

# Economie numérique / Virtualisation

# Point-clés

- Qu'est-ce que la virtualisation ?
- Intérêt économique
- Impact environnemental

# Utilisation des ressources IT

- Taux d'utilisation moyen d'un serveur physique d'entreprise ?



# Utilisation des ressources IT

- En 2012, le taux d'utilisation moyen d'un serveur physique était de **6 à 12%** (étude du cabinet McKinsey)
- L'approche "1 application, 1 serveur" conduit à ce que la charge de **90%** des serveurs x86 soit d'environ **10%**

# Virtualisation

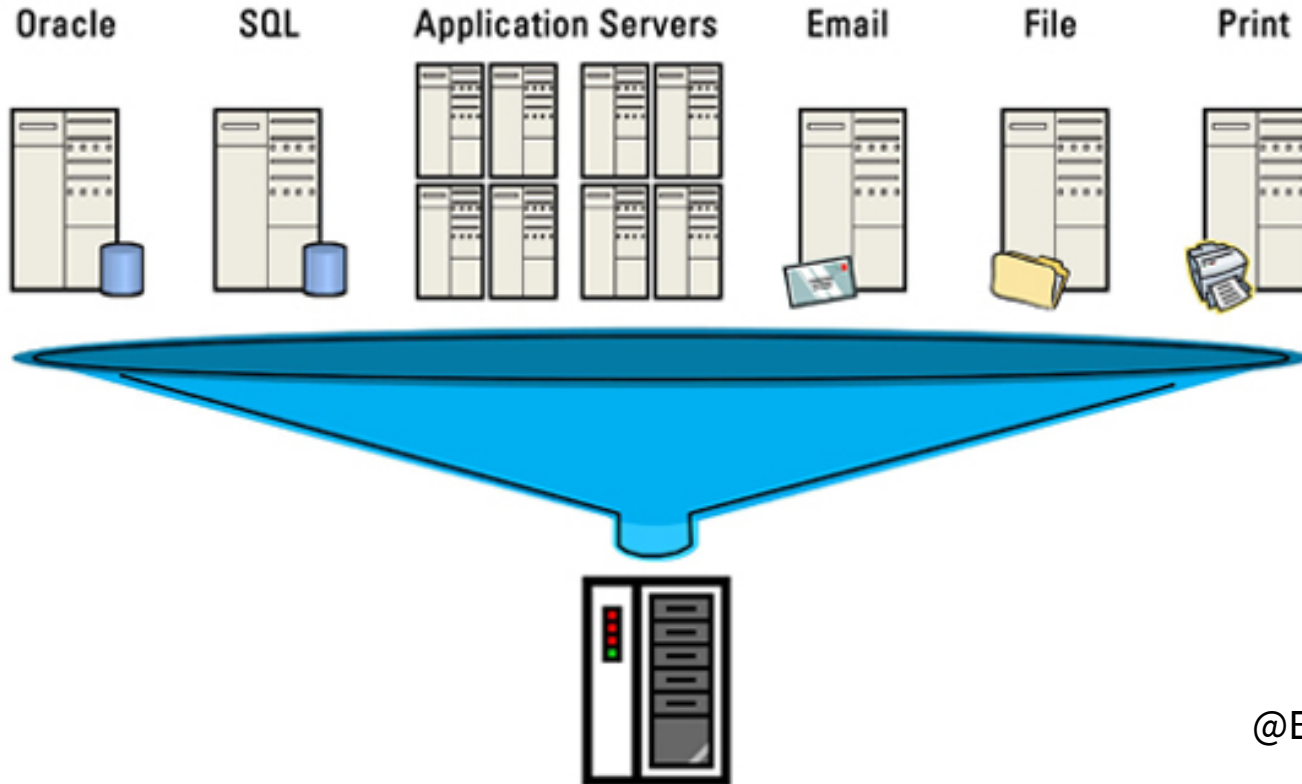
- Qu'est-ce que la virtualisation dans les technologies de l'information ?



