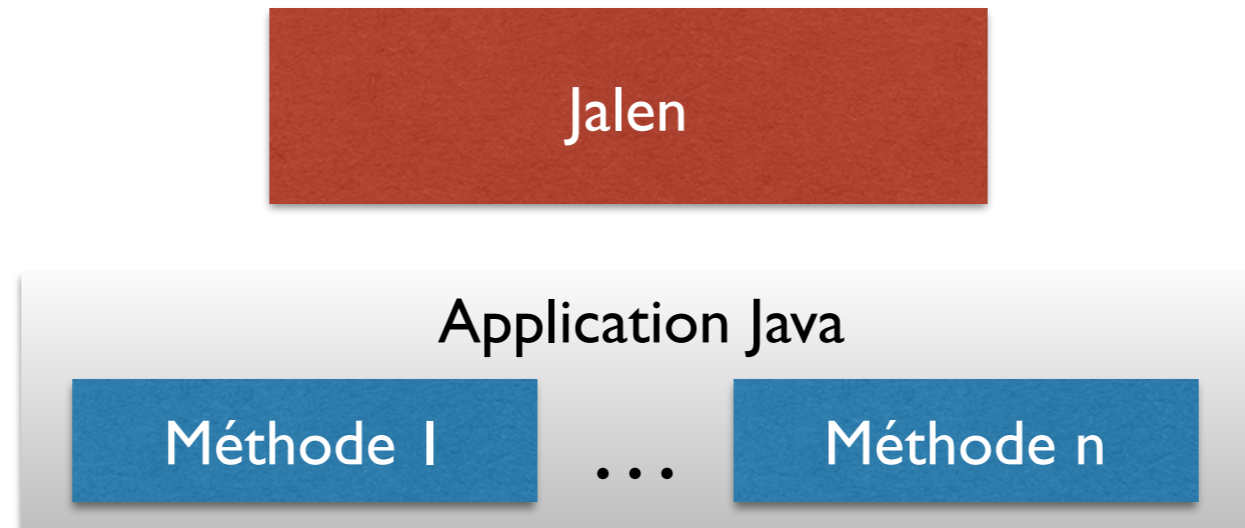
Application Java

Méthode 1

...

