

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Jijel
Faculté des Sciences exactes et de l'informatique
Département d'informatique



– Module –
Environnements et Programmation Dédiés

Master 1 : IA

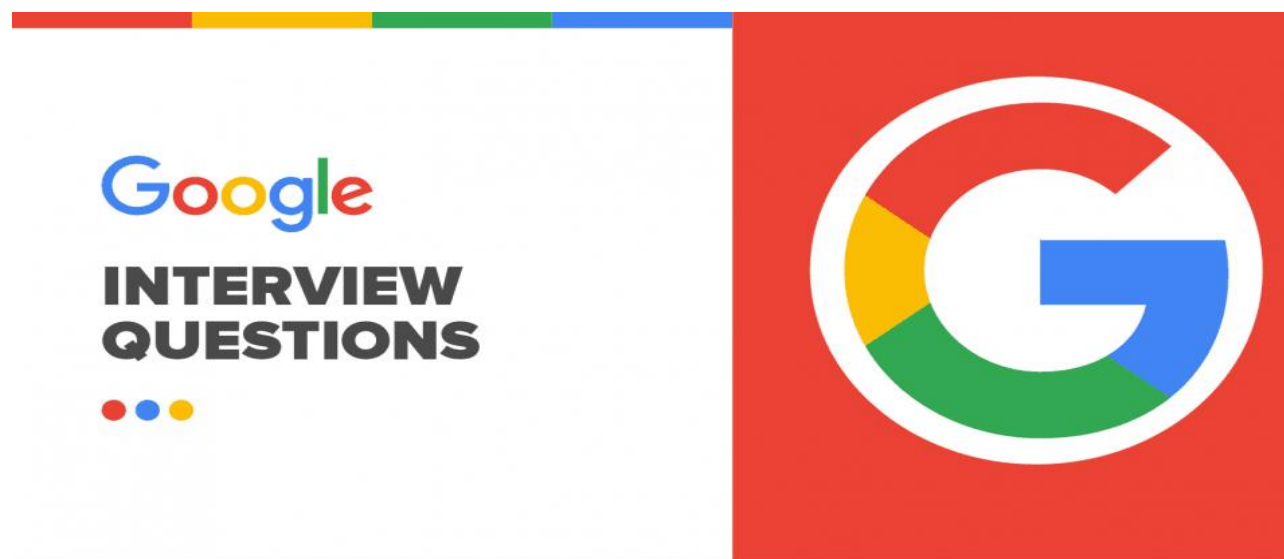
Enseignant du module : Dr. Hemza FICEL

Contact: hemza.ficel@univ-jijel.dz

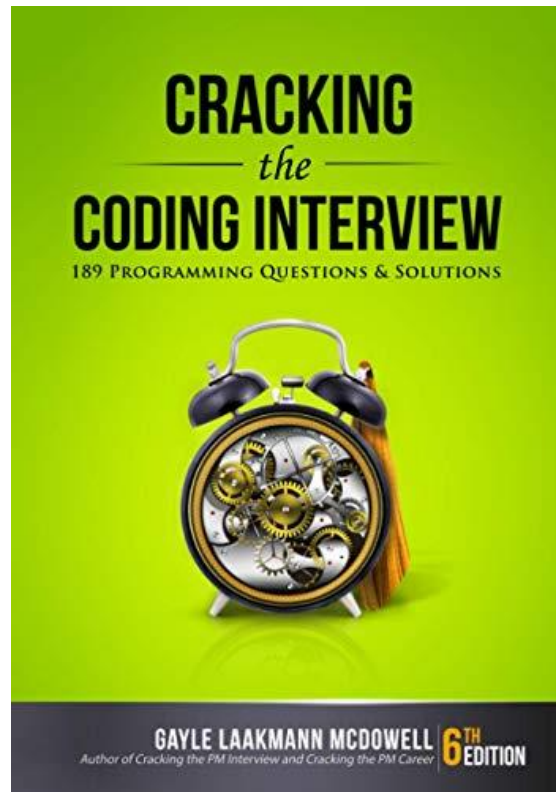
Chapitre 6

Systemes distribués

amazon



2 types de compétences ...



Rechercher des solutions à des problèmes variés (**langages de programmation**, structures de données algorithmes, ...).



Résoudre un problème réel auquel une entreprise pourrait être confrontée (conception, **architectures logicielles**, ...)

“

"System design" helps define solutions that **meet the business requirements of enterprises**. It is a primordial decision to make when building a system, as it is very **difficult to correct later**.

”

Le contexte du Web actuelle exige **des systèmes** capables d'analyser et de traiter en **temps réel** une **grande masse de données distribuées à très large échelle**, et générées de plus en plus rapidement.

Besoins non fonctionnels des systèmes à large échelle



Netflix : A Global Live Video Streaming Service

- + 250 millions d'utilisateurs actifs par jour
- + 3,5 milliards de requêtes par jour.
- + 125 millions d'heures de programmes visionnées par jour
- Disponibilité : 99,99 %.
- Stockage : 5000 TB par jour.
- Bande passante : 40% de la bande passante mondial (pic)

Estimation

Besoins non fonctionnels des systèmes à large échelle



Twitter : A Global Social Media Service

- +390 millions d'utilisateurs actifs par jour
- +500 million tweets par jour
- Disponibilité : 99,99 %.
- Stockage : 5 TB par jour.

Besoins non fonctionnels des systemes à large échelle



WhatsApp : A Global Instant Messaging Service

- +2,7 milliards de personnes actifs par mois
- +100 milliards de messages par jour.
- Disponibilité : 99,99 %.
- Stockage : 20 000 TB par jour.

Besoins non fonctionnels des systèmes à large échelle

- High availability (99.99%) : System should be highly available
- Low latency : each request should be processed with the minimum latency (e.g., search latency less than 100ms).
- The system should be scalable and efficient.



Le concept de passage à l'échelle : un système doit être capable de délivrer correctement ses services, dans un temps de réponse constant, même si le nombre de clients ou de données augmente de manière importante.

L'infrastructure informatique permettant de **faire fonctionner les Systemes à large échelle ?**

Solution : Une **infrastructure informatique** (équipements matériels et logiciels) dans laquelle un groupe d'ordinateurs collaborent ensemble pour **réaliser des tâches de calcul de grande ampleur**.



Le calcul en grille (**Grid computing**)

et

Le calcul en nuage (**Cloud computing**)

**Le Grid computing : utiliser
les ressources informatiques
non exploitées**

Grid computing

Principe de base

✚ Investir dans l'achat de matériel (un **superordinateur**) permettant de faire fonctionner **des systèmes à large échelle n'est pas à la portée de tout les entreprises à cause du coût du matériel et de la complexité de l'infrastructure qui va l'accueillir** (installation électrique, bâtiments pour les serveurs, sécurité, climatisation, ...)