# Principe de la virtualisation

- Créer des versions **virtuelles** de
  - ordinateurs physiques (“machines virtuelles”)
  - espaces de stockage physiques (pools de stockage)
  - réseaux de communication (“réseaux virtuels”)
- ...hébergées sur des ressources physiques **communes**

# Principe de la virtualisation



@Energy Star

@Patrick Duc, 2023

# Intérêt opérationnel de la virtualisation

- Déployer rapidement de nouveaux environnements
- Simplifier la maintenance d'un parc informatique
  - Pas de duplication d'efforts
- Mieux utiliser les ressources matérielles
- S'adapter à la charge (**scalabilité**, *load balancing*)
- Sécuriser :
  - **isolation** des environnements
  - récupération plus **rapide** en cas de crash



# Virtualisation et économie de services

- Tendance forte vers l'économie de **services** :
  - Uber (pas de possession de voiture, pas d'essence, pas d'entretien...)
  - AirBnB (pas de possession d'appartement ou villa, pas de meubles...)
  - UberEats / Deliveroo / Just Eat / ... (pas d'achat d'ingrédients, de matériel de cuisine, pas de cuisine, pas de vaisselle...)
  - Vélib, VélôToulouse... (pas d'achat de vélo, pas d'entretien)
  - Trottinettes électriques en libre service (pareil)
- On veut le **service**, et juste le service !

# Modèle économique classique de l'IT

- IT classique : IT **sur site** (*on premise*)
- Une entreprise **achète** des ordinateurs, installe les machines, les maintient en conditions opérationnelles, et les utilise (site marchand, site B2B, machines de développement, ...)
  - donc utilisation de capitaux pour faire ces achats et payer les frais d'installation ==> CAPEX (**CAP**ital **EX**penditure)
  - ... et paiement récurrents pour maintenir les machines, acheter/renouveler les licences, etc. ==> **OPEX** (**OP**erating **EX**penditure)

# Modèle économique évolué de l'IT

- Les coûts OPEX sont généralement préférables aux coûts CAPEX
  - raison fiscale : imputation **à 100%** sur l'année
- Solution plus récente : serveurs **dédiés** à une entreprise mais **gérés par un fournisseur** (sur site ou à distance)
  - Coûts exclusivement OPEX, donc inscrivibles **à 100%** au registre des dépenses
  - les serveurs sont loués, le coût est celui de la **location** d'un matériel

# Modèle économique moderne de l'IT

- Combinaison de virtualisation et d'approche orientée services ==> **cloud computing**
  - une société a juste **accès** à des machines virtuelles et/ou services
  - sans savoir quelles machines précisément, juste des caractéristiques
    - type et nombre de processeurs, taille mémoire, espace disque
  - machines et/ou services accessibles **via une IP**
  - les machines physiques sont partagées entre les utilisateurs
  - le coût est basé sur **l'utilisation réelle** des machines et services

# Modèle économique moderne de l'IT

- Différentes approches
  - IaaS
  - PaaS
  - SaaS
  - FaaS
  - ( GaaS )

# Infrastructure as a Service

- Obtenir des machines, espaces de stockage et ressources réseau à la demande
  - L'utilisateur final peut les configurer à volonté
  - L'utilisateur final peut y installer ce qu'il veut
- Intérêt : plus besoin d'acheter et gérer des machines
- Fournisseurs : AWS EC2/S3, Azure Virtual Machines, Google Compute Engine, VMWare Cloud Foundation...

# Platform as a Service

- Obtenir un environnement de développement, de test, de déploiement et de monitoring à la demande pour des applications web
  - Support de différents langages de programmation
  - Provision des ressources nécessaires, équilibrage de charge (“load balancer”), déploiement automatique...
- Fournisseurs : AWS Elastic Beanstalk, Azure App Service, Google App Engine, Heroku, Digital Ocean App Platform
  - Paiement selon les ressources consommées en général

# Software as a Service

- Pouvoir exécuter des applications logicielles sans se soucier de l'infrastructure matérielle et logicielle nécessaire
  - Exemples : Google G Suite, Microsoft Office 365...
  - Paiement par abonnement pour une période
- Accès par Internet
- Interface graphique (IHM / GUI) ou API