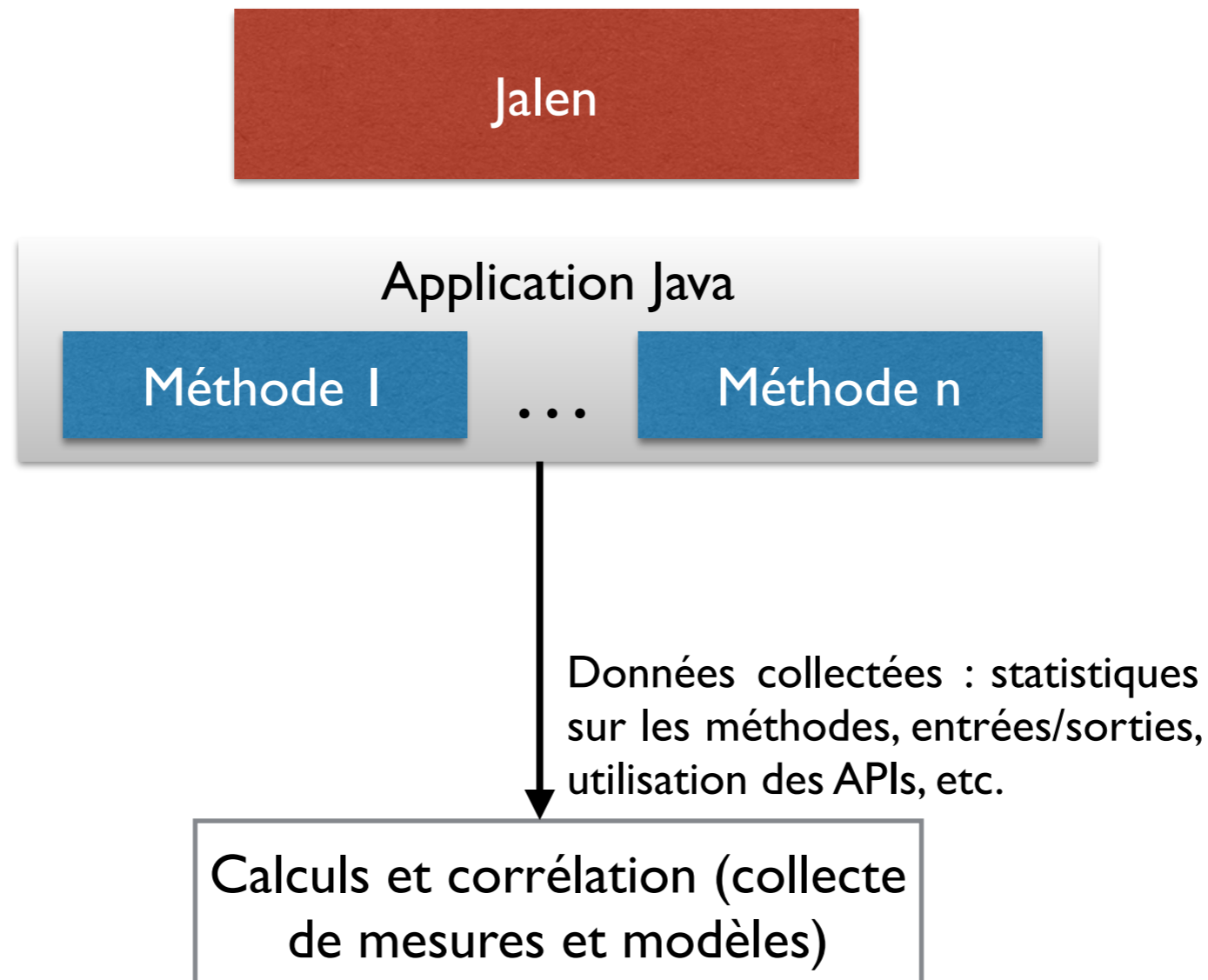
Méthode n

Échantillonnage statistique

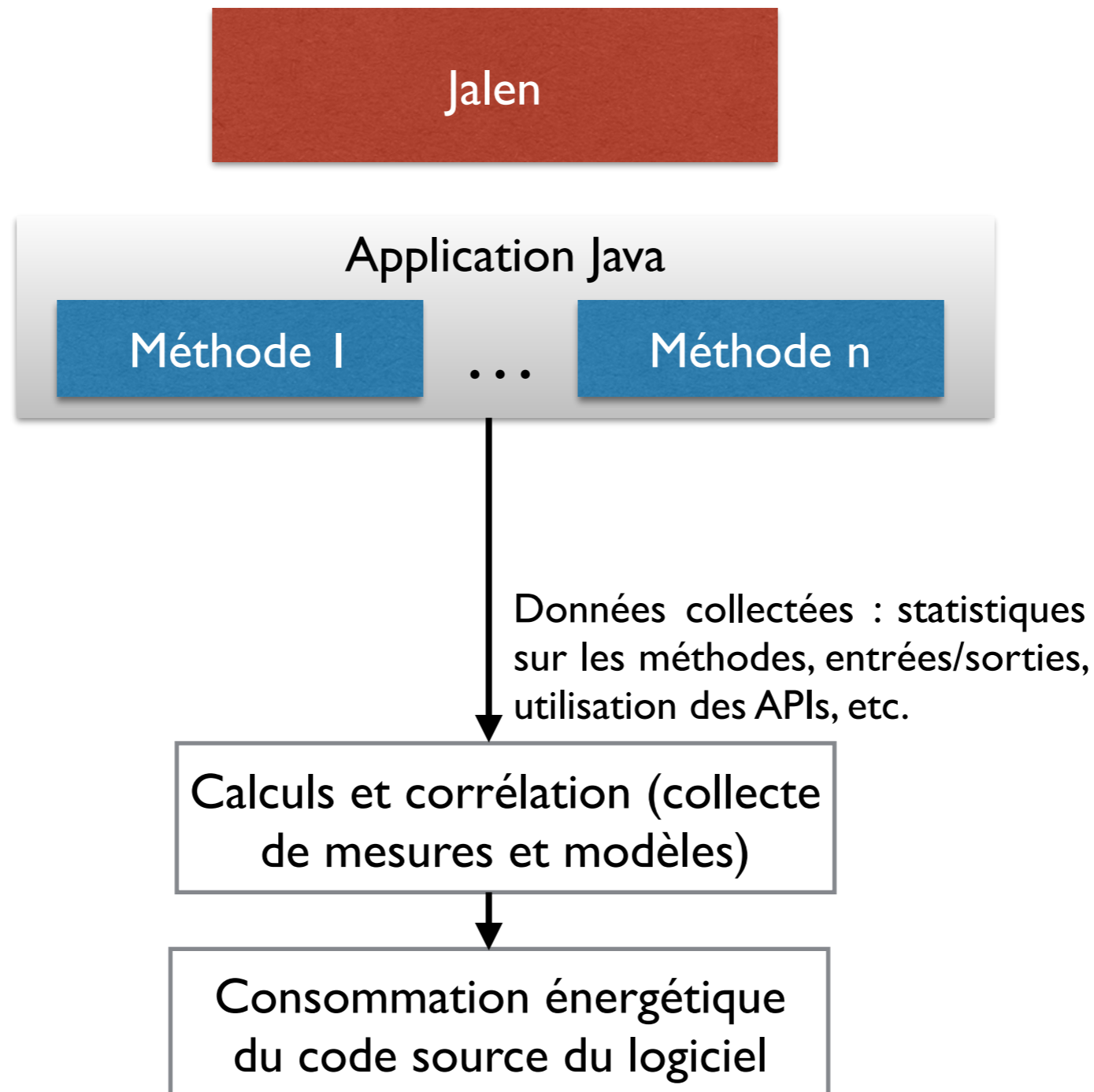


Données collectées : statistiques sur les méthodes, entrées/sorties, utilisation des APIs, etc.

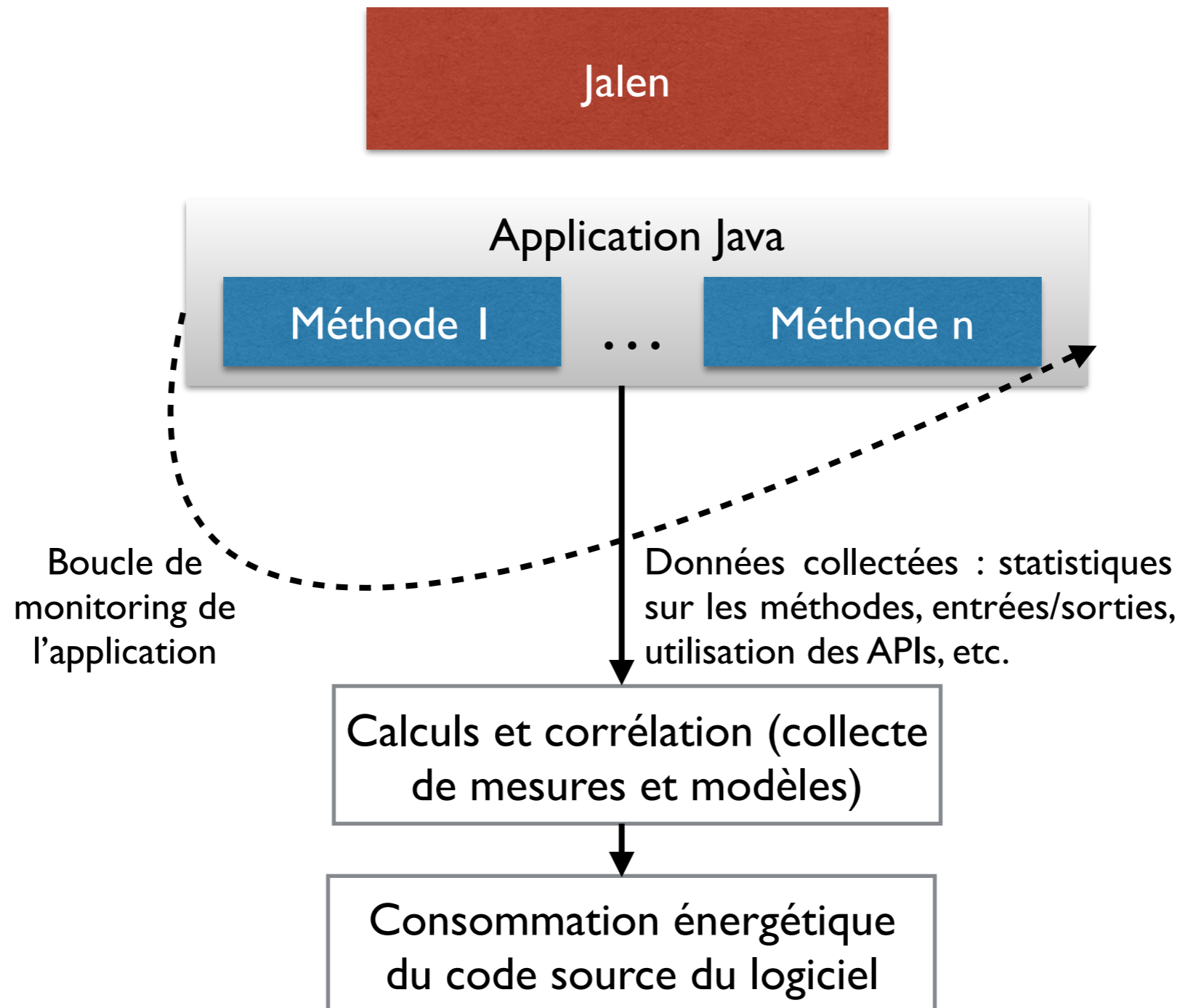
Échantillonnage statistique



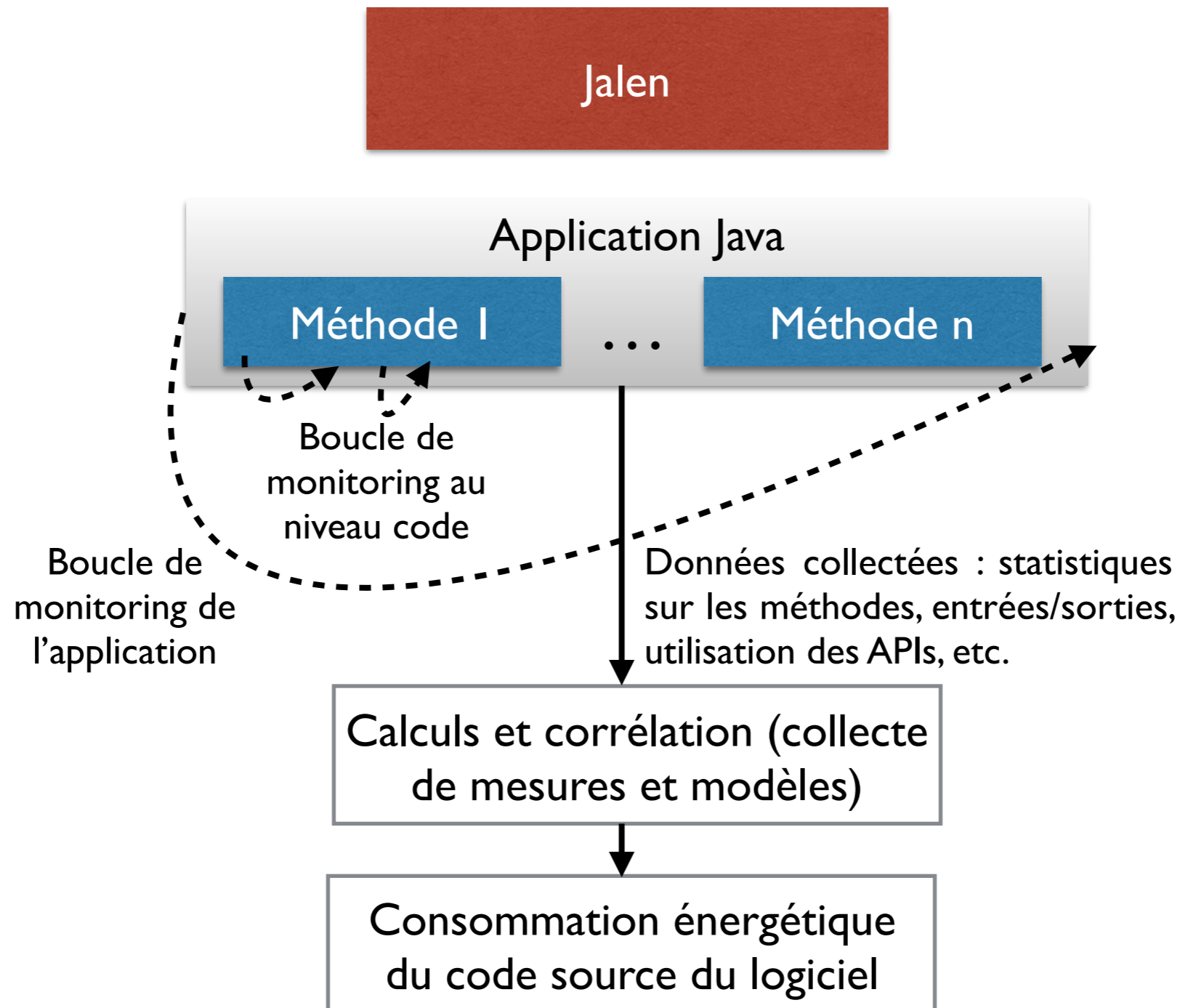
Échantillonnage statistique



Échantillonnage statistique



Échantillonnage statistique



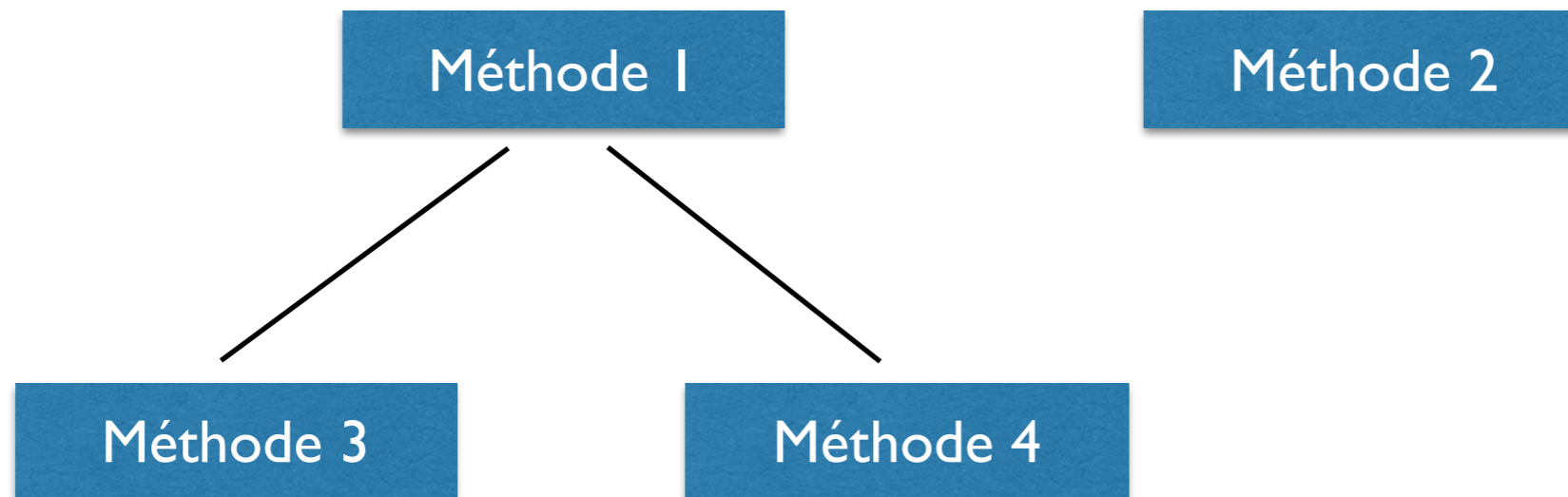
Arbre d'appels

Arbre d'appels

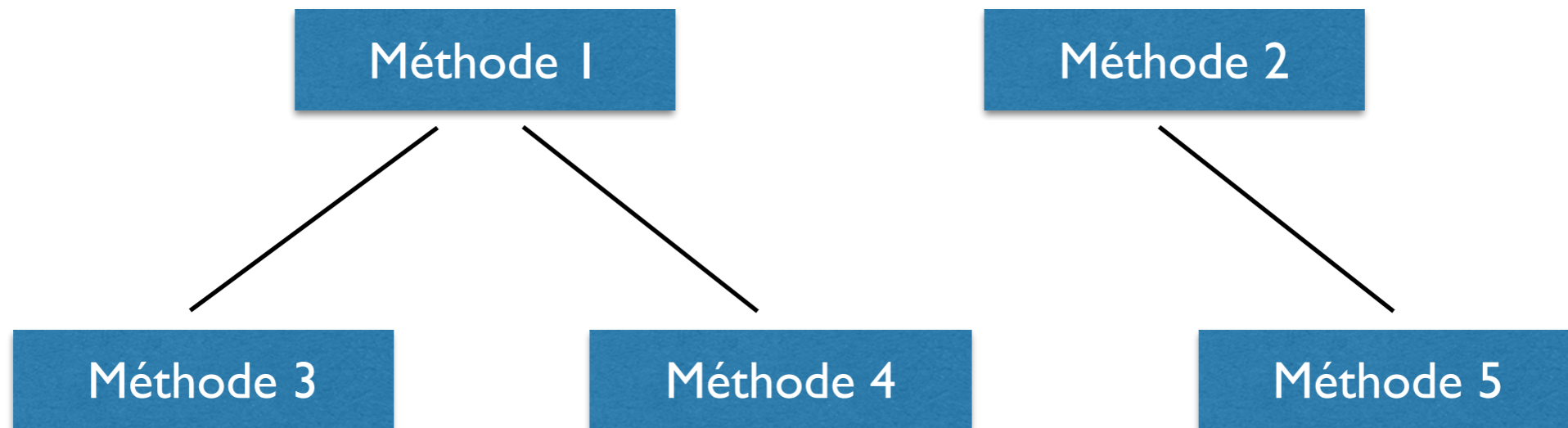
Méthode 1

Méthode 2

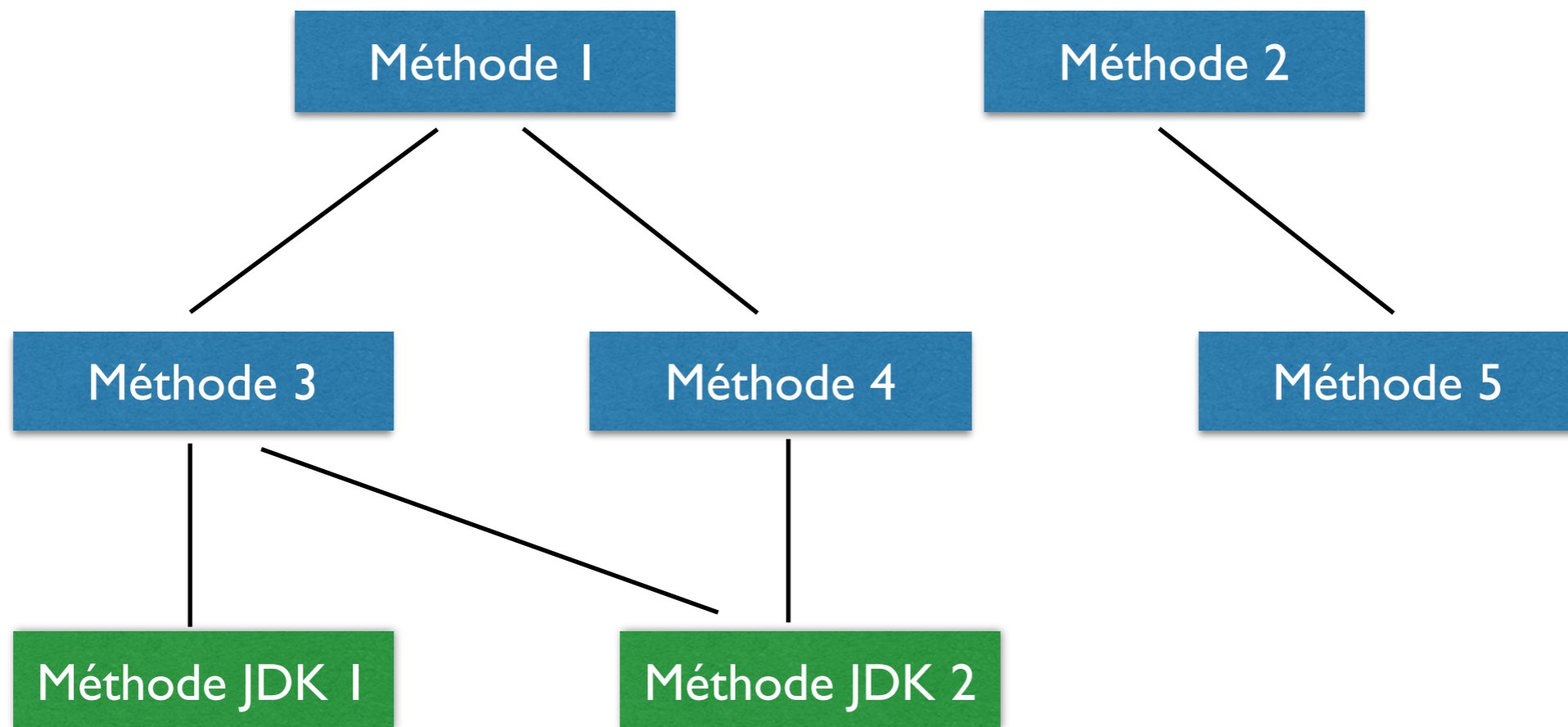
Arbre d'appels



Arbre d'appels

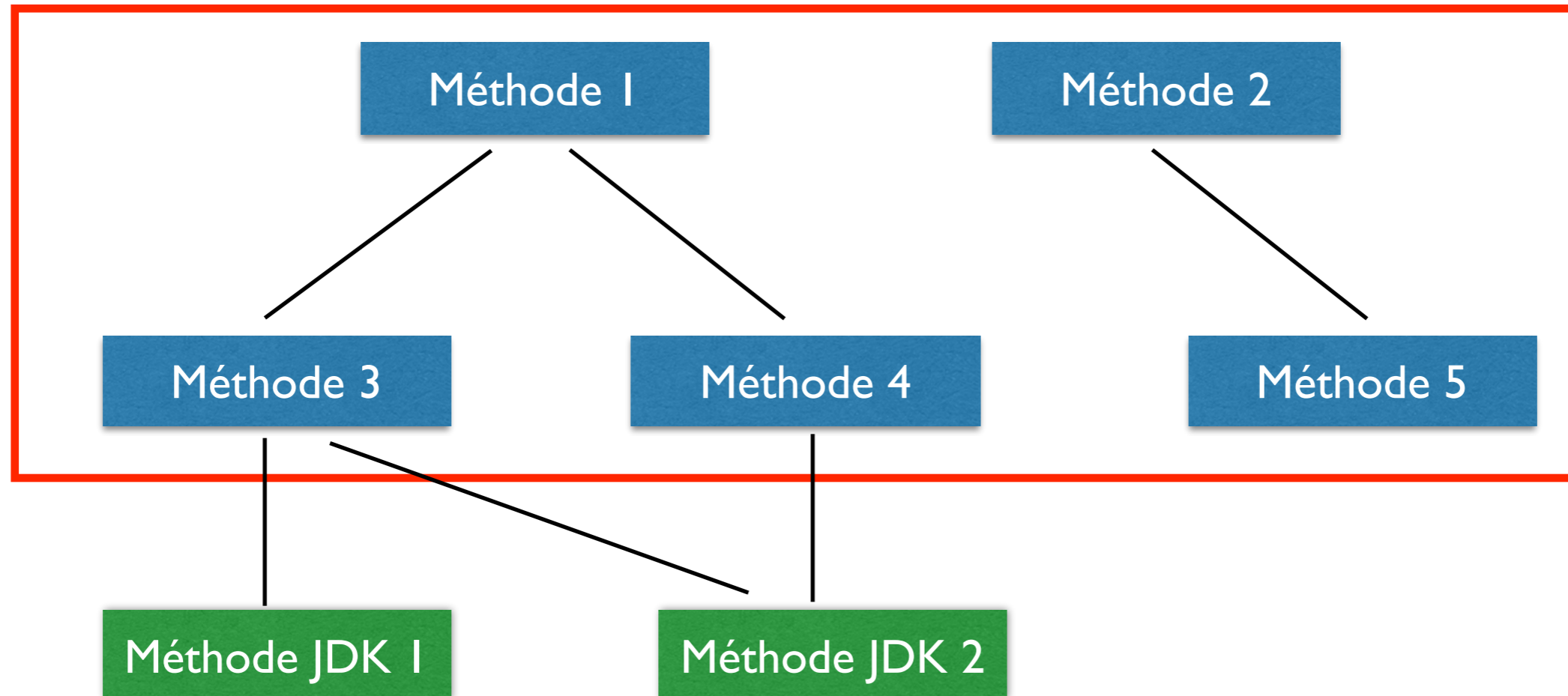


Arbre d'appels

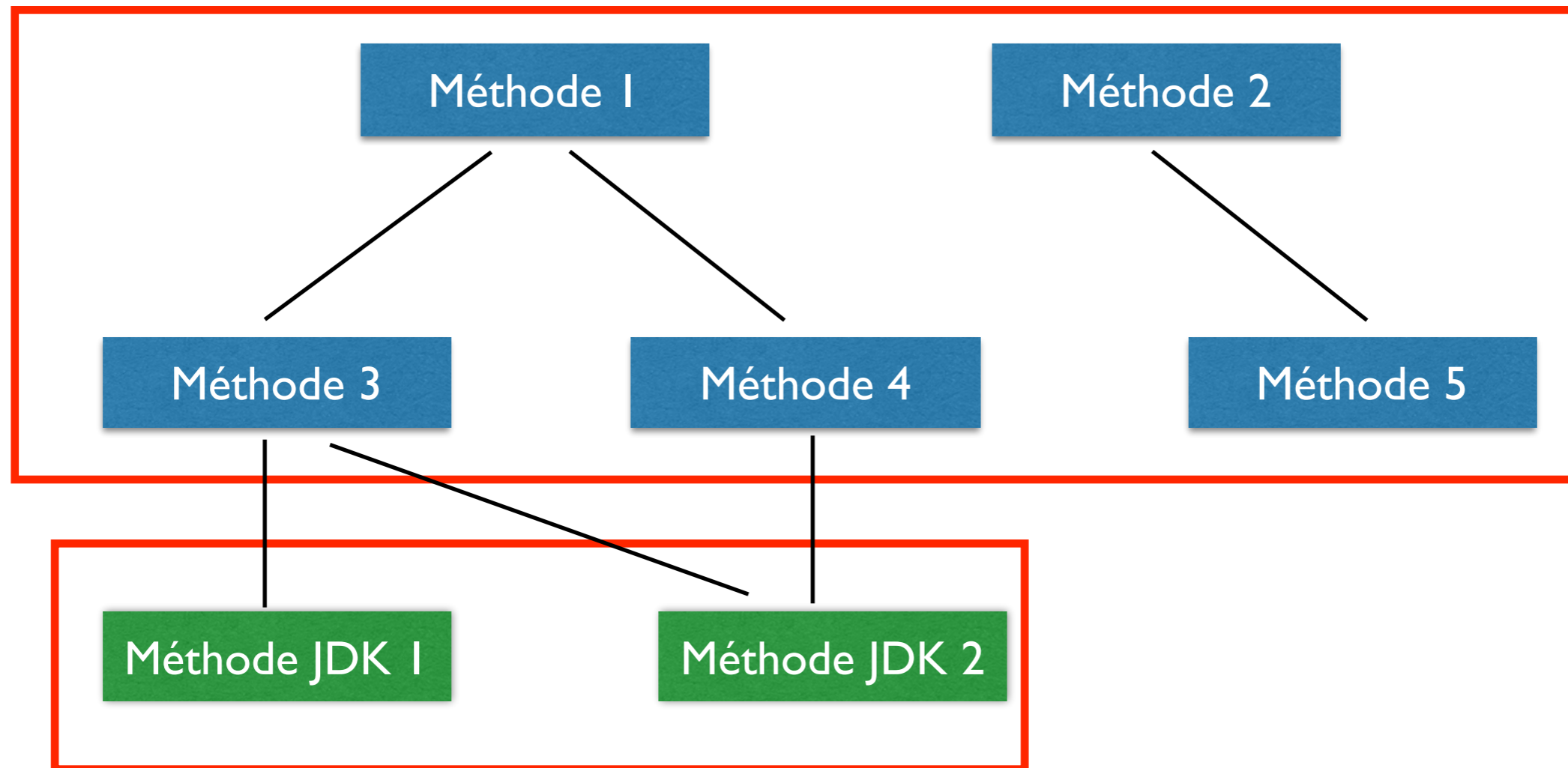


Arbre d'appels

Résultats filtrées

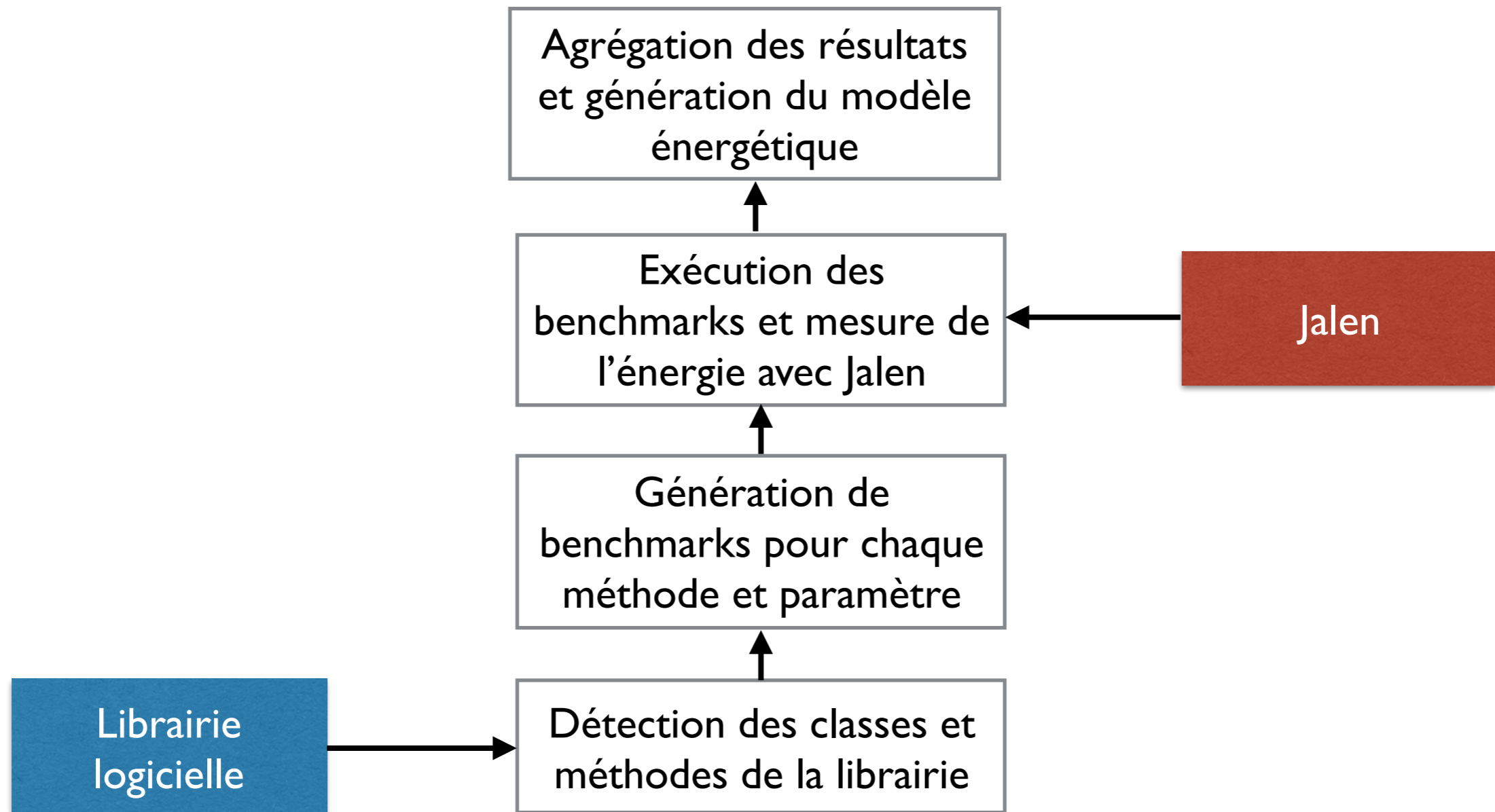


Arbre d'appels



Benchmarking du code :
