

# Quelles architectures techniques pour le smart building ?

---

## Sommaire

|     |                                                                              |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Introduction .....                                                           | 2  |
| 2   | Le Smart Building, pour quoi faire ? .....                                   | 3  |
| 2.1 | Analyse fonctionnelle du bâtiment .....                                      | 3  |
| 2.2 | Comment mesurer la rentabilité d'un bâtiment ? Analyse de la valeur .....    | 4  |
| 2.3 | Quelles sont les fonctions contraintes à respecter ? .....                   | 5  |
| 2.4 | Quels sont les équipements et données concernés ? .....                      | 6  |
| 3   | Instrumentation OT, faire tomber les silos .....                             | 7  |
| 3.1 | De l'automatisme au Smart Building, comment connecter un bâtiment ? .....    | 7  |
| 3.2 | De l'IoT au Smart Building, la connexion vue par les informaticiens .....    | 8  |
| 3.3 | Réseau fédérateur R2S, le lien physique IT <-> OT .....                      | 9  |
| 3.4 | Building Operating System, le lien applicatif IT <-> OT .....                | 9  |
| 3.5 | Building Information System et Master System Integrator .....                | 9  |
| 4   | Architecture du BIS .....                                                    | 10 |
| 4.1 | De quoi se compose un BIS ? Building blocks .....                            | 10 |
| 4.2 | Quelle architecture pour les éléments du BIS ? Micro-services .....          | 11 |
| 4.3 | Une application du BIS : le jumeau numérique, miroir du monde physique ..... | 12 |
| 4.4 | Cyber sécurité .....                                                         | 13 |
| 4.5 | Quels sont les avantages d'un BIS ? .....                                    | 13 |
| 5   | Les services du Smart Building .....                                         | 14 |
| 5.1 | Santé / bien-être .....                                                      | 14 |
| 5.2 | Responsabilité sociale et environnementale .....                             | 14 |
| 5.3 | Maintenance et exploitation .....                                            | 14 |
| 5.4 | Partage de ressources .....                                                  | 15 |
| 5.5 | Réseaux intelligents .....                                                   | 15 |
| 5.6 | Gestion énergétique .....                                                    | 15 |
| 5.7 | Mobilité .....                                                               | 16 |
| 5.8 | Sécurité .....                                                               | 16 |
| 6   | Résumé .....                                                                 | 17 |

# 1 Introduction

---

A l'issue de la crise sanitaire de la COVID, les prospectivistes nous annoncent l'arrivée du "monde d'après". Cette nouvelle ère devrait se caractériser par une importante transition socio-économique, sociétale et environnementale, qui reposerait en grande partie sur la transition numérique, notamment dans le domaine du bâtiment intelligent et de la ville intelligente.

Parallèlement, les **technologies et services du Smart Building ont beaucoup progressé ces dernières années**, contribuant à la naissance d'un concept désormais arrivé à maturité. Les entreprises spécialisées les plus avancées (les MSI, pour Master System Integrator) sont en mesure de mettre en œuvre le BIS, système d'information d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments. Il devient ainsi possible de réaliser (par construction ou après rénovation) des bâtiments disposant de l'optimisation du confort et du bien-être des occupants, de l'évolutivité de la gestion des espaces et des plannings, de l'efficacité énergétique et de maintenance. Pour les managers et les propriétaires, le cadre technique du BIS garantit également la gouvernance et les performances en matière de résilience, sûreté, cyber sécurité. Ces nouveaux services contribuent finalement à **augmenter la rentabilité des espaces** et à **maîtriser les impacts sociaux et environnementaux**.

L'objet de ce Livre Blanc est d'aider le lecteur à **appréhender le concept du Smart Building**, dans la variété de ses facettes technologiques et dans l'unité d'une approche globale rationnelle. Et également de permettre aux professionnels, gestionnaires et propriétaires de parcs immobiliers et d'infrastructures, de visualiser l'état des lieux du sujet afin d'être en mesure d'opter pour les bonnes solutions.

## 2 Le Smart Building, pour quoi faire ?

### 2.1 Analyse fonctionnelle du bâtiment

L'introduction au Smart building passe nécessairement par une analyse fonctionnelle ; c'est la base de toute étude d'un système en ingénierie. La première étape de numérisation d'un bâtiment consiste donc à préciser les fonctions de services attendues, les contraintes à respecter, les critères de mesure ainsi que les tolérances acceptables.

Le besoin principal auquel doivent répondre tous les bâtiments est de protéger les occupants, qui réalisent des activités, contre les agressions extérieures.