# Function as a Service

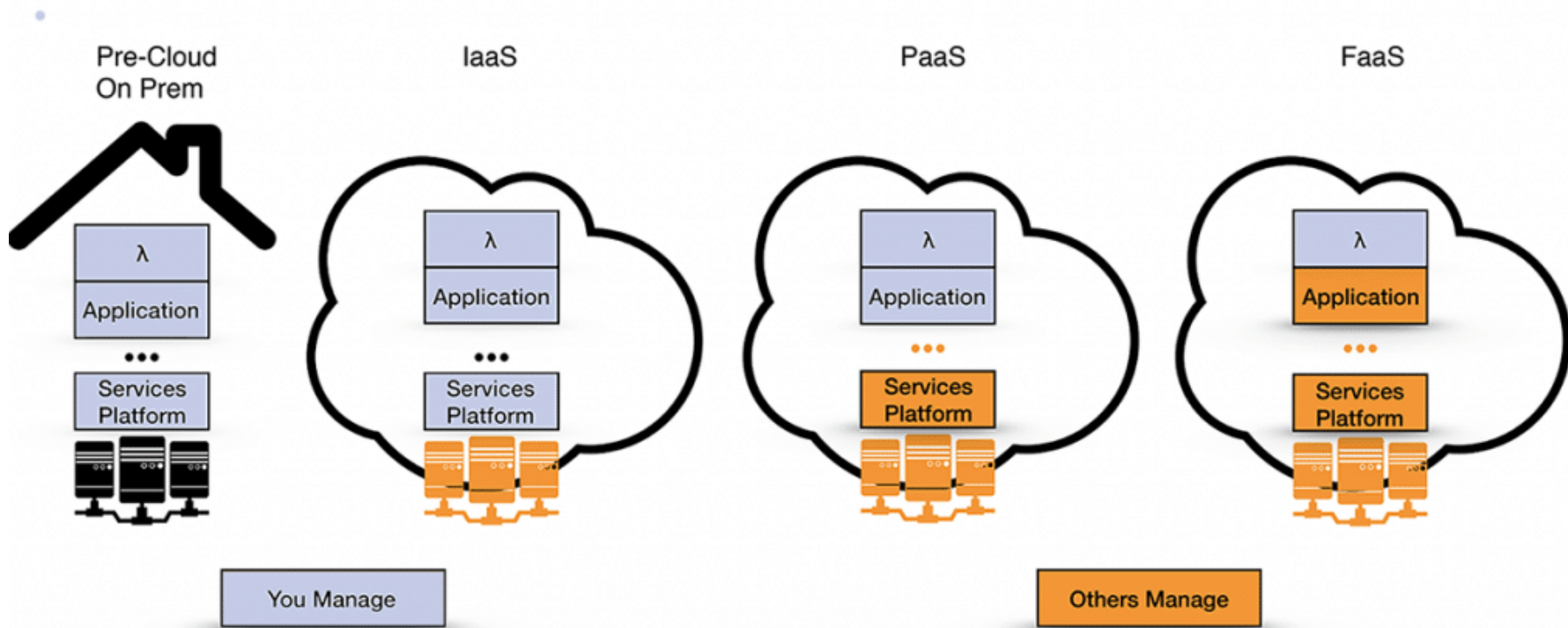
- Pouvoir faire exécuter des traitements simples sans se soucier des services nécessaires (serveurs, bases de données...)
  - Traitements aussi appelés **micro-services**
- Déclenchement des traitements sur réception d'un **évènement**
- Intérêt :
  - développement plus simple (pas de gestion du back-end, logique simple)
  - déploiement plus léger (fonctions indépendantes)
  - **scalabilité** automatique

# Function as a Service

- Différents langages supportés (Python, Java, C#, Javascript, ...)
- Quelques fournisseurs de ce service
  - AWS Lambda, Azure Functions, Google Cloud Functions, IBM Cloud Functions, Cloudflare Workers, Alibaba Cloud