Jalen Unit

Benchmarking du code



Jalen

- Code source sur : github.com/adelnoureddine/jalen
- Agent Java, utilisation :
`java -javaagent:jalen.jar -jar program.jar`
- Caractéristiques matérielles définies dans le fichier `config.properties`

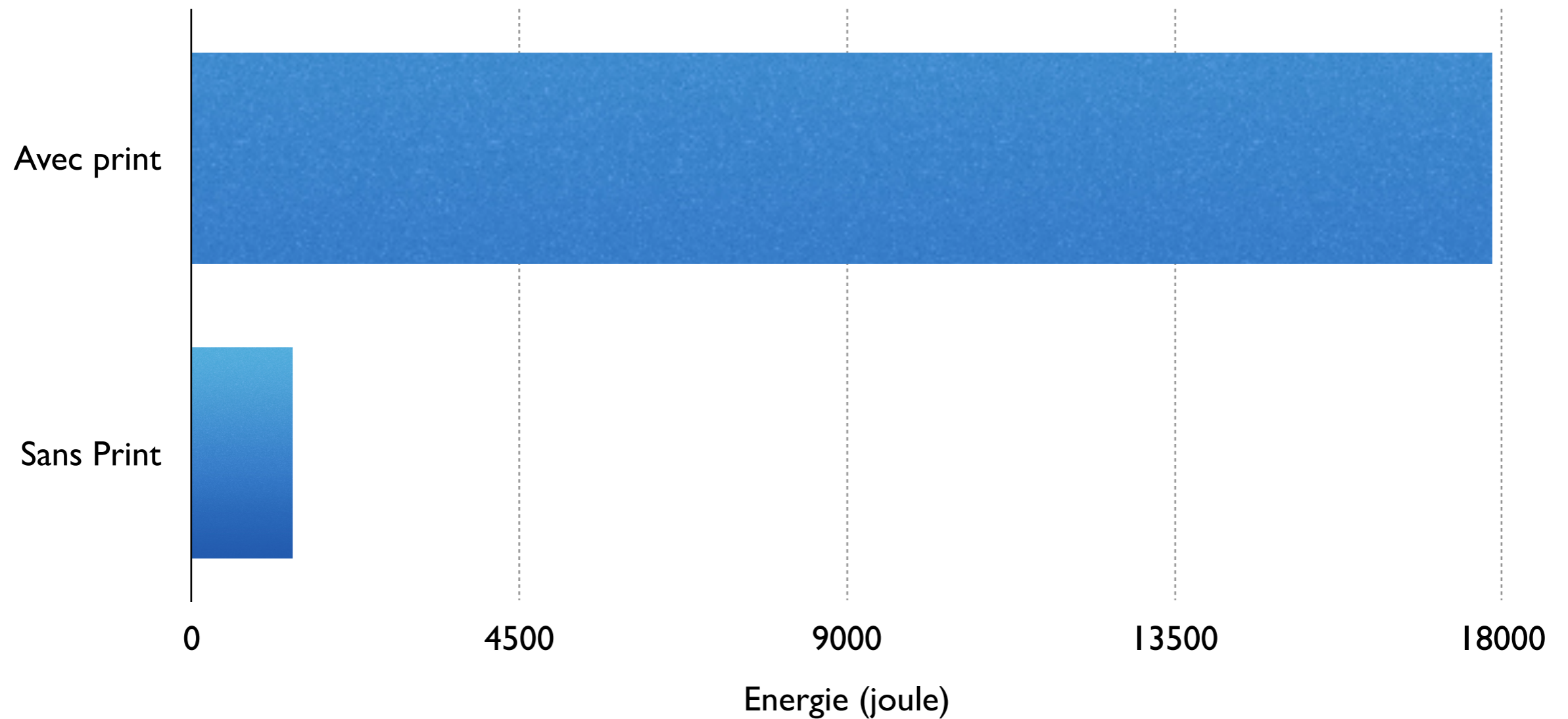
Demo

Ce qu'on fait avec...

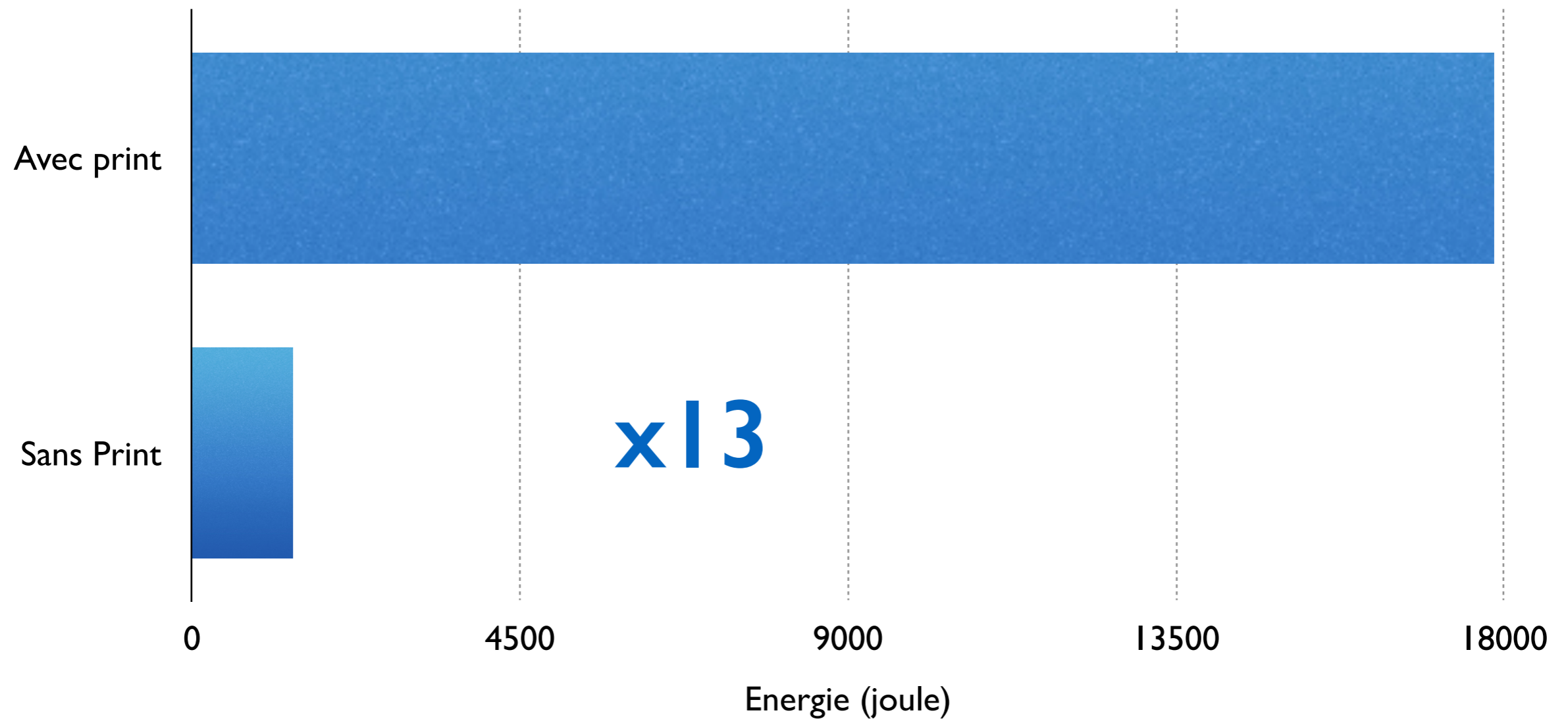
- Étudier l'impact de l'implémentation d'algorithmes et de méthodes
- Détecter où l'énergie est consommée dans les logiciels et au niveau code source
- Modéliser la variation énergétique des bibliothèques à la suite de la modification des paramètres d'entrées

**Des graphes, des
chiffres... !**

Tours de Hanoi: I/O - Print

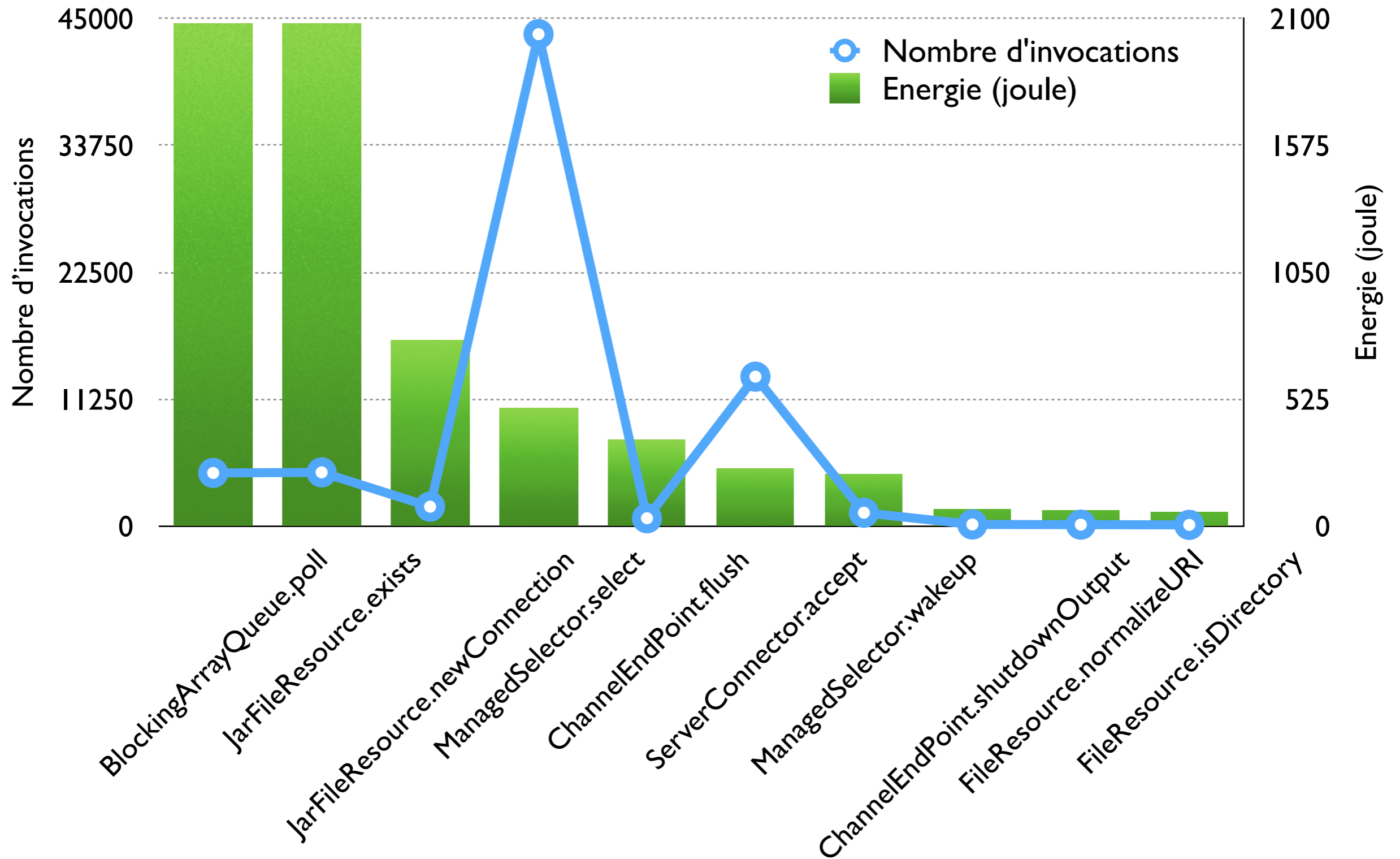


Tours de Hanoi: I/O - Print

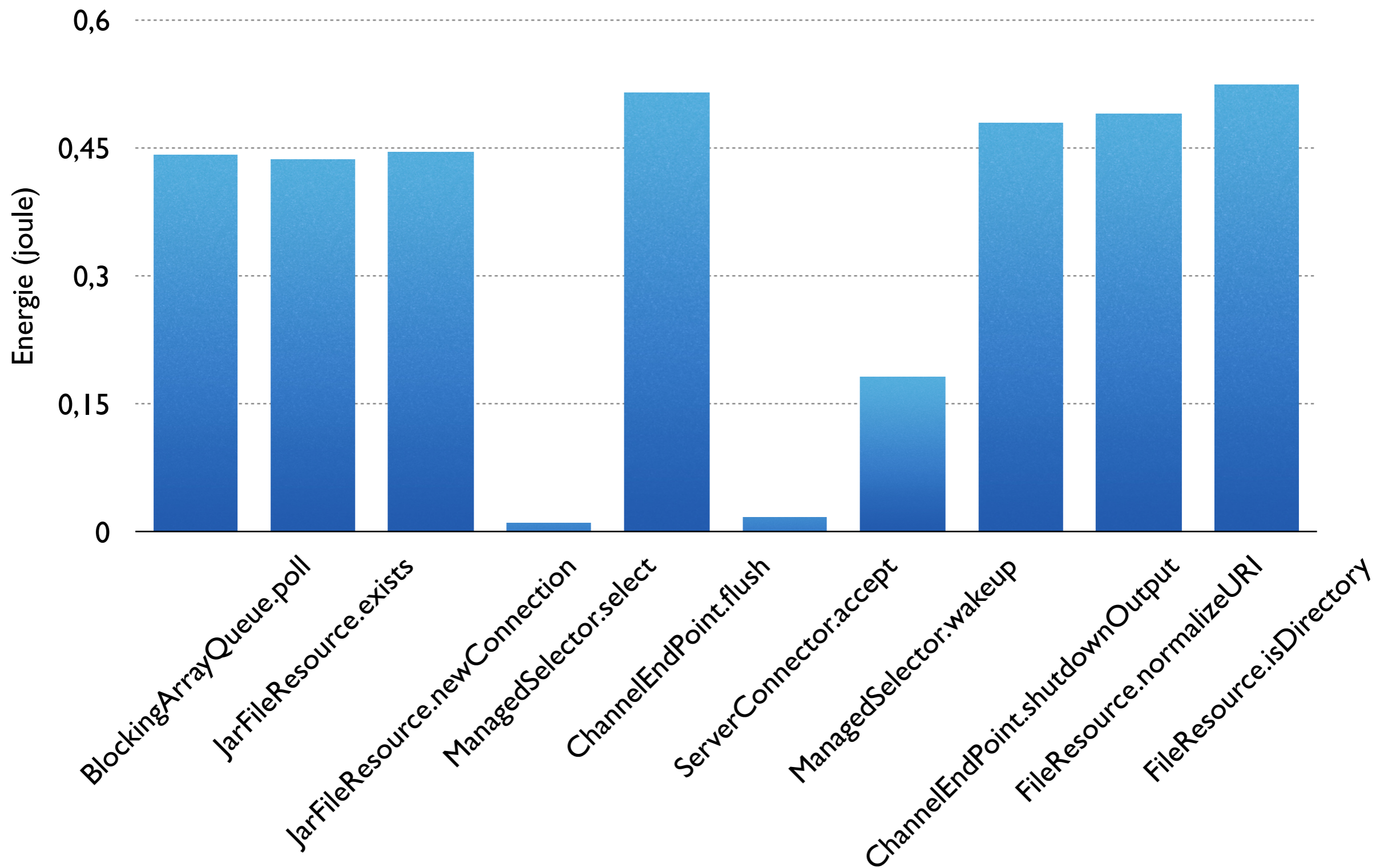


Serveur web Jetty

Serveur web Jetty

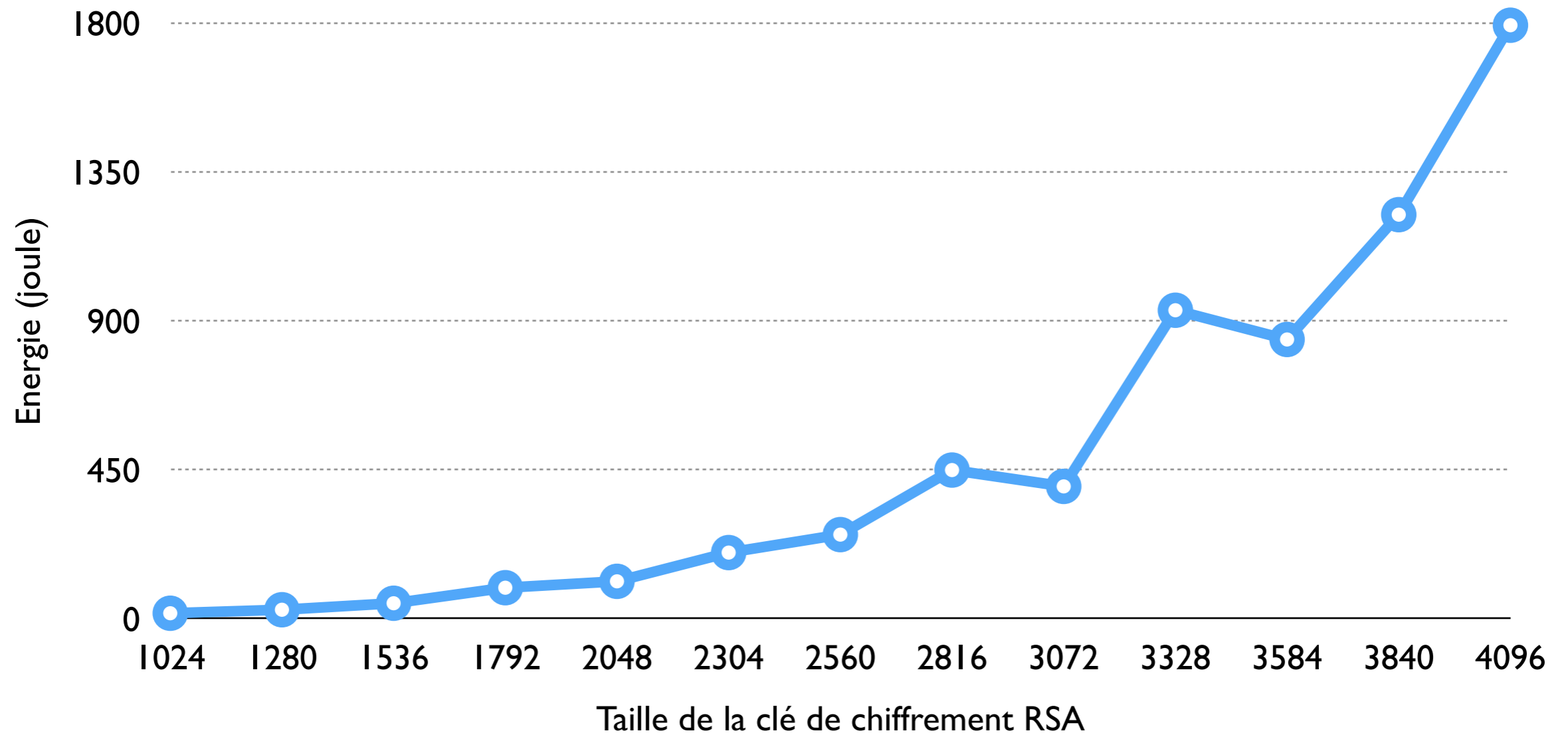


Énergie par invocation

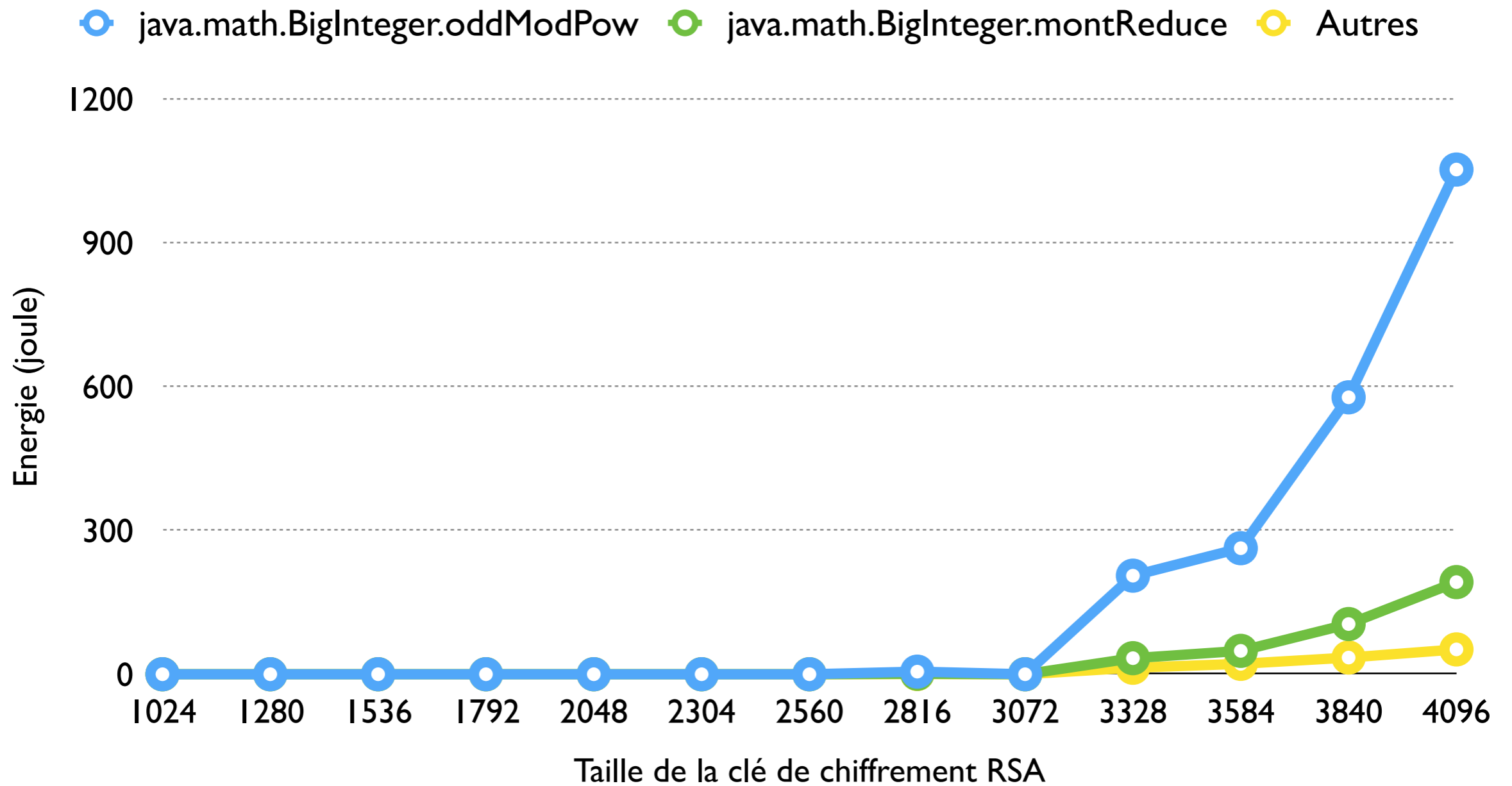


Benchmarking de la variation énergétique

Algorithme de chiffrement RSA

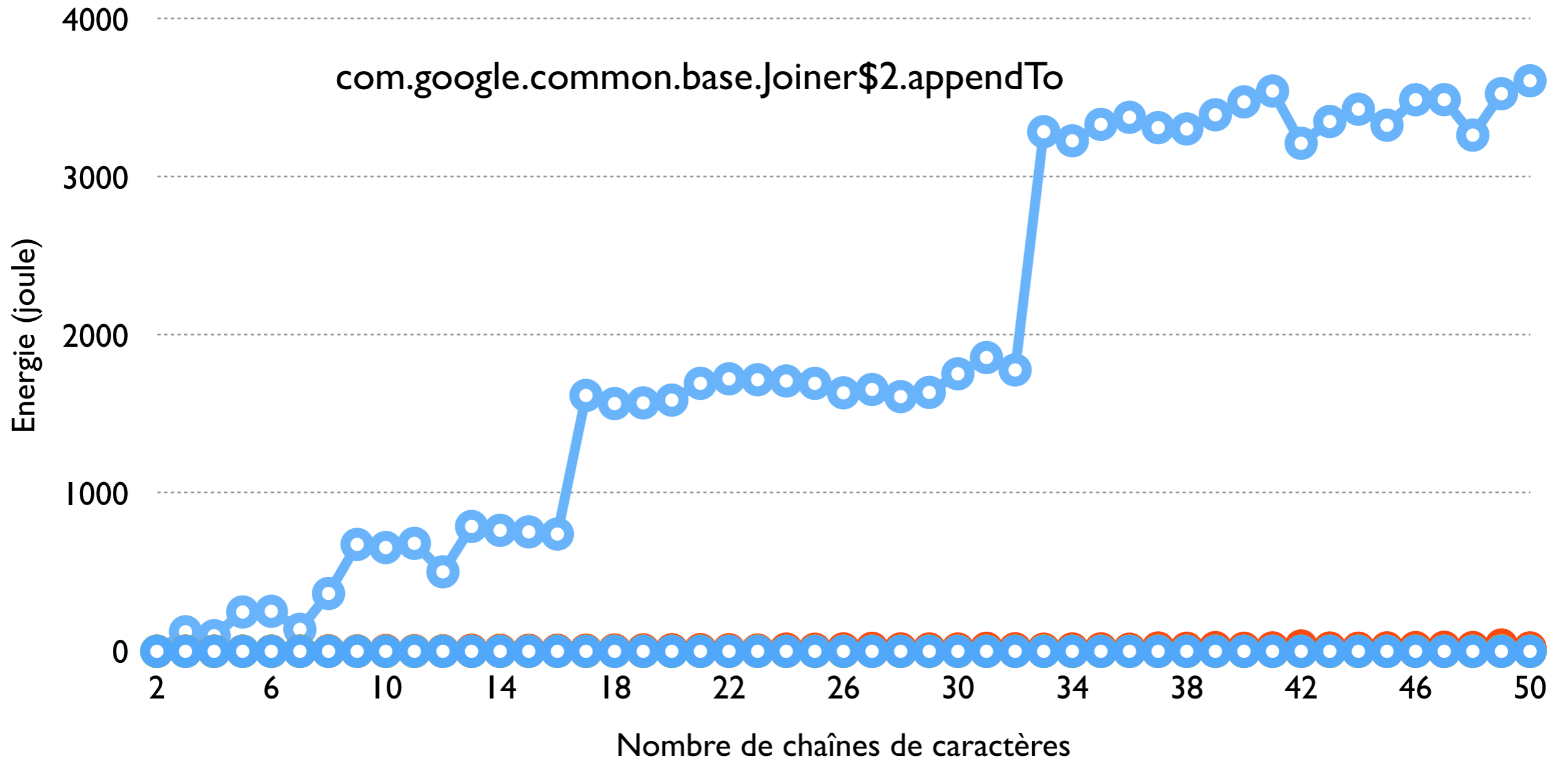


Algorithme de chiffrement RSA



La méthode Joiner.join de Guava

`com.google.common.base.Joiner$2.appendTo`



En conclusion

- Problématique de l'énergie dans les logiciels
- Modèles pour mesure la consommation au niveau le plus fin (application, code source)
- Développement d'un « microscope énergétique » : **Jalen**
- Étude de la variation énergétique en utilisant des benchmarks avec Jalen Unit

Publications

- **Adel Noureddine**, Romain Rouvoy, and Lionel Seinturier. *Inferring Automatically the Energy Consumption of Software Libraries*. In Software Engineering Aspects of Green Computing track of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing (SAC'14). Gyeongju, South Korea, March 2014.
- **Adel Noureddine**, Aurélien Bourdon, Romain Rouvoy, and Lionel Seinturier. *Runtime Monitoring of Software Energy Hotspots*. In the 27th International Conference on Automated Software Engineering (ASE'12). Pages 160-169. Essen, Germany, September 2012. Acceptance rate: 15%.
- **Adel Noureddine**, Aurélien Bourdon, Romain Rouvoy, and Lionel Seinturier. *A Preliminary Study of the Impact of Software Engineering on GreenIT*. In the First International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS'12/ICSE'12). Zurich, Switzerland, June 2012. Acceptance rate: 41%.