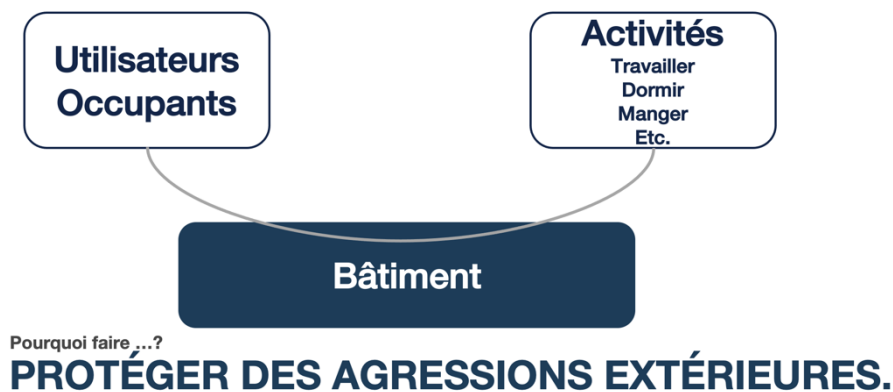


Figure 1 : Diagramme « bête à cornes » bâtiment

•NF X 50-100 : Analyse Fonctionnelle - Caractéristiques fondamentales – 1996

Les agressions extérieures peuvent être de différentes natures :

- Climat
  - Température
  - Pluie
  - Vent
  - Lumière.
- Intrusion
  - Personne
  - Faune
  - Flore.

Les contraintes de protection et les niveaux requis sont définis suivant les utilisateurs occupants (profil, nombre) et les activités réalisées. On précise ainsi les fonctions de services attendues.

La qualité de service obtenue doit être évaluée au regard de la valeur et des coûts induits par ce service.

## 2.2 Comment mesurer la rentabilité d'un bâtiment ? Analyse de la valeur

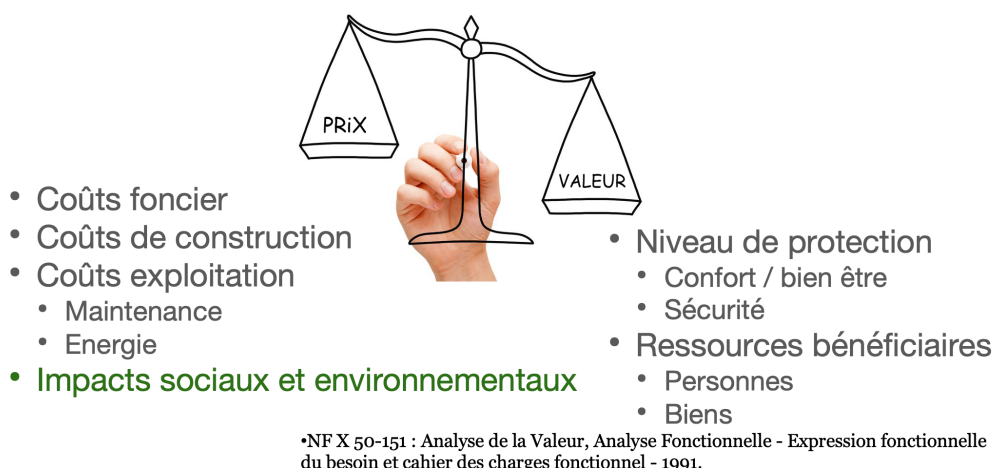


Figure 2 : Analyse de la valeur bâtiment

La rentabilité et la profitabilité du bâtiment dépendent de l'écart entre la valeur et les coûts induits pour l'obtenir.

Les fonctions de services peuvent être classées en 4 catégories :

- **Qualité de service.** Elle comprend principalement les niveaux de confort et de sécurité apportés aux utilisateurs et aux activités réalisées. Elle se mesure surtout via des données environnementales comme la température, l'hygrométrie, la qualité de l'air, le bruit, etc. Elle peut aussi se mesurer à l'aide de capteurs sociaux.
- **Occupation.** La rentabilité des espaces dépend souvent de leur niveau d'occupation. Les fonctions concernées sont variables suivant les activités et utilisateurs envisagés. Elles se mesurent au travers d'un suivi de la présence et de la vacance dans le bâtiment, sur la possibilité de partage des espaces, sur la réservation des espaces. Le taux d'occupation et de remplissage représente souvent la première source de revenu pour le bâtiment.
- **Charges exploitation.** Pour obtenir la qualité de service attendue, des fonctions de contraintes apparaissent pour fournir les ressources nécessaires à ces services. Ces ressources peuvent être humaines (ménage, accueil, maintenance) ou des matières d'œuvre (énergie, connectivité, eau, pièces de rechange, etc.). Elles sont généralement regroupées dans les services du Facility Management, qu'il soit interne ou externe. Les indicateurs sont associés aux charges énergétiques et aux coûts de maintenance principalement.
- **Responsabilité sociétale des entreprises (RSE).** La prise de conscience grandissante de la RSE et un contexte réglementaire de plus en plus exigeant lié à la RSE induisent également des fonctions de contraintes importantes. La RSE vient compléter la qualité, la profitabilité et le bon équilibre coûts/valeur du bâtiment. En ce sens, elle implique de maîtriser l'impact du bâtiment sur la société et l'environnement au-delà de ses parties prenantes. Les mesures à réaliser consistent à instrumenter ces impacts : déchets, émissions de CO2, respect des droits de l'homme, loyauté des pratiques, conditions de travail, etc. Elle s'applique à toute la durée de vie du bâtiment : conception, exploitation et fin de vie.