Toute seconde de **CPU non exploitée** dans un ordinateur **est perdue à jamais !**

✚ Pourquoi ne pas exploiter ces ressources sous utilisées pour former un système doté d'une puissance de calcul très importante afin de pouvoir **traiter des taches de grande ampleur dans des systèmes à large échelle ?**

Grid computing

Principe de base

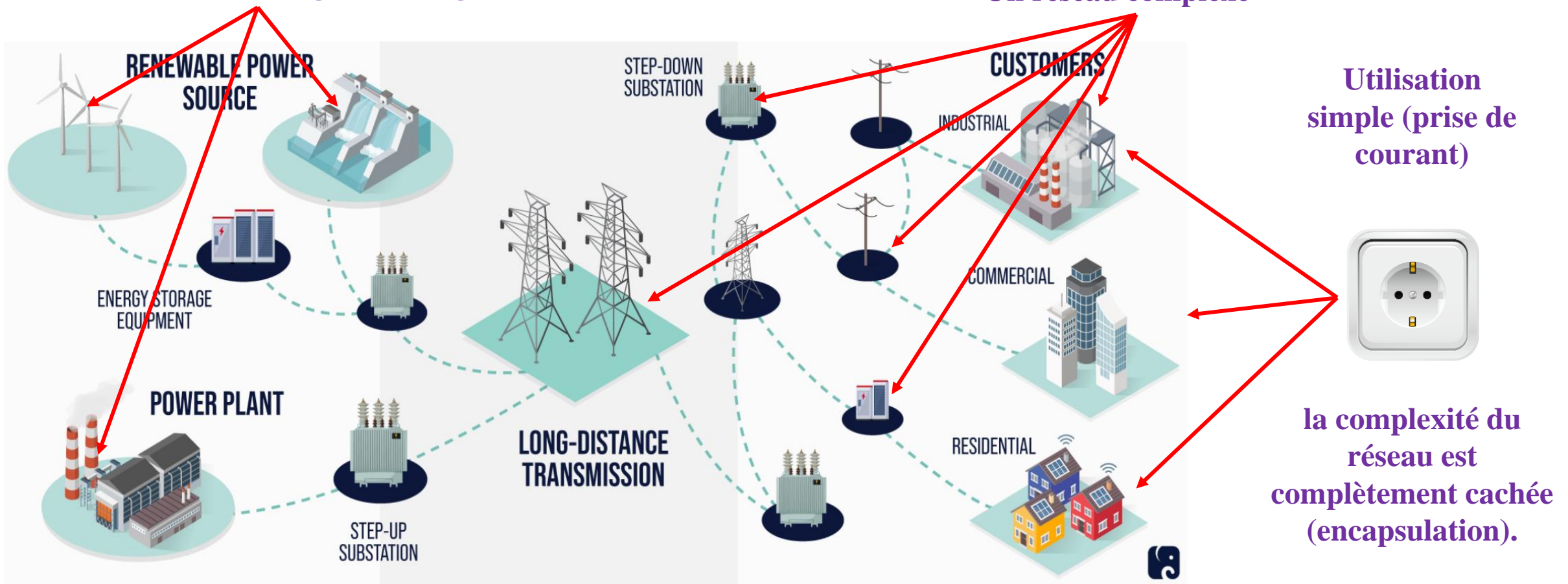
**La source d'inspiration des grilles de calcul est
le réseau de distribution électrique ...**

Grid computing

Principe de base

Plusieurs sources d'énergies hétérogènes

Un réseau complexe



La source d'inspiration des grilles de calcul est le réseau de distribution électrique.

Grid computing

Principe de base



Fondamental

✚ **Le Grid Computing** désigne un regroupement en réseau d'un ensemble d'ordinateurs décentralisés (dispersés à différents endroits) et **hétérogènes** (adoptant des configurations différentes). Ces ordinateurs opèrent comme un **superordinateur virtuel** pour traiter des tâches de grande ampleur.

- ✚ Les ressources sont **partagées** : elles sont mises à la disposition de divers consommateurs et pour différents usages.
- ✚ Les ressources sont **autonomes** : elles ne sont pas contrôlées par une seule personne/unité.
- ✚ Les ressources sont **distribuées** : elles sont dispersées à différents endroits géographiques.
- ✚ Les ressources sont **hétérogènes** : elles adoptent des configurations différentes (SE, CPU, RAM, stockage, ...)
- ✚ Les ressources sont **coordonnées** : elles sont gérées par un ou plusieurs coordinateurs (ordonnanceurs).

Grid computing

Architecture



Fondamental

✚ Une grille de calcul est basée sur le **principe de l'architecture client/serveur**. Dans cette architecture, il existe plusieurs clients et plusieurs serveurs.

✚ Les serveurs jouent le rôle **d'un ordonnanceur** qui distribue les tâches à réaliser aux clients et agrège les réponses des clients dans un résultat final.

✚ Les clients unissent leur puissance pour jouer le rôle **d'un superordinateur** capable de traiter des tâches de grande ampleur.

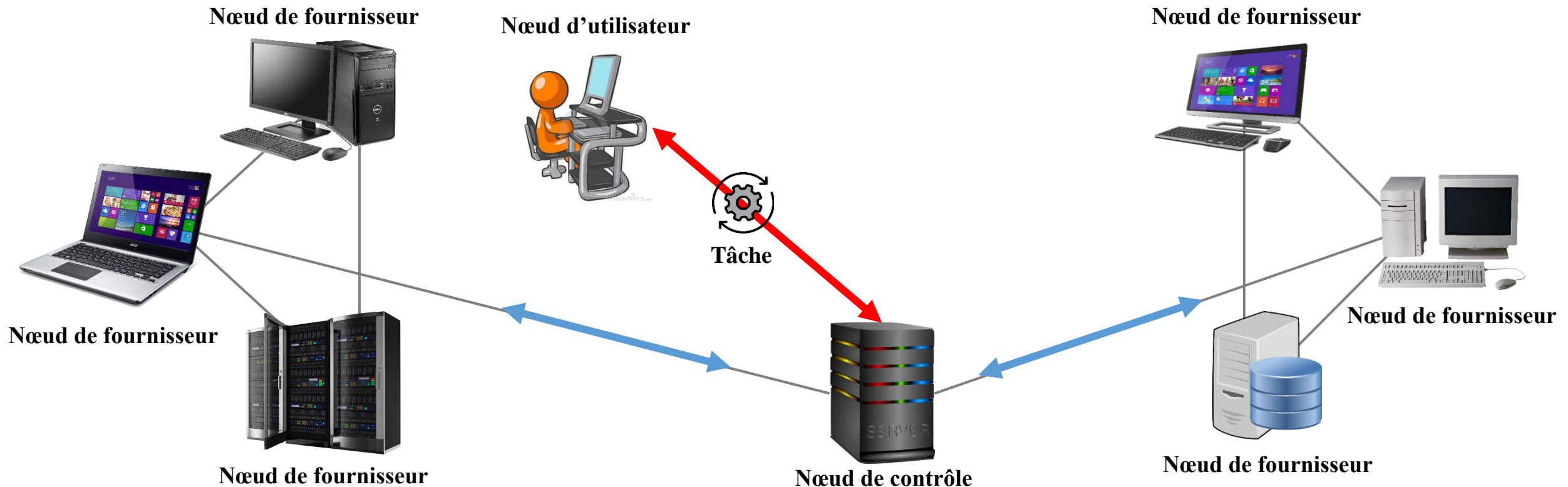
Grid computing



Fondamental

Architecture

Les ordinateurs d'une grille de calcul sont appelés **nœuds**. nous distinguons **trois types** de nœuds : **nœud fournisseur**, **nœud de contrôle**, et **nœud utilisateur**. **Il n'y a pas de limite de nœuds dans une grille de calcul.**



Grid computing

Architecture



Fondamental

✚ **Nœud de contrôle** : est un ordinateur qui administre le réseau d'une grille de calcul et gère l'affectation des ressources dans cette grille.

