

Impact écologique des TIC

Introduction

Olivier Markowitch

Faculté des Sciences

Université Libre de Bruxelles

Enseignement

Ecologie et environnement dans l'enseignement des TIC

Algorithmique Programmation Langages de programmation Système d'exploitation Système embarqués

Intelligence artificielle Sécurité informatique Génie logiciel Complexité Calculabilité

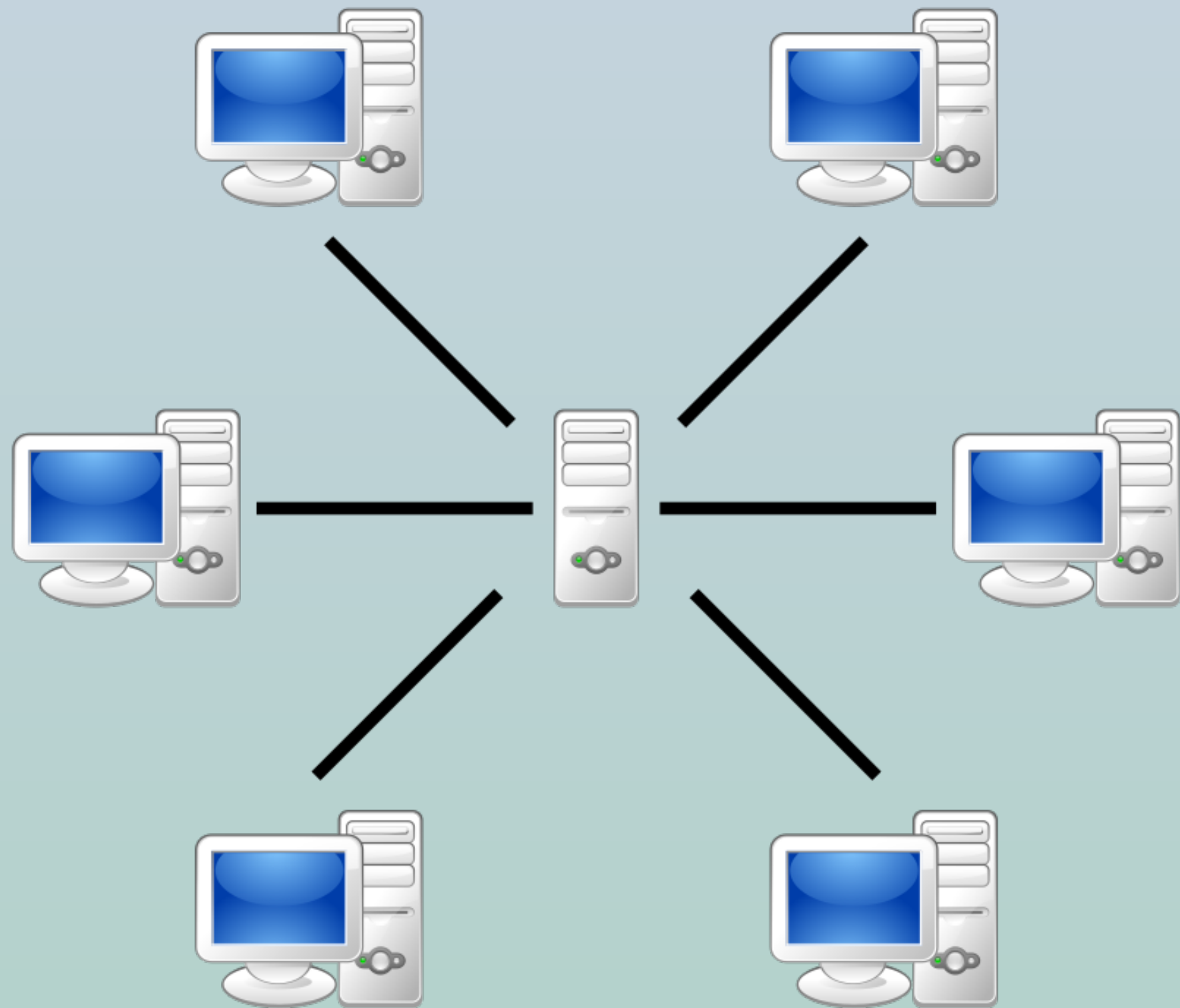
Optimisation Vérification formelle Bio-informatique Électronique Calcul numérique

