



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom



IMPLIQUER LES UTILISATEURS DANS LA RÉDUCTION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES APPLICATIONS CLOUD

Thomas LEDOUX
équipe Stack LS2N-INRIA
IMT Atlantique

PLAN

1. CONTEXTE & PROBLÉMATIQUE
2. ILLUSTRATION
3. SOLUTION & RÉSULTATS

Ce travail a été mené avec Anas Mokhtari (IMT Atlantique) et Baptiste Jonglez (Inria) dans le cadre du projet PIA4 OTPaaS (2021-2024)



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

CONTEXTE & PROBLÉMATIQUE

Empreinte carbone du Cloud

Contexte : empreinte carbone et consommation énergétique des services numériques hébergés dans le Cloud

Etat de l'art : les solutions proposées

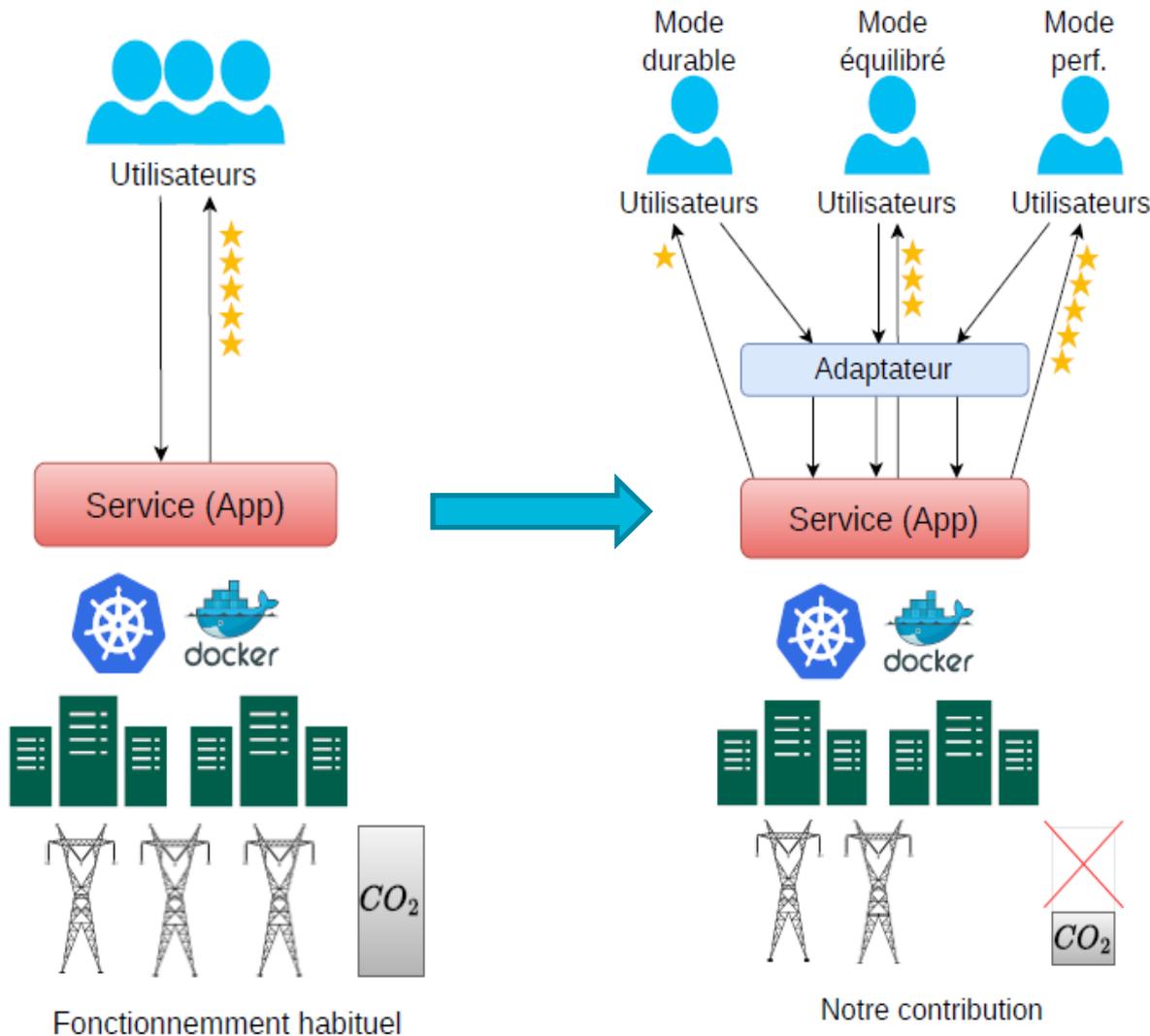
- ▶ traitent surtout les aspects infrastructures (optimisation)
 - ▶ considèrent l'application Cloud comme une « boîte noire »
 - ▶ ignorent les besoins des utilisateurs des applications (exigences différentes) :
 - le nombre de résultats d'une recherche
 - la qualité d'une image
 - le temps de réponse à une requête
 - etc.
- Notion de qualité d'expérience (QoE)
ou qualité de service (QoS)*