# Anything as a Service

## Evolution of Functions as a Service



# Conteneurisation

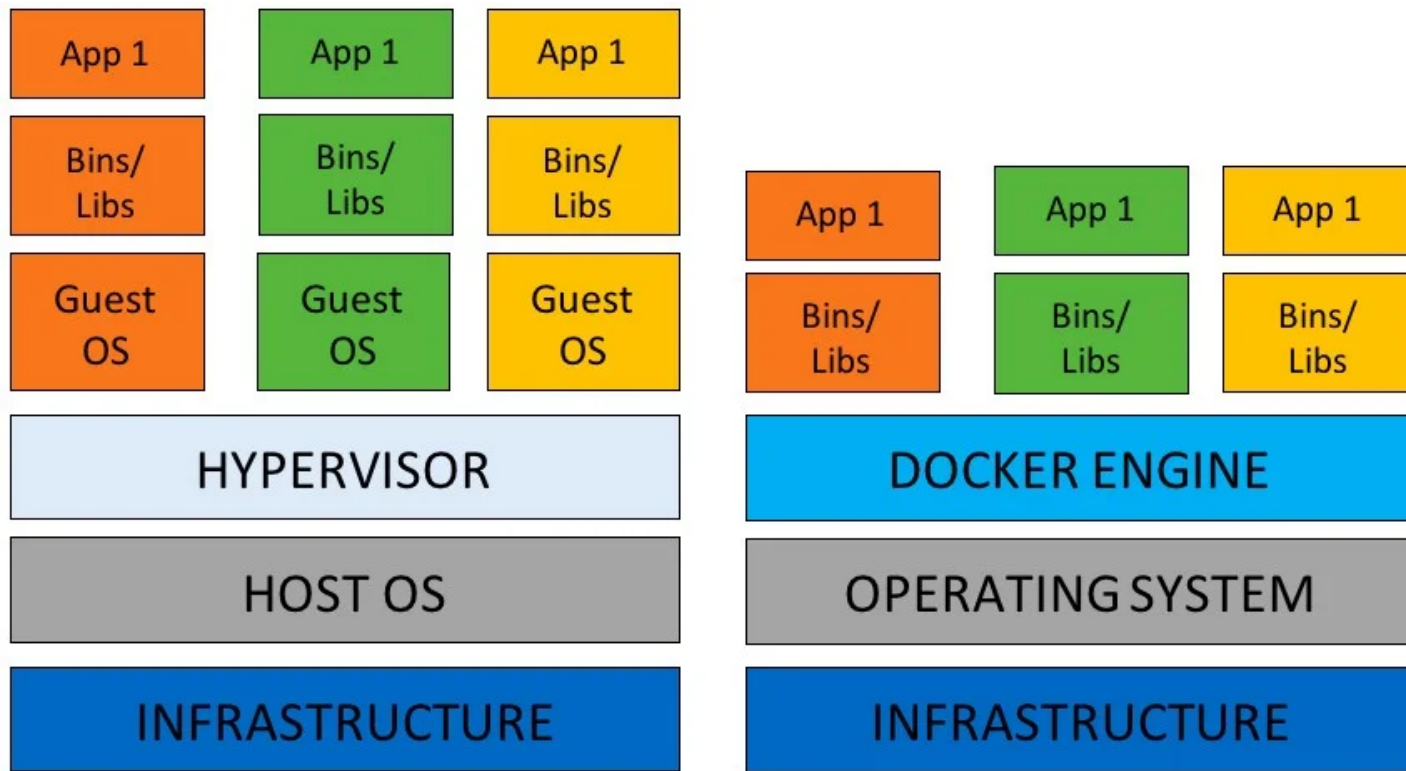
- Autre possibilité de virtualisation : la conteneurisation
- Qu'est-ce que c'est ?



# Conteneurisation

- Virtualisation et isolation au niveau du système d'exploitation (Linux)
- Un seul système d'exploitation pour toutes les applications

# Conteneurisation versus VM



# Conteneurisation vs VM

- Avantages de la conteneurisation :
  - Peu d'utilisation de ressources (un seul OS)
  - Démarrage d'un container plus rapide
  - Déploiement d'un container plus rapide
- Désavantages :
  - Sécurité et isolation moins efficace (*jail break*)
  - Orchestration plus compliquée → **Kubernetes**
  - Problèmes de compatibilité

# Virtualisation et économies

- Un serveur physique inactif consomme entre **69** et **97%** de l'énergie électrique d'un serveur physique fonctionnant à pleine charge (étude NRDC de 2012)
- Deux serveurs virtuels permettent une **économie énergétique** de **51.7%** par rapport à deux serveurs physiques supportant la même charge (étude National Center for Biotechnology Information de 2012)

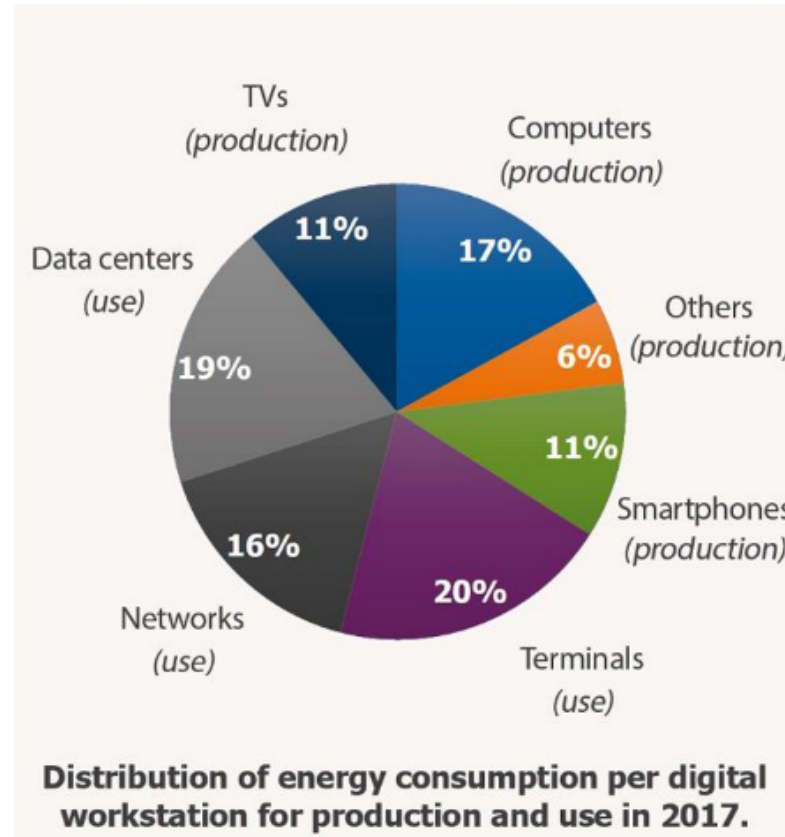


# Virtualisation et économies

|                        | Serveur virtuel | Serveur physique |
|------------------------|-----------------|------------------|
| Nombre de serveurs     | 2               | 2                |
| Inactif (Watts)        | 104.5           | 207.6            |
| Charge minime (Watts)  | 111.4           | 209.1            |
| Charge moyenne (Watts) | 117             | 230.2            |
| Charge élevée (Watts)  | 121.4           | 234.9            |

@ NCBI, 2012

# IT et consommation énergétique

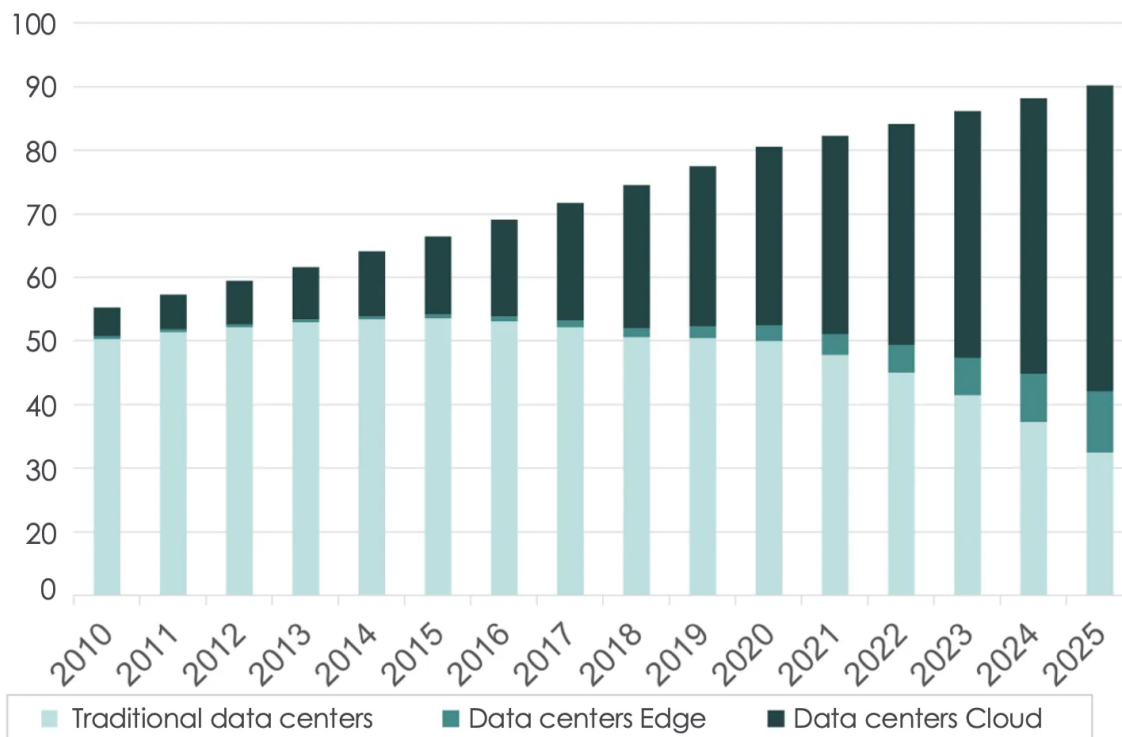


Répartition de la  
consommation  
énergétique par  
équipement  
(2017)

@ The Shift Project, 2019

@Patrick Duc, 2023

# IT et consommation énergétique

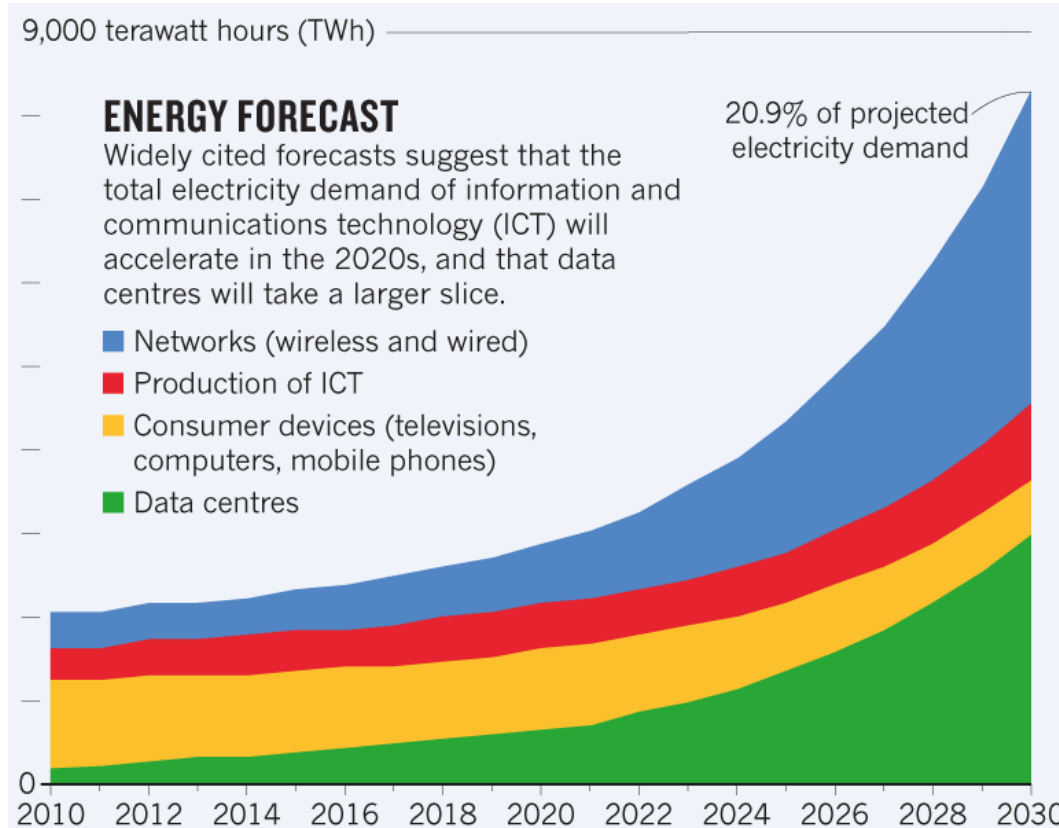


Source : Borderstep Institute

Evolution de la  
consommation  
énergétique pour  
l'IT dans l'Union  
Européenne

@Carbone4

# IT et consommation énergétique





Evolution de la  
consommation  
énergétique  
mondiale pour  
l'IT par catégorie

@AKCP

@Patrick Duc, 2023

# IT et consommation énergétique

- Part de l'IT dans la consommation électrique mondiale : environ **6%** (2% à 10% selon les sources)
- Croissance de la consommation électrique pour l'IT entre 2013 et 2017 : **50%**
- 2 tendances opposées :
  - Optimisation de la consommation des équipements 
  - Tendance forte à la digitalisation de la société 

# IT et empreinte carbone

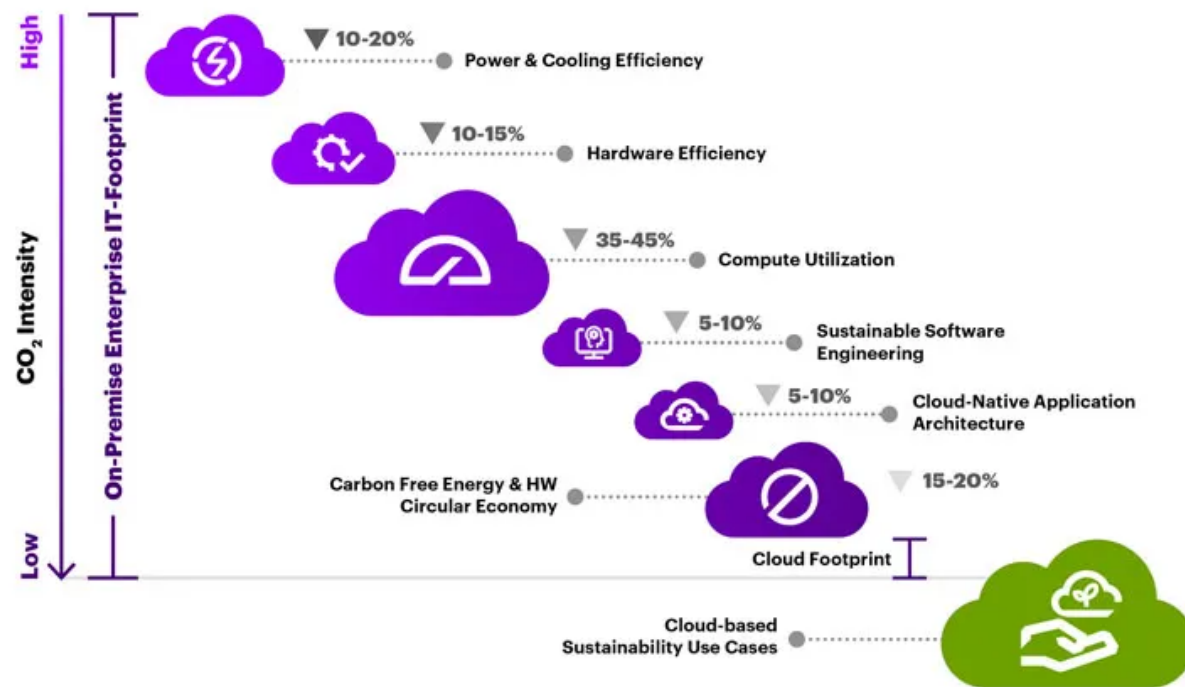
- Selon The Shift Project et l'association Green IT :
  - l'IT produisait en 2019 **4%** des gaz à effet de serre dans le monde
  - la croissance annuelle de cette production était de 6% par an

# Impact énergétique de la virtualisation

- Virtualiser permet de réduire le nombre de machines
  - Au lieu d'avoir une ou plusieurs machines pour chaque service
- Les VM peuvent être dimensionnées finement
  - Pas de ressources allouées inutilement
- La gestion de charge permet de mettre en veille des serveurs
  - Migration des VM si charge faible
- Consommation d'énergie en fonction de la **charge réelle**

# Bilan carbone et virtualisation

Figure 1. Reducing carbon emissions



Impact sur le  
bilan carbone des  
mesures de  
réduction  
d'énergie

@Accenture, 2020

@Patrick Duc, 2023



**FIN**