Systèmes temps réels Informatique quantique Interfaces humains-ordinateurs Gestion de projets

Evolution

- Premiers ordinateurs : processeurs peu puissants et peu de mémoire
- Programmes optimisés pour être rapides et utiliser peu de mémoire
- Les ordinateurs ont peu à peu gagné en puissance et en mémoire
- Applications de plus en plus gourmandes en ressources et donc en énergie

Evolution



- Clients = terminaux
- Clients = ordinateurs
- Systèmes clients-serveurs
- Architectures distribuées
- Grilles de calcul (grid)
- Clouds

Evolution

Aujourd'hui :

- Ordinateurs personnels puissants à tout point de vue
- Cloud
- Mais aussi tendance vers objets connectés (IoT)

Cloud

- Initialement répond surtout aux besoins de mobilité (ubiquité, synchronisation, partages, disponibilité)
- Puis aussi mise à disposition d'une puissance de calcul et/ou de grands espaces de stockage
- Malgré les dépenses énergétiques considérables des datacenters correspondants ...
- ... le cloud est une manière de rationaliser et d'optimiser les ressources (usage à la demande, dé-duplication, centralisation de la pollution, ...)

Internet of things (IoT)

- Objets connectés avec parfois très peu de puissance de calcul et peu de mémoire de stockage
- Optimisation des programmes qui sont écrits pour ces objets
- Mais les traitements « lourds » sont déportés vers le cloud

Covid

- Réunions
 - Cours
 - Conférences
 - Événements (journées portes ouvertes, séances d'information, salons étudiants, ...)
 - Loisirs (VOD, réseaux sociaux, ...)
- Grandes quantités de données
- Énergie nécessaire pour les transmissions, le traitement et le stockage
(versus migration journalière)

Sécurité informatique

Les risques induits par :

- La généralisation de l'usage de l'informatique
- L'explosion des communications et des moyens de communications
- L'augmentation des achats et des paiements en ligne
- La concentration d'informations sensibles (clouds, serveurs, ...)

→ besoin de solutions de sécurisation

Sécurité informatique

- Sécurité informatique entre autres basée sur la cryptographie
- Cryptographie : outils mathématiques pour assurer
 - La confidentialité (chiffrement)
 - La non-répudiation (signatures digitales)
 - ...

Sécurité informatique

Cryptographie : outils mathématiques

→ coût énergétique des calculs réalisés

→ coût qui s'additionne aux « coûts énergétiques algorithmiques » de l'application de base

$$e \cdot d \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$$
$$c = m^d \pmod{n}$$

AES Sbox
{AB} : inverse multiplicatif de {XY} dans GF(2⁸)
{XY} : transformation affine de {AB}

$$s_1 = (g^s \pmod{p}) \pmod{q}$$
$$s_2 = (h(m) + s_1 x) s^{-1} \pmod{q}$$

$$c = \sum m_i b'_i + e$$
$$k = (g^{r_a})^{r_b} = (g^{r_b})^{r_a} \pmod{p}$$

Sécurité informatique

Coût énergétique de la cryptographie

- nécessaire pour assurer une protection contre les attaques : rendre les attaques trop coûteuses pour être réalisées
- l'avènement de l'informatique quantique et d'un possible ordinateur quantique : cryptographie post-quantique qui peut être très coûteuse

Cryptomonnaie

- Autre usage de la cryptographie : les cryptomonnaies (Bitcoin, Ethereum, ...)
- Usage d'une blockchain sous-jacente → « proof of work » → minage
- Consommation énergétique en progression pour suivre les avancées en puissance de calcul
- En 2018, si l'activité minière de bitcoins était un pays, le minage représentait le 47^e plus grand consommateur d'électricité au monde (plus que la Grèce)

Autres questions

- De plus en plus d'électronique (IoT) + processeurs de plus en plus denses → besoin accru en silicium
- Extraction des matières nécessaires (parfois rares) et gestion des déchets
- Pollution lors de la conception, lors de l'usage et lors du recyclage

Autres questions

- Augmenter la durée de vie et d'usage des appareils (smartphones, ...)
- A cette fin veiller à ne pas accroître la taille et la complexité des logiciels destinés à ces appareils (ce qui réduit par ailleurs leur consommation énergétique)
- Définir des maximas de « dépenses » lors de la conception matérielle et logicielle ainsi que lors de leur usage
- Développer l'enseignement de l'impact énergétique des technologies de l'information