

## Réduction de la consommation d'un centre de données

Les centres de données génèrent via leur consommation électrique des gaz à effet de serre. Compte tenu problèmes écologiques et géopolitiques actuels, il est crucial de réduire leur consommation. De plus avec l'augmentation des prix de l'électricité, la réduction de leur consommation représente un intérêt économique.

Plus de la moitié des 200 centres de données français sont situés proches des villes. Ces data center représentent une part conséquente de la consommation mondiale d'électricité. La réduction énergétique des data center semble être une problématique importante lorsqu'il est question du fonctionnement des villes.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- TANGUY--BOMPARD *Ulysse*

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Physique de la Matière), INFORMATIQUE (Informatique pratique).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Consommation électrique</i>	<i>Electrical consumption</i>
<i>Simulation informatique</i>	<i>Computer simulation</i>
<i>Diffusion thermique</i>	<i>Thermal diffusion</i>
<i>Algorithme du gradient</i>	<i>Gradient descent</i>
<i>Régression statistique</i>	<i>Regression analysis</i>

### Bibliographie commentée

Avec la démocratisation des systèmes numériques, les centres de données (data center) se sont multipliés. Ils représentent maintenant 3 % de la consommation mondiale d'électricité [1]. En conséquence la recherche scientifique s'est penchée sur cette problématique [2]. La moitié de cette énergie est dédiée aux calculs tandis que le reste sert principalement au refroidissement [3]. Il est donc intéressant de chercher à réduire la consommation des équipements informatiques en prenant en compte l'influence de la température.

Dans l'objectif de diminuer la puissance électrique, il faut mesurer comment elle évolue sous différentes contraintes pour déterminer une configuration optimale. Dans un cadre expérimental, travailler avec un micro-ordinateur est plus pratique que de travailler avec un data center réel.

Les résultats obtenus peuvent alors être utilisés pour réaliser des simulations à plusieurs ordinateurs

dans une même pièce. On obtient une situation plus proche d'un vrai data center, mais sans les problématiques de mesure qui lui sont liées. Les principes fondamentaux et la loi de refroidissement de Newton [4] permettent de simuler différents échanges thermodynamiques.

Afin de trouver une configuration optimale, nous allons utiliser l'algorithme du gradient [5] qui permet de déterminer un minimum local d'une fonction à plusieurs variables. Il consiste à définir un état initial à chercher itérativement un minimum sur de petites variations. Appliqué sur le modèle précédemment défini, l'algorithme permettra d'avoir un agencement spatial des data centre et des calculs avec une consommation électrique minimale.

## **Problématique retenue**

La consommation énergétique d'un centre de données dépend de divers paramètres. Quelles sont les conditions spatiales, thermiques et de calculs optimales pour la minimiser ?

## **Objectifs du TIPE**

1. Simuler la puissance consommée par plusieurs ordinateurs dans une même pièce.
2. Déterminer les grandeurs thermodynamiques caractéristiques d'un micro-ordinateur.
3. Minimiser la puissance consommée par un ordinateur à l'aide de l'algorithme du gradient.

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

- [1] HUGUES FERREBŒUF : Pour une sobriété numérique : [https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/05/2018-05-17\\_Rapport-interm%C3%A9diaire\\_Lean-ICT-Pour-une-sobri%C3%A9t%C3%A9-num%C3%A9rique.pdf](https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/05/2018-05-17_Rapport-interm%C3%A9diaire_Lean-ICT-Pour-une-sobri%C3%A9t%C3%A9-num%C3%A9rique.pdf)
- [2] ANDERS S. G. ANDRAE, TOMAS EDLER : On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030 : <https://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117>
- [3] MICHAEL K PATTERSON : The effect of Data Center Temperature on Energy Efficiency : [https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2009/10/Michael\\_K\\_Patterson\\_-\\_The\\_effect\\_of\\_Data\\_Center\\_Temperature\\_on\\_Energy\\_Efficiency.pdf](https://ecoinfo.cnrs.fr/wp-content/uploads/2009/10/Michael_K_Patterson_-_The_effect_of_Data_Center_Temperature_on_Energy_Efficiency.pdf)
- [4] SHIGENAO MARUYAMA, SHUICHI MORIYA : Newton's Law of Cooling: Follow up and exploration : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0017931020334803?via%3Dihub>
- [5] CLAUDE LEMARÉCHAL : Cauchy and the Gradient Method : [https://www.math.uni-bielefeld.de/documenta/vol-ismmp/40\\_lemarechal-claude.pdf](https://www.math.uni-bielefeld.de/documenta/vol-ismmp/40_lemarechal-claude.pdf)