Notre but : proposer une approche holistique où

- ▶ Le développeur de l'application Cloud propose une « boîte grise »
- ▶ L'utilisateur est impliqué dans sa consommation logicielle

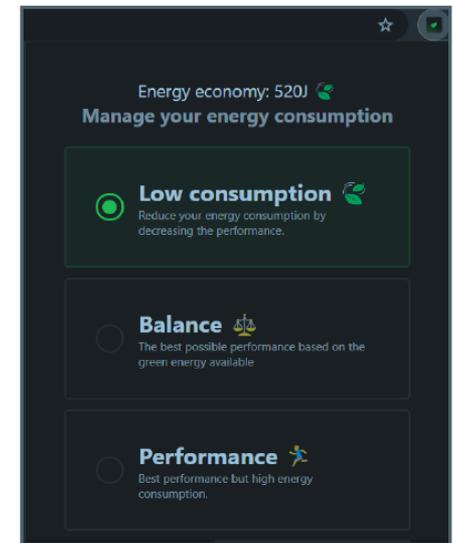
PRINCIPE DE BASE

Overview



Trois modes utilisateurs :

- ✓ Performance : maximiser la qualité des résultats
- ✓ Durable : minimiser l'empreinte carbone
- ✓ Equilibré : entre les deux



PREUVE DE CONCEPT

Objectifs

Quoi ?

Faire des utilisateurs de l'informatique en nuage des acteurs clés

Montrer l'impact des choix des utilisateurs sur la consommation énergétique et l'empreinte carbone

Comment ?

Proposer une technique d'adaptation automatique de la QoS/QoE en fonction du mode choisi par l'utilisateur et de la nature de l'énergie

CAS D'ÉTUDE

Redimensionnement d'images

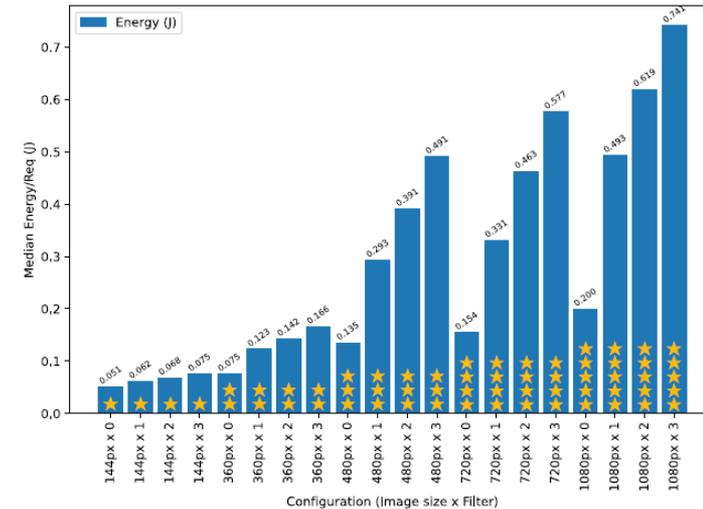
Service de redimensionnement d'images

Deux Paramètres

- ▶ taille de l'image (144, 360, 480, 720, 1080 px)
- ▶ méthode de filtrage (0, 1, 2, 3)

Vingt configurations

- ▶ critère pour l'utilisateur : perception de l'image
- ▶ 5 niveaux de qualité estimés : 1 à 5 étoiles
- ▶ 20 consommations différentes



(a) 54p en hauteur, Filtre 0



(b) 1080p en hauteur, Filtre 3

ADAPTATION

Algorithme

Contexte de l'expérience : micro-datencenter alimentée par

- ▶ le réseau électrique : énergie illimitée mais brune
- ▶ les panneaux solaires : énergie verte mais limitée et variable

Objectif de l'algorithme

Trouver la configuration optimale en QoS/QoE pour chaque profil d'utilisateur tout en minimisant l'empreinte carbone

EXPÉRIMENTATION ET RÉSULTATS

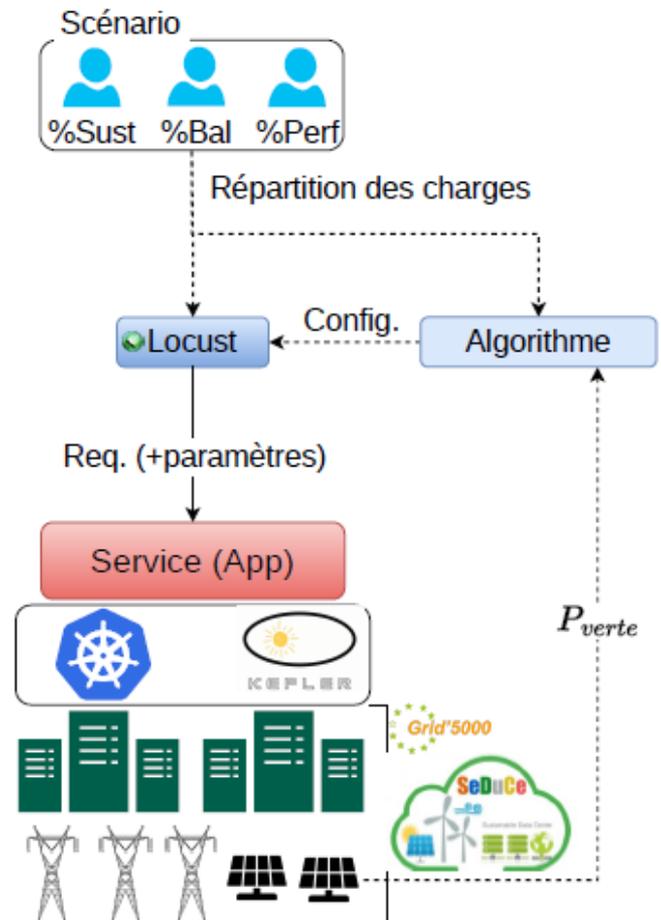
Banc de tests

Dispositif expérimental

- ▶ Centre de données avec panneaux solaires
- ▶ Application déployée en utilisant Kubernetes
- ▶ Sonde logicielle Kepler
- ▶ Injecteur de charge Locust