## 2.3 Quelles sont les fonctions contraintes à respecter ?

En parallèle des fonctions de services attendues dans un bâtiment, il y a des contraintes à respecter, des attendus non fonctionnels mais nécessaires.

Pour un bâtiment, ces fonctions sont réparties dans 4 catégories :

- Gouvernance

Les bâtiments mettent en jeu de nombreuses parties prenantes qui évoluent au fil de la vie du bâtiment : constructeur, installateur, promoteur, exploitant, gestionnaire, locataire, etc. Ces parties prenantes ont des attentes variables vis-à-vis du bâtiment. Ces attentes peuvent engendrer des fonctions de contraintes propres qui viennent s'ajouter aux fonctions de services.

Parmi ces fonctions de contraintes, il est nécessaire de **préciser les champs de compétence et périmètres d'action de chacune de ces parties prenantes**. Les parties prenantes doivent échanger des informations accessibles via un **langage commun** mais aussi protéger d'autres informations notamment celles à caractère personnel. La gouvernance de ces informations est ainsi une fonction de contrainte importante à respecter.

- Continuité de service

Les fonctions de service sont attendues avec une certaine disponibilité qui dépend de la criticité des activités réalisées par les occupants concernés. Le **niveau de disponibilité attendu** constitue ainsi une fonction de contrainte majeure pour les bâtiments.

Pour le définir, l'**analyse des risques** identifie les risques encourus et évalue la probabilité et la gravité de ces risques pour les activités réalisées par les occupants concernés. Cette analyse est complétée par des scénarios de crise à mettre en place en cas de d'apparition de ces risques afin d'assurer la résilience des activités du bâtiment.

- Réglementaire

Les réglementations à respecter suivant la localisation des bâtiments engendrent souvent des fonctions contraintes. Ces fonctions peuvent imposer des niveaux de résultats minimum à atteindre, c'est le cas des réglementations thermiques par exemple. En plus des exigences de résultats, elles peuvent également imposer des exigences de moyens et contraindre les solutions possibles. Ces réglementations peuvent être issues des états et collectivités mais aussi d'organisations tiers comme des labellisateurs ou des parties prenantes du bâtiment.

- Environnement

L'environnement du bâtiment est également à l'origine de fonctions de contrainte. Ces contraintes sont liées au climat, aux populations locales, au quartier, etc.

## 2.4 Quels sont les équipements et données concernés ?

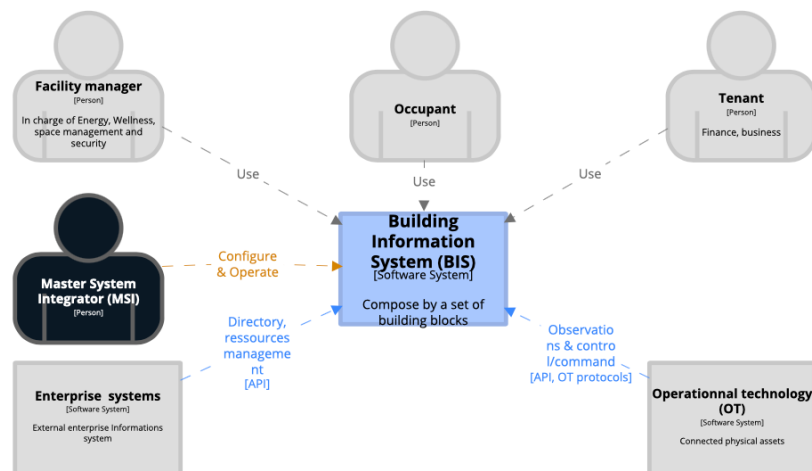


Figure 3 : C4 model, diagramme du contexte système BIS

Les bâtiments se composent généralement d'une enveloppe inerte (murs, sol, plafonds), d'objets passifs et d'équipements actifs (*operational technology*). Ces derniers sont classés en plusieurs catégories, regroupées dans des lots techniques indépendants lors des phases de travaux :

- Confort
  - Gestion de la température : chauffage et refroidissement
  - Gestion de la qualité de l'air : ventilation
  - Gestion de la lumière : ombrage et éclairage
  - Distribution électrique domestique et mobilière : prises électriques
  - Eau sanitaire : plomberie et assainissement.
- Sécurité
  - Intrusion
  - Contrôle accès
  - Incendie, feu
  - Vidéo surveillance.
- Connectivité
  - Réseaux externes WAN : ADSL, fibre, GPRS, 4G, 5G, Sigfox, etc.
  - Réseaux internes LAN : Wifi, prises RJ45, équipements actifs.
- Mobilité
  - Ascenseurs, escalateurs
  - Parking, bornes de recharge
  - Régulation de trafic : barrières, feux de signalisation.
- Process
  - Machines industrielles
  - Laboratoires
  - Data centres
  - Etc.

A ces équipements s'ajoutent des données propres aux organisations, hébergées dans leur système d'information : ERP, GMAO, logiciel de gestion, annuaire des utilisateurs, etc.

### 3 Instrumentation OT, faire tomber les silos

---

#### 3.1 De l'automatisme au Smart Building, comment connecter un bâtiment ?

Les infrastructures (bâtiments, des réseaux de télécommunications, des réseaux énergétiques et d'assainissement, des usines de production, etc.) sont automatisées depuis la première révolution industrielle et les découvertes successives du générateur électrique (1871), du téléphone (1876) et plus tard du transistor (1947).

Les instruments techniques (*devices*) constituent la partie commande des infrastructures. Ils sont utilisés dans les bâtiments pour contribuer à respecter les fonctions de services :

- Sécurité et qualité de service
  - Détection des défauts, alarmes, pannes
  - Mesure environnementale : température, qualité de l'air, hygrométrie, etc.
- Maîtrise des charges d'exploitation
  - Comptage d'énergie
  - Comptage d'eau.

Ces *devices* sont également utilisés directement pour contrôler certains équipements :

- Automatismes
  - Commande éclairage
  - Commande ombrage
  - Commande moteur
  - Etc.
- Automatique
  - Régulation température
  - Régulation qualité air
  - Etc.

Pour y parvenir, la partie commande des infrastructures se compose de :

- Capteurs, parfois équipés d'émetteur
- Actionneurs, parfois équipés de récepteur
- Unités de traitement (UT), aussi appelées automate ou contrôleur
- Éléments de communication : commutateur, switch, routeur, passerelle.

Dans beaucoup de cas, il est nécessaire de faire communiquer des *devices* entre eux. Pour y parvenir, ils doivent partager un réseau commun (filaire ou radio) et un langage commun appelé protocole.

Dans les bâtiments, les réseaux et protocoles sont nombreux et variés. Ils sont propriétaires ou standard (adoptés par plusieurs équipementiers). Ils sont souvent des héritages des métiers du bâtiment et de l'immobilier : par exemple, le BACnet est issu du monde de la CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation), le Modbus de l'industrie, le KNX de l'électrotechnique, le Mbus du comptage, etc. Il est ainsi courant que plusieurs protocoles cohabitent au sein d'un bâtiment.

Pour gérer les *devices*, en complément des interfaces homme-machine terrain (voyant, commutateur, boîtier d'ambiance, panel), il est commun d'ajouter une couche informatique à même de se connecter et de superviser un ensemble de *devices* et d'équipements. Ces systèmes de supervision peuvent gérer un métier unique : dans ce cas on parle de Gestion Technique Centralisée (GTC), ou plusieurs métiers et dans ce cas on parle de Gestion Technique Bâtiment (GTB). Il est encore très courant de nos jours de rencontrer des bâtiments dans lesquels plusieurs parties commandes et plusieurs GTC ou GTB cohabitent en formant des silos indépendants.

Depuis les années 2000, le numérique est devenu omniprésent avec l'essor de l'Internet. Les appareils mobiles, les nouveaux réseaux de télécommunications (fibre, 4G, 5G, etc.) et les capacités de calcul grandissantes accélèrent la numérisation de notre environnement. Les données deviennent ainsi une nouvelle source de valeur pour les consommateurs, tandis que les organisations veulent toujours plus de services.

Dans ce contexte, les parties commandes des bâtiments se sont de plus en plus ouvertes sur l'extérieur : nous sommes passés des bâtiments connectés aux bâtiments communicants. Il s'agit de la première étape du Smart Building. Ainsi, les bâtiments tertiaires modernes génèrent souvent plus de 100 000 données par mètre carré par an, stockées dans des silos indépendants.

### 3.2 De l'IoT au Smart Building, la connexion vue par les informaticiens.

En parallèle de ces parties commandes attachées aux bâtiments (entités immobilières), des services sont mis en œuvre à partir de *devices* mobiliers souvent directement connectés au numérique : les Objets Connectés (IoT ou Internet des Objets).

Ces derniers permettent de déployer des services sans avoir à réaliser des travaux lourds ou à s'interfacer avec les parties commandes existantes. Ils sont en revanche souvent cantonnés à un service et à un acteur. Leurs données ne sont pas toujours récupérables pour d'autres applications. Ils constituent donc également des silos de données et de services fermés.

L'ensemble de ces silos crée ainsi une **entropie** qui rend difficile le déploiement et le maintien de services. Pour libérer les données contenues dans les silos créés au niveau des parties commandes et des IoT, il convient de déployer plusieurs éléments.

### 3.3 Réseau fédérateur R2S, le lien physique IT <-> OT

Les données doivent pouvoir transiter depuis et vers les silos OT via un **réseau fédérateur**. Pour cela, il est nécessaire de déployer des **réseaux ouverts** pour connecter les *devices* terrain. A ce titre, le référentiel du Label Ready to Services (R2S) développé par Certivéa et la Smart Building Alliance est intéressant. Il décrit notamment de manière précise les exigences à respecter pour déployer ce réseau fédérateur dans les bâtiments. Un tel réseau est le premier pilier qui rend possible la récupération des données de l'ensemble des équipements OT. Il peut s'articuler sur différentes branches interconnectées. La gouvernance et la cyber sécurité sont au cœur de la réussite de ce réseau fédérateur au-delà des équipements techniques déployés.

### 3.4 Building Operating System, le lien applicatif IT <-> OT

La remontée de ces données doit ensuite se faire avec une fonction de **Building Operating System** (BOS) en charge de **structurer les informations**. Elle vise à uniformiser les données issues des sources variées de données (OT et IoT) et à gérer l'entropie que ces silos ont créée. Cette fonction peut être déployée de manière centralisée, distribuée ou hybride. Elle est assurée directement par les *devices* terrain, par des *devices* déployés localement ou à distance (Edge, Fog ou Cloud). Dans tous les cas, des fonctions de synchronisation des modèles et de gestion d'API doivent souvent être connectées de manière centralisée pour assurer une cohérence à l'ensemble.

Suivant les applications recherchées, il peut être nécessaire de mettre en place, en complément du BOS, un lac de données (**Data Lake**.) Ce lac de données permet **de stocker l'historique des informations** et de travailler sur ces informations : changement de valeurs, modification, simulation. Il est notamment nécessaire pour les applications d'analyse et d'apprentissage automatique.

### 3.5 Building Information System et Master System Integrator

L'ensemble des équipements OT connectés, le réseau fédérateur, le BOS et les applications utilisant ces données forment un Système d'information du bâtiment, **Building Information System** (BIS). La mise en place d'un tel BIS sur un bâtiment ou un ensemble de bâtiments nécessite de faire appel à un nouveau métier, le **Master System Integrator** (MSI). Véritable Entreprise de Service Numérique (ESN) du bâtiment, elle est en charge de coordonner les parties prenantes de ces BIS : installateurs, intégrateurs, exploitants, gestionnaires, utilisateurs, etc. Le BIS permet d'avoir une représentation numérique de ses bâtiments : le **jumeau numérique** est l'une des applications possibles du BIS.

## 4 Architecture du BIS

### 4.1 De quoi se compose un BIS ? Building blocks

Le BIS se compose de différents éléments, modules applicatifs appelés Building Blocks. Ils peuvent être classés suivant leur niveau IT ou OT et suivant leur proximité avec les utilisateurs finaux Back end et Front end.

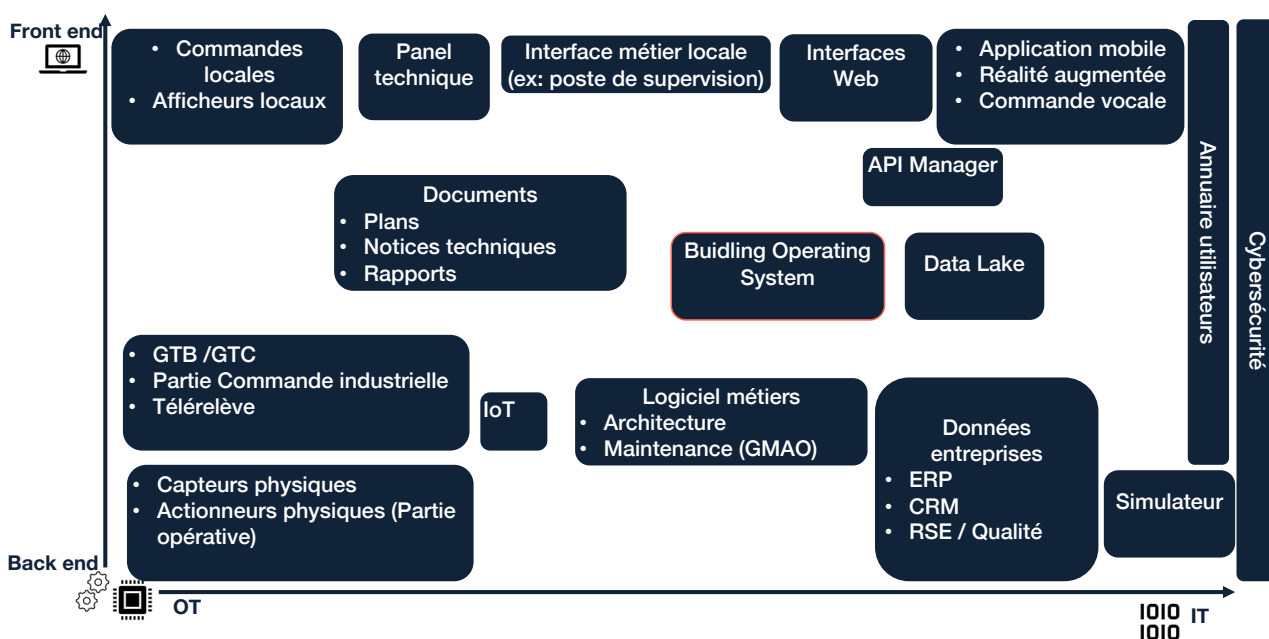


Figure 4 : Principaux Building Blocks du BIS

Ces building blocks sont déployés en local ou dans le cloud suivant les projets. Un même logiciel peut porter plusieurs building blocks.

Pour parvenir à un BIS fonctionnel, il faut que les building blocks puissent interagir les uns avec les autres. La variété des parties prenantes et des équipements des bâtiments impose un BIS horizontal composé de building blocks interconnectés. L'interconnexion de ces éléments demande une architecture du BIS adaptée. Elle implique également un chef d'orchestre, le MSI, en charge de préciser les connexions entre les buildings blocks.

Un BIS bien orchestré améliore la résilience, la sécurité, l'autonomie par rapport aux réseaux, la puissance de calcul et réduit le coût des équipements par rapport à un "monolithe" de type plateforme cloud tout en un.

## 4.2 Quelle architecture pour les éléments du BIS ? Micro-services

Les building blocks sont interconnectés entre eux dans une architecture de type SOA (Service Oriented Architecture), en micro-services.

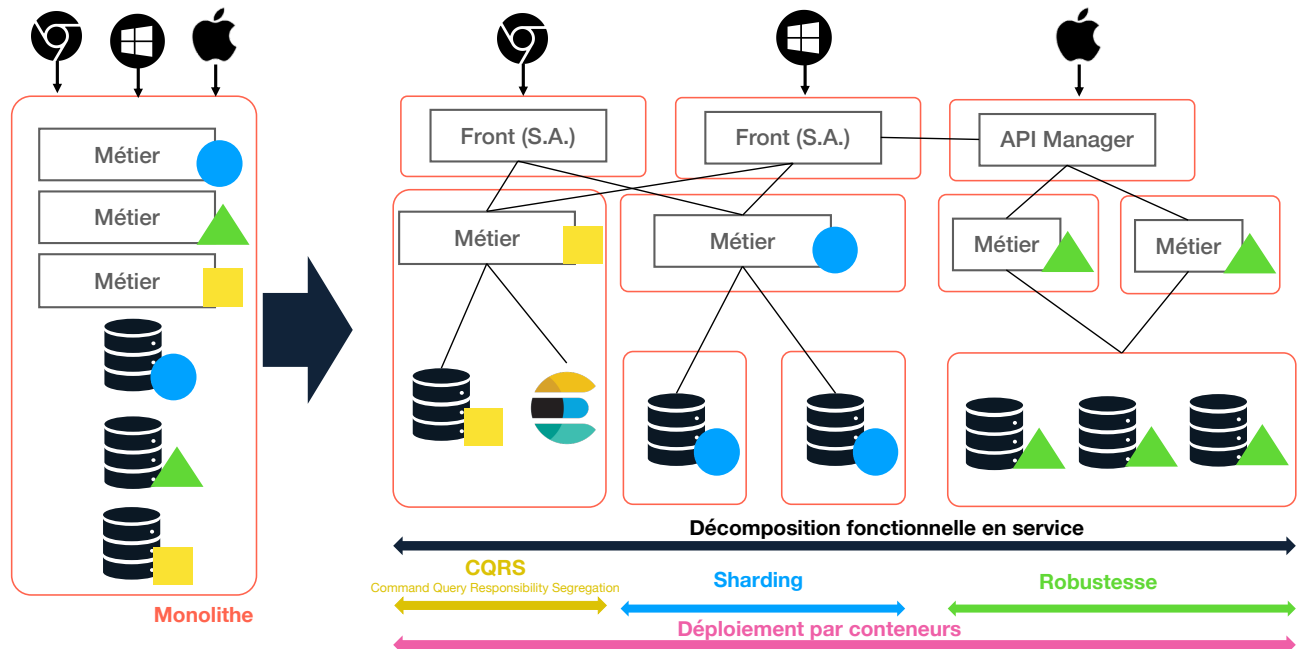


Figure 5 : Transformation du monolithe (IT)

Contrairement aux architectures en silos verticaux monolithiques, ces micro-services sont interconnectés horizontalement entre eux. La connexion entre les building blocks est assurée par des interfaces que l'on appelle API (*Application Programming Interface*). Ces interfaces peuvent être ponctuelles (synchrones) ou continues (asynchrones). Elles se composent de plusieurs couches :

- Protocole : sftp, https, mqtt, etc.
- Méthode : authentification, REST, chiffrements, etc.
- Format d'échange : csv, Xml, Json, etc.
- Sémantique : Obix, Haystack, Ifc, BRICS, etc.

Les méthodes et les formats d'échanges sont principalement des standards dans lesquels le panel HTTPS+REST+Json semble s'imposer pour les échanges synchrones, tandis que le panel MQTT+Json semble dominer les échanges asynchrones.

La partie sémantique reste aujourd'hui spécifique à chaque domaine métier et il est impossible d'utiliser une seule sémantique pour décrire l'ensemble d'un bâtiment. Plusieurs sémantiques sont donc amenées à cohabiter. Parmi les standards, nous pouvons distinguer Ifc utilisée pour décrire les objets et les éléments des maquettes numériques BIM, et Haystack qui apporte une description complète des données de confort (électricité, CVC, éclairage ...).

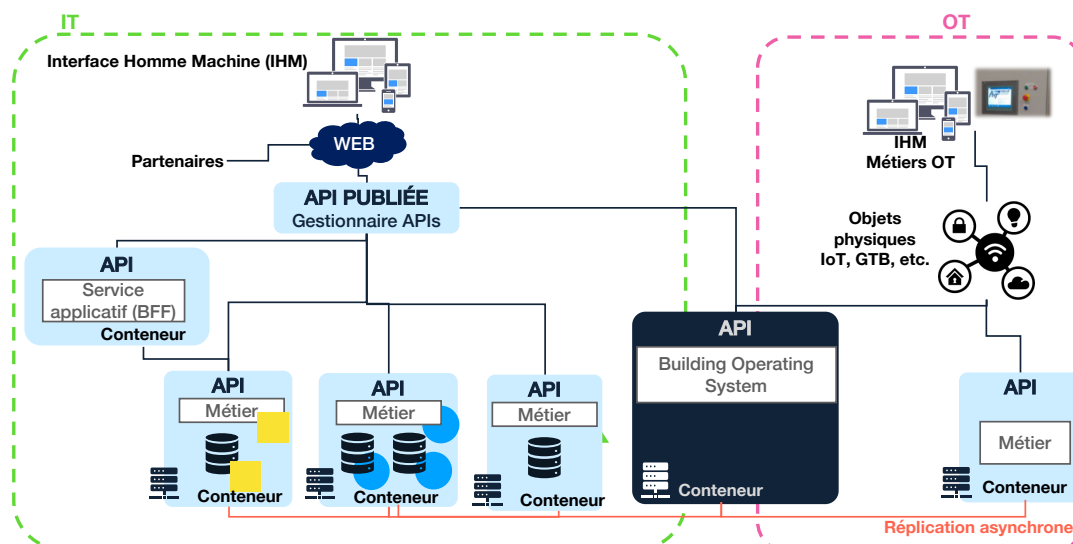


Figure 6 : Architecture type en micro-services appliquée au bâtiment

#### 4.3 Une application du BIS : le jumeau numérique, miroir du monde physique

En termes simples, le jumeau numérique (*digital twin*) est une réplique dynamique d'un objet physique ou d'un système. Il représente un miroir du monde réel qui reflète fidèlement ce monde ou le déforme volontairement. Il permet ainsi d'afficher, de simuler et de structurer les données des équipements physiques.

Le jumeau numérique peut être mis en place dès la phase de programme du bâtiment, puis suivre son évolution de la construction à l'exploitation jusqu'à la fin de vie. Le jumeau numérique d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments est rentable sur l'ensemble de sa chaîne de valeur et de son cycle de vie.

L'interconnexion massive des données et les nouveaux mécanismes de traitement comme l'intelligence artificielle permettent de créer de véritables modèles de vie du bâtiment.

Le jumeau numérique est un outil notamment utilisé pour l'analyse, la simulation, la planification. Il contribue directement à l'aide à la décision et à l'automatisation de processus propres à la vie du bâtiment.

## 4.4 Cyber sécurité

La sécurité des données et des services est au cœur des services informatiques tant les risques de vol de données et de cyber attaques sont devenus importants.

Les fondamentaux de la cyber sécurité sont les suivants :

- L'authentification s'assure de l'identité d'un utilisateur avant de lui donner accès.
- La confidentialité empêche la lecture d'informations par des personnes non habilitées ou mal intentionnées.
- L'intégrité s'assure de la non-altération des informations d'origine, qu'elle soit accidentelle ou malveillante.
- La disponibilité garantit le bon fonctionnement d'une application, sa résistance vis-à-vis des pannes accidentelles et des attaques incapacitantes.
- La traçabilité stocke des traces de toutes les interactions des utilisateurs avec les applications afin de pouvoir détecter des attaques ou des dysfonctionnements.

Les objets physiques présents dans les bâtiments sont de plus en plus connectés et exposés à ces risques. Il convient d'intégrer rapidement les contraintes liées à la cyber sécurité. Pour cela, l'établissement du schéma de gouvernance des données est essentiel pour établir les périmètres de responsabilités des parties prenantes sur les données et les modules qui les renferment.

## 4.5 Quels sont les avantages d'un BIS ?

Le BIS permet de faire tomber les silos et ainsi de partager les informations issues des objets physiques avec des applications informatiques.

Ce partage des données permet de commissionner et décommissionner facilement des applications au fil de l'évolution du bâtiment.

Ainsi, le BIS contribue à une meilleure gestion des espaces, des ressources et de l'énergie. Il est au cœur de la rentabilité et de la maîtrise des impacts sociétaux des bâtiments.

## 5 Les services du Smart Building

---

La mise en place d'un BIS sur un bâtiment ou un ensemble de bâtiments permet de déployer des applications variées tout au long de la vie du bâtiment, qui peuvent accompagner l'ensemble des activités.

### 5.1 Santé / bien-être

Des applications peuvent être déployées pour augmenter ou assurer la qualité de service des activités réalisées par les occupants :

- Confort personnalisé
  - Télécommande
  - Réglage automatique personnalisé
  - Apprentissage automatique suivant profil.
- Adaptation / ergonomie
  - Handicap
  - Dépendance.

### 5.2 Responsabilité sociale et environnementale

Des applications peuvent être déployées pour maîtriser les impacts sociaux et environnementaux qu'ont les bâtiments sur la société. Il est par exemple possible d'envisager des applications telles que :

- Serious game
- Gestion des déchets
- Sensibilisation
- Mesure et suivi
- Plan d'actions.

### 5.3 Maintenance et exploitation

Des applications peuvent être déployées pour faciliter les opérations d'exploitation et de maintenance des bâtiments. Nous pouvons notamment avoir des applications utilisées pour :

- Détecter des anomalies et des dysfonctionnements
- Remonter et analyser des alarmes
- Suivre des interventions (ticketing)
- Déclarer des incidents
- Exploiter de manière prédictive suivant occupation et apprentissage automatique.

## 5.4 Partage de ressources

Des applications peuvent être déployées pour faciliter le partage des espaces ou des ressources associées. Ces applications sont utilisées pour :

- Réserver des salles
- Assigner automatiquement les salles suivant les profils
  - Personnes
  - Activités
  - Position
  - RSE
- Partager des places parkings
- Gérer les files d'attente et ressources disponibles (exemple : restaurants)
- Suivre et optimiser l'occupation
- Naviguer dans les espaces
- Avoir des casiers / consignes numériques
- Réaménager simplement et rapidement les espaces.

## 5.5 Réseaux intelligents

Des applications peuvent être déployées pour faciliter la communication du bâtiment avec les réseaux extérieurs. Ces applications sont utilisées notamment pour :

- Partager des ressources extérieures
  - Connectivité
  - Energie
  - Eau
- Gérer des consommations et productions locales
  - Effacement et délestage
  - Autoconsommation, micro réseau
- Echanger des informations avec le réseau
  - Profil du bâtiment
  - Etat du réseau extérieur.

## 5.6 Gestion énergétique

Des applications peuvent être déployées pour améliorer et garantir l'efficacité énergétique. Elles sont notamment utilisées pour :

- Optimiser le fonctionnement des équipements pour assurer le service demandé
- Optimiser les mises en marche/arrêt des équipements
- Anticiper l'impact des activités prévues
- Optimiser le système énergétique global : multi équipements et multi énergies.
  - Lien entre primaire, secondaire et terminal
  - Lissage des appels de puissance.

## 5.7 Mobilité

Des applications peuvent être déployées pour faciliter la mobilité. Ces applications sont utilisées pour :

- Optimiser les déplacements dans le bâtiment / campus
- Intégrer des contraintes externes
  - Disponibilités des ressources
  - Véhicules partagés
  - Transports en commun
  - Météo
  - Trafic.

## 5.8 Sécurité

Des applications peuvent être déployées pour sécuriser les biens, les personnes et les activités. Ces applications sont utilisées pour :

- Contrôler les accès de manière sûre et invisible
- Permettre un embarquement numérique des visiteurs et occupants
  - Via mobile
  - Via carte universelle
  - Via reconnaissance faciale
- Accéder aux espaces de manière personnalisé et évolutive
- Analyser les flux de vidéo surveillance
  - Compter les personnes
  - Analyser les comportements
- Établir des scénarios de crise
  - Incendie
  - Catastrophes naturelles
  - Attentats.

## 6 Résumé

---

En résumé, le Smart Building est d'abord au service des activités réalisées dans le bâtiment et autour du bâtiment sur l'ensemble de sa durée de vie. Il contribue à augmenter la valeur et la rentabilité du bâtiment ainsi qu'à maîtriser son impact social et environnemental.

Pour cela, il agit sur la qualité de service apportée notamment dans le confort des occupants et l'optimisation de l'occupation tout en maîtrisant les charges d'exploitation et les impacts sociaux et environnementaux associés. Ces fonctions de services s'accompagnent de contraintes à respecter pour la gouvernance, la continuité de service, la réglementation et l'environnement du bâtiment.

Les équipements concernés par le Smart Building sont nombreux : confort (chauffage, éclairage, plomberie, prises électriques), sécurité (intrusion, feu, contrôle accès), connectivité, mobilité et *process*. L'instrumentation pour connecter ces équipements peut être réalisée de différentes manières : immobilière, plutôt issue des technologies de l'automatique, et mobilière, plutôt issue des technologies de l'informatique. Dans les deux cas, l'interconnexion des équipements dans un système globalisé impose de faire tomber les silos.

Pour y parvenir, plusieurs modules et services sont à intégrer dans le système d'information du bâtiment (BIS) : un réseau fédérateur, un système qui coordonne les opérations et modélise les données (BOS), un système pour stocker ces données (Data Lake) et un service de coordination des acteurs et des modules agissant sur l'ensemble (MSI.)

Le BIS se compose d'une interconnexion de services, hébergés chacun dans des modules appelés building blocks, interconnectés par des API. La gouvernance et la sécurité des données sont impératives pour réussir un tel projet.

Le BIS est un vecteur de services importants pour toutes les activités du bâtiment, tout au long de sa vie. La plupart de ces services sont encore à inventer et c'est là tout l'intérêt de ce type d'architecture, qui permet de commissionner et de décommissionner rapidement et facilement de nouveaux services, au gré de l'évolution des usages.