✚ **Nœud utilisateur** : est un ordinateur qui utilise les ressources partagées dans une grille de calcul pour exécuter une tâche précise.

✚ **Nœud fournisseur** : est un ordinateur qui partage ses ressources dans une grille de calcul.



Attention

✚ Dans une grille de calcul, les nœuds peuvent souvent passer du rôle « **utilisateur** » à celui de « **fournisseur** ».

Grid computing

Architecture



Fondamental

✚ Une application logicielle appelée « intergiciel ou middleware » est installée sur chaque nœud impliqué dans la grille de calcul. Cette application coordonne et gère toutes les tâches de la grille. Ainsi, elle permet aux nœuds de la grille de communiquer et de partager des informations concernant les sous-tâches en cours d'exécution.



Attention

✚ Les nœuds « **fournisseur** » autorisent l'utilisation de leurs ressources pour exécuter n'importe quelle tâche, ce qui constitue une énorme **menace de sécurité** sur un réseau en grille. L'application « intergiciel » doit donc contrôler et s'assurer qu'aucune tâche indésirable ou abusive n'est exécutée sur chaque nœud « **fournisseur** ».

Grid computing

Scénario d'exécution

✚ Lorsque un nœud « utilisateur » a besoin de ressources pour exécuter une tâche précise, l'application « intergiciel » transmise la demande aux nœuds de contrôle, qui vont :

1) diviser la tâche principale en sous-tâches ;

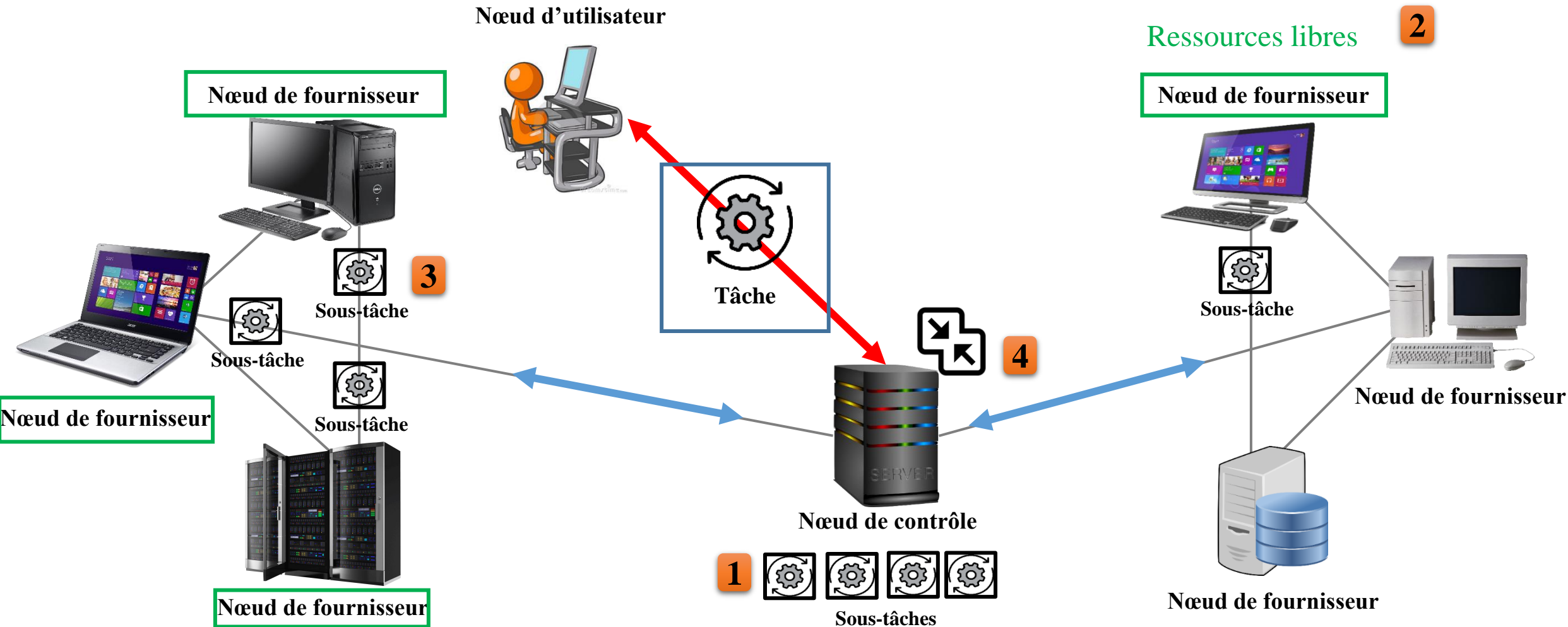
2) vérifier les ressources disponibles sur chaque nœud ;

3) attribuer les sous-tâches à exécuter aux nœuds « **fournisseur** » libres ;

4) une fois les sous-tâches terminées, les résultats de tous les nœuds « **fournisseur** » sont renvoyés aux nœuds de contrôles qui vont les agrégés pour terminer la tâche principale.

Grid computing

Scénario d'exécution



Grid computing

Exemple : IBM world community grid

Celebrating 18 years of World Community
Grid

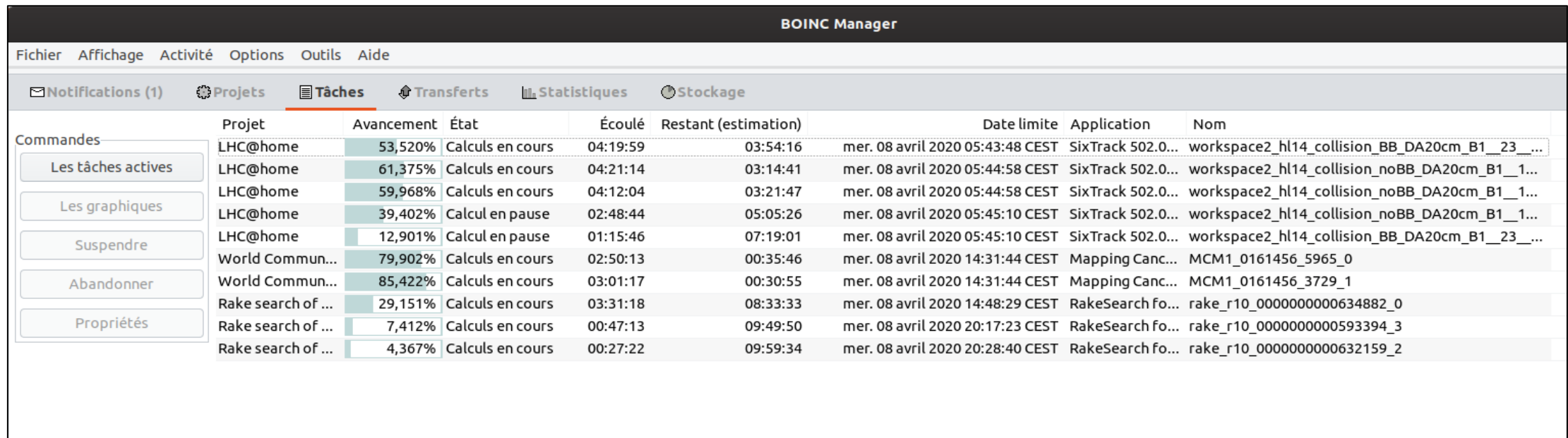
Accelerating science by creating a supercomputer empowered by
a global community of volunteers.



World Community Grid enables anyone with a computer, smartphone or tablet to **donate their unused computing power** to advance cutting-edge [scientific research](#) on topics related to health, poverty and sustainability.

Grid computing

Exemple : IBM world community grid



The screenshot shows the BOINC Manager interface. At the top, there is a menu bar with 'Fichier', 'Affichage', 'Activité', 'Options', 'Outils', and 'Aide'. Below the menu bar, there are several tabs: 'Notifications (1)', 'Projets', 'Tâches' (selected), 'Transferts', 'Statistiques', and 'Stockage'. The main area displays a table of tasks with columns for 'Projet', 'Avancement', 'État', 'Écoulé', 'Restant (estimation)', 'Date limite', 'Application', and 'Nom'. On the left side, there is a sidebar with buttons for 'Commandes' (Les tâches actives, Les graphiques, Suspendre, Abandonner, Propriétés).

| Projet | Avancement | État | Écoulé | Restant (estimation) | Date limite | Application | Nom |
|--------------------|------------|------------------|----------|----------------------|----------------------------------|-------------------|---|
| LHC@home | 53,520% | Calculs en cours | 04:19:59 | 03:54:16 | mer. 08 avril 2020 05:43:48 CEST | SixTrack 502.0... | workspace2_hl14_collision_BB_DA20cm_B1_23_... |
| LHC@home | 61,375% | Calculs en cours | 04:21:14 | 03:14:41 | mer. 08 avril 2020 05:44:58 CEST | SixTrack 502.0... | workspace2_hl14_collision_noBB_DA20cm_B1_1... |
| LHC@home | 59,968% | Calculs en cours | 04:12:04 | 03:21:47 | mer. 08 avril 2020 05:44:58 CEST | SixTrack 502.0... | workspace2_hl14_collision_noBB_DA20cm_B1_1... |
| LHC@home | 39,402% | Calcul en pause | 02:48:44 | 05:05:26 | mer. 08 avril 2020 05:45:10 CEST | SixTrack 502.0... | workspace2_hl14_collision_noBB_DA20cm_B1_1... |
| LHC@home | 12,901% | Calcul en pause | 01:15:46 | 07:19:01 | mer. 08 avril 2020 05:45:10 CEST | SixTrack 502.0... | workspace2_hl14_collision_BB_DA20cm_B1_23_... |
| World Commun... | 79,902% | Calculs en cours | 02:50:13 | 00:35:46 | mer. 08 avril 2020 14:31:44 CEST | Mapping Canc... | MCM1_0161456_5965_0 |
| World Commun... | 85,422% | Calculs en cours | 03:01:17 | 00:30:55 | mer. 08 avril 2020 14:31:44 CEST | Mapping Canc... | MCM1_0161456_3729_1 |
| Rake search of ... | 29,151% | Calculs en cours | 03:31:18 | 08:33:33 | mer. 08 avril 2020 14:48:29 CEST | RakeSearch fo... | rake_r10_0000000000634882_0 |
| Rake search of ... | 7,412% | Calculs en cours | 00:47:13 | 09:49:50 | mer. 08 avril 2020 20:17:23 CEST | RakeSearch fo... | rake_r10_0000000000593394_3 |
| Rake search of ... | 4,367% | Calculs en cours | 00:27:22 | 09:59:34 | mer. 08 avril 2020 20:28:40 CEST | RakeSearch fo... | rake_r10_0000000000632159_2 |

La grille WCG est basé sur la plate-forme de calcul distribué (**BOINC- Berkeley Open Infrastructure for Network Computing**). Cette plateforme fournit **une application (intergiciel/middleware de grille)** à installer sur les machines clientes qui récupère et met à disposition des laboratoires de recherche WCG le temps de calcul non utilisé sur ces machines.

Grid computing

Avantages

Les entreprises utilisent les grilles de calcul pour plusieurs raisons ...

- ✚ **Une solution de calcul efficace** : les grilles de calcul permettent le traitement parallèle d'une même tâche sur plusieurs machines hétérogènes qui ne sont pas forcément obligées d'être tout le temps connectés (pas de contraintes de temps).
- ✚ **Une infrastructure à cout bas** : les grilles de calcul fonctionnent avec le matériel existant (ordinateurs et réseaux), ce qui permet faire des économies sur votre budget et d'éviter les contraintes d'énergie, de locaux, de climatisation, etc.
- ✚ **Une solution flexibilité et sans limite** : il n'y a pas de limite de nœuds dans une grille de calcul. De plus, ces ressources ne sont pas limitées à un emplacement spécifique, et peuvent se situer dans des environnements complètement différents.

Grid computing

Avantages

Malgré leurs multiples avantages, les grilles de calcul ont un certain nombre d'inconvénients ...

✚ **Problème de disponibilité** : il est primordial de lancer un même calcul sur plusieurs machines indépendantes, car de nombreux nœuds « **fournisseur** » peuvent présenter des défaillances ou elles peuvent se déconnecter à tout moment.

✚ **Problème de fiabilité** : il est impossible de prévoir à l'avance le temps d'exécution d'une tâche dans une grille de calcul, car on ne peut pas prévoir les ressources disponibles et libres à un instant donné.

✚ **Problème de temps de réponse** : les grilles de calcul présentent certaine lenteur d'accès, car le partage et la distribution des ressources imposent plusieurs mécanismes de gestion et de sécurité.

Grid computing grew into **Cloud computing : utiliser des ressources très puissantes **sans les posséder.****

Le Cloud computing

Principe de base

✚ 2002 : Pour faire face aux pics des ventes de fin d'année, Amazon a acheté et installé des dizaines de milliers de serveurs dans le monde.



✚ Problème : Un grand nombre de ces serveurs ne sont pas utilisés que pour faire face à la demande lors des pics de vente.

✚ Solution : les ingénieurs d'Amazon ont eu l'idée de les louer à d'autres entreprises, mais ils se sont dit « **on ne va pas louer la machine physique elle-même, mais la puissance de nos machines** »

Le Cloud computing

Principe de base



Fondamental

✚ « **Le Cloud computing** est un modèle qui permet un **accès omniprésent, pratique et à la demande** à un réseau partagé et à un ensemble de ressources informatiques configurables. Ce modèle est composé de **5 caractéristiques** essentielles, de **3 modèles de services** et de **4 modèles de déploiement** ».

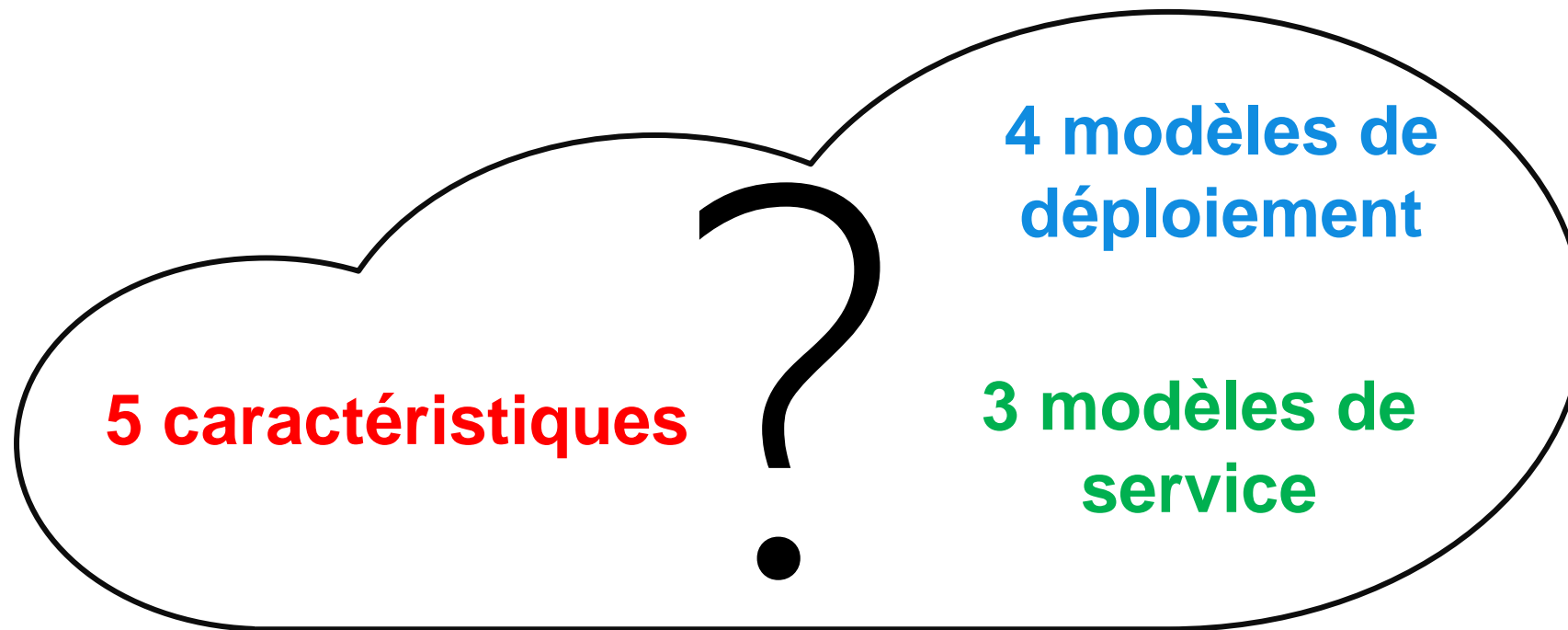
Aujourd'hui, il semble que tout se passe « dans le Cloud ». Mais comment définir ce concept ?



Pourquoi un nuage ? : « vous ne voyez pas ce qu'il y a à l'intérieur, mais ne vous inquiétez pas, ça fonctionne ».

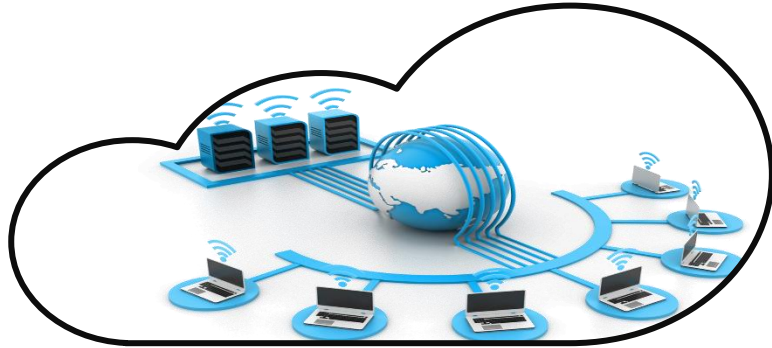
Le Cloud computing

Principe de base

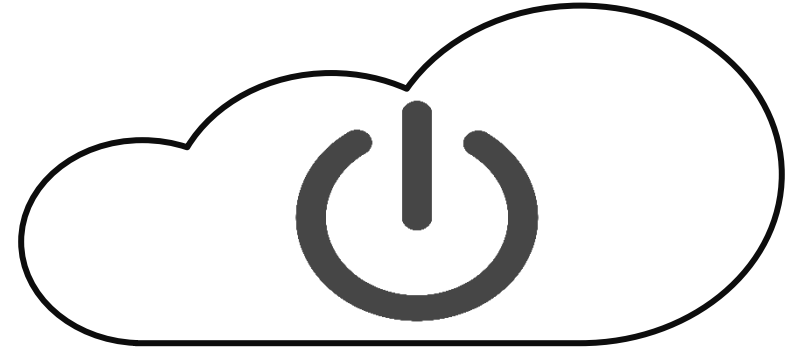


Le Cloud computing

5 caractéristiques



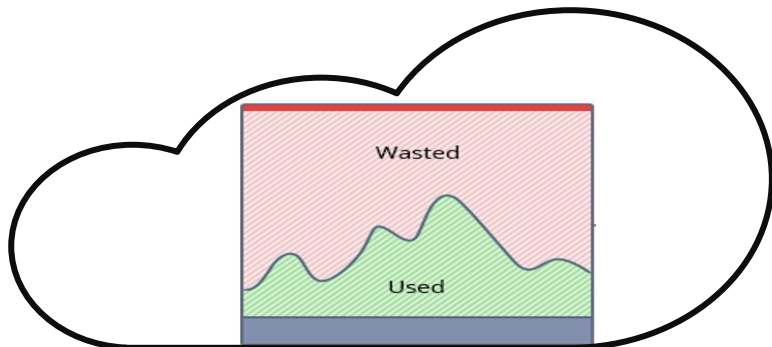
Accès Universel via le réseau



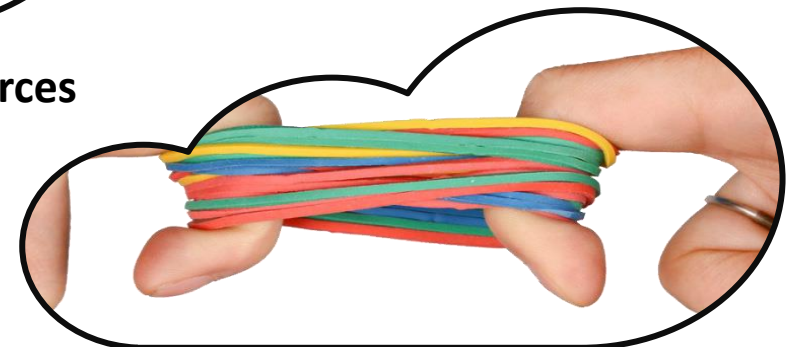
Service à la demande
(disponibilité et fiabilité)



Mise en commun des ressources



Service mesurable et facturable



Elasticité

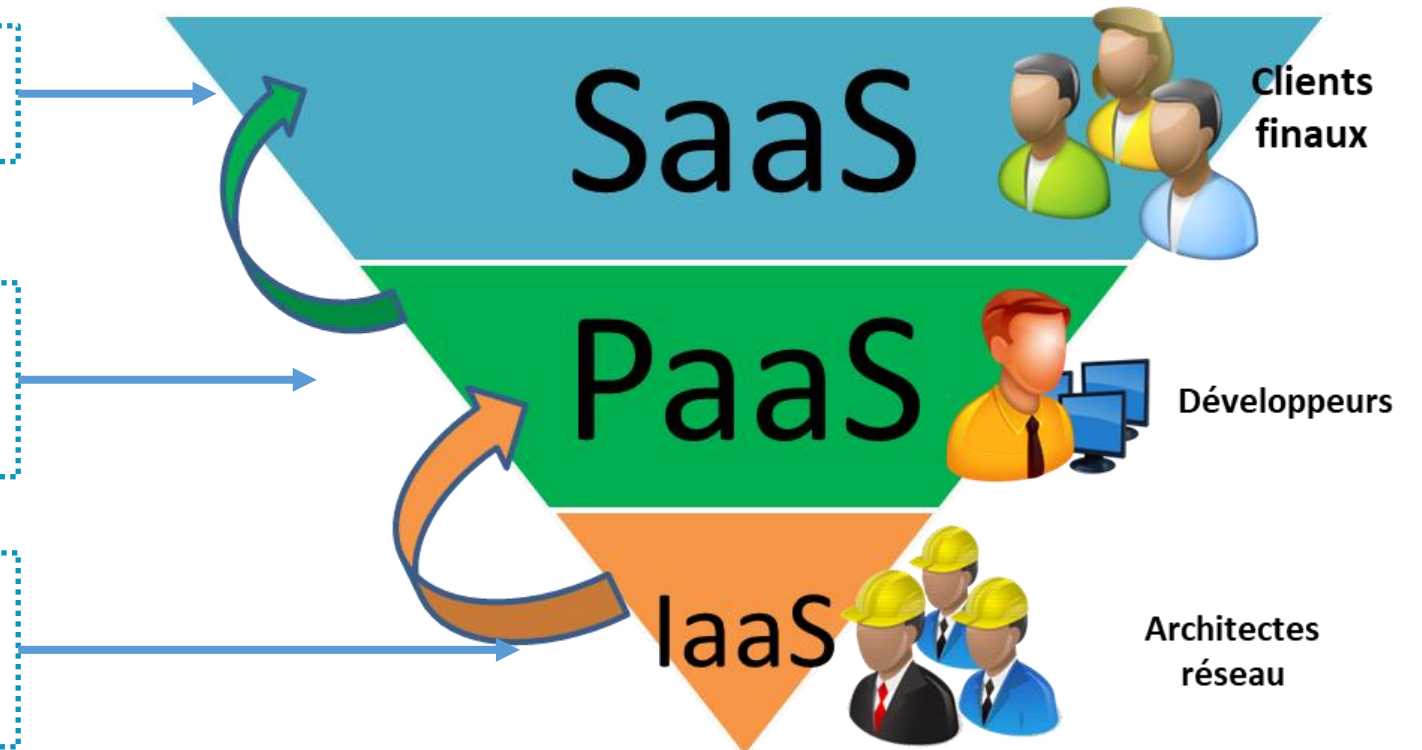
Le Cloud computing

3 modèles de service

✚ SaaS (Software as a Service) : l'accès à un logiciel sous forme de service.

✚ PaaS (Platform as a Service) : service qui propose une plate-forme pour développer, déployer et gérer vos applications.

✚ IaaS (Infrastructure as a Service) : Un prestataire vous fournit un accès à tout ou partie de son infrastructure technique.



Le Cloud computing

3 modèles de service



Amazon
EC2

✚ **IaaS** : **EC2** ou Amazon Elastic Compute Cloud, un service qui permet de louer des serveurs sur lesquels exécuter vos applications



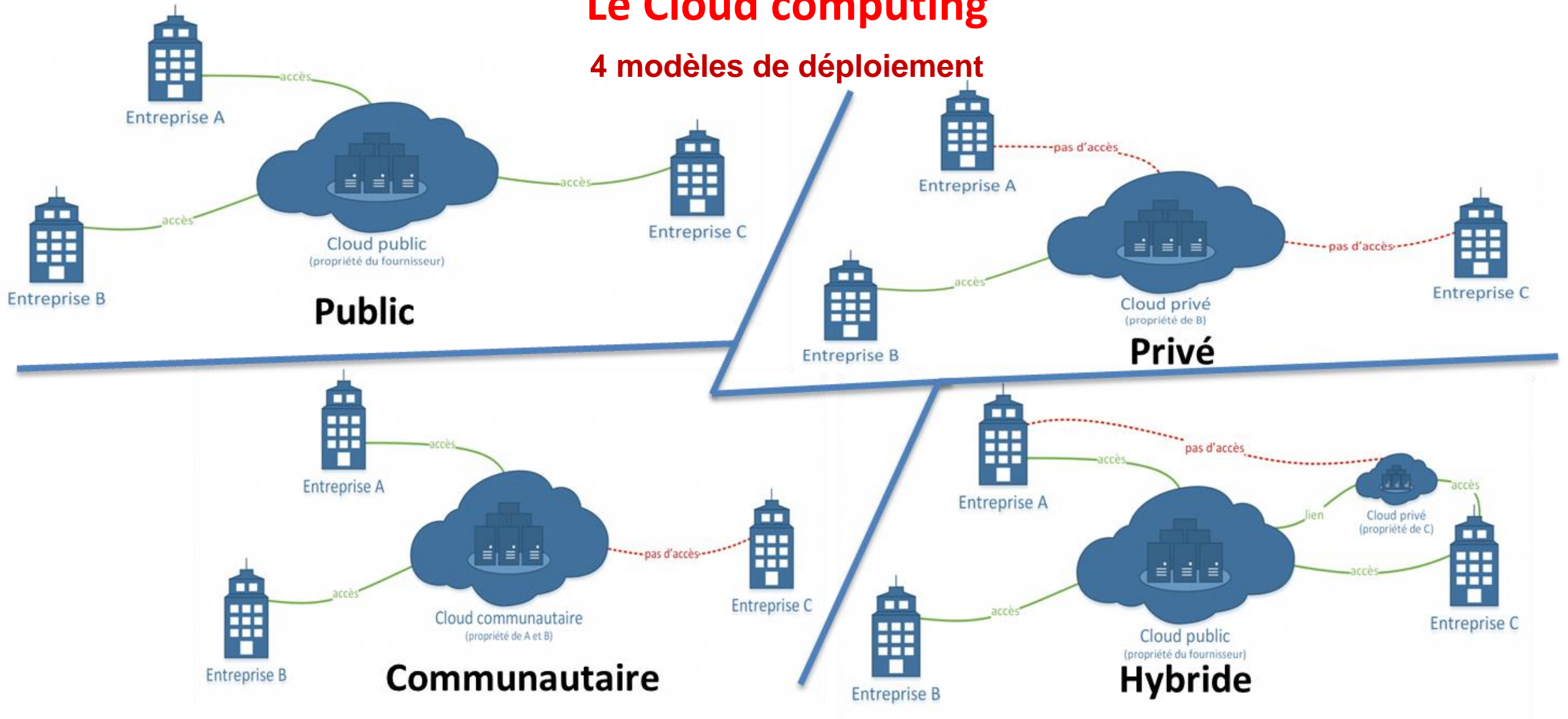
App Engine

✚ **PaaS** : **Google App Engine**, une plateforme de développement d'application en ligne (Node.js, Java, Ruby, C#, Go, Python ou PHP.)



✚ **SaaS** : **office 365** est un service en ligne qui fournit l'accès à la dernière version de Microsoft Office.

Le Cloud computing 4 modèles de déploiement



Le Cloud computing

✚ Les datacenters ont des rôles critiques dans le cloud : **infrastructure complexe** qui permet **d'héberger des équipements informatiques très performants**.