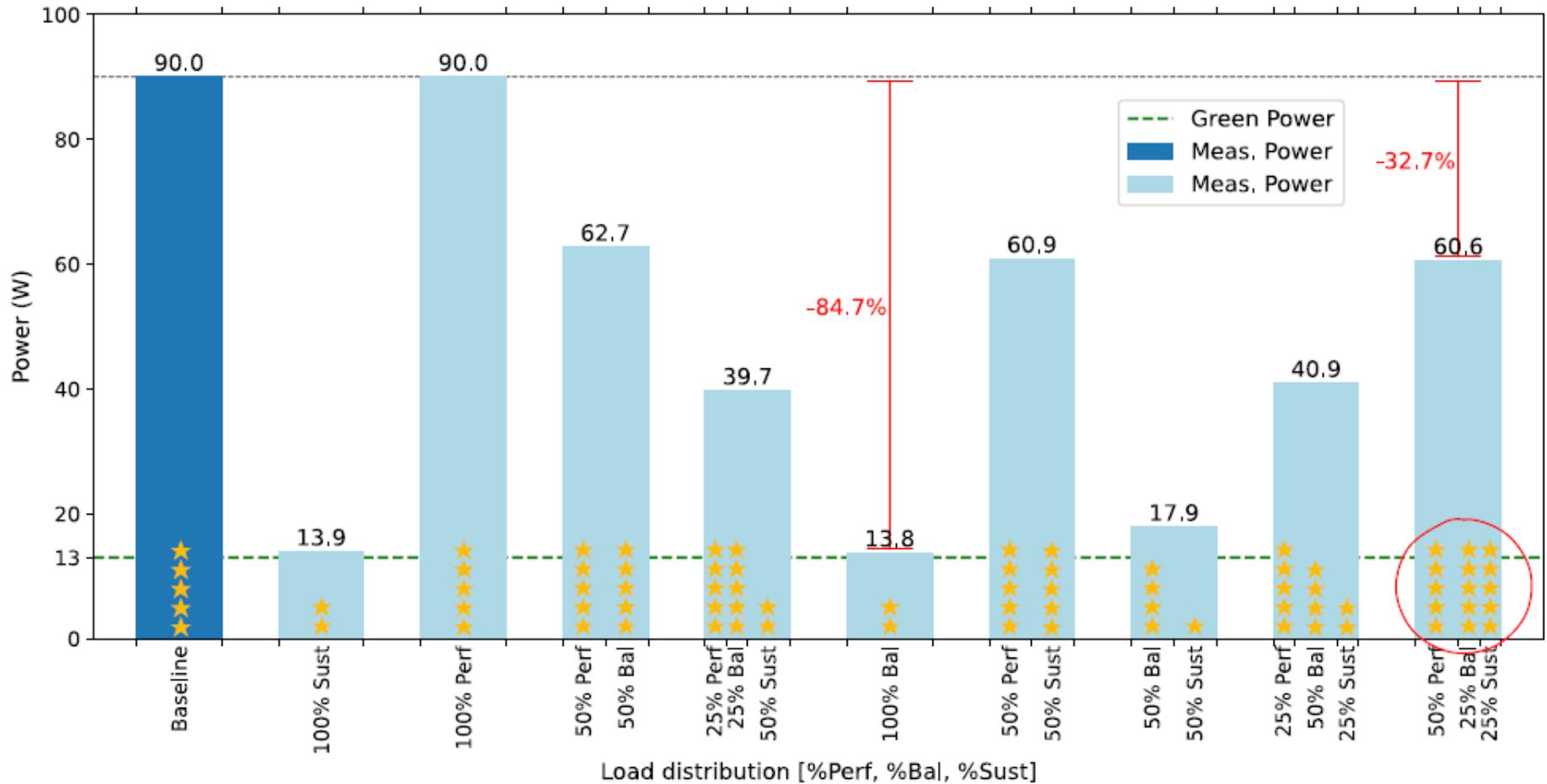
Expérience

- ▶ Durée de l'expérimentation : 60 secondes
- ▶ Puissance verte disponible : 13W
- ▶ Charge totale des requêtes : 120 Req/s
- ▶ 9 scénarios avec des répartitions de charge différentes entre modes utilisateurs



EXPÉRIMENTATION ET RÉSULTATS

Résultats



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

A suivre...

Conclusion

Frugalité numérique par la participation des utilisateurs

Cas de l'empreinte carbone des applications SaaS dans le Cloud

⇒ La participation des utilisateurs permet de réduire l'empreinte carbone

Perspectives

Etudier d'autres cas d'utilisation : IA générative, streaming vidéo

Considérer le mix énergétique du réseau électrique du pays dans l'adaptation

Passage à l'échelle

- ▶ Auto-calibrer chaque configuration
- ▶ Travailler avec des développeurs Cloud (architecture microservices)
- ▶ Améliorer la méthode d'évaluation de la QoS/QoE

