

Digitalisation

Mastère MTI

Antoine Zimmermann

École des mines de Saint-Étienne

antoine.zimmermann@emse.fr

Technologies pour la digitalisation

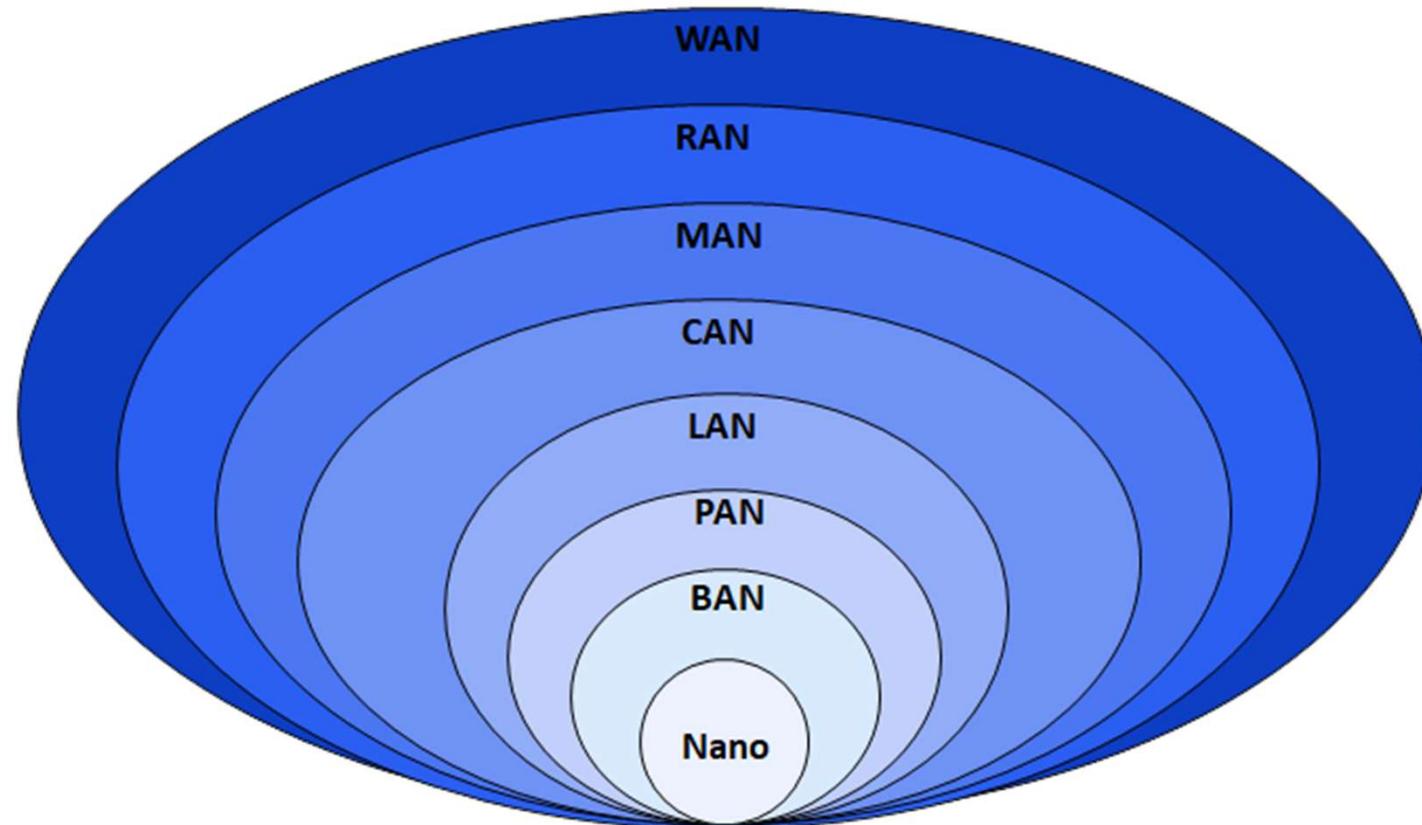
- La digitalisation des entreprises requiert un grand nombre de technologies et donc de compétences en terme de :
 - **Connectivité** (Internet des Objets, capteurs / actionneurs, réseaux sans fil, RFID)
 - **Stockage et traitement** des données (*Cloud, data mining, data analytics, apprentissage machine, flux de données*)
 - **Modélisation** (modèle 3D, modèle physique, modèle de données, modèles de connaissances)
 - **Diagnostic et prise de décision** (monitoring, prévision, planification)
 - **Sécurité** (des réseaux, des données, des infrastructures)

Connectivité

- La digitalisation des entreprises exigent :
 - Des objets connectés
 - Des protocoles de communications
- Objets connectés :
 - **Capteurs** : accélération, allongement, altitude, angle, champ magnétique, concentration, couleur, courant, débit, déformation, déplacement, distance, force, inclinaison, rotation, luminosité, mouvement, position, pression, son, température
 - **Actionneurs** : chauffage (radiateur), déplacement (moteur, vibreur), émission acoustique (haut-parleur), émission électromagnétique (micro-onde, IRM), illumination (ampoule, diode)

Connectivité (suite)

- Classification par portée spatiale des technologies de communication sans fil :



Connectivité (suite)

- Courte portée :
 - **Bluetooth low energy (BLE)**
 - Light-Fidelity (Li-Fi)
 - Near-Field Communication (NFC)
 - **Radio-frequency Identification (RFID)**
 - **Wi-Fi**
 - ZigBee
 - Z-waves
- Moyenne portée :
 - Long Term Evolution advanced (LTE-advanced) – téléphonie mobile

Connectivité (suite)

- Longue portée :
 - Low-power wide-area networking (LPWAN)
 - **LoRaWAN**, Sigfox, NB-IoT, Weightless
 - Very-small Aperture Terminal (VSAT) – par satellite
- Communication filaire :
 - **Ethernet**
 - Power-line communication (PLC) – communication par le réseau électrique (*courant porteur en ligne*)

Le modèle OSI

unité de données

couches

Couches hautes

Donnée

7 - Application

Point d'accès aux services réseau

Donnée

6 - Présentation

Conversion et chiffrement
des données

Donnée

5 - Session

Communication Interhost

Segment

4 - Transport

Connexion de bout en bout
et contrôle de flux (TCP)

Couches matérielles

Paquet

3 - Réseau

Détermine le parcours
et l'adressage logique (IP)

Trame

2 - Liaison

Adressage physique
(MAC et LLC)

Bit

1 - Physique

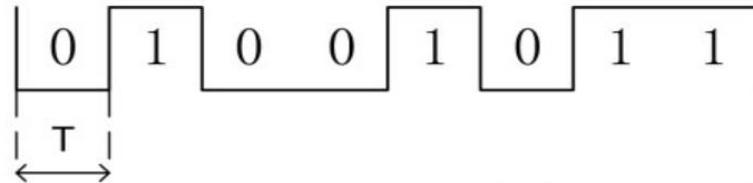
Transmission binaire
numérique ou analogique

Les technologies présentées avant
définissent les 2 premières
couches de ce modèle



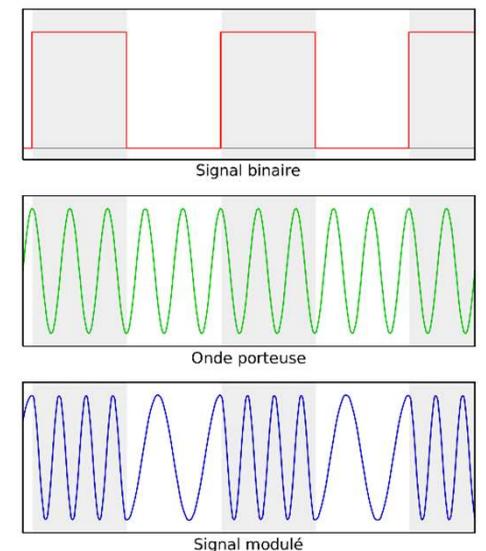
Couche physique

- Détermine comment un signal numérique (sequence de 0 et de 1 en binaire) est transmis
- P.ex., pour les technologies par fil / cable électrique, présence d'un courant électrique à un voltage donné signifie 1, absence de courant (0 V) signifie 0



<https://blog.csdn.net/luckywang1109>

- P.ex., pour les technologies sans fil, présence d'une onde électromagnétique à une fréquence donnée (ou combinaison de fréquences) signifie 1, sinon 0



Couche liaison

- Un émetteur déclare qu'il veut communiquer avec un récepteur en utilisant une certaine technologie
- Le signal à transmettre est alors de la forme :



Couche réseau

- La couche réseau interprète le contenu de la trame pour savoir quoi faire des données
- Pour cela, la trame doit être de la forme :



Le protocole Internet (*Internet Protocol* – IP)

- Une technologie réseau (sans fil ou filaire) permet de transmettre des « paquets » de données d'un point à un autre du réseau
- IP définit le contenu des paquets permettant de faire « dialoguer » un *client* et un *serveur* situés n'importe où sur le réseau

En-tête IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification												Indicateur				Fragment offset															
Durée de vie						Protocole						Somme de contrôle de l'en-tête																			
Adresse source																															
Adresse destination																															
Option(s) + remplissage																															

La couche transport

- Les paquets de données qui suivent l'entête doivent indiquer quelle application doit traiter les données (p.ex., un serveur d'emails, un serveur Web, un serveur FTP, un logiciel de partage de fichiers pair-à-pair)



- Le segment est ce qui va pouvoir être traité par l'application qui exploite les données

Le protocole HTTP (pour le Web)

- Un segment HTTP typique (p.ex., émis par un navigateur Web) s'écrit :

```
GET /~zimmermann/Teaching/Digitalisation  
HTTP/1.1
```

```
Host: www.emse.fr
```

```
Accept: text/html
```

```
Accept-language: fr,en,en-US
```

```
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64;  
x64; rv:82.0) Gecko/20100101 Firefox/82.0
```

HTTP (suite)

- Le server renvoie un message qui dit :

HTTP/1.1 302 Found

Date: Thu, 22 Oct 2020 11:13:42 GMT

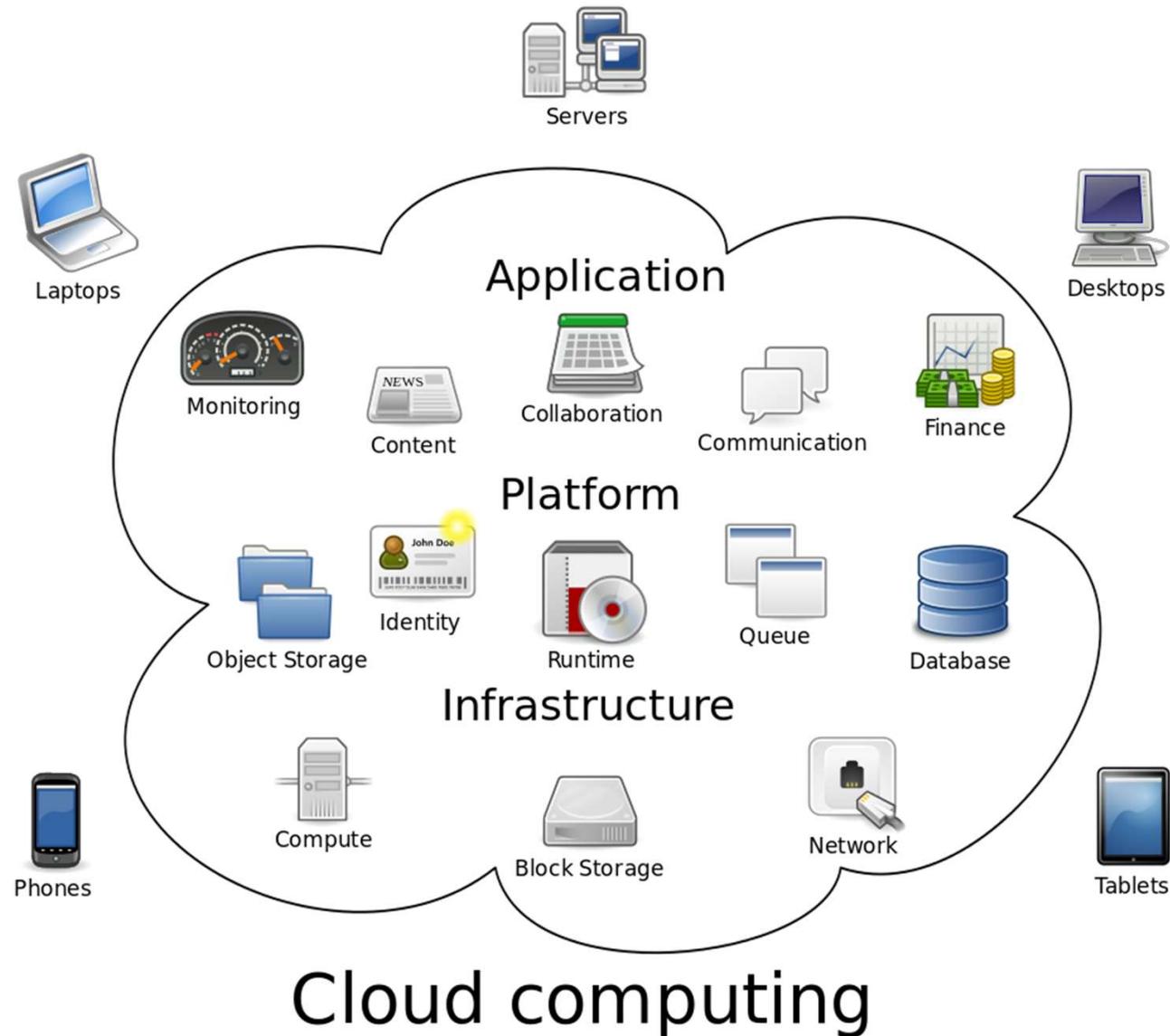
Server: Apache

Location:

<https://www.emse.fr/~zimmermann/Teaching/Digitalisation>

Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1

Stockage et traitement des données

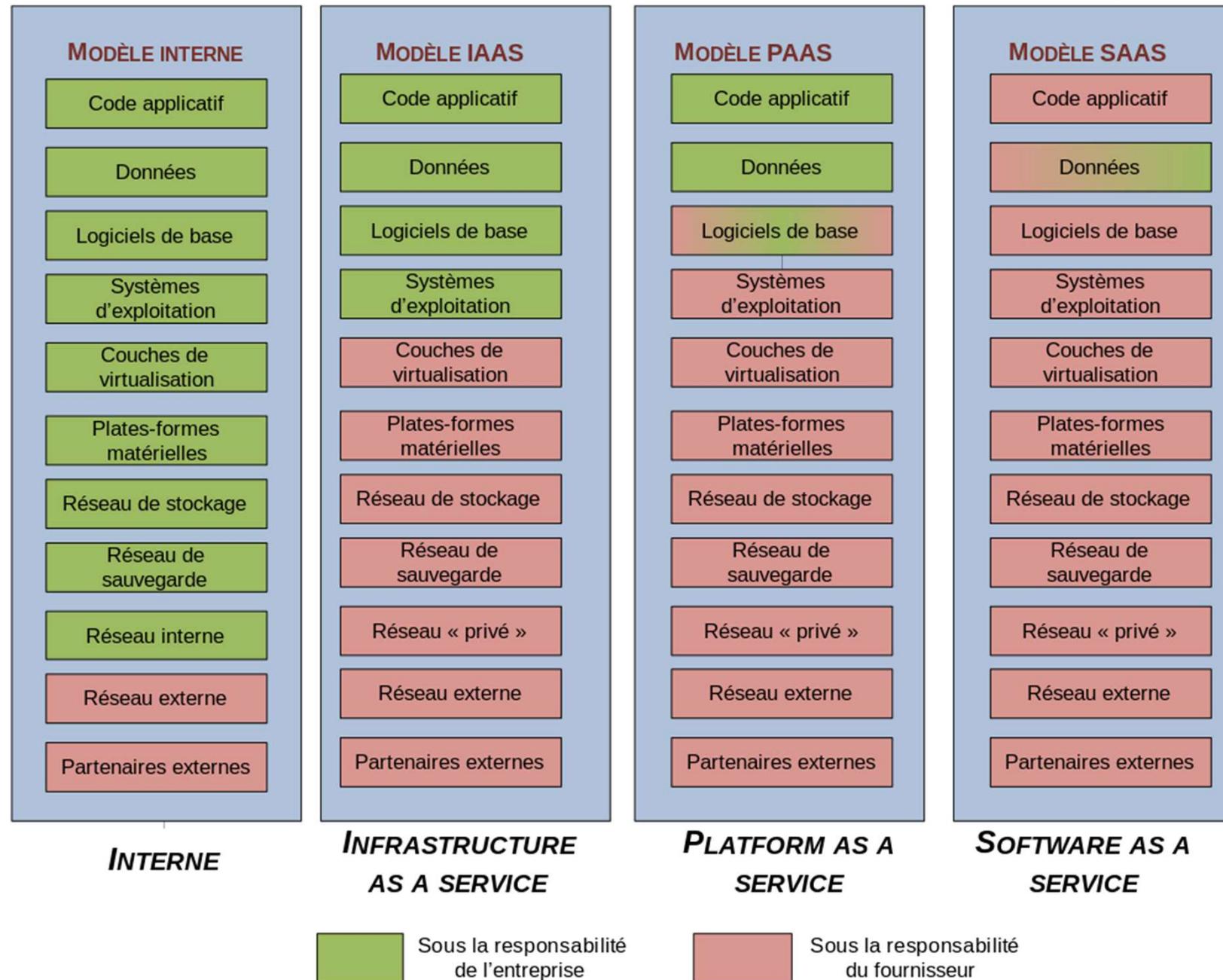


Sam Johnston, CC-BY-SA 3.0, from Wikimedia commons, mars 2009, modifié mars 2016

Cloud computing

- Types de services (X as a Service – XaaS) :
 - **Infrastructure** (IaaS) : on ne fait que déporter la puissance de calcul et le stockage
 - **Plateforme** (PaaS) : on utilise l'infrastructure pour l'hébergement d'applications
 - **Logiciel** (SaaS) : on exploite une application logicielle déployer sur une plateforme cloud
 - **Données** (DaaS) : on exploite des données déportées sur le cloud
 - **Fonction** (FaaS) : utilisation d'une fonction particulière, déportée sur le cloud, que l'on veut intégrer à son application
 - **Réseau** (NaaS) : permet d'administrer l'infrastructure réseau de façon partiellement déporté
 - **Tout** (XaaS – Everything as a service) : principe consistant à déporter systématiquement tout traitement, stockage, fonctionnalité, gestion, administration, etc. sur le cloud

Responsabilité des couches applicatives



PhFabre, CC-BY-SA 3.0, from Wikimedia commons, mars 2013

Gestion de données

- Systèmes de gestion de bases de données (b.d.d.)
 - **Relationnelles (SQL)** : un ensemble de tables, faites de colonnes et de lignes, reliées entre elles par des références à des lignes d'autres tables
 - **Clé-valeur** : pairs d'éléments composées d'un identifiant d'attribut et d'une valeur de type quelconque
 - **Orientée document** : les données correspondent au contenu de fichiers plutôt qu'à une structure spécifique à la base de données
 - **Graphes** : les données ont la forme de graphes connectant des sommets (nœuds), correspondant aux entités qu'on décrit, avec des arcs (flèches) orientés et étiquetés
 - **Orientée objet** : stocke des données selon le paradigme de la programmation orientée objet (des instances de classes ayant des propriétés)
 - **Polystore** : mélange de plusieurs types de bases de données

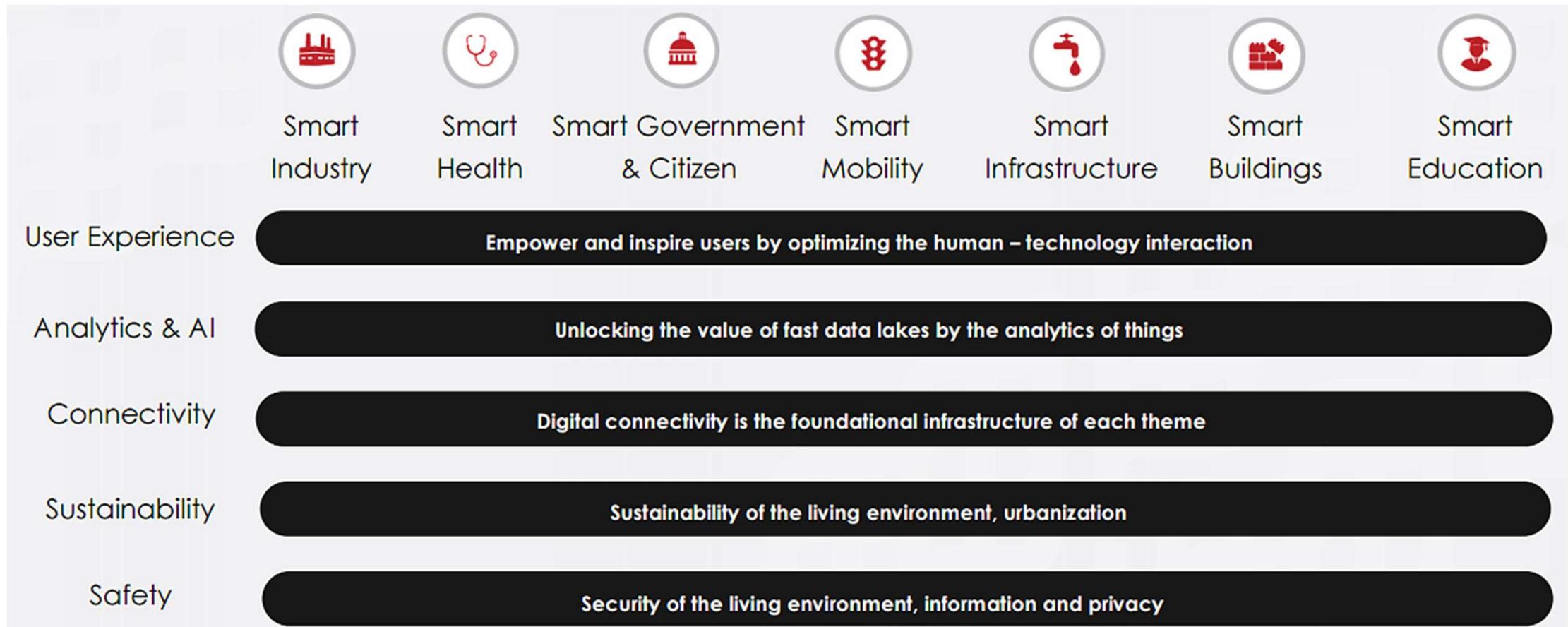
Modélisation

- **Modèles 3D** : logiciels de conception 3D, captation (*scanning*), capture de mouvement (marqueurs passifs, actifs, Kinect, etc.)
- **Modèles physiques** : équation permettant de calculer comment l'objet évolue (son mouvement, sa déformation, son usure, sa température, etc.) sans avoir besoin de le capter
- **Modèles de données** : permet d'ajouter de l'information non-physique aux objets (leur nom, identifiant, propriétaire, prix, etc.)
- **Modèles de connaissances** : en supplément des équations physiques permettant une modélisation quantitative, on peut avoir des connaissances qualitatives (ce que l'on sait de tel type d'objet au-delà de ses caractéristiques physiques, p.ex., un camion permet de transporter des marchandises et des personnes)

Sécurité

- Se rappeler du cours de Philippe Jaillon ! 😊

La notion de *verticales*



From: smarttempere.fi