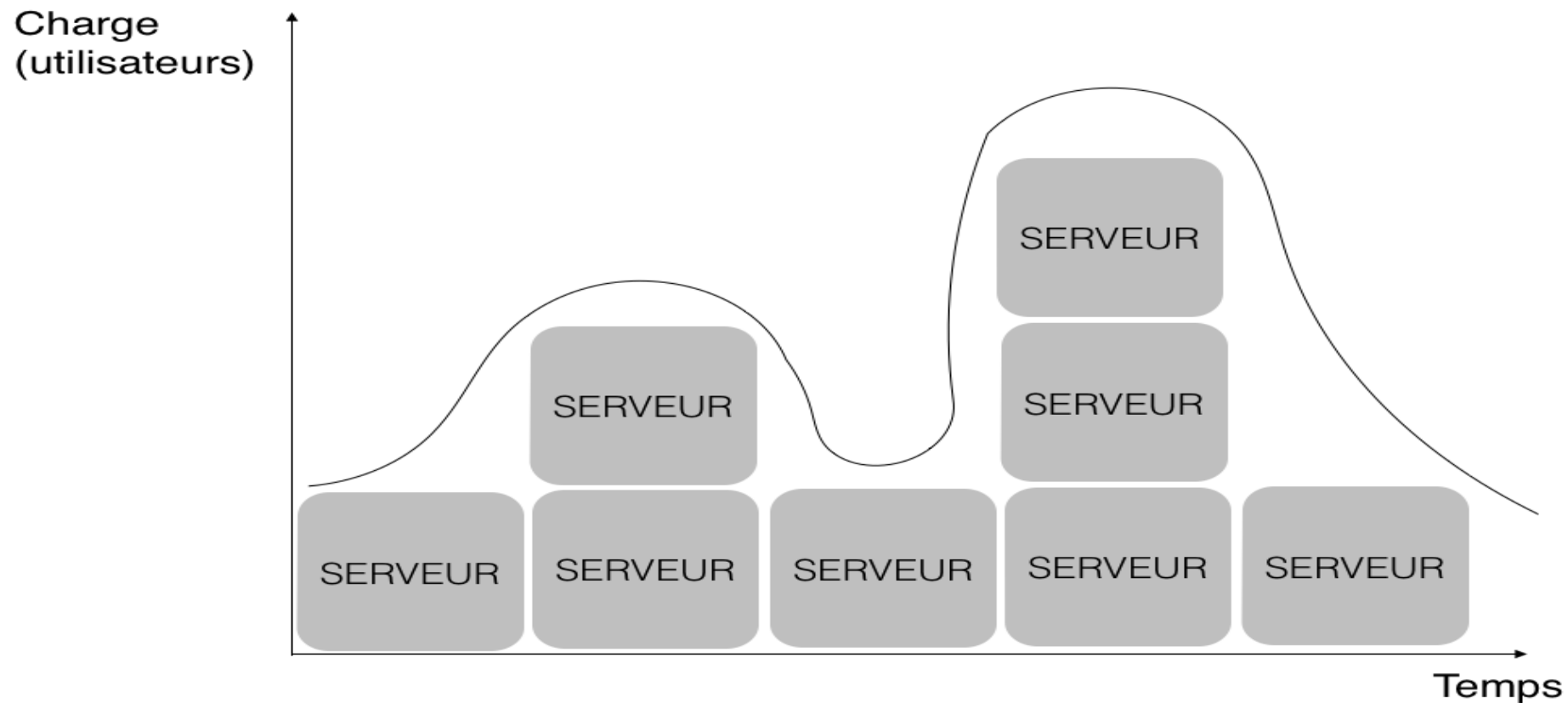
Le Cloud computing

✚ Les solutions Cloud reposent sur des **technologies de virtualisation** : une technologie qui permet de **transformer le matériel physique en plusieurs ressources virtuelles**.



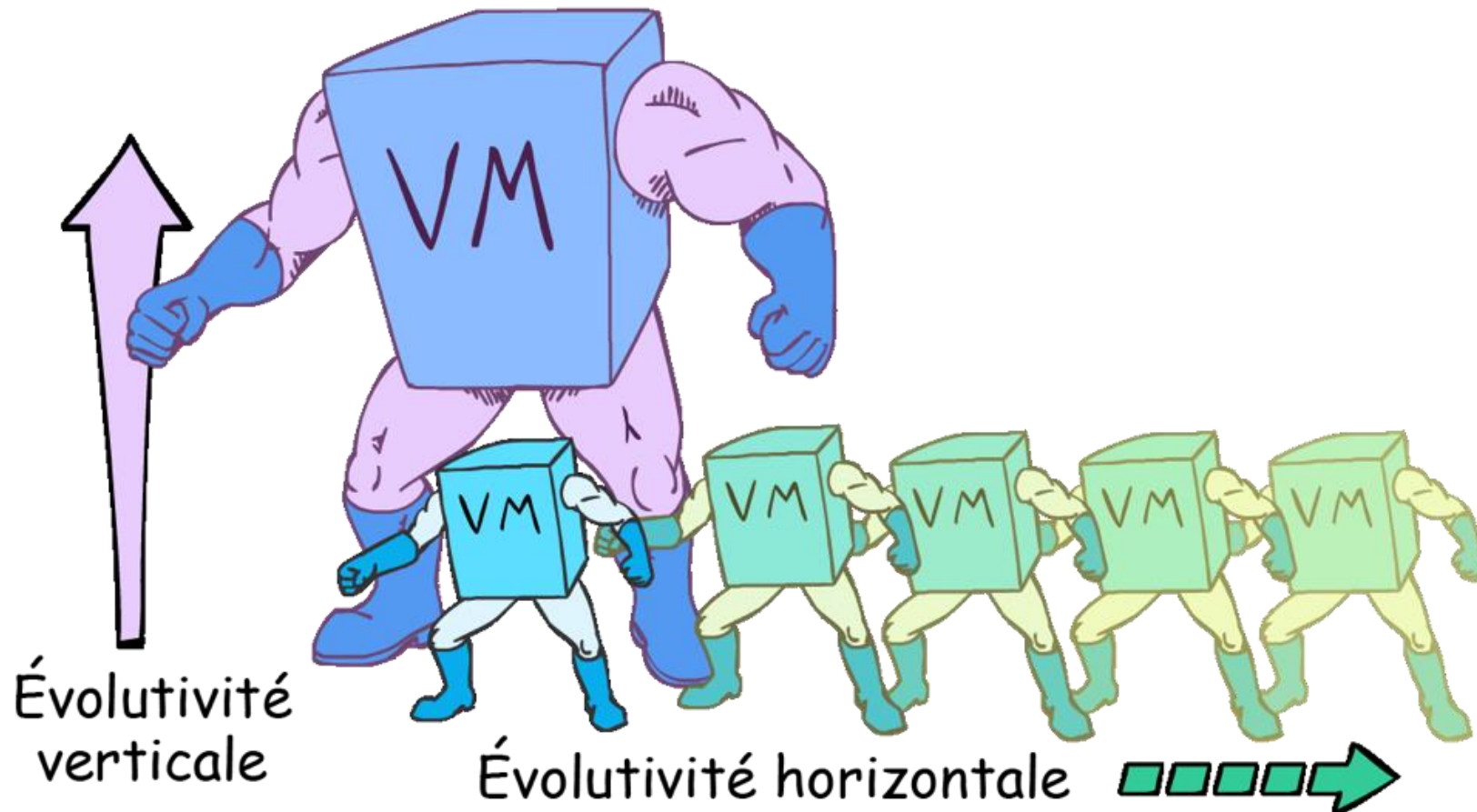
Architectures cloud-native :
favoriser « l'évolutivité » et
« la disponibilité » des
applications

✚ Le Cloud computing permet d'ajuster les ressources matérielles de manière dynamique en fonction de la charge du système pour **garantir un temps de réponse minimum** et **assurer une disponibilité continue**.

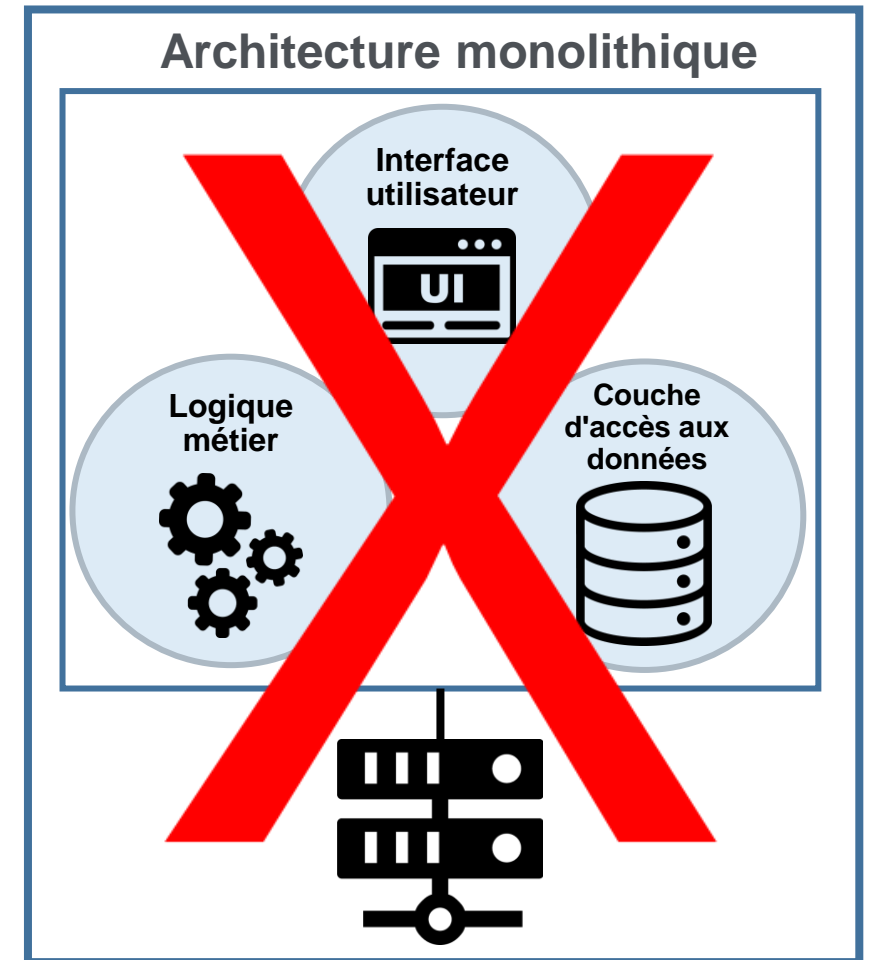
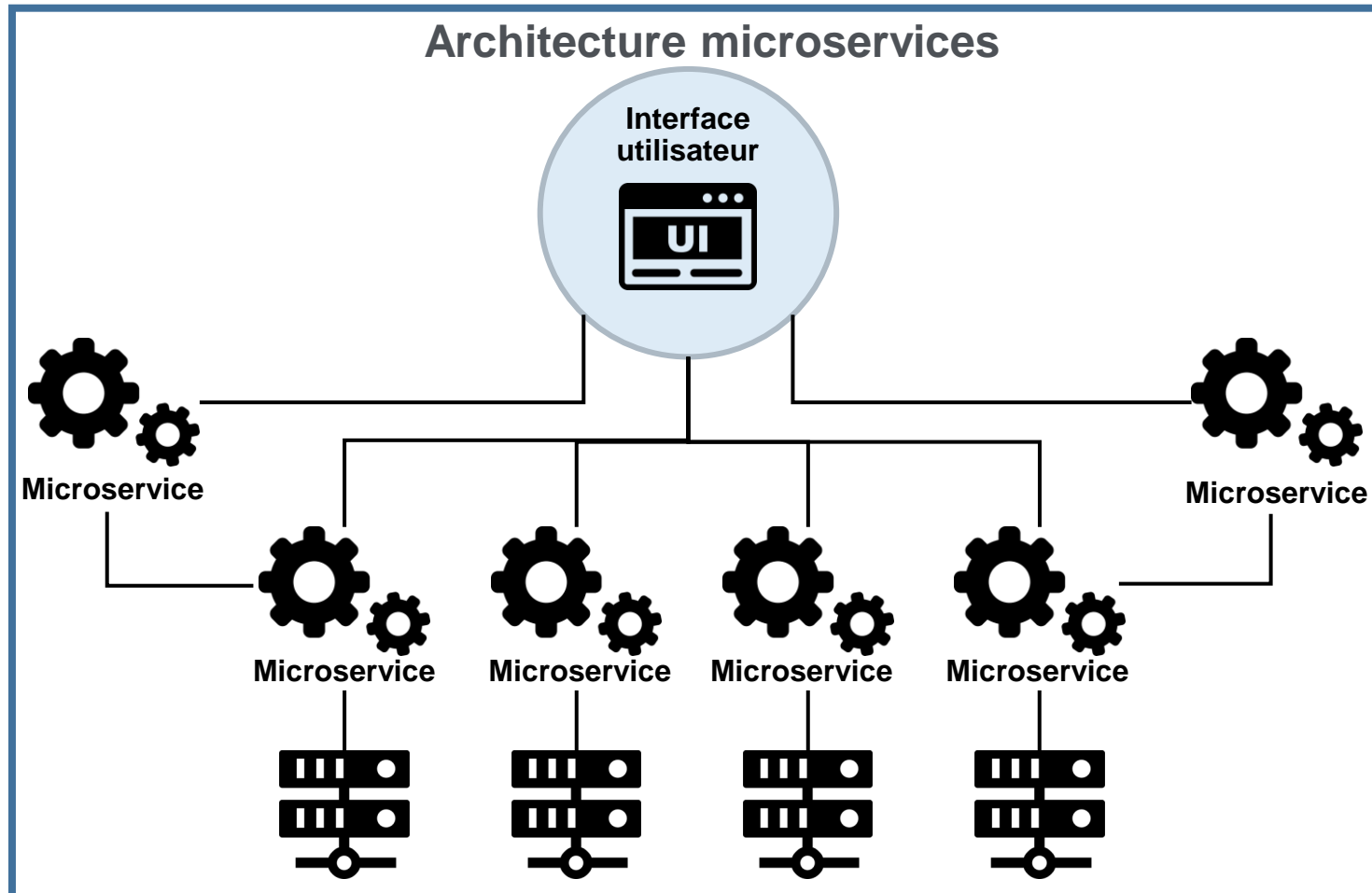


**Autant profiter de cette
capacité**

Architecture microservices



Architecture microservices





Merci pour votre attention