



Stratégie de choix des produits

Frédéric Camps - LAAS/CNRS
fcamps@laas.fr

Agenda

- Choix matériel
- Choix des composants d'une plateforme

use case

- Définir le use case précisément
- Dans un use case il peut y avoir plusieurs types de matériels
- Les contraintes peuvent être importantes:
 - Norme
 - Pays
 - Certification (santé ...)

Choix matériel

<https://www.iotone.com/iotone500>

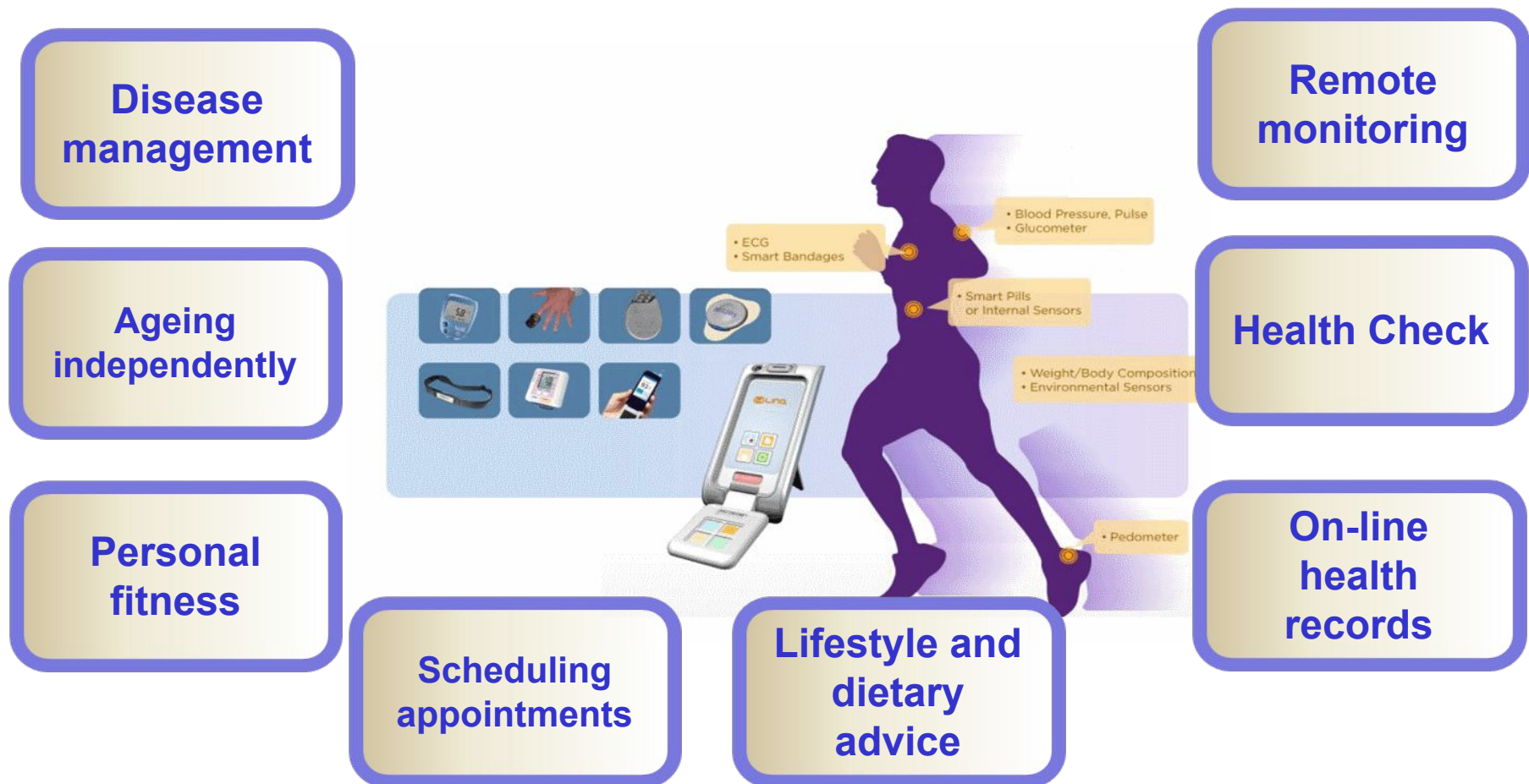
Use case Transport



Choix matériel

<https://www.iotone.com/iotone500>

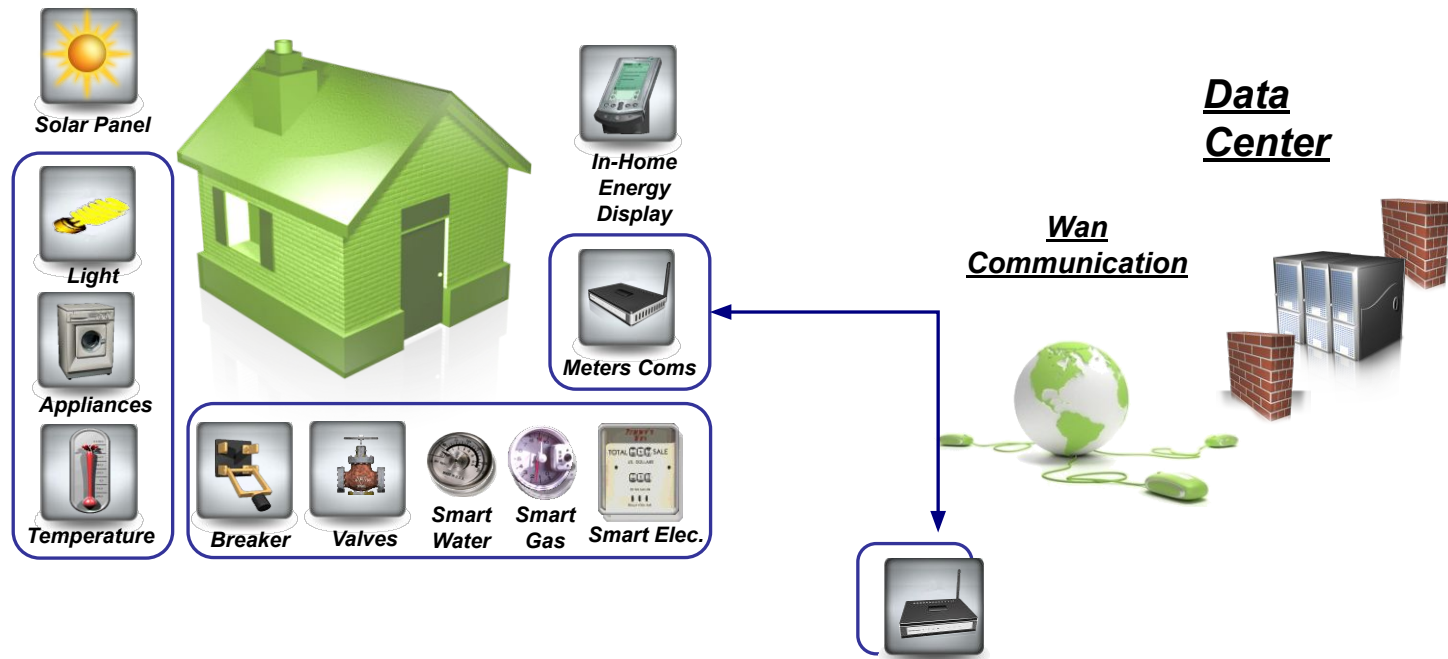
Use case Santé



Choix matériel

<https://www.iotone.com/iotone500>

Use case Smart Meter



- Consumption info
- Fault details
- Threshold management

- Remote Meter reading
- Consumption management
- Pricing info

Caractéristiques globales (fonctionnelles et non fonctionnelles)

- Adapté à l'utilisation
- Mise à jour
- Contrôle distant
- Résilience
- Sécurité
- Intelligent
- Maintenable
- Fiable
- Ergonomie
- Compatibilité
- Réutilisabilité
- Performance
- Consommation énergie
- Coût (achat, maintenance, exploitation...)

Protection contre les éléments environnementaux :

- Radiatif
- Explosif
- Corrosif
- Température
- Pression
- Humidité
- Etanchéité
- Accélération très forte
- Vibration
- Champs électromagnétique important
- Laser

Connectivité réseau :

- Compatibles avec les types de réseaux disponibles dans l'environnement spécifique
- Bande de fréquence en fonction du pays (attention !)
- Avec ou sans abonnement
- QoS
- Débit utile
- Protocole avec fiabilité (perturbation radio ...)
- Différents média de communication

Connectivité réseau :

- Médias courte distance : Wifi, Bluetooth, NFC...
- Médias longue distance : Ethernet filaire, 3G, 4G, LoRa, SigFox, NB-IoT...
- Protocoles : TCP/UDP/IP, HTTP, CoAP (Constrained Application Protocol) ...
- BLE5.3, NFC,
- Ethernet (PoE)
- Environnement bruité $\Rightarrow$ Problème radio !

Electronique

- Processeur (mono / dual core)
 - Architecture Harvard / Von Neumann
 - Bus : I2C, SPI, UART, PWM, GPIOs, I2S, USB, ADC, Ethernet, I2S (audio)
 - Flash / eMMC
 - SRAM (attention à la consommation) / DDR
 - MPU (memory protection unit)
 - EPROM
 - 8/16/32 bits
 - Double bank de mémoire pour la mise à jour
 - Bootloader possible
 - JTAG
 - ETM (debug, trace ...)
 - Tension alimentation
 - CMOS
 - Debugger
 - Consommation ...

Electronique

- Processeur (mono / dual core)
 - Chiffrement AES ...
 - Mise en veille
 - Box de sécurité
 - RTC (real-time clock)
 - Fréquence (paramétrable pour la consommation) ...

Electronique

- SOC et FPGA
 - Puissance de calcul + hardware très rapide
 - Hardware configurable
 - Pour une utilisation très précise
 - Consommation plus élevée
 - Pour les processus très rapides quelques ns !
 - Utilisation de la partie PS pour le processing et les OS
 - Assez complexe à mettre en oeuvre

- Affichage : HDMI, VGA

Electronique

- Attention aux plages de températures, humidité ...
- **Les caractéristiques varient en fonction de la température** ... Timer temps réel, précision des mesures $\Rightarrow$ Il faut caractériser avant l'utilisation sinon les données peuvent être inutilisables !
- Limite de fabrication (5, 10, 15 ans ...)
- Attention, les versions de composants évoluent aussi (masque, matière, correction de bug ...), il est préférable de faire un approvisionnement
- Stockage des composants dans un gaz inerte (azote) pour réduire le vieillissement + sachet antistatique
- Quartz piloté an T° pour éviter les dérives temporelles
- Résistance et condensateur $\Rightarrow$ automotive, faire attention à la géométrie pour les vibrations

Electronique

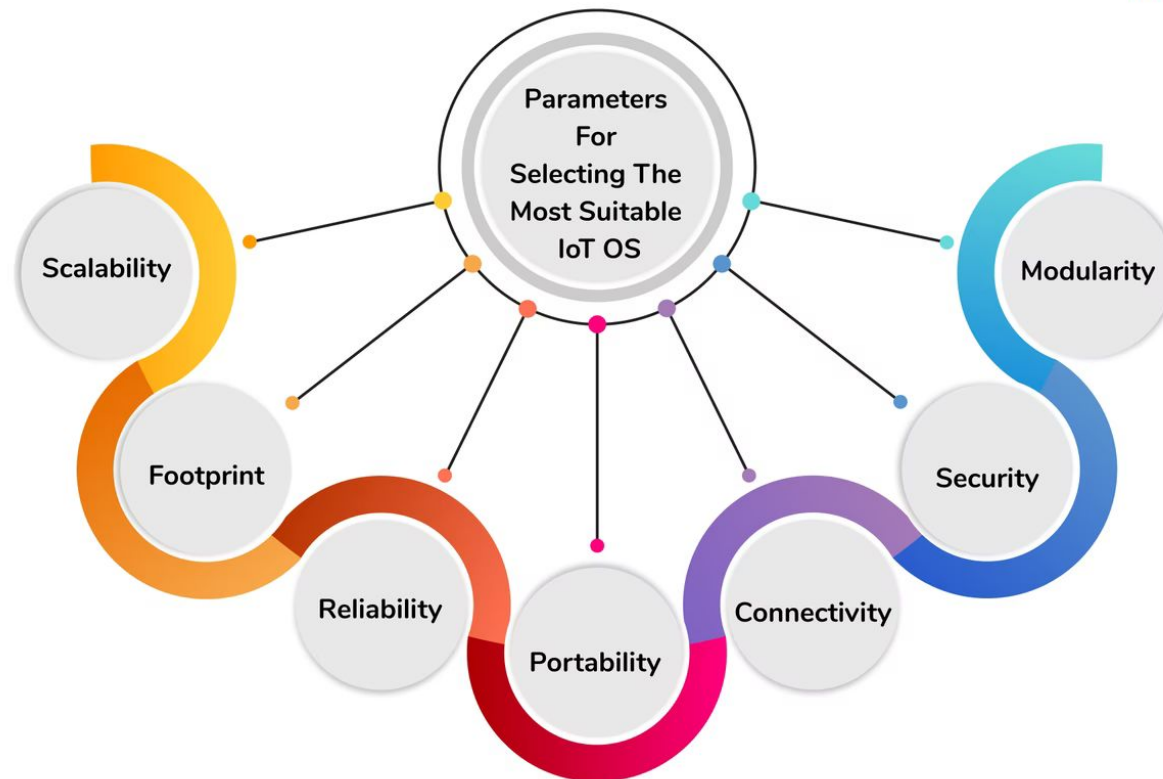
- Cartes sur étagères en fonction de critères
 - Arduino $\Rightarrow$ Attention parfois ne dépasse pas la cap d'un POC
 - Raspberry
 - Asus Tinker Board 2
 - PocketBeagle
 - NXP
 - STM
 - BeagleBone
 - ESP32
 - ESP8266 ..

<http://www.etsi.org/>

OS + SDK / API

- Micro OS : RIOT, MBED, FreeRTOS, Contiki, Zephyr RTOS...
- OS Linux: Raspbian Pi, Ubuntu Core, Ubuntu MATE ...

intuz



<http://www.etsi.org/>

OS + SDK / API

- **SDK:** Software Development Kit
 - Outils de développement qui permettent de développer des applications
 - Interface graphique, compilateur, debugger, tests ...
- **API:** Application Programming Interface
 - Bibliothèque logicielle qui permet de réaliser un logiciel
 - Exemple:
 - API pour un capteur de température
 - API pour une communication réseau ...
- De très nombreuses API open source sont disponibles !

Capteur

- Capteurs de température, pression
- Capteurs de lumière,
- Capteurs d'humidité,
- Capteurs de vibrations,
- Capteurs de gaz,
- Récepteurs GPS,
- Capteur de présence,
- Capteur inertiel ...

Prévoir les API, ou tout développer (driver bas niveau).

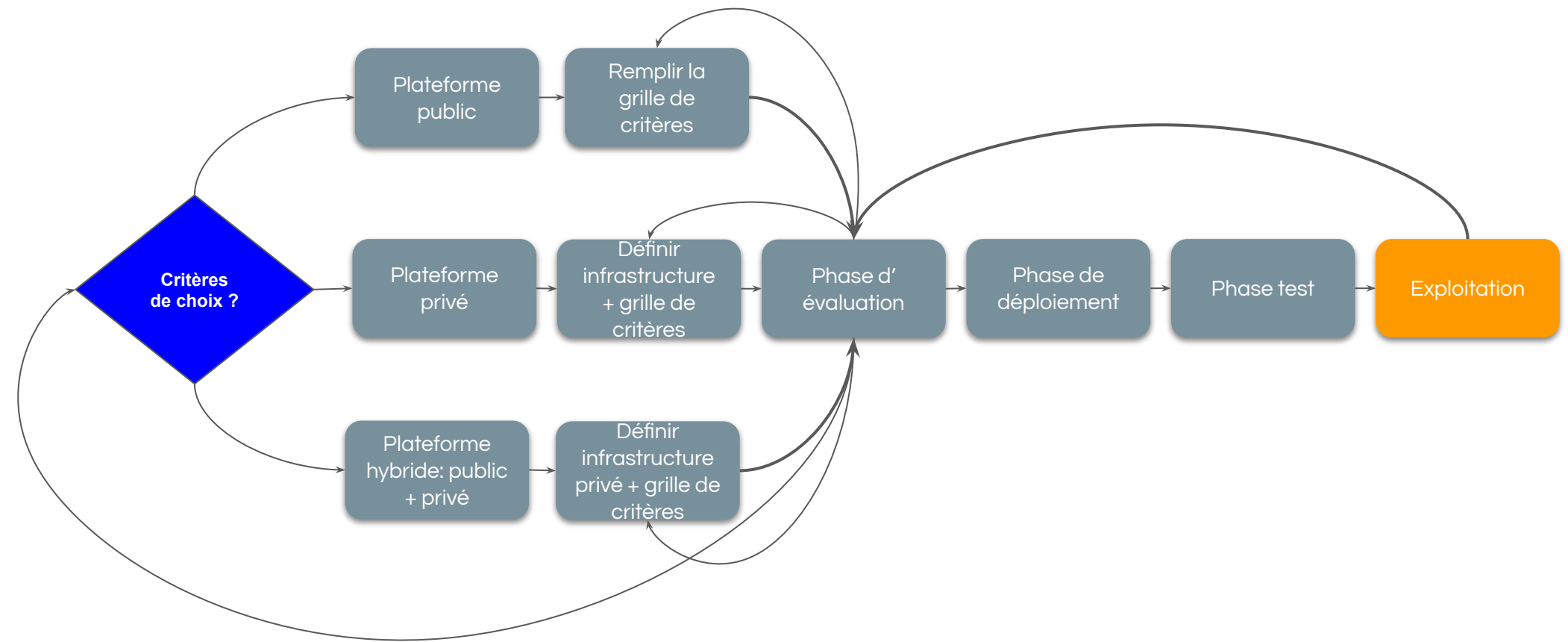
Capteur

- Redondance
- Calibration
- Comportement (T° , pression ...)
- Fiabilité
- Précision
- Intégration
- Disponibilité
- Coût
- Type de bus ...

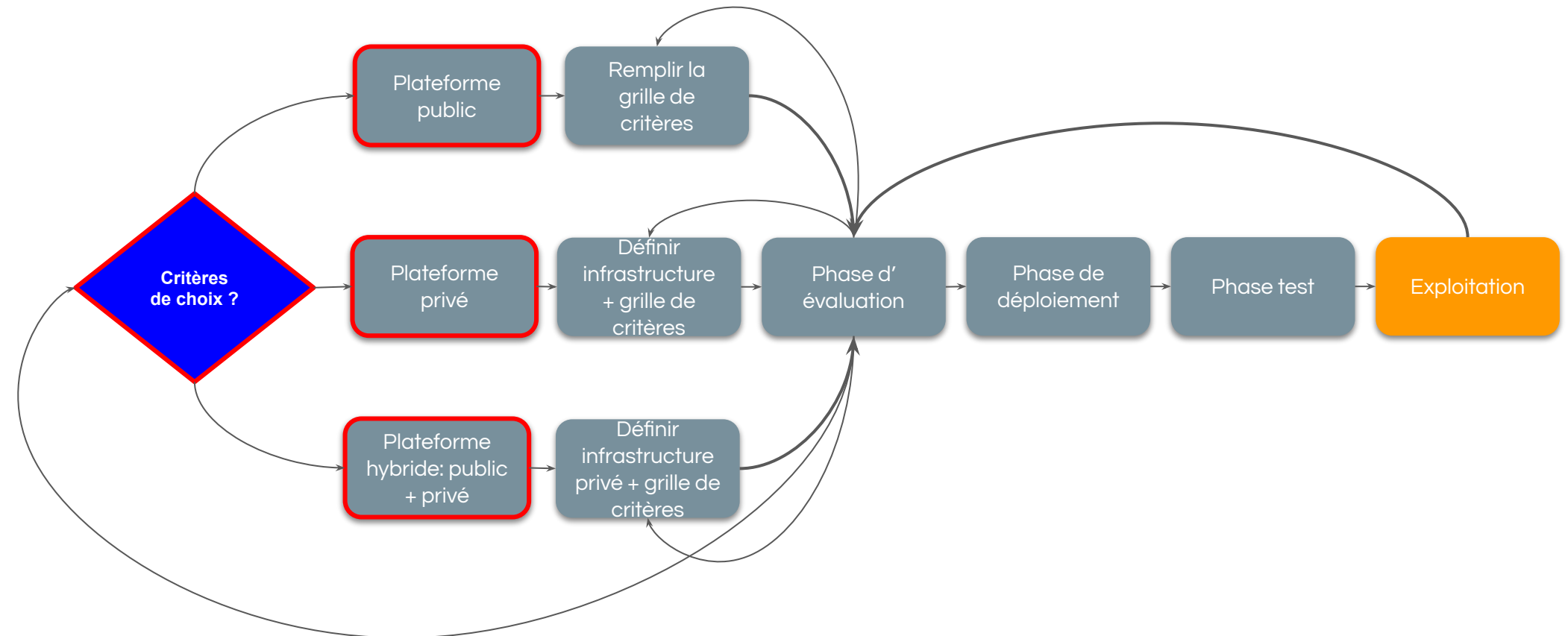
Introduction:

- Le processus de choix d'une plateforme du marché peut être complexe:
 - L'offre est importante,
 - Les critères sont nombreux,
 - Les coûts sont parfois difficiles à évaluer,
 - Les technologies sont nombreuses ...
- Le choix de développer une plateforme est possible:
 - Utiliser des produits Open source,
 - Organiser ses propres processus,
 - Maîtriser **une chaîne de valeur de bout en bout** (une approche complexe mais qui offre d'autres avantages).

Processus de décision



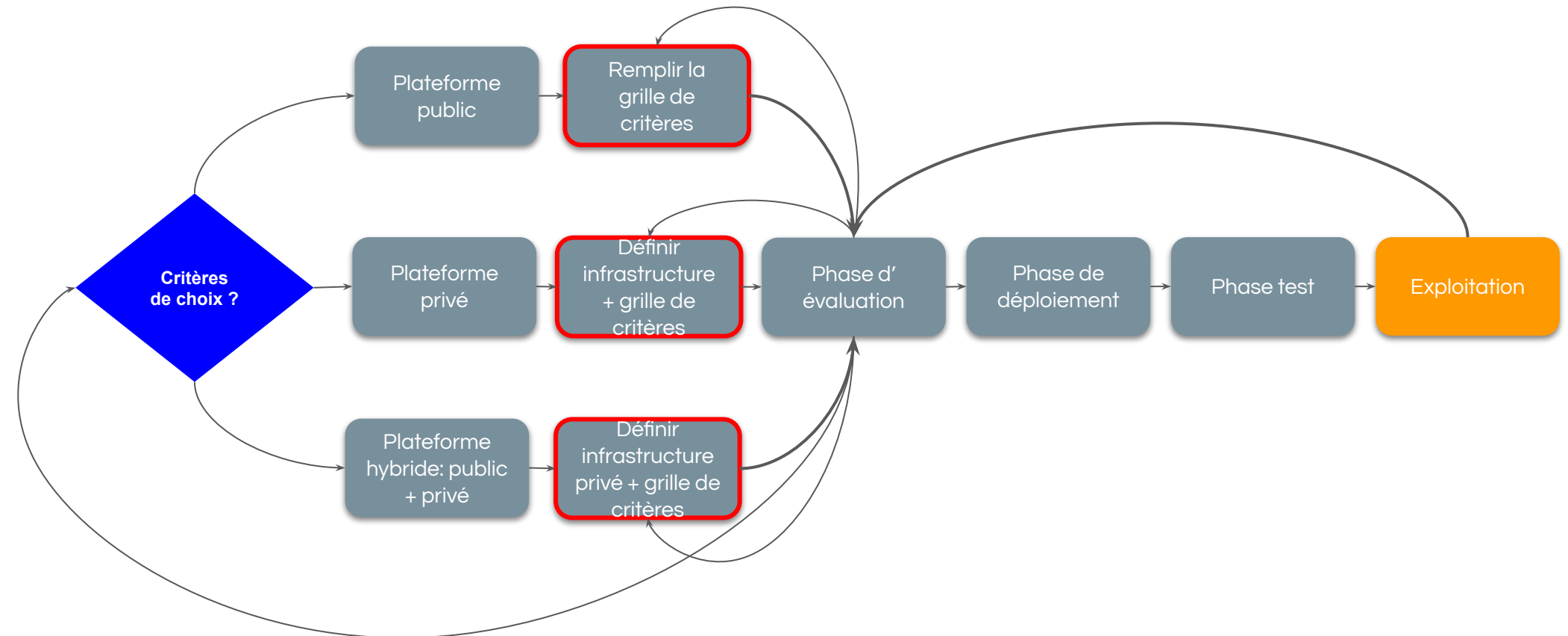
Processus de décision / Phase 1



PHASE1

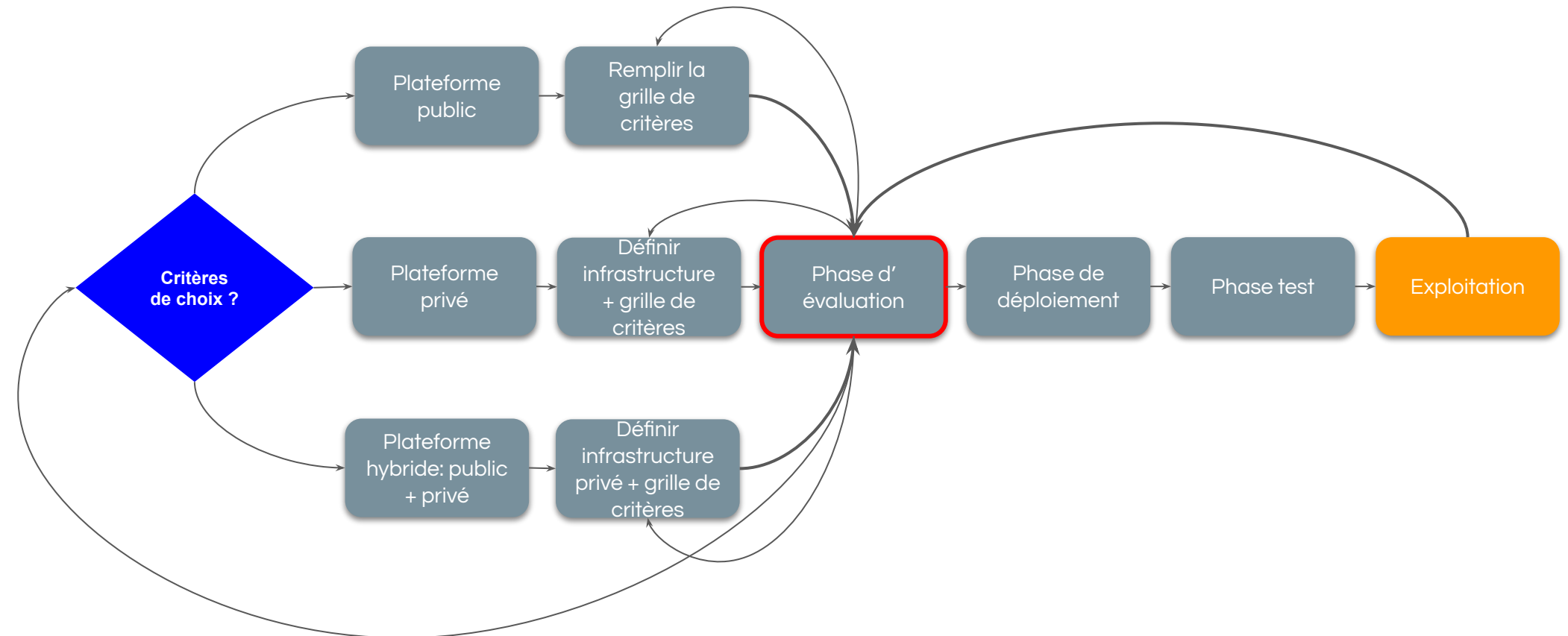
Besoin fonctionnel
Normes à appliquer (RGPD, sécurité, architecture ...)
Définition de l'architecture globale: Public, privé, hybride

Processus de décision / Phase 2



PHASE 1 + Grille de critères: coût, type de stockage, virtualisation, offre de service ...

Processus de décision / Phase 3

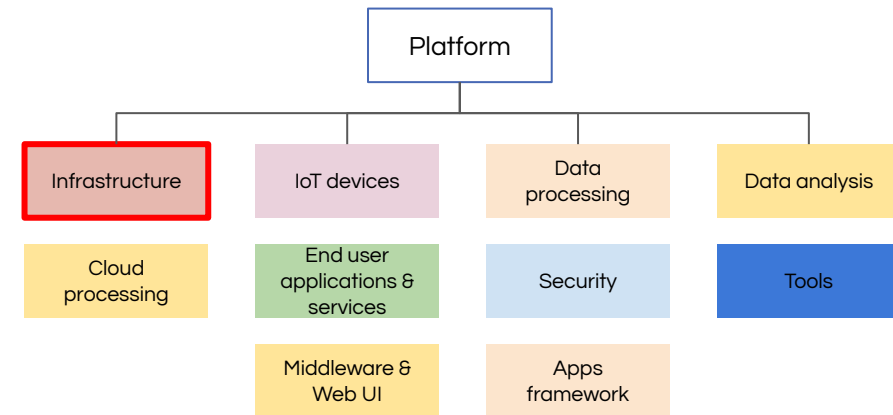


PHASE 1 + PHASE 2 + Phase d'évaluation sur un processus complet avant un engagement.

<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

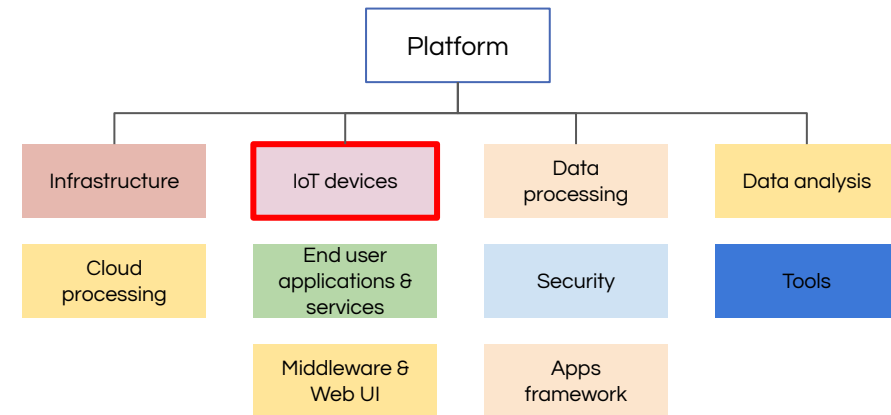
- Type de cloud: privée, public, hybride,
- Infrastructure edge,
- Infrastructure on-premise,
- Type de réseau de capteur: filaire, radio,
- Type de réseau de capteur: infrastructure privé, opérateur
- Sécurité: Firewall, VPN, routeur, switch, DMZ ...
- Système de gestion: SNMP, ...
- Sécurité : souveraineté des données et infrastructures,



<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

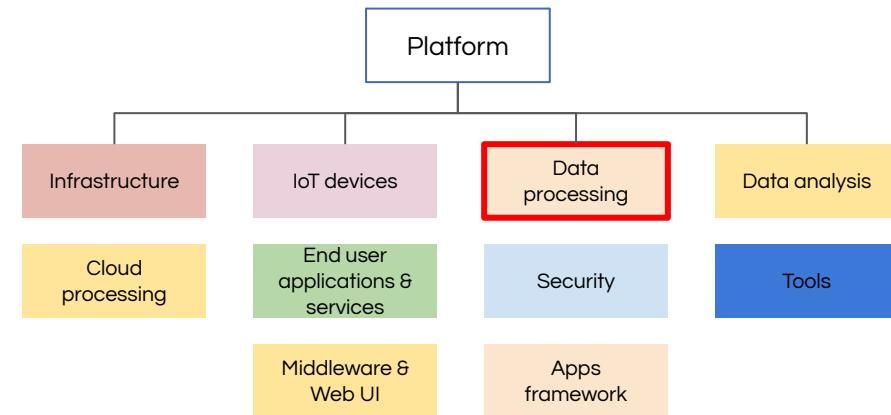
- Systeme d'exploitation, ou sans OS,
- Type de capteur, redondant,
- Mise à jour firmware,
- Protocole de transport (Wifi, LoRa ...),
- Protocole de transport de données : REST, JSON, XML, binaire,
- Chiffrement : données, protocoles de transport ...
- Consommation d'énergie, batterie ...
- Pilotage des actionneurs,
- Logiciel de pilotage,
- Fiabilité,
- Interopérabilité,
- Sécurité physique IoT,
- L'authentification des objets connectés
- Sécurité des données : sécurité et la confidentialité des données de bout en bout.



<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

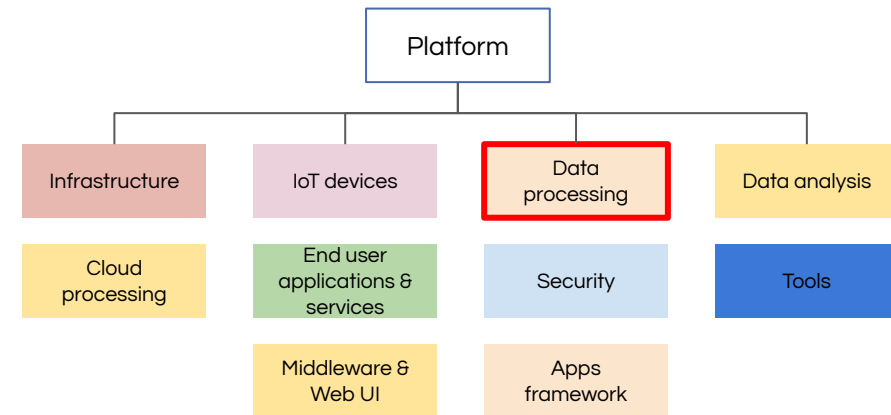
- Gestion des arrivées des données,
- Normalisation, extraction, filtrage,
- Stockage des données,
- Routage des flux,
- Enrichissement des données,
- Alarme sur les flux,
- Affichage temps réel.



<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

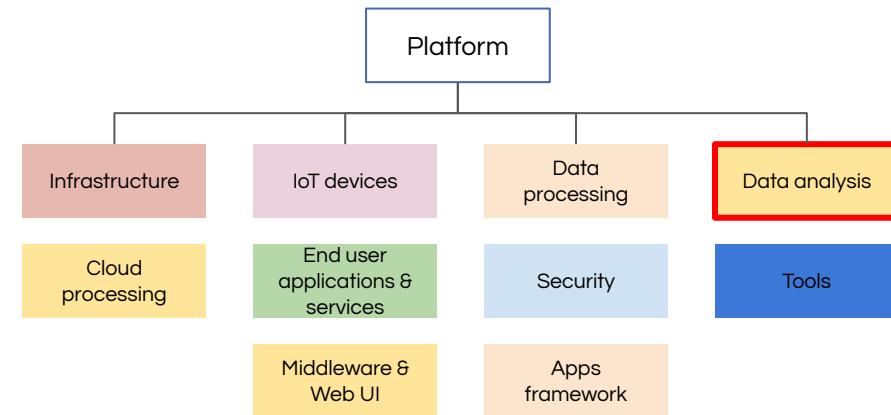
- Gestion des arrivées des données,
- Normalisation, extraction, filtrage,
- Stockage des données,
- Routage des flux,
- Enrichissement des données,
- Alarme sur les flux,
- Affichage temps réel.



<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

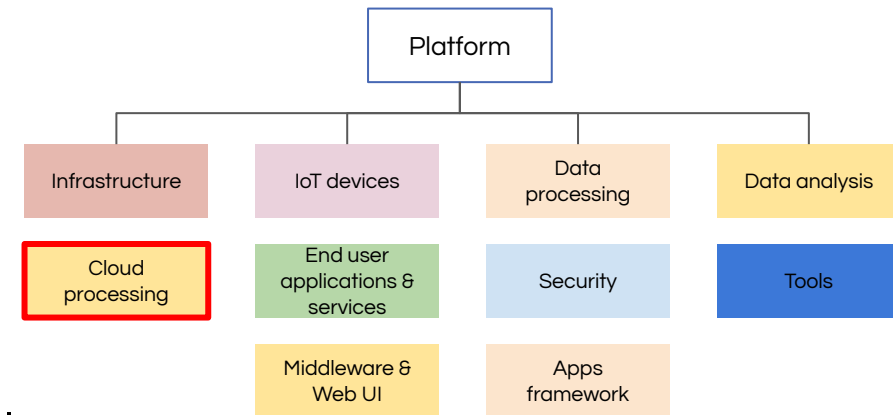
- Stockage: base de données Big data,
 - Outils d'analyse et requêtage,
 - Automatisation des tâches,
 - Sécurité: gestion des accès,
 - IA, Machine learning,
 - Sécurité/Norme: RGPD.
-
- Visualisation de la donnée : Analyser et rediriger les données vers des interfaces de visualisation,
 - Stockage de type Availability Zones (AZ): Évite les pertes de données,
 - Stockage évolutif,
 - Prix en fonction des usages: accès rapide, archivage, taux d'utilisation CPU, mémoire ...
 - Filtrage et traitement des données avant le stockage,
 - Reporting sur les données,
 - Format des données: non propriétaire.



<http://www.etsi.org/>

Les composants à prendre en compte:

- Support technique du fournisseur,
- Possibilité de la migration et outils.
- Automatiser toutes les tâches professionnelles,
- La gestion des devices : Equipement hétérogène, interopérabilité,
- La gestion de la connectivité : Agnosticité technologique car évolution des protocoles très rapide (4G, 5G, Sigfox, Narrow Band, LoRa ...),
- Le provisionnement des objets connectés.



<http://www.etsi.org/>

Les critères de choix d'une plateforme IoT / Maîtrise des coûts

- **Maîtrise des coûts de stockage:**
 - Stocker uniquement les données essentielles,
 - Utilisation de stockage spécifiques (accès rapide, stockage avec peu d'accès, archive ...),
- **Maîtrise des coûts d'exploitation,**
 - Spécifier les processus,
 - Automatiser les processus,
 - Gestion centralisée des sites,
 - Monitoring et diagnostique,
- **Maîtrise des coûts d'énergie:**
 - Protocole très optimisé,
 - Stockage centralisé.

Synthèse

ETAPE 1

ETAPE 2

ETAPE 3

ETAPE 4

Analyse
systémique

Processus
métier

Use Case

Flux

Exigences
fonctionnelles
et non
fonctionnelles

Composants
plateformes

Définir
critères de
performances

Définir
critères de
norme

Définir
critères de
coût

Définir
critères
évolution,
sécurité...

Comparer offre
marché

Simulation

Test

Apprentissage

Planification

Evaluation

Déployer

Administrer

Exploiter

Synthèse critères / architecture

	IoT architecture				
	IoT	Edge	Cloud Data processing	Cloud Data store	Cloud Data analysis
Performance	✓			✓	
Norme	✓			✓	
Métier	✗	✗		✓	
Données	✓			✓	
Evolution	✗		✓	✓	
Sécurité	✓			✓	
Protocole					
Interopérabilité					
Coût / Simulation de coût					
SDK/API					
IHM ...					

https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_open-source_operating_systems

Systeme d'exploitation système

But: Gestion des processus dans un système, système de fichier

- Serveur Unix
 - Linux, FreeBSD, OpenBSD
 - Distribution en fonction de l'utilisation
 - Serveur → attention aux versions instables
 - Client
- Serveur Windows
 - React OS

<https://geekflare.com/fr/open-source-database/>

Base de données

But: Stockage permanent et utilisation des données

- Il existe de nombreuses technologies pour le stockage des données,
- La base de données permet de:
 - Stocker
 - Réplication synchrone et asynchrone
 - Rechercher ...
- Les technologies de base de données sont différentes en fonction de nombreux critères:
 - Performance
 - Big data
 - Type de données
 - Temps réel ...

<https://geekflare.com/fr/open-source-database/>

Base de données / Critère de choix

- **Base de données SQL:**
 - Très performante
 - Nécessite un schéma de données
 - Moteur de recherche perfectionné
- **Base de données NoSQL " Not Only SQL ":**
 - Stocker des données sous une forme non structurée, sans suivre de schéma fixe,
 - Il n'est pas nécessaire de définir de schéma des données,
 - Extraction des données avec les API de la base de données, car il existe des technologies différentes pour le stockage.

<https://geekflare.com/fr/open-source-database/>

Base de données

But: Stockage permanent et utilisation des données

- Les bases de données les plus utilisées pour l'IoT:
 - PostgreSQL
 - MongoDB
 - ElasticSearch
 - InfluxDB
 - CrateDB
 - MariaDB
 - CockroachDB
 - ClickHouse
 - Neo4j ...

<https://geekflare.com/fr/open-source-database/>

Base de données

Facteurs clés pour sélectionner une base de données pour les applications IoT. Tenez compte des facteurs suivants :

- 1) Indexation, taille et échelle
- 2) Fiabilité lors du traitement d'un grand nombre de données
- 3) Schéma convivial
- 4) Commodité
- 5) Langues d'interrogation
- 6) Modélisation des transactions et des processus
- 7) Convergence et hétérogénéité
- 8) Agrégation de séries chronologiques
- 9) Archivage
- 10) Coût et protection

<https://www.tecmint.com/best-open-source-web-servers/>

Serveur WEB

But: Afficher les données, piloter les systèmes

- Les serveurs Web permettent un accès Internet, intranet,
- Un serveur Web est installé sur serveur (Linux, Windows ...)
- Il existe de nombreuses solutions pour les serveurs, ici aussi on va utiliser une technologie en fonction de critères:
 - Support multi protocoles : HTTP, HTTP/2, HTTPS
 - Sécurité d'encryption SSL/TLS
 - Support de virtualisation
 - Stabilité
 - Nombres de requêtes par seconde (Nginx jusqu'à 500 000 !)
 - Load balancing ...

<https://www.tecmint.com/best-open-source-web-servers/>

Serveur WEB

But: Afficher les données, piloter les systèmes

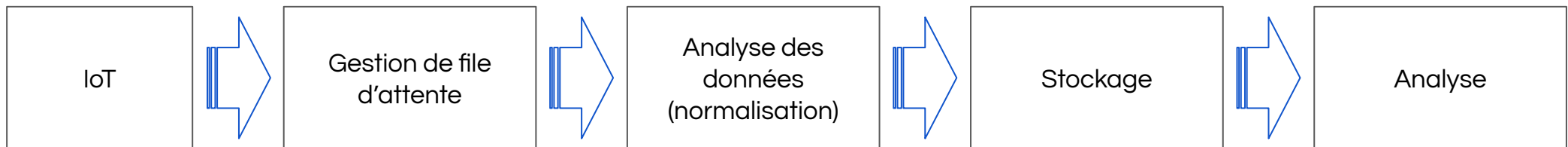
- Les serveurs Web les plus connus:
 - Apache,
 - Nginx,
 - Lighttpd,
 - Apache Tomcat,
 - NodeJS ...

<https://www.tecmint.com/best-open-source-web-servers/>

Data processing

But: Logiciel intermédiaire pour les traitements

A chaque phase de traitement correspond un logiciel spécialisé, il est possible de le remplacer dans l'architecture.



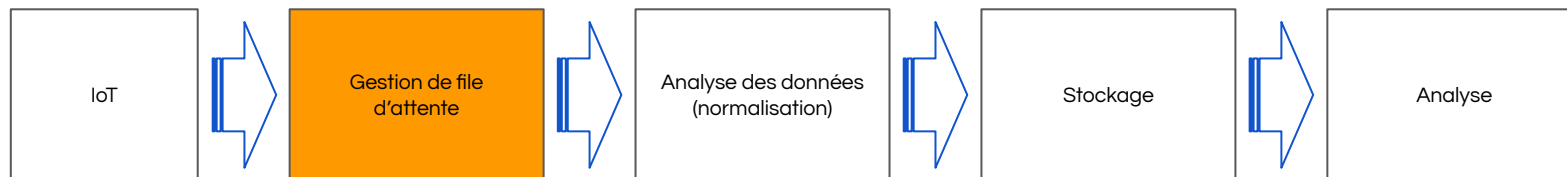
<https://kafka.apache.org/>

<https://blog.containerize.com/2021/07/09/top-5-open-source-message-queue-software-in-2021/>

Data processing / File d'attente

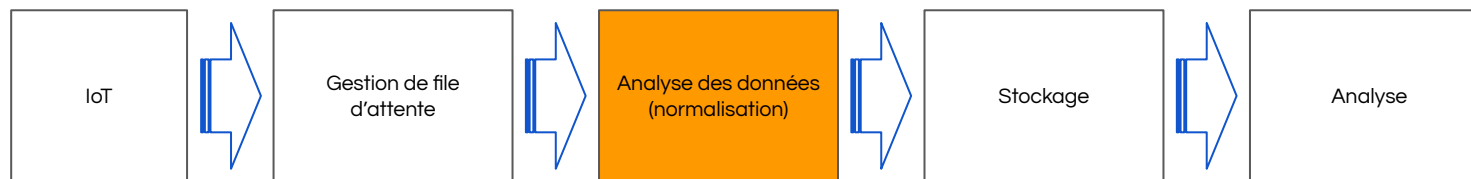
But: Gérer les arrivées de données IoT

- Gestion de flux de données temps réel
- Ingérer et diffuser une grande quantité de données

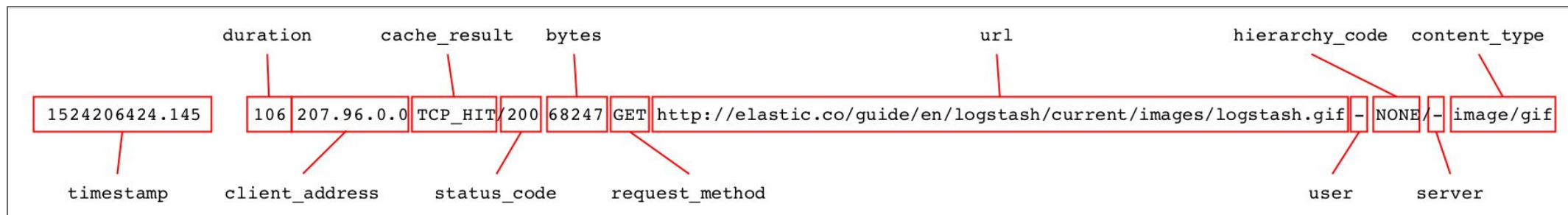


Data processing / Analyse de données

But: Analyser et extraire les informations



Exemple de processus:



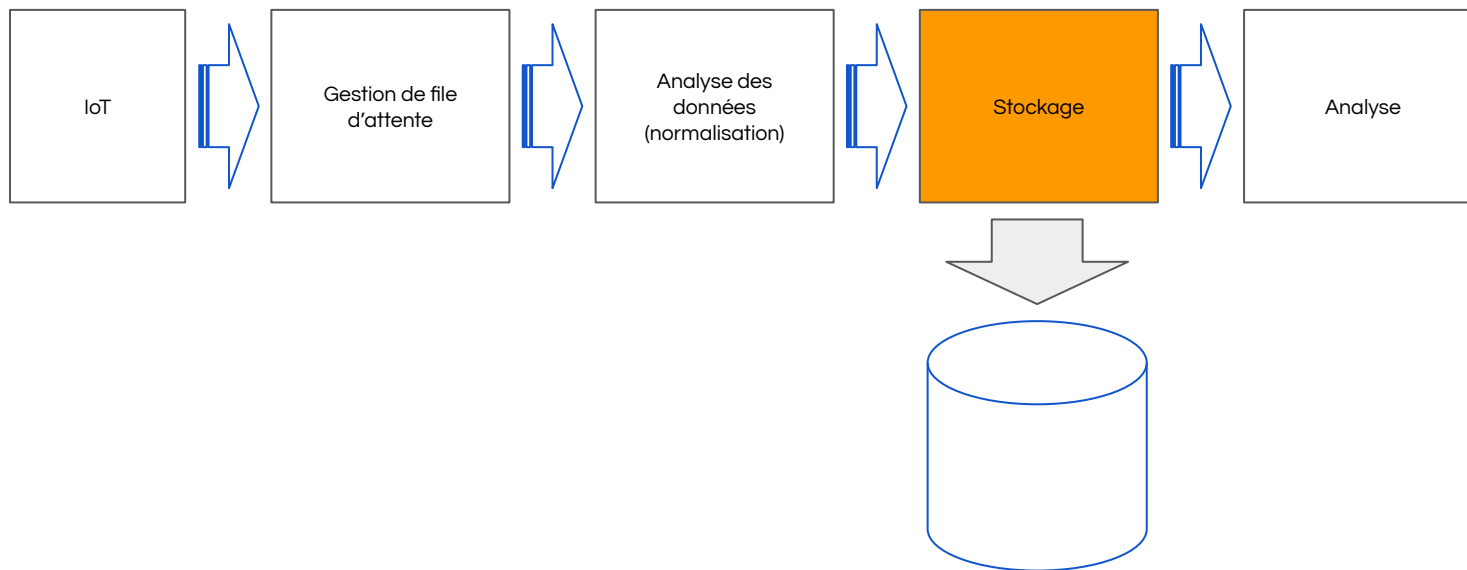
<https://kafka.apache.org/>

<https://blog.containerize.com/2021/07/09/top-5-open-source-message-queue-software-in-2021/>

Data processing / Stockage de données

But: Stockage permanent et restitution et données

- Ecriture des informations dans un format, dans des tables, dans des fichiers,
- Outils de restitution avec recherche.



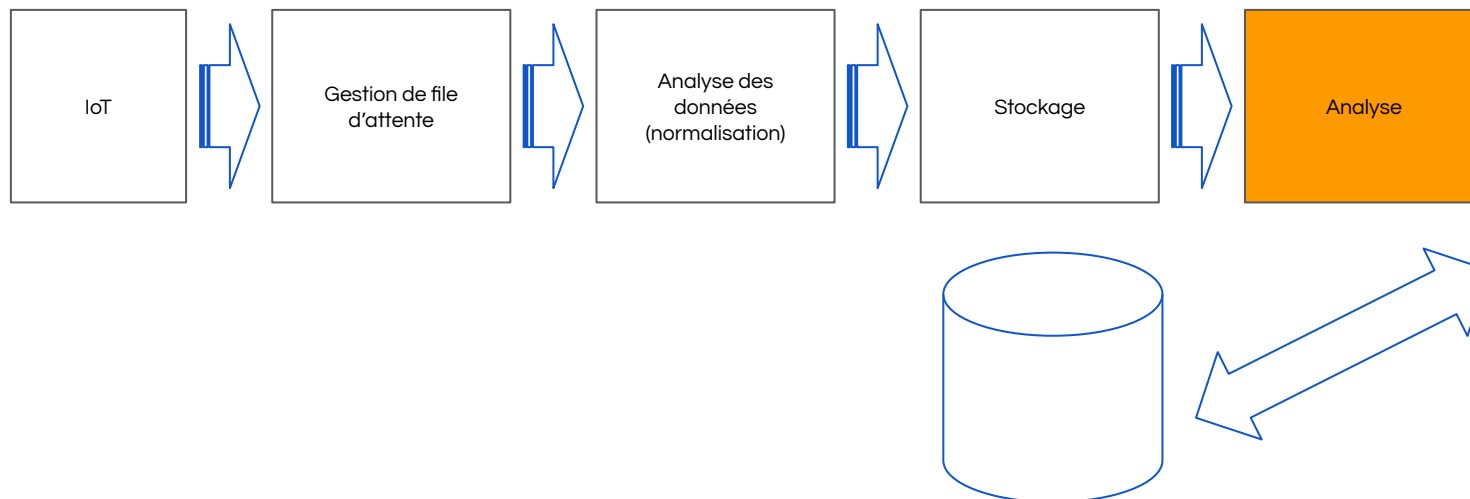
<https://kafka.apache.org/>

<https://blog.containerize.com/2021/07/09/top-5-open-source-message-queue-software-in-2021/>

Data processing / Data analyse

But: Analyse des données, statistique, alarme, IA ...

- Extraire les données des bases de données,
- Appliquer des algorithmes complexes,
- Prise de décision ...



<https://rigorousthemes.com/blog/best-open-source-data-analytics-tools/>

<https://www.linuxlinks.com/searchengines/>

<https://blog.containerize.com/2021/07/09/top-5-open-source-message-queue-software-in-2021/>

Data processing / Synthèse des produits Open source (2022)

Gestionnaire de file d'attente (Message broker)	Outils analyse de données (Data processing)	Outils de stockage et recherche (Search engine)	Outils de visualisation et analytique (Data visualisation and analytics)
Apache Kafka RabbitMQ Celery Nsq Redisson NodeRed ...	Logstash Fluentd Logagent Splunk...	Apache Solr ElasticSearch MeiliSearch Sphinx Nutch Typesense...	Grafana Redash KNIME RapidMiner RStudio...

<https://alternativeto.net/software/thingsboard-io/>
<https://selfhosted.libhunt.com/thingsboard-alternatives>

Produits tout en un

- Il existe aussi des plateformes complètes qui regroupent les composants,
- Ces plateformes peuvent être privées ou publiques dans le cloud:
 - Azure Stack Hub
 - Thingsboard
 - Node-RED
 - ioBroker
 - OpenRemote
 - Thinger.io ...
- Utiliser un PaaS pour l'installation

<https://rigorousthemes.com/blog/best-open-source-data-analytics-tools/>

<https://www.linuxlinks.com/searchengines/>

<https://blog.containerize.com/2021/07/09/top-5-open-source-message-queue-software-in-2021/>

Data processing / Synthèse des produits Open source (2022)

Exemple d'architecture:

