



SBA

Smart Buildings Alliance *for* Smart Cities

Manifeste

Des **bâtiments**
intelligents
pour des **territoires**
responsables & durables



Remerciements

Ce manifeste est le fruit de collaboration de l'ensemble des membres de la Smart Buildings Alliance :

MEMBRES D'HONNEUR

- ALSTOM
- COFELY AXIMA GDF SUEZ
- ORANGE
- SIEMENS
- SPIE
- WONDERWARE

MEMBRES PARTENAIRES

- ABB
- ACR
- ACS2I
- AERIS CONCEPT
- CENTRA LINE BY HONEYWELL
- CGI BUSINESS CONSULTING

- CSTB
- EDF
- ELITHIS
- EMBIX
- ENOCEAN
- FFD
- FONDATERRA
- ITEMS INTERNATIONAL
- JOHNSON CONTROLS
- M2OCITY
- MYCO2
- NETSEENERGY
- NEWRON SYSTEM
- PHILIPS
- SOMFY
- VESTA SYSTEM
- WAGO

I. CONTEXTE GÉNÉRAL	7
I.1. Contexte environnemental	7
I.2. Les évolutions démographiques.....	7
I.3. Le contexte urbain.....	8
I.4. Les défis du 21 ^{ème} siècle.....	8
I.5. Les évolutions dans le secteur du bâtiment	9
I.6. Le contexte technologique.....	11
II. DE NOUVEAUX ENJEUX	14
II.1. Les enjeux sociétaux	14
II.2. Les enjeux énergétiques	15
II.3. L'enjeu des technologies de l'information	20
II.4. L'enjeu économique : coût global et ratio Capex/Opex.....	24
III. LES SOLUTIONS	27
III.1. Une approche globale qui associe solution active et passive des bâtiments.....	27
III.2. Le Smart Building prolonge et enrichit les actions des systèmes de gestion du bâtiment.....	28
IV. LA MÉTHODOLOGIE D'UN PROJET SMART BUILDING	36
IV.1. La dimension stratégique	36
IV.1.1. Stratégie énergétique	36
IV.1.2. Stratégie numérique	37
IV.1.3. Définition d'une politique de services.....	37
IV.2. Dimension organisationnelle : la nécessité d'un lot Smart Grid	37
IV.2.1. Les acteurs du Smart Grid pour les Smart Buildings.....	37
IV.2.2. Les apports du lot Smart Grid dans le processus de l'aménagement d'un territoire.....	38
IV.2.3. Les conditions de préparation d'une nouvelle gouvernance.....	39
IV.3. Le projet Smart Building.....	39
IV.3.1. Etude préalable : l'analyse des besoins.....	39
IV.3.2. Cahier des charges.....	41
IV.3.3. Conception et réalisation.....	43
IV.3.4. Transfert de connaissances, formation, sensibilisation des utilisateurs.....	43
IV.3.5. Gestion - exploitation - maintenance.....	44
V. LES BÉNÉFICES	45
V.1. Les bénéfices induits par le comptage des usages.....	45
V.1.1. Bénéfices stratégie d'achat et d'investissement.....	45
V.1.2. Bénéfices liés à la mesure réelle des consommations.....	45
V.1.3. Le comptage comme outil de vérification	46
V.2. Les bénéfices induits par la GTB.....	46
V.3. Les bénéfices induits pour les occupants.....	47
V.3.1. Bénéfices sur le confort.....	47
V.3.2. Bénéfices sur la sécurité.....	47
V.3.3. Bénéfice sur la valeur perçue.....	48
V.4. Les bénéfices du Smart Building connecté au Smart Grid.....	48
V.4.1. Facture énergétique maîtrisée.....	48
V.4.2. Autoconsommation et optimisation de la consommation	48
V.5. Les bénéfices liés aux services.....	48
VI. LES ÉVOLUTIONS DES MÉTIERS : PREMIÈRES PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS	49
VI.1. Les évolutions dans les métiers de la conception.....	49
VI.2. Les évolutions dans les métiers de l'installation et de l'intégration	49
VI.3. Les évolutions dans les métiers de la maintenance, de l'exploitation et des services.....	50
VI.4. Les apports de la filière distribution / promotion des solutions.....	50
VI.5. L'émergence des métiers de service aux personnes dépendantes.....	50
ANNEXES	53
GLOSSAIRE	58
LISTE DES SIGLES	62
SOURCES	63

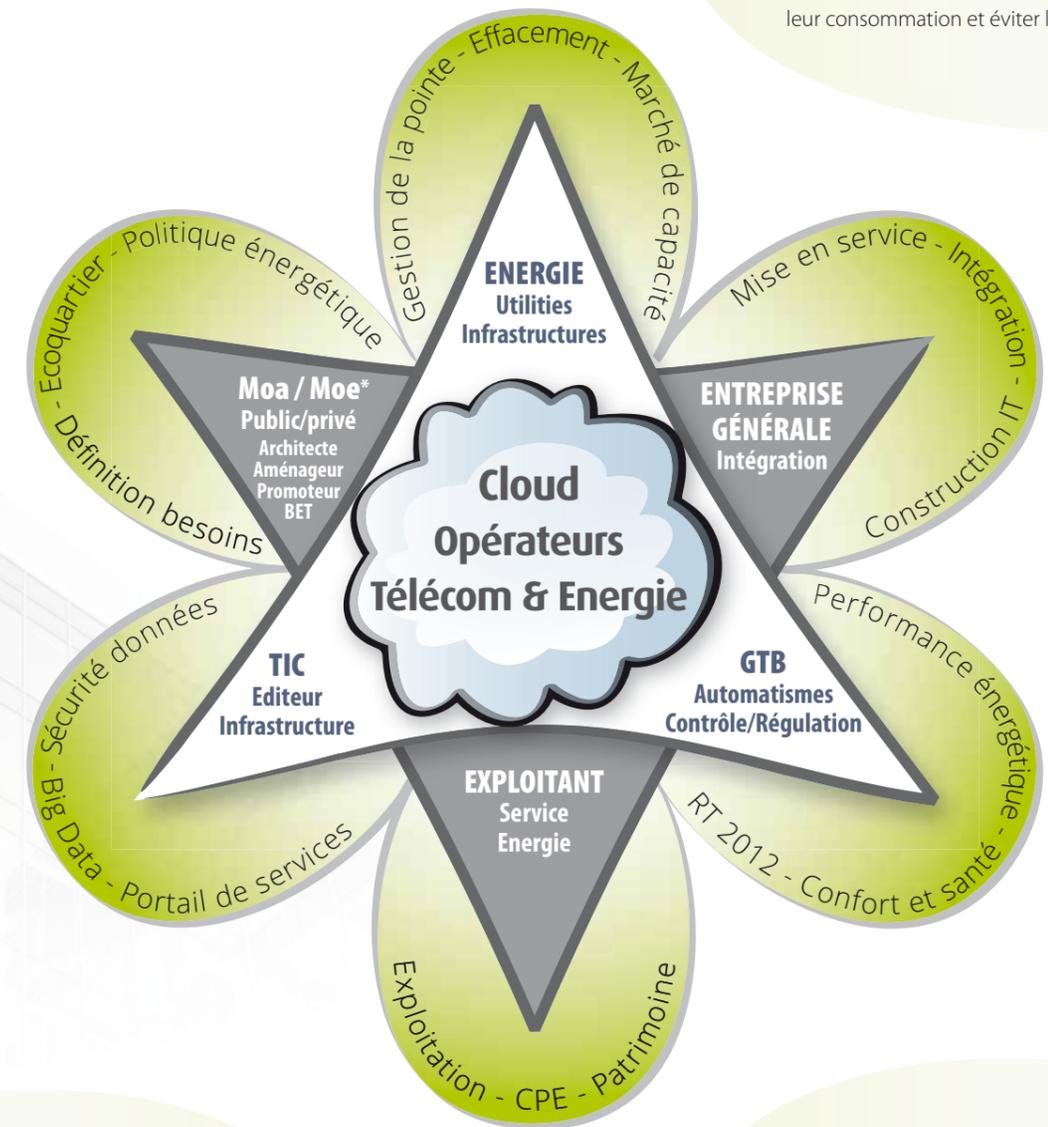
PRÉAMBULE

Après plusieurs mois de réunions et rencontres lors de salons spécialisés dans le domaine du Bâtiment dit intelligent, industriels, opérateurs, agrégateurs, assembleurs du bâtiment, des acteurs des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), des énergies et des services, se sont regroupés. Ensemble, ils ont donné naissance, en mars 2012, à la Smart Buildings Alliance for Smart Cities (SBA).

La SBA est une association, loi 1901, qui a pour but d'organiser les conditions du développement d'une filière industrielle et économique transversale du Smart Building afin de proposer un ensemble intégré de solutions aux maîtres d'ouvrage publics ou privés.

L'organisation de cet écosystème permettra de proposer des solutions interopérables et des services à forte valeur ajoutée pour les bâtiments et pour la ville de demain. L'interopérabilité est une condition nécessaire. En effet, il est indispensable que les différents systèmes soient communicants, qu'ils puissent dialoguer entre eux pour s'échanger des informations afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Les solutions proposées par cet ensemble d'acteurs du secteur des Smart Buildings se situent au-delà de la GTB (Gestion Technique du Bâtiment) traditionnelle. Pour être interopérables, les équipements et systèmes des infrastructures devront appliquer des normes et standards communs.

Ecosystème Smart Building



La filière énergie doit connaître les consommations et les capacités de délestage de nombreux sites pour mieux gérer la pointe et piloter l'effacement. Les exploitants des bâtiments, du quartier, de la ville pourront ainsi maîtriser leur consommation et éviter les pics.

La filière TIC doit fédérer les données des bâtiments dans le but de nourrir des plateformes de service dans le Cloud pour l'exploitant, l'utilisateur ou le gestionnaire. Les données se doivent d'interagir en temps réel. Le système doit être sécurisé et capable de supporter le Big Data.

La filière automatisme du bâtiment doit passer de la GTB au Smart Building : raisonner plus global, se connecter à un réseau de services autour de l'énergie et de l'exploitation : bâtir un pont vers le monde de l'énergie et des services centrés sur les occupants et usagers.

*Moa/Moe : maitre d'ouvrage / maitre d'oeuvre

La Smart Buildings Alliance propose aujourd'hui, à travers ce manifeste d'apporter aux maîtres d'ouvrage des outils d'aide à la compréhension des apports des Smart Buildings, dans une optique d'aide à la décision pour la concrétisation de leurs projets.

Ce Manifeste est l'occasion pour les différents membres de la SBA de mettre en commun leurs expertises et de partager avec les maîtres d'ouvrage publics ou privés leur vision et leurs expériences du Smart Building. Cette vision globale, met en avant l'interopérabilité des solutions proposées par des acteurs qui n'avaient pas jusqu'à présent l'habitude de travailler ensemble.

Ce Manifeste s'attache à répondre à quatre questions

- Comment connecter des bâtiments existants aux infrastructures de réseaux, lorsqu'ils ne sont pas équipés de technologies leur permettant de gérer de manière optimum leurs flux d'énergies et de données ?
- Comment concevoir et réaliser des bâtiments neufs ou existants « Ready to Grid », capables de s'intégrer au réseau, de lui communiquer ses données, et mettre à sa disposition ses flexibilités, ses capacités d'effacement, de stockage ou de production ?
- Quelles architectures numériques et quels modèles d'affaires retenir pour faire vivre un écosystème de services basés sur le cloud computing et l'internet des objets, dans un écoquartier et réaliser des bâtiments « Ready to Services » ?
- Comment aider les collectivités locales et les grands opérateurs à mieux appréhender tous leurs enjeux 2020 et au-delà, et à réaliser le cahier des charges optimum pour mener à bien leurs projets de quartiers et de territoires durables comprenant des bâtiments ouverts et connectés aux réseaux publics ?

¹ "Ready to Grid" ("R2G") est un label déposé par la SBA

² "Ready to Services" ("R2S") est un label déposé par la SBA



I. CONTEXTE GÉNÉRAL

Aujourd'hui, le contexte environnemental, démographique, urbain, les évolutions dans le secteur du bâtiment ainsi que sur le plan technologique créent un écosystème favorable au développement des Smart Buildings. Toutes ces tendances et évolutions confortent la convergence vers un triple objectif d'amélioration de l'efficacité énergétique des territoires, de gestion active des énergies et d'optimisation énergétique.

Dans le même temps, les technologies (principalement les technologies numériques) permettent le développement de nouveaux services aux habitants et occupants des bâtiments, au quartier et à la ville plus généralement, pouvant contribuer au progrès (modes de transport, conditions de travail, accompagnement de la population, etc.).

I.1. Contexte environnemental

La communauté scientifique est quasi unanime sur le fait que l'aggravation de l'effet de serre est l'une des causes principales du réchauffement climatique. Selon ses travaux, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) prévoit une augmentation de la température de 1,1°C à 6,4°C d'ici à 2100³ (contre 0,74°C entre 1906 et 2005), due en grande partie au développement des activités humaines et industrielles. Cette incertitude dépend des trajectoires des émissions de gaz à effet de serre, liées en grandes parties aux activités humaines. Dans son rapport publié en novembre 2009, l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) a estimé que la tendance actuelle en termes d'émission de GES n'est pas durable. Pour limiter le réchauffement climatique, aux conséquences catastrophiques sur l'économie et les populations, il est nécessaire de mettre en place des mesures claires visant un développement soutenable, plus efficace énergétiquement et moins émetteur en GES.

I.2. Les évolutions démographiques

L'augmentation de la population mondiale et l'évolution des modes de consommation constituent des paramètres essentiels dans l'évolution des émissions de CO₂.

Au début du XX^{ème} siècle, il n'y avait qu'un milliard d'habitants sur terre. La population mondiale actuelle de 7,2 milliards de personnes devrait atteindre 8,1 milliards en 2025 et 9,6 milliards en 2050⁴, selon un rapport des Nations Unies. Cette croissance de la population mondiale, portée par les pays en développement d'Asie et d'Afrique principalement, s'accompagne d'une croissance en proportion de la consommation énergétique. Ces évolutions démographiques ont pour effet direct une forte augmentation de la demande énergétique et de l'émission de gaz à effet de serre, ainsi qu'une pression toujours plus grande sur les ressources naturelles.

En 2009, les émissions de CO₂ par habitant atteignaient 17 teqC/hab aux Etats-Unis contre 2,76 en Chine et 1,63 en Inde. Cependant, la forte croissance économique des pays émergents (+ 7,8% en Chine et + 4,5% en Inde en 2012) devrait entraîner une multiplication de leurs émissions de CO₂ par six d'ici 2050, selon le Carbon Dioxide Information Analysis Center. Dans les pays émergents, le défi réside dans une augmentation substantielle de la capacité de production énergétique pour alimenter la croissance, tout en limitant l'impact environnemental. Dans les pays développés, le défi réside dans la décarbonisation de l'économie.

³ Rapport de synthèse du GIEC, Changements climatiques 2007
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

⁴ World Population Prospects, The 2012 Revision
<http://esa.un.org/wpp/>

I.3. Le contexte urbain

La population urbaine mondiale est passée de 10% à la fin du XIX^{ème} siècle à 60% en 2012. La croissance du pourcentage de la population urbaine est un phénomène rapide, qui s'est accéléré ces dernières décennies (3% en 1800, 10% en 1900, 30% en 1950 et 60% en 2012⁵). En 2050, plus de 6,4 milliards d'êtres humains vivront dans les villes, soit près de 70% de la population mondiale. A ce jour, il existe 70 villes de plus de 5 millions d'habitants. Il y en aura 400 en 2050, principalement situées en Asie. Cette tendance soulève des défis multiples et interdépendants, notamment sur le plan environnemental et sociétal. Si elles ne représentent qu'une part minime de la surface terrestre, les villes concentrent les activités humaines et contribuent de manière déterminante à l'effet de serre. Elles sont à l'origine de 66% de la consommation de l'énergie mondiale, représentent 70% des émissions de CO₂ et absorbent 75% des ressources naturelles.

I.4. Les défis du 21^{ème} siècle

Vieillesse de la population, maintien à domicile, santé, conditions de travail, modalités de transports, sont des problématiques essentielles de l'aménagement du territoire. Les nouvelles technologies sont également des moyens pour faire des bâtiments et de la ville de demain un vecteur de progrès et de nouveaux services aux habitants et aux occupants.

Les contextes environnementaux, démographiques et urbains constituent autant de défis que d'opportunités d'actions pour les acteurs des villes de demain. Ces défis font état de l'importance de développer des systèmes urbains intelligents qui permettront d'opérer le passage de la ville numérique à la ville intelligente.

Ville numérique > ville connectée via la fibre, l'ADSL, la 3G ou 4G, faisant largement usage des nouvelles technologies de l'information et de la communication. La ville numérique s'inscrit dans un réseau constitué de flux matériel (réseau d'énergie, transport) et virtuel (échanges de données).

Ville intelligente > vision globale de la ville dont chaque élément est intégré dans un écosystème Smart Grid. La ville intelligente est durable et au service de ses habitants, elle utilise les données des réseaux publics pour : faciliter l'usage des services publics par les citoyens, gérer et optimiser les consommations et productions énergétiques d'une ville, et offrir de nombreux nouveaux services.

Pour répondre à ces enjeux, plusieurs innovations complémentaires les unes des autres, sont régulièrement citées. Parmi celles-ci, on compte les Smart Grids, les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique active et passive, l'interconnexion des différents réseaux numériques, la mobilité et l'ubiquité au service des utilisateurs.

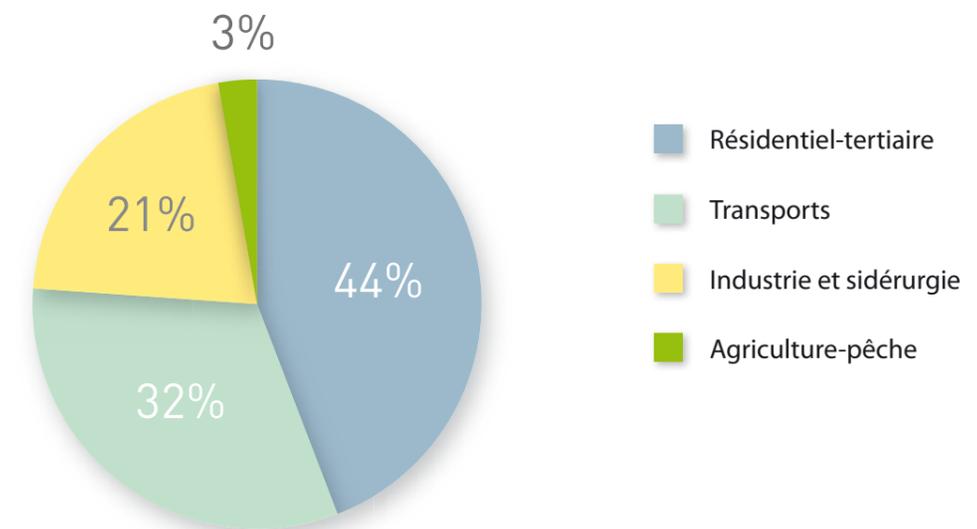
- > Le développement de ces mesures est source d'attractivité et de **création de valeur durable** pour les territoires.

I.5. Les évolutions dans le secteur du bâtiment

Les bâtiments sont les principaux leviers d'action d'optimisation de l'efficacité énergétique et de réduction des émissions de CO₂ dans les villes. Selon une étude sur les bâtiments, publiée en 2012 par l'ADEME⁶, le secteur du bâtiment en France est le plus gros consommateur final d'énergie :

- le secteur **résidentiel-tertiaire** compte pour **44% du total de la consommation finale d'énergie**, contre 32% pour les transports et 21% pour l'industrie, en 2011.
- Le secteur résidentiel-tertiaire est le second émetteur de CO₂ en France avec **25% des émissions de CO₂**.

Consommation énergétique finale en 2011 (Mtep)⁶



Chiffres clés du bâtiment, Edition 2012. ADEME

Aujourd'hui, la facture énergétique des bâtiments représente près de 44% de la facture globale en France, évaluée en 2012 à 69 Mds €, soit 30,36 Mds € (+11% par rapport à l'année précédente). L'efficacité énergétique des bâtiments représente donc un réel enjeu.

⁵ The World Bank. Cities and Climate change, an urgent agenda. <http://siteresources.worldbank.org/INTUWM/Resources/340232-1205330656272/CitiesandClimateChange.pdf>

⁶ ADEME. Bâtiment 2012, Chiffres clés. <http://multimedia.ademe.fr/catalogues/chiffres-cles-batiment-2012/>

La multitude des parties prenantes (promoteurs, constructeurs, Facility Managers, propriétaires, occupants...) rend le secteur du bâtiment complexe. Il offre cependant de nombreuses potentialités de progrès et d'améliorations.

Des efforts, émanant de la volonté politique à différentes échelles, ainsi que de nouvelles réglementations visant une meilleure efficacité énergétique des bâtiments ont émergé ces dernières années.

Aujourd'hui, pratiquement tous les bâtiments neufs sont conçus en respectant les normes et labels de construction visant une meilleure efficacité énergétique (HQE, BBC, BEPOS...). La SBA propose d'aller plus loin dans le processus de labellisation en mettant en place des labels « **Ready to grid** » et « **Ready to Services** », de communication avec les réseaux extérieurs, comme de l'interopérabilité à l'intérieur.



Les labels **Ready to Grid** et **Ready to Services** sont les garants d'interopérabilité des solutions proposées. C'est notamment en s'appuyant sur des solutions interopérables et des standards que l'écosystème Smart Building pourra se développer sereinement et générer de la valeur. **Ready to Grid** et **Ready to Services** se veulent de véritables référentiels nécessaires au développement pérenne de ce marché.

En France, la nouvelle réglementation thermique en vigueur – la RT 2012⁷ – prévoit de diviser par 3 la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs, labellisés « bâtiments basse consommation ». Cette consommation sera plafonnée à 50 kWhEP/(m².an), selon le référentiel d'usage de la RT, contre 150 kWhEP/(m².an) suite à la RT2005. Cette avancée dans l'efficacité énergétique des bâtiments devrait aboutir à l'horizon 2020 à la construction de bâtiments à énergie positive (BEPOS), qui intégreront les énergies renouvelables dans leur mix énergétique (objectif RT2020). Sur le plan international, la norme ISO 50001⁸, spécifie les exigences applicables aux systèmes de management de l'énergie, afin d'accroître l'efficacité énergétique, réduire les coûts et améliorer la performance énergétique. Pour cela, la norme fournit un cadre reconnu pour intégrer la performance énergétique dans les pratiques de management des organisations.

En combinant l'amélioration de l'efficacité énergétique passive avec des technologies actives de gestion du bâtiment et de l'énergie, les bâtiments vont constituer une ressource additionnelle de flexibilité pour le Grid. L'amélioration de l'efficacité énergétique passive et active des bâtiments joue un rôle essentiel dans l'atteinte de ces objectifs. Ces deux types d'action sont des leviers complémentaires.

Les systèmes passifs (architecture du bâtiment, sélection des matériaux adéquats) permettent d'améliorer le confort thermique des infrastructures. L'inertie thermique des bâtiments par exemple, permet de stocker l'énergie reçue par ces derniers et de la restituer progressivement quand cela est nécessaire. Moins sensibles aux changements climatiques extérieurs, le bâtiment conserve une température relativement stable et permet de différer l'utilisation des systèmes de chauffage ou de climatisation.

⁷ Présentation RT 2012.

Source : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_plaquetteRT2012_avril2011.pdf

⁸ La norme ISO 50001 est une norme d'application volontaire, publiée en 2011 par l'Organisation Internationale de Normalisation. http://www.iso.org/iso/fr/iso_50001_energy.pdf

L'efficacité énergétique active agit sur l'optimisation des flux énergétiques via l'utilisation d'équipements performants et systèmes intelligents de comptage, de contrôle et de régulation. Ces derniers permettent la mesure des consommations, leur gestion et leur optimisation tout en prenant en compte les données internes et externes au bâtiment.

Nous pensons que tous ces efforts auront des effets positifs certes, mais limités s'ils ne sont pas intégrés dans un système global. A l'heure actuelle, chaque bâtiment a son propre système et reste encore trop isolé des autres. Ils ne peuvent communiquer entre eux pour échanger des informations ou partager des ressources énergétiques qu'à des coûts élevés. Pour que l'efficacité énergétique soit optimale, elle doit s'opérer dans un environnement Smart Grid, où les systèmes sont interopérables et les bâtiments communicants.

Cette transition ne se fera pas sans l'utilisation de standards de communication dans le bâtiment, entre bâtiments et entre les bâtiments et le réseau. Cela suppose une standardisation des produits, interfaces, compteurs, capteurs, logiciels... Ces standards rendront plus efficace le pilotage énergétique par les utilisateurs, qui pourront régler à distance différents paramètres de leur habitation (climatisation, éclairage, chauffage...), et ouvriront la possibilité d'une optimisation énergétique accrue à différentes mailles.

La flexibilité de la consommation et des moyens de production des sites permettra de contribuer à l'optimisation du système énergétique. Pilotage, automatisation du bâtiment, analyse et visualisation des ressources énergétiques, et changement de comportement des occupants, sont autant d'éléments permettant à l'utilisateur d'arbitrer ses différentes priorités (confort, sécurité, économies, réduction des GES, etc.).

Les mutations en cours dans le secteur du bâtiment vont générer de nouveaux emplois sur de nouvelles filières selon 4 axes de développement : la production d'énergie incluant les EnR, les produits et solutions, les services associés et le traitement et l'exploitation des données.

En lien avec l'arrivée des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) dans le bâtiment et des énergies renouvelables, les nouveaux métiers apporteront des compétences transverses, ce qui participera au décloisonnement des métiers du bâtiment. Les mutations rapides nécessitent d'accompagner le développement des filières de formation professionnelle et d'enseignement, répondant aux nouveaux besoins. C'est une des missions que s'est assignée la SBA, mission qu'elle souhaite mener en coordination avec les divers syndicats professionnels aujourd'hui dédiés à leurs métiers verticaux.

Ce point concernant la création de nouvelles filières et l'émergence de nouveaux métiers est développé dans la partie « *Recommandations* » du présent document.

1.6. Le contexte technologique

Les secteurs de l'énergie et des TIC sont actuellement en pleine mutation technologique et convergent dans l'univers du Smart Grid. On constate une importance croissante de la communication « end to end » où les éléments terminaux (réseaux de chaleur et de froid, gaz, électricité, éclairage...) sont capables de communiquer vers le réseau du bâtiment et du grid et vice versa. Par exemple, la lumière devient maintenant digitale et connectée. Il s'opère aujourd'hui le passage d'une consommation « fatale » à une consommation plus flexible, et émergent des moyens de production décentralisés qui peuvent mieux s'adapter au système énergétique. Cette optimisation de la consommation et de la production aux différentes mailles est clé pour le Smart Grid qui intègre des éléments tels que les énergies renouvelables (dont la production est intermittente), susceptibles de mettre en contrainte les réseaux. Les technologies de l'Internet des Objets, en progression permanente et la généralisation de la connectivité facilitent cette adaptation.

Aujourd'hui, un grand nombre de consommateurs disposent d'outils de communication (tablettes, SmartPhones...) leur permettant de contrôler à distance, grâce à des capteurs et actionneurs, les équipements installés chez eux ou sur leur lieu de travail. Des automates aux performances sans cesse améliorées et des logiciels intelligents permettent de rendre partiellement automatique la mise en œuvre des préférences des utilisateurs et des exploitants.

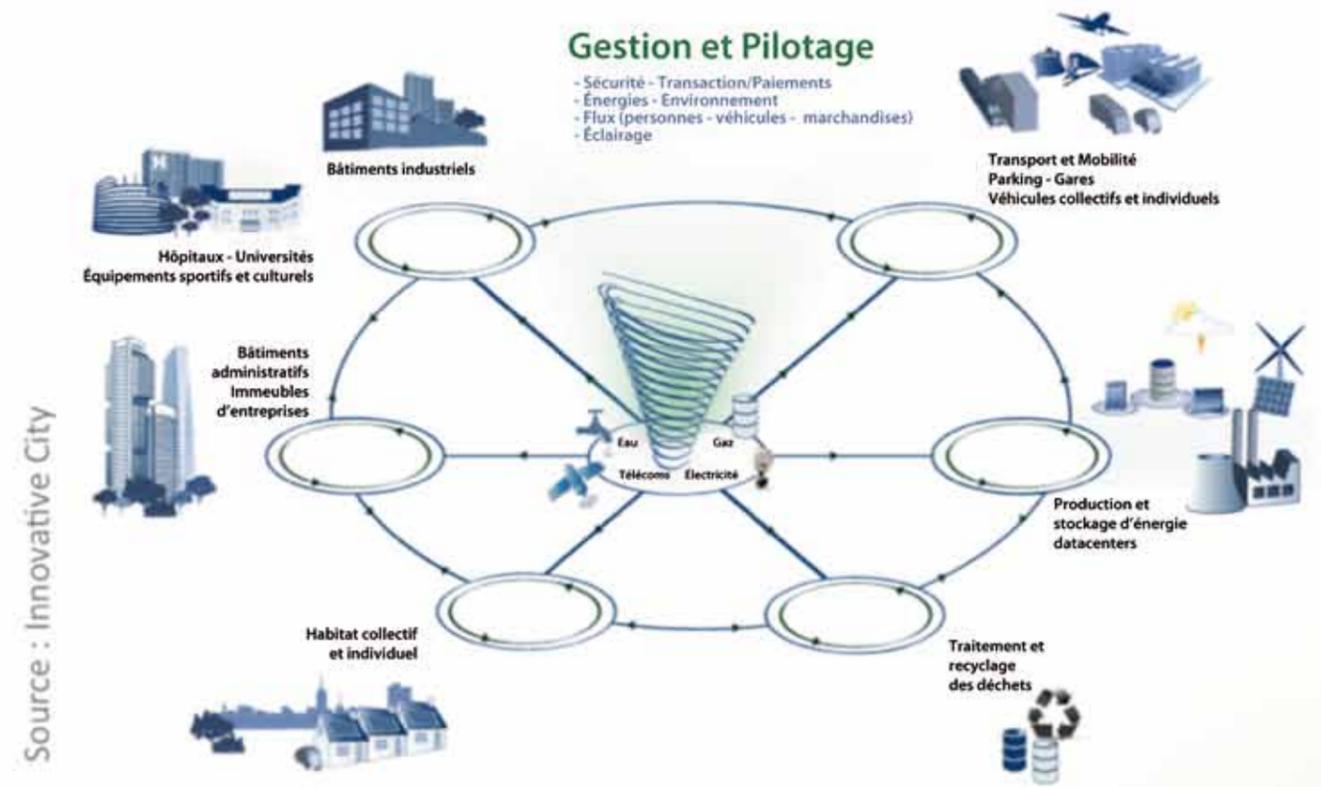
Les TIC participent à l'amélioration de l'efficacité énergétique et contribuent à l'amélioration de nouveaux usages extrêmement gourmands en énergie tels que les data centers et l'informatique en général. Les data centers, centres regroupant les serveurs où sont stockées les données informatiques, sont de véritables gouffres énergétiques. Ils consomment aujourd'hui plus de 1% de l'électricité mondiale. Plus généralement, tout bâtiment comporte une salle technique avec un ou plusieurs serveurs et des postes de travail qui, cumulés, peuvent représenter une consommation énergétique comparable aux autres usages tels que l'éclairage ou le chauffage. La gestion active de l'énergie prend alors tout son sens car que ce soit pour l'informatique ou la recharge de véhicules électriques, ces nouveaux postes de consommation sont à ajouter aux performances annoncées de la RT2012.

Ces nouveaux usages, alliés à la révolution des TIC, entraînent une croissance exponentielle du volume de données qui nécessite des infrastructures de transport et de traitement des données extrêmement performantes. A titre indicatif, au cours de l'année 2012, autant de données (data) ont été générées qu'entre la période préhistorique et l'année 2011 !

Les évolutions technologiques constituent un gisement important de projets pour les éco-quartiers et les villes de demain : Smart Grid, Smart Building, Bâtiment à énergie positive, mobilité décarbonée, énergies renouvelables, services aux habitants (bien-être, maintien à domicile, qualité de vie au travail, etc.), en sont autant d'exemples.

Tous ces projets constitutifs de la Smart City peuvent cependant être abordés brique par brique, sous réserve qu'ils aient été pensés dans une vision long terme, c'est-à-dire interopérables. En effet, ces différents projets, s'ils ne sont pas tous conçus au même moment devront pouvoir se connecter les uns aux autres au fur et à mesure de leur apparition et donc disposer de systèmes interopérables.

A l'heure actuelle, les technologies dans le domaine de l'énergie et des TIC existent, les incitations réglementaires évoluent, la facture énergétique augmente, les collectivités locales se préoccupent des enjeux liés à l'environnement et à l'aménagement urbain durable... Ce contexte général constitue un tissu favorable au développement des Smart Grids. Le Smart Grid est d'autre part une réponse pertinente aux difficultés économiques qui conduisent à réduire les investissements en infrastructures.



Les Smart Grids ont vocation à servir de base aux villes intelligentes de demain (Smart Cities) composées de Smart Buildings. Ces nouvelles conceptions de l'aménagement urbain seront le fruit de la coopération de plusieurs mondes aujourd'hui distincts ; le monde du bâtiment, celui des services de l'énergie, celui des services informatiques et de la communication, mais également celui de la mobilité et des transports par exemple.

Cette distinction rend l'offre « Smart Buildings for Smart Cities » complexe à mettre en œuvre par les maîtres d'ouvrage publics ou privés. Du fait de la multiplicité des interlocuteurs, la prise de décision et le lancement de nouveaux projets par les collectivités locales est une tâche difficile. Les enjeux sont tels qu'il est nécessaire aujourd'hui de définir et identifier le rôle des différents acteurs au sein de l'écosystème Smart Building.

L'un des objectifs de la SBA est non seulement de permettre l'interopérabilité, base de services nouveaux, mais aussi de créer les conditions pour que la valeur générée par une approche globale et combinée soit mise en évidence.

II. DE NOUVEAUX ENJEUX

L'innovation et les Smart Buildings apportent une réponse aux nouveaux enjeux et attentes des différents acteurs concernés. Les enjeux concernent des préoccupations sociétales, énergétiques, technologiques, mais aussi économiques. Le Smart Building induit une toute autre façon de penser le développement de nos villes de demain où les différents types d'actifs sont interopérables et communicants, et où les utilisateurs sont placés au centre.

II.1. Les enjeux sociétaux

Le Smart Building, élément clé dans la mutation de nos villes et de nos infrastructures, est un moyen permettant d'arriver à atteindre les engagements de l'Union Européenne en matière d'efficacité énergétique.

Il répond ainsi aux impératifs d'efficacité énergétique, aux contraintes réglementaires (RT 2012 et Loi Grenelle II), mais également aux nouvelles attentes en matière de sécurité du patrimoine et des personnes, d'accessibilité et de transport, de santé, de confort, de qualité de vie et de services aux habitants et aux entreprises.

Les Smart Buildings offrent un **confort** et des conditions ambiantes optimales pour les occupants grâce aux capteurs/actionneurs qui permettent de contrôler différents paramètres (éclairage, température, qualité de l'air, hygrométrie, taux de CO₂, sûreté...). L'intensité de la lumière artificielle dans un bâtiment peut varier et s'adapter automatiquement ou manuellement selon la luminosité extérieure par exemple.

Les utilisateurs acquièrent grâce au Smart Building une plus grande **mobilité**. Qu'il s'agisse du tertiaire ou du résidentiel, le fait que le bâtiment soit connecté aux réseaux extérieurs (énergie, transport, internet), permet aux utilisateurs d'avoir accès à distance aux informations provenant du bâtiment et des réseaux extérieurs. Ils ont également la possibilité d'intervenir sur les équipements du bâtiment en mobilité via leurs Smartphones, tablettes ou autres terminaux.

La gestion intelligente du bâtiment offre également de nouvelles perspectives en termes d'**accessibilité** aux personnes à mobilité réduite qui deviennent alors plus autonomes. La mise en place de capteurs et d'actionneurs associés à des systèmes de contrôle et de supervision permet de développer de nouveaux services destinés aux usagers. Par exemple, le maintien à domicile des personnes âgées, des personnes atteintes de pathologies ou d'handicap, s'en trouvera facilité, d'une part par le déploiement des technologies, et d'autre part, par la connexion aux réseaux de prises en charge, de soignants, etc.

Le Smart Building permet aussi :

- une meilleure maîtrise des consommations énergétiques et donc des économies réelles et significatives sur la facture.
- une automatisation et répartition intelligente des usages les plus consommateurs afin d'éviter la consommation en période de pic (la plus chère).
- Plus généralement, la mise en œuvre de capacités de stockage (eau chaude, glace, matériau changement de phase, nouvelles technologies) et l'adaptation des moyens de production décentralisée (l'énergie produite

par le bâtiment lui-même via des panneaux photovoltaïques par exemple) contribue à l'optimisation globale et au moindre coût du système énergétique (contraintes réseau, points de consommation, intégration des énergies renouvelables, etc).

Un Smart Building peut être à la fois consommateur et producteur d'énergie. Un bâtiment équipé de panneaux photovoltaïques par exemple, pourra utiliser sa propre production pour satisfaire tout ou partie de sa consommation énergétique.

Les technologies telles que la gestion de l'éclairage de sécurité, le contrôle d'accès, la vidéosurveillance, les capteurs incendies et intrusions..., rendent les Smart Buildings plus fiables en matière de **sécurité** des biens et personnes.

Le développement des technologies de mesure et de comptage dans les bâtiments et plus précisément dans l'habitat renvoie par ailleurs à la question de la protection de la vie privée. Il est important de souligner que la satisfaction de ces enjeux sociétaux ne pourra pas se faire sans un strict respect de la confidentialité des données personnelles et de la vie privée. La gestion des données constitue un enjeu important pour les acteurs du Smart Building. Elle est aujourd'hui encadrée par la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés)⁹ au niveau du résidentiel en France et fait l'objet de nombreuses publications. L'utilisateur doit toujours rester maître de ses données et informé de l'usage qui en est fait.

II.2. Les enjeux énergétiques

En 2008, les 27 pays de l'UE se sont engagés en adoptant le Plan Energie-Climat à atteindre d'ici à 2020 les objectifs des « 3x20 » qui visent :

- l'intégration de 20% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique européen,
- la réduction de 20% des émissions de GES par rapport à 1990,
- l'augmentation de 20% de l'efficacité énergétique par rapport à 1990.

Au plan national, cet engagement se traduit par la volonté de la France de réduire les émissions de GES de 1990 de 20% en 2020 et de 75% en 2050 (facteur 4), et de porter à 23% la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique final d'ici 2020.

Au delà des engagements pris par les pays européens pour réduire leur consommation énergétique et promouvoir les énergies renouvelables, on peut distinguer quelques unes des préoccupations principales des clients finaux s'agissant des questions énergétiques. Ces préoccupations ont une intensité variable selon le type de consommateur, ses activités, ses usages de l'énergie.

• Le prix et la facture

Globalement, les utilisateurs attendent des prix les plus bas possibles et une facture compréhensible, présentant un détail des informations utiles. La maîtrise de l'énergie est l'un des principaux vecteurs pour réduire la facture énergétique. Elle passe par des investissements sur les bâtis, sur les process, sur les différents appareils, afin d'optimiser l'efficacité énergétique.

Le Smart Building offre également des données plus fines de la consommation selon les différents usages et donc une facture plus transparente et précise.

⁹ Site institutionnel de la CNIL : <http://www.cnil.fr/linstitution/>

• **La continuité de service**

Cela implique la continuité et la qualité de l'alimentation.

La continuité de l'alimentation est primordiale pour certains secteurs d'activité (les hôpitaux par exemple).

La qualité de l'alimentation est un prérequis essentiel, même s'il n'est pas toujours formulé comme tel par les utilisateurs. Surtensions, creux de tension, variations de fréquence, variation de pression, variation de température, etc... sont autant d'imperfections qui peuvent endommager les appareils électriques raccordés au réseau.

• **Le mix énergétique**

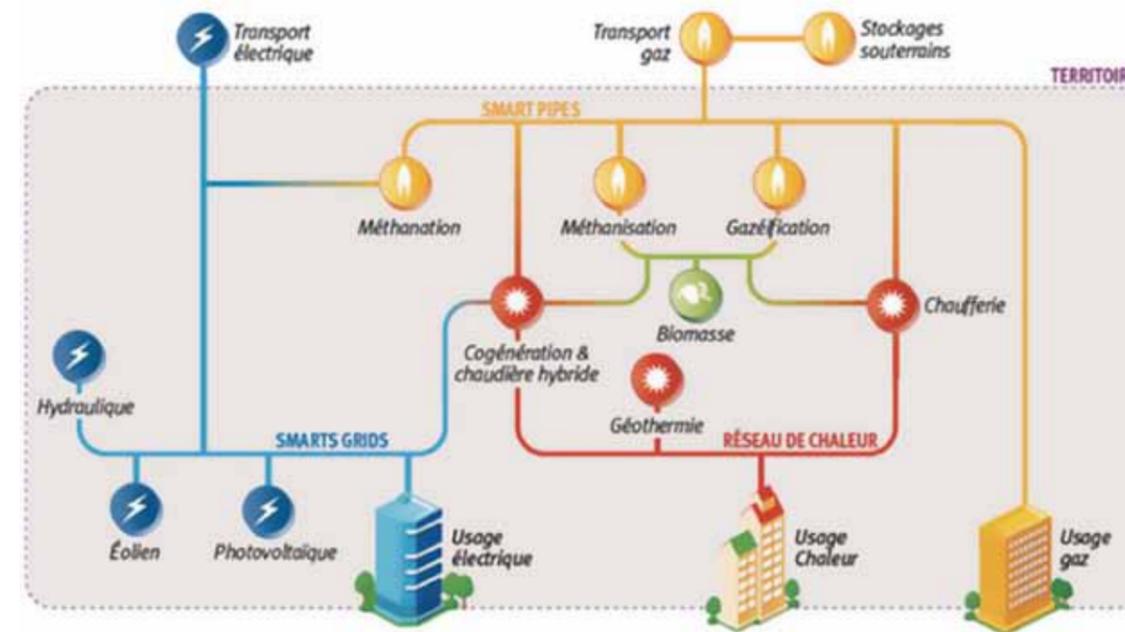
On constate que de plus en plus de consommateurs attachent de l'importance à avoir dans leur mix énergétique, une part croissante d'énergie d'origine renouvelable. Si une grande partie de l'électricité est produite de manière centralisée, on voit se développer localement des sources de production d'énergies renouvelables (aujourd'hui, 12% de la consommation finale d'énergie en France provient des énergies renouvelables¹⁰). Ce développement, amené à s'intensifier dans les années à venir, exige une adaptation du système énergétique qui doit pouvoir gérer l'intégration d'un nombre croissant de moyens de production intermittents. Conçu pour acheminer l'électricité du site de production centralisé vers les consommateurs, le réseau devra désormais être capable d'assurer un fonctionnement bidirectionnel afin d'intégrer les sources d'énergie produites localement. D'un point de vue global, une grande part de l'énergie produite par ces nouveaux moyens intermittents ne coïncide pas en général avec les périodes où elle est consommée. Les capacités de flexibilité offertes par les Smart Buildings peuvent contribuer à rendre l'ensemble plus cohérent et optimisé.

Tout comme le réseau électrique, le réseau de distribution de gaz se modernise, s'adapte et intègre des fonctionnalités issues des TIC, c'est le développement du Smart Gas Grid ou Smart Pipes. Il a un rôle à jouer dans l'optimisation globale du système énergétique en facilitant notamment l'intégration des énergies renouvelables (incluant le biogaz) sur le réseau électrique.

La complémentarité des réseaux de gaz, d'électricité et de chaleur et de froid (figure 3), enjeu important de la transition énergétique, permet d'améliorer la flexibilité de l'ensemble. L'éco-cogénération (production simultanée de chaleur et d'électricité à partir de biogaz) et la micro-cogénération génèrent également d'importantes économies d'énergies.

Les divers réseaux participant au bon fonctionnement des territoires (réseaux électriques, de chaleur et de froid, de gaz, de télécom, réseaux de transport...), indépendants jusqu'à il y a encore peu de temps doivent aujourd'hui pouvoir être exploités en synergie, et permettre l'interopérabilité des systèmes. L'objectif est donc de penser une architecture intégrée des infrastructures, afin d'en réduire les coûts, d'en améliorer l'efficacité et de permettre le développement de nouveaux services.

S'agissant de la fourniture d'énergie, l'un des enjeux vise également le développement des **capacités de stockage** qui permettent un usage ultérieur de l'énergie emmagasinée. Ce dernier peut prendre plusieurs formes : stockage électrique, stockage à pile, par inertie thermique...



Les réseaux d'énergie intelligents, une des clés pour l'optimisation des infrastructures territoriales - Source: CRE

L'intégration au réseau de productions décentralisées, souvent intermittentes (solaire, éolien, biomasse, géothermie, pompes à chaleur, réseau de chaleur par exemple) et l'évolution des nouveaux usages constituent de nouveaux défis. L'intégration des énergies renouvelables peut provoquer des déséquilibres sur le système électrique et entraîner un risque d'instabilité du réseau (en cas de forte production et de faible demande locale).

Les nouveaux usages génèrent des consommations d'électricité plus importantes et volatiles et accentuent la problématique de la gestion de la pointe. Cela suppose une adaptation du réseau de distribution afin de maintenir l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité y compris lors des appels de puissance qu'engendrent les recharges des véhicules électriques par exemple.

Une partie de la solution consiste à intervenir sur les sites consommateurs pour minimiser la contrainte dès la source. Mettre en place des outils de maîtrise de l'énergie est une chose, mais il est aussi nécessaire d'exploiter la **flexibilité** disponible. On parlera d'effacement, de report de consommation ou au contraire, de mise en œuvre de production locale. L'effacement est un outil d'optimisation de la consommation contribuant à l'équilibre de l'offre et de la demande sur le réseau électrique. Ce procédé consiste à ne pas faire appel au réseau d'électricité pendant une certaine durée ou à reporter sa consommation. Cela permet de soulager la tension sur les réseaux en limitant la demande aux heures de pointe et en lissant les pics de consommation. L'effacement répond à une double logique économique et environnementale car il évite la mise en service de moyens de production de pointe, polluants et coûteux. Via différents mécanismes (existant ou en cours d'élaboration), la flexibilité disponible sur les sites peut être valorisée sur différents marchés de l'énergie.

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE)¹¹ distingue quatre grandes familles d'effacement :

• **l'effacement diffus** : il s'agit d'agrèger un grand nombre de capacités dispersées de sites résidentiels ou tertiaires. Ce type d'effacement utilise l'inertie thermique des bâtiments pour réaliser des « micro-coupures » sur des usages thermiques (radiateurs ou climatisation) ou reporter la consommation de ballons d'eau chaude électriques.

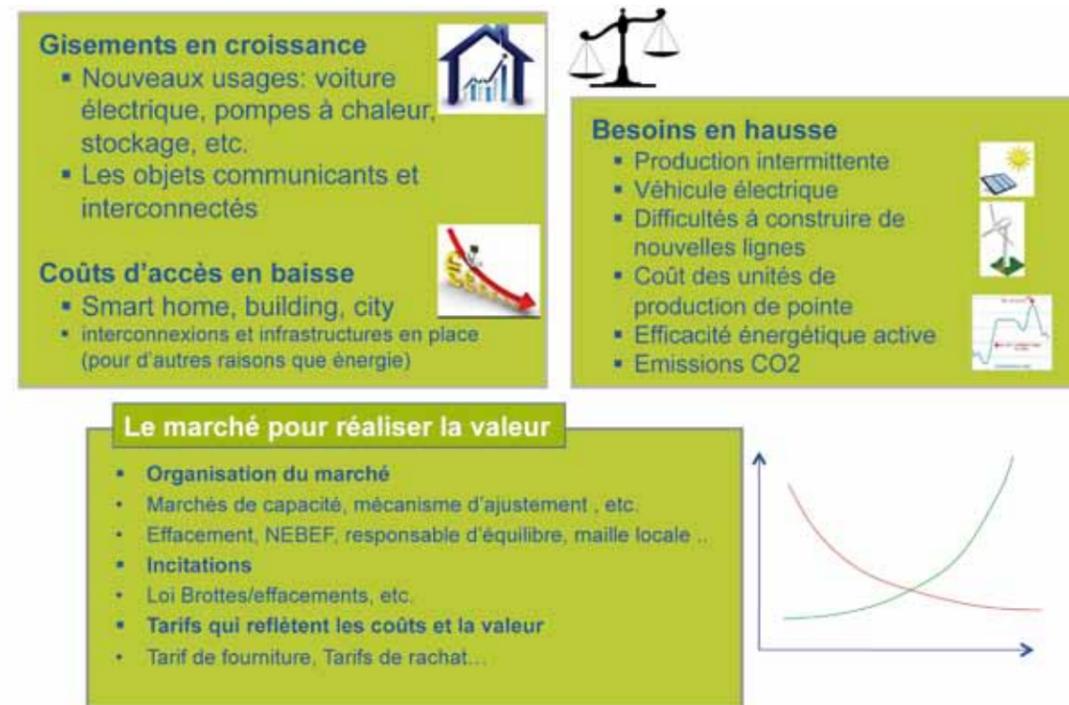
¹⁰ Source : ADEME, Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050, Synthèse. <http://ademe.typepad.fr/files/ademe2-preview-1.pdf>

- **l'effacement fondé sur de l'autoproduction** : ce type d'effacement recourt en général à un groupe électrogène en substitution des appels de puissance.
- **l'effacement industriel** subdivisé en deux catégories :
 - **l'effacement modulable** ou de processus industriels à stocks intermédiaires : consiste en un report partiel ou total de la consommation.
 - **l'effacement « pur »** : consiste en un report définitif d'une consommation.

Ces actions doivent rester in fine prévues et validées, sous des formes adaptées, par les consommateurs, qui eux seuls peuvent évaluer l'impact sur leur confort ou leur processus.

Le stockage ou l'utilisation des énergies renouvelables favorisant l'autoconsommation, peuvent contribuer à minimiser les effets négatifs sur le confort, en se substituant au réseau.

Flexibilité : les drivers de la profitabilité



¹¹ Source : Commission de Régulation de l'Énergie. Consultation publique de la CRE sur les principes structurant le projet de proposition de décret relatif à la valorisation des effacements de consommation d'électricité sur les marchés de l'électricité et le mécanisme d'ajustement <http://www.cre.fr/documents/consultations-publiques/principes-structurant-le-projet-de-proposition-de-decret-relatif-a-la-valorisation-des-effacements-de-consommation-d-electricite-sur-les-marches-de-l-electricite-et-le-mecanisme-d-ajustement>

La problématique de l'optimisation énergétique se pose à toutes les mailles du système, selon une logique de poupées russes ; à l'échelle d'une maison, d'un bâtiment, d'un quartier, d'un site industriel, d'une ville ou d'un territoire.

Probablement, à terme, les différentes mailles seront équipées de systèmes gérant automatiquement les consommations, productions, effacement et reports de consommation afin de contribuer à maintenir l'optimisation globale du système énergétique. Mais aujourd'hui, bien que la connectivité et les systèmes locaux de plus en plus intelligents se développent, l'implication directe de l'utilisateur pour réduire sa facture et son empreinte carbone reste un élément déterminant. L'utilisateur final, en particulier résidentiel, souhaite ne pas s'impliquer à un niveau qu'il juge contraignant. Il attendra de ses systèmes de confort, de production d'eau chaude et plus généralement de ses appareils électriques, qu'ils gèrent directement et automatiquement l'optimisation énergétique en fonction de ses préférences. C'est l'un des enjeux de la smart home et du Smart Building que de permettre ce niveau d'interaction.

Sur le plan réglementaire, des évolutions des lois relatives aux énergies sont en cours :

La loi NOME¹² relative à la Nouvelle Organisation du Marché de l'Électricité, promulguée le 8 décembre 2010 a vocation à dynamiser le développement de la concurrence sur les marchés sus mentionnés. Cette loi a pour objectif d'ouvrir de manière effective le marché de l'électricité et de permettre une vraie concurrence en facilitant un accès régulé des fournisseurs alternatifs à l'électricité produite par les centrales nucléaires historiques d'EDF (ARENH). Les conditions d'accès des fournisseurs alternatifs à l'électricité d'EDF (prix, volume) sont fixées par les pouvoirs publics¹³.

En outre, la loi NOME prévoit également l'obligation de capacités de production d'électricité ou d'effacement pour garantir l'équilibre entre l'offre et la demande et ainsi faciliter la gestion de la pointe. Elle vise donc à valoriser l'effacement sur l'ensemble des marchés de l'électricité.

La loi Brottes adoptée le 11 mars 2013, prévoit des mesures relatives à l'effacement diffus de consommation d'électricité. Elle rend prioritaire les capacités d'effacement de consommation sur les capacités de production. La fixation des prix et les conditions de rachat des énergies renouvelables doivent refléter la valeur réelle de ces énergies, mais aussi les coûts induits (externalités). A ce sujet, des évolutions sont en cours, avec par exemple, la fin des tarifs réglementés de vente pour les clients non résidentiels.

Les incitations réglementaires et économiques qui permettront la valorisation des flexibilités sur le marché des énergies, constituent un enjeu important dans la réussite des projets Smart Grids et Smart Buildings, et leur diffusion à grande échelle.

¹² Source : [legifrance.gouv.fr. LOI n°2010-1488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité.](http://www.legifrance.gouv.fr/LOI/n/2010-1488) http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=CD1CF383AB38F302AD5BF7565C2CA1CB.tpdjo13v_1?cidTexte=JORFTEXT000023174854&categorieLien=id

¹³ Source : [developpement-durable.gouv.fr. Les modalités de fonctionnement de l'ARENH.](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-modalites-de-fonctionnement-de-l-ARENH) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-modalites-de-fonctionnement-de-l-ARENH>

II.3. L'enjeu des technologies de l'information

Composant essentiel des Smart Cities, le bâtiment est au centre des réflexions et réglementations en cours. Le bâtiment est protéiforme et doit être segmenté selon ses caractéristiques et ses usages afin d'aborder les problématiques de « smart-isation » des bâtiments.

La segmentation classique des bâtiments permet de distinguer deux grands segments de bâtiments : le « Smart Home » et le « Smart Building », qu'ils soient neufs ou existants.

Smart Home :

- les maisons individuelles
- le logement social
- les copropriétés.

Les particuliers, occupants des maisons individuelles sont principalement concernés par leurs factures d'eau et d'énergie. L'enjeu est donc d'avoir une baisse des factures qui puisse justifier les investissements dans l'isolation et la rénovation ou des équipements plus performants et les changements de comportement. Cependant, aujourd'hui, l'existence de modèles économiques trouvant leur rentabilité sur la seule dimension énergétique est problématique. La solution passe par le partage des infrastructures (interopérabilité) pour réduire et partager les coûts de celles-ci, et par le développement d'offres multi-services intégrant l'énergie comme l'une des dimensions.

Les gestionnaires de biens doivent se conformer aux réglementations (RT 2012 par exemple) en justifiant les investissements réalisés auprès des copropriétaires.

Les bailleurs sociaux sont en sus soumis aux contraintes spécifiques du logement social.

Dans le résidentiel, qu'il soit individuel ou collectif, la notion de retour sur investissement est délicate et difficilement quantifiable tant le comportement des utilisateurs est variable. Les outils de suivi des consommations, d'analyse des données et l'installation d'actionneurs constituent toutefois un gisement d'économies potentiellement importantes. Ils facilitent la gestion des appareils, ainsi que la gestion active des équipements.

Smart Building :

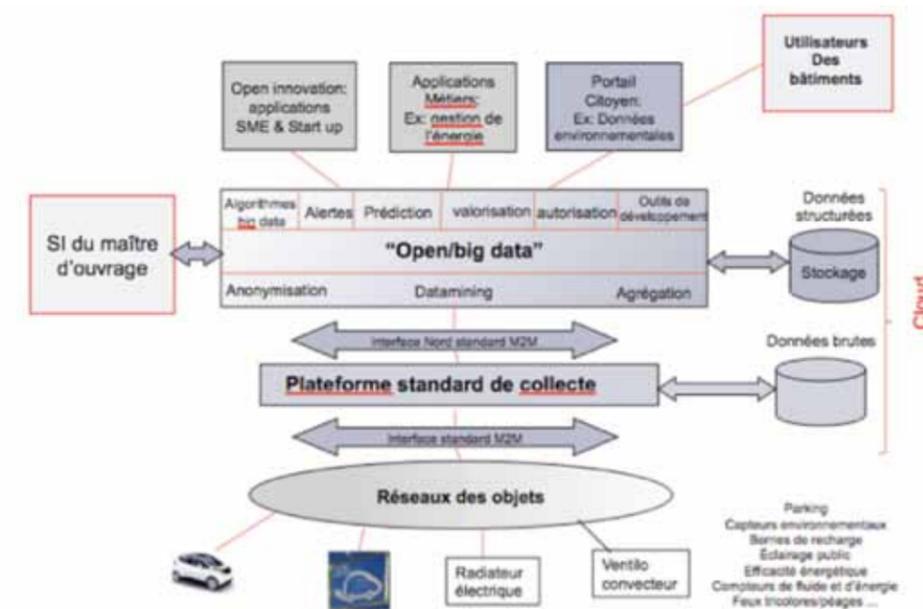
- le petit tertiaire
 - commerces
- le grand tertiaire
 - bureaux
 - hôtellerie
 - centres commerciaux
 - bâtiments administratifs
- les bâtiments à usages spécifiques
 - santé
 - éducation
 - centres sportifs
- les bâtiments industriels

Alors que les collectivités, qui ne maîtrisent pas toujours leur patrimoine, sont soumises à un devoir d'exemplarité, les gestionnaires privés de bâtiments tertiaires sont essentiellement tournés vers la valorisation de leur patrimoine.

Celle-ci s'avère souvent complexe, le pilotage de la performance énergétique nécessitant des outils, infrastructures et algorithmes sophistiqués.

Les bâtiments à usages spécifiques, aux besoins en énergie différents, font l'objet de « sous-segmentation » et sont souvent soumis à des réglementations strictes ; hôpitaux / cliniques, écoles / universités, centres sportifs / piscines.

Les bâtiments constituent des gisements de données importants concernant leur état, les usages, les équipements, qui pourront ainsi être qualifiés et adressés (smart data). Les mesures réalisées en continu voire en temps réel généreront des quantités de données très importantes (big data) qu'il faudra être capable de gérer pour délivrer les services attendus, à l'échelle d'un ou de plusieurs bâtiments, à l'échelle d'un quartier ou d'un territoire. Ces données du bâtiment pourront être croisées avec des données publiques dans des configurations qui mixent internet des objets, M2M, big data, open data ou cloud computing.



Les données, de plus en plus variées et en quantité importante, seront différentes selon les segments de bâtiments considérés. Il est essentiel d'anticiper les usages qui seront faits de ces données afin d'apporter les solutions adaptées à chaque cas de figure.

Le tableau ci-dessous reprend les types de données collectées en fonction du type de bâtiment.

Smart Home

Maisons individuelles

Consommations d'énergies et d'eau. Régulation de la température, régulation des niveaux d'éclairage. Détection d'apports gratuits (station météo, pilotage des occultants). Détection de présence anti-intrusion. Détection de défauts techniques (incendie, fuite d'eau, coupure d'électricité, changement filtre Ventilation Mécanique Contrôlée double-flux...)

S'il existe quelques centrales domotiques permettant de piloter et de superviser les équipements, le marché semble s'orienter vers la mise en place de box domotiques mises à disposition par les fournisseurs d'énergie ou les opérateurs TV / Télécoms.

Logements résidentiels collectifs

Consommations d'énergie et d'eau (compteurs généraux, divisionnaires, répartiteurs, etc.).

Données des équipements collectifs (ascenseurs, chaudière centrale, contrôle d'accès, contrôle de présence d'équipes d'intervention/ménage, etc.)

Données sur les parties communes (éclairage, ouvrants, températures, etc.).

Les systèmes de mutualisation domotique apparaissent et permettent des économies d'échelle aussi bien sur l'installation, l'exploitation que la maintenance. Cela préfigure des premiers services sur smartphone, tablette ou réseau TV à l'échelle d'une copropriété (informations, gestion de l'énergie, conseils, suivi des interventions).

Smart Building

Petit tertiaire

Consommations énergétiques, éclairage et fonctionnement des CVC (Chauffage Ventilation Climatisation).

Grand tertiaire

Implique souvent l'existence d'un superviseur. Le volume de données provenant de l'ensemble des équipements (capteurs et actionneurs du bâtiment) est potentiellement très important.

Bâtiments à usages spécifiques

Données liées à la sécurité, aux flux des personnes (hôtel)

T°C et présence de bactéries dans l'eau (piscine)

Données médicales, fonctionnement des machines (hôpitaux)

Données d'évaluation de la qualité des environnements intérieurs (écoles notamment) vont exploser et permettre la mise en œuvre de nouveaux services exploitant ces données.

Data center nécessitant une fourniture importante en énergie.

Quelque soit la segmentation, chaque bâtiment constitue un maillon du système « Smart city » au sens où il peut contribuer à l'économie circulaire d'un quartier en mettant à disposition ses ressources (immobilières, énergétiques, productions, déchets, eau...) et en les valorisant.

Exemples :

- Un bâtiment équipé de panneaux photovoltaïques et éventuellement de batteries pour stocker le surplus d'énergie consommée dans la journée peut délivrer celle-ci à l'opérateur d'énergie local au bénéfice des logements résidentiels de proximité.
- Un bâtiment disposant d'un Datacenter pourrait faire profiter des calories produites à un réseau d'eau chaude public.
- Récupération et valorisation des déchets en source d'énergie

Des économies substantielles peuvent ainsi être réalisées grâce à une meilleure utilisation transverse des infrastructures. Pour bénéficier de ces économies, les données doivent pouvoir entrer et sortir du bâtiment. Il est donc important de concevoir ou aménager les bâtiments pour qu'ils soient « communicants » avec les acteurs extérieurs.

Les infrastructures internes et externes aux bâtiments facilitant l'inter-communication :

Les réseaux internes au bâtiment, permettant de collecter les données (capteurs), mais également d'envoyer les commandes à effectuer (actionneurs), doivent être convenablement dimensionnées pour tenir compte des évolutions à venir.

La taille du bâtiment et sa forme sont structurants : le nombre d'équipements nécessaire à la gestion du bâtiment varie selon la structure du bâtiment (accès par étage) et sa surface. Il est par conséquent nécessaire d'effectuer un recensement des besoins dès le début du projet, un audit de l'existant et une définition précise des objectifs.

Au sein d'un « Smart Building », il s'agit dans un premier temps de connecter au LAN (local area network) tous les nouveaux équipements rendant l'immeuble intelligent : caméras numériques, capteurs sur les compteurs, contrôleurs...

Les compteurs ou contrôleurs associés à des transmissions sans fil peuvent soit être raccordés à des intermédiaires eux-mêmes raccordés au LAN, soit transmettre leurs données directement sur le réseau vers l'extérieur du bâtiment sans impact sur le LAN. L'ensemble de l'infrastructure télécom doit être dimensionnée et conçue pour une activité sans interruption et une sécurisation à tous les niveaux du réseau.

Si le LAN dédié à la bureautique et le LAN dédié à la GTB sont mutualisés, la création de réseaux virtuels (VLAN) par usage, sur une seule infrastructure peut permettre la cohabitation des usages et donc une optimisation des coûts. Pour cela, le VLAN doit être associé à une ingénierie prenant en compte la définition de classes, de qualité de services et de gestion « multicast ».

A noter que l'infrastructure LAN peut être gérée à distance par un partenaire – as a service – ou en local. Les futurs standards de l'internet des objets (IoT*) auront un rôle à jouer de plus en plus important.

L'un des enjeux des technologies de la communication dans le Smart Building est de faciliter l'accès et l'utilisation des données issues du bâtiment, par les utilisateurs à distance.

Les terminaux actuels, permettent d'accéder en mobilité aux ressources et données internes du bâtiment sur l'ensemble des usages.

Exemples :

- Lecture des données du bâtiment à distance sur son mobile par un décideur.
- Réception des données de consommation d'énergie mensuelle sur un mobile

Il n'est en général ni nécessaire ni souhaitable qu'un utilisateur dispose de l'ensemble des données en mobilité. Il doit donc pouvoir se connecter à distance et obtenir la donnée qu'il recherche dans un format adapté à son terminal.

Le choix des infrastructures externes au bâtiment, WAN (Wide Area Network), doit se faire en considérant plusieurs critères. On s'intéressera notamment aux critères suivants :

- quel type de données doit être échangé avec l'extérieur ? (aujourd'hui et plus tard selon les évolutions prévisibles de la réglementation ou de l'organisation de la gestion des bâtiments)
- quels sont les interlocuteurs qui devront avoir accès à ces données ? (internes, externes, évolutifs, niveau de compétence que ces interlocuteurs ont dans le traitement de la donnée : doit-on leur transmettre une donnée « brute » ou une donnée déjà « formatée » et filtrée...)
- quel est le niveau de confidentialité et de sécurisation à assurer dans l'échange et/ou le stockage de ces données ?
- quelles sont les caractéristiques techniques de l'interactivité (latence, débit, capacité...) à assurer entre le bâtiment et ses interlocuteurs ?

* IoT : Internet of Things

En fonction de ces critères, l'infrastructure WAN sera basée sur de la fibre optique, de la paire torsadée, sur le câble, sur des intranets privés, sur les réseaux mobiles, réseaux radio bas débit/haut débit... Des passerelles d'interopérabilité, des plateformes ouvertes d'échange sécurisé éventuellement abritées sur des structures « cloud » pourront s'avérer utiles. Nous parlons alors d'Infrastructures as a Service (IaaS) (traitement, mémoire et stockage), base sur laquelle peuvent alors s'appuyer les services de Plateforme as a Service (PaaS) et de Software as a Service (SaaS) qui évoluent ensemble vers les Smart Building as a Service.

Au delà de l'infrastructure nécessaire à mettre en place pour permettre la collecte, le stockage, le partage, et le traitement des données, la sécurité et la fiabilité des systèmes informatiques constituent un enjeu de taille. Cette dimension est d'autant plus importante dans la mesure où dans le cadre du Smart Building, la quantité de données en transit est extrêmement importante (Big data).

Dans les premiers Smart Buildings, les technologies utilisées pour la gestion technique des bâtiments étaient propriétaires et issues d'un nombre restreint d'équipementiers. Avec l'utilisation croissante de systèmes, logiciels et protocoles standardisés, la situation a changé. Du fait de cette interopérabilité croissante (élément clé du Smart Grid), l'érosion du caractère « prioritaire » des systèmes informatiques est inévitable et devrait s'accélérer.

Ces dernières années, des cyberattaques (Conficker en 2008 ou Stuxnet en 2010) ont fait prendre conscience de l'importance et de l'urgence de sécuriser les systèmes informatiques des automatismes. Un projet de Smart Building doit donc intégrer dès le début une réflexion autour de la sécurité et prévoir une démarche « sécurité des systèmes ». Des éléments détaillés de cette démarche sont présentés en annexe (Annexe n°1 : Comment aborder la sécurité des systèmes informatiques.).

II.4. L'enjeu économique : coût global et ratio Capex/Opex

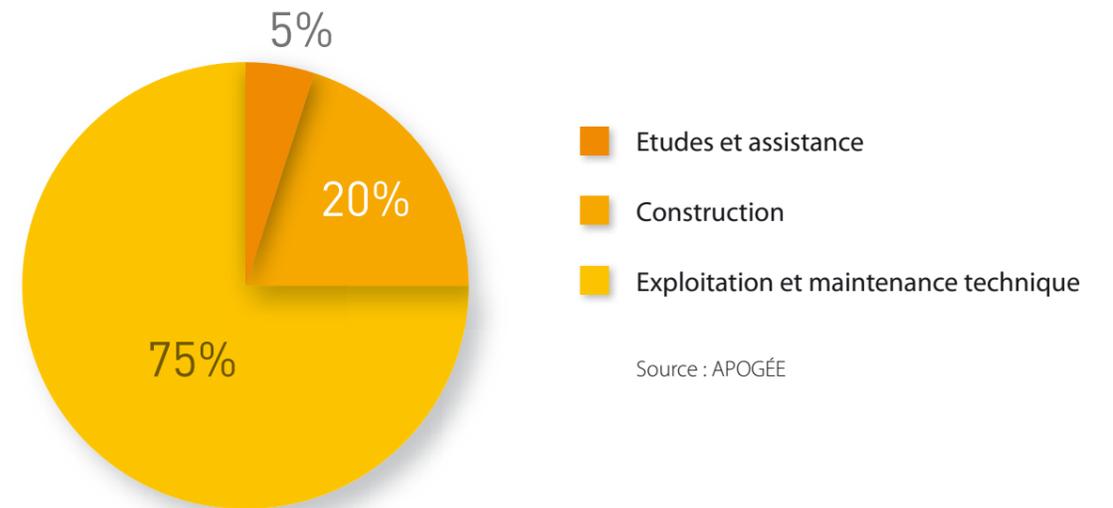
Le coût global d'un bâtiment intègre l'ensemble des coûts d'un projet immobilier sur toute sa durée de vie. Il comprend le coût de l'investissement et les coûts opérationnels différés.

Le coût de l'investissement (CAPEX) comprend l'ensemble des dépenses engagées depuis l'origine du projet jusqu'à sa réception définitive. On peut citer par exemple :

- les coûts d'études (études de faisabilité, études techniques, études d'impacts sur l'environnement...)
- les coûts du foncier (achat de terrain, démolitions, coûts de dépollution...)
- les coûts de travaux
- les coûts d'équipement
- les coûts financiers (taxes, frais d'emprunt, assurances).

Le coût différé (OPEX) comprend l'ensemble des coûts auxquels doivent faire face le propriétaire et les utilisateurs du bâtiment, tout au long du cycle de vie de ce dernier. On distingue :

- les coûts de maintenance liés au maintien en bon état de fonctionnement du bâtiment et des installations
- les coûts d'exploitation liés à l'exploitation du bâtiment et de ses équipements dans les bonnes conditions (salaire du personnel le cas échéant...)
- la facture énergétique
- les coûts de travaux de rénovation



Source : APOGÉE

Répartition moyennes des types de coûts sur le cycle de vie d'un bâtiment tertiaire (hors foncier et frais financiers)¹⁴

Le « poids » de l'exploitation d'un bâtiment dans le coût total est variable et dépend des occupants et des usages qui en sont faits. Les variables extérieures ont aussi un impact sur les coûts d'exploitation.

C'est en grande partie au cours des phases amont (phase de préparation du projet et phase d'études opérationnelles) qu'est déterminé le coût global d'un projet immobilier. Pourtant, ces phases ont une durée très courte à l'échelle de la durée de vie du cycle immobilier. Toutes décisions prises au cours de ce temps très court auront des conséquences importantes sur l'ensemble du projet, même après sa fourniture.

Depuis quelques années, on constate une externalisation (multiplication des contrats avec Facility Managers) progressive des tâches liées à l'exploitation-maintenance des bâtiments. Cette tendance s'explique du fait de plusieurs facteurs :

- les mutations et complexifications technologiques des bâtiments avec l'introduction de TIC,
- les évolutions réglementaires et la responsabilité croissante (gestion des risques, réglementation en matière d'hygiène et sécurité...).

En conséquence, le montant des coûts différés d'exploitation-maintenance augmente régulièrement.

Pour comprendre les dualités existantes entre coûts d'investissement et coûts d'exploitation-maintenance, il faut intégrer les comportements des acteurs d'un projet immobilier dans son ensemble. En effet, les budgets d'investissement sont caractérisés par des contraintes immédiates, court terme, des problèmes denses à traiter rapidement. Les problématiques concernant les enjeux ultérieurs sont rarement une priorité. A l'inverse, les budgets d'exploitation se gèrent sur le moyen/long terme et il s'agit davantage d'une maîtrise des coûts sur la durée. Cette distinction évolue et s'estompe peu à peu du fait de la prise en compte des questions de santé publique et de développement durable mais elle reste d'actualité. Il y a en complément une logique comptable et fiscale qui modifie la façon dont les dépenses sont arbitrées entre CAPEX et OPEX.

Les **CAPEX** impactent le bilan de l'entreprise, ses amortissements et sa dette.
Les **OPEX** impactent son compte d'exploitation.

¹⁴ Jacques Cabanieu. Ouvrages publics & Coût Global, Une approche actuelle pour les constructions publiques. 2006. p 10.

Les maîtres d'ouvrages sont à la recherche de solutions techniques et financières pour équilibrer les modes de financement des infrastructures de gestion technique et énergétique du bâtiment de façon à réaliser les économies d'énergies escomptées.

Maîtres d'ouvrage et utilisateurs ont des intérêts convergents, à la fois économiques, techniques et sociaux, à intégrer la problématique du coût global le plus en amont possible du projet.

On peut distinguer 4 composantes à intégrer dans le coût global d'un Smart Building :

- sa valeur foncière (terrain, droit de construction...)
- sa valeur d'exploitation (gestion technique, optimisation des coûts de maintenance),

mais également :

- sa valeur verte (maîtrise environnementale et réduction des émissions de CO₂)
- sa valeur sociétale (gestion de la relation avec les occupants, confort des habitants, accessibilité, mobilité, accès à l'information...).

Cette démarche globale doit être entreprise dès les premières étapes d'un projet d'investissement ou de rénovation.

Il est important que les maîtres d'ouvrages raisonnent de plus en plus en démarche de coût global et intègrent les préoccupations des maîtres d'ouvrages exploitants. Les maîtres d'ouvrage exploitants publics ou privés auront tout intérêt à mettre en avant l'importance qu'ils accordent au coût global du projet afin que soient prises en compte les thématiques qui y sont liées par les concepteurs du projet. Le coût global doit constituer un critère de sélection des projets.

La facture énergétique des bâtiments représentait 44% de la facture globale en 2012. Le Grenelle II de l'Environnement vise une réduction de la facture énergétique globale de 20% (soit près de 6 Mds € en valeur constante).

La condition sine qua non pour arriver à cet objectif, voire le dépasser est d'arriver à une valorisation conséquente des investissements (CAPEX). Ainsi, les coûts différés (OPEX), anticipés, s'en trouveront réduits. Ce transfert de valeur est l'une des clés d'une transition énergétique réussie.

Tous les acteurs de la chaîne de valeur du secteur du bâtiment doivent donc travailler ensemble et unir leurs compétences et savoir-faire, depuis la phase amont du projet jusqu'à l'exploitation. L'enjeu est de trouver les outils pour permettre un arbitrage entre OPEX et CAPEX dans le cadre d'une vision globale de la valeur des Smart Buildings. CAPEX et OPEX doivent être associés dans un calcul de rentabilité globale des actifs. L'existence de référentiels devrait conduire tous les acteurs de l'acte de bâtir, promoteurs, aménageurs, architectes, urbanistes, à s'impliquer dans une telle démarche.

Les contrats type Partenariat Public-Privé **PPP**, Contrat de Performance Énergétique **CPE**, ainsi que la mise en place de labels constituent des pistes intéressantes vers une prise en compte globale des coûts liés aux projets immobiliers. L'émergence d'acteurs offrant des services en efficacité énergétique peut constituer une réponse technico-économique et contractuelle adaptée à chaque besoin et enjeux des utilisateurs.

III. LES SOLUTIONS

L'intégration du Smart Building à la ville intelligente et durable nécessite un fort niveau d'interopérabilité entre les solutions de pilotage des réseaux urbains et des bâtiments, ainsi qu'entre les bâtiments eux-mêmes. Cette interopérabilité devient possible grâce aux innovations des technologies de l'information et de la communication.

Le Smart Building désigne les bâtiments efficaces sur le plan énergétique, intégrant dans les fonctions d'intelligences du bâtiment :

- les équipements consommateurs (ensemble des fonctions énergétiques du bâtiment),
- les équipements producteurs (production d'EnR localement)
- et les capacités de stockage électrique (véhicules électriques par exemple) ou thermique.

Sous l'impulsion de la réglementation thermique, le monde du bâtiment s'est attaché, avec succès principalement dans le neuf, à améliorer l'enveloppe et l'efficacité des équipements. Cependant l'approche purement technique et intra-bâtiment des systèmes de GTB a « isolé » le bâtiment de son environnement extérieur. Cette approche du bâtiment centrée a abouti à une conception « fermée » des systèmes de traitement et de stockage des données, dépourvus d'interfaces vers les systèmes tiers, et à une sous-exploitation des capacités de mutualisation énergétique.

L'objectif aujourd'hui est de passer de la GTB au Smart Building afin de réaliser une véritable mutualisation énergétique et d'exploiter les données issues des bâtiments, de manière sécurisée, vers les acteurs de l'énergie et des TIC qui valoriseront ces données. En mutualisant leurs compétences et leurs expertises, les acteurs de la ville, des télécoms, de l'énergie et du bâtiment doivent pouvoir fournir une solution globale pérenne et interopérable.

III.1. Une approche globale qui associe solution active et passive des bâtiments

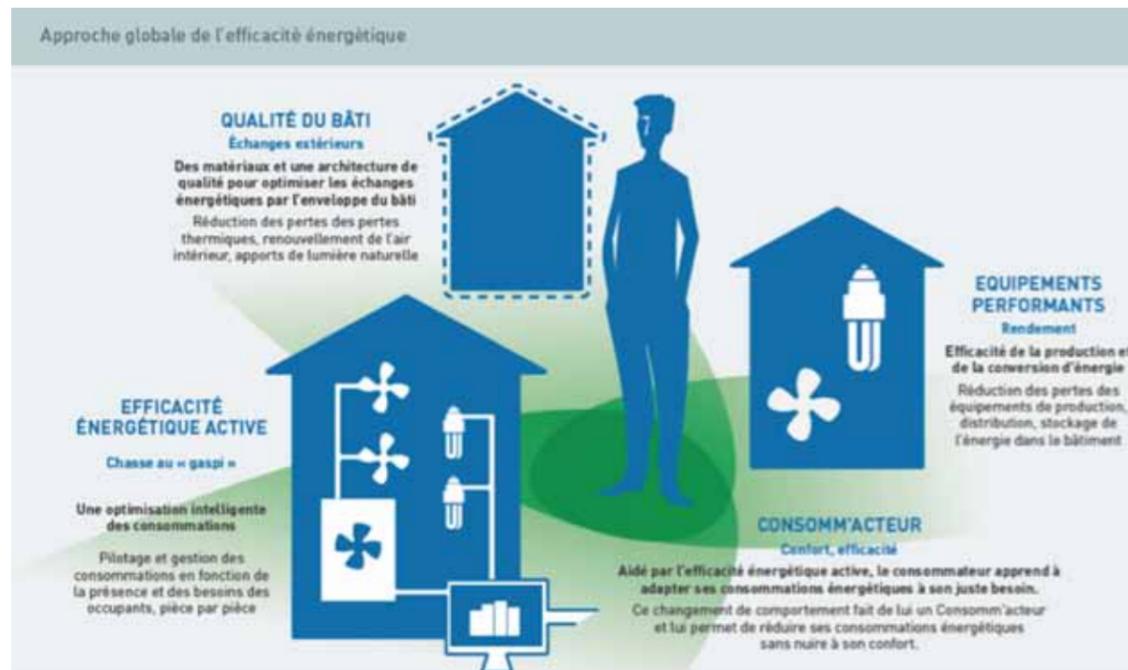
La solution bâtiment globale est une démarche qui s'inscrit dans l'approche Smart Grid et qui implique : une démarche d'efficacité énergétique passive (un bâti de qualité), une démarche d'efficacité énergétique active, des équipements performants, et l'implication de tous les acteurs y compris l'utilisateur du bâtiment.

L'efficacité énergétique d'un bâtiment s'inscrit dans une approche globale qui s'articule autour de 4 piliers¹⁵

- L'efficacité énergétique passive (**La Qualité du Bâti**) : les matériaux et le type d'architecture sont pensés et adaptés à l'environnement et les conditions extérieurs. L'enveloppe du bâtiment est un moyen d'optimiser les échanges avec l'extérieur (réduction des pertes d'énergie par une meilleure isolation, renouvellement de l'air intérieur, utilisation de la lumière naturelle...).
- **L'Efficacité Énergétique Active** : gestion intelligente (contrôle / commande, pilotage et supervision) des consommations en fonction de la présence et des besoins des occupants. Celle-ci est assurée par la gestion des infrastructures techniques ainsi que par la régulation des équipements, par usage et par bâtiment (typiquement au travers d'un système de GTB).

¹⁵ Merit Order de la filière éco électrique

- **Les équipements Performants** : visent une amélioration de la production et de la conversion d'énergie (réduction des pertes liées aux équipements de production, distribution, stockage de l'énergie dans le bâtiment).
- **L'Implication des consommateurs** : il est tout d'abord nécessaire de les informer et de les sensibiliser sur l'impact des mesures d'efficacité énergétique et sur l'enjeu de la réduction de leur consommation. Il est raisonnable de penser qu'ils vont ensuite modifier leurs comportements et adapter leur consommation à leurs justes besoins pour réduire leur facture énergétique. Ils deviennent ainsi des consommateurs, pro-actifs vis à vis des fonctions techniques du bâtiment et de leur environnement. Ils le font en agissant directement ou en installant des systèmes automatiques ou semi-automatiques.



L'approche globale de l'Efficacité Énergétique – Source : filière Eco-électrique

III.2. Le Smart Building prolonge et enrichit les actions des systèmes de gestion du bâtiment

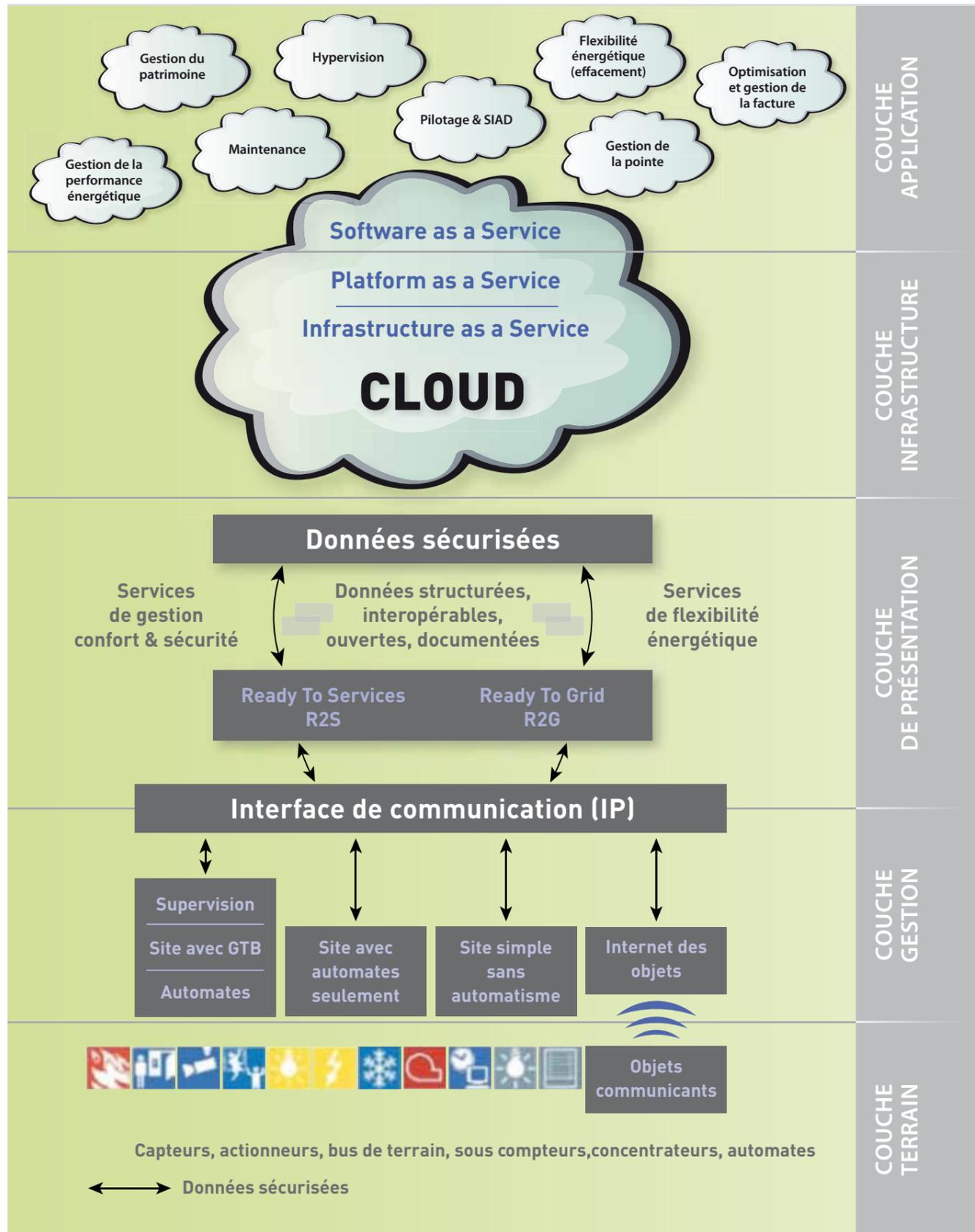
Jusqu'ici figé dans une approche autonome, le bâtiment doit passer des systèmes de gestion classique à un système Smart Building, d'un modèle qui agglomère des données cloisonnées et locales à un modèle où les informations circulent et s'échangent dans le but d'une gestion globale et transverse de l'ensemble du patrimoine énergétique de la collectivité ou de l'entreprise (bâtiment, éclairage public, véhicules électrique, résidentiel...).

Pour que le Smart Building puisse communiquer avec les réseaux extérieurs et remplir ses objectifs visant l'amélioration du confort, de la sécurité et de l'efficacité énergétique, il doit donc être équipé de systèmes de gestion et d'automatismes qui assurent cet échange de données de façon interopérable.

Les bâtiments constituent un poste de consommation énergétique important. Ils constituent également un gisement important d'informations et de données. Ces données, toujours plus variées et en grande quantité concernent l'état des bâtiments, de leurs occupants et leurs équipements, qui pourront être caractérisés (smart data). Des mesures, en continu voire en temps réel vont générer des quantités de données très importantes (big data) qu'il faudra être en mesure de gérer pour délivrer les services attendus aux différents acteurs du Smart Building. Ces données du bâtiment pourront être croisées avec des données publiques (open data).

Pour que le processus complet, de la récupération des données à la fourniture de services fonctionne, le Smart Building doit comporter plusieurs couches.

- 1) **La couche Terrain** (Field layer) : elle comprend les capteurs et actionneurs, les automatismes locaux et les bus de terrain, les régulateurs, les ouvrants et les luminaires mais également les compteurs.
Tous ces composants sont interopérables.
- 2) **La couche de Gestion** (management layer) : elle comprend les équipements de gestion globale du bâtiment avec ou sans supervision.
- 3) **La couche Abstraction** (Abstraction layer) : couche logicielle intermédiaire qui modélise les données envoyées dans le Cloud en fonction de standards ouverts, documentés de façon à rendre les différents systèmes interopérables.
- 4) **La couche Infrastructure** (Infrastructure layer) : plateforme d'exécution des logiciels de la couche application.
- 5) **La couche Application** (Application layer) : couche de l'organisation d'un système de Smart Building : elle est composée des logiciels applicatifs en mode SaaS qui s'exécutent dans le Cloud.



Les couches d'interopérabilité d'un Smart Building

• La couche terrain : les équipements techniques de la gestion active.

L'ensemble des éléments de l'architecture matérielle du Smart Building vise à gérer de manière intelligente les multiples systèmes du bâtiment. Dans le Smart Building, tous ces éléments sont communicants grâce aux automates, capteurs, actionneurs, de manière intelligente, c'est-à-dire en prenant en compte les données internes et externes au bâtiment (présence de personnes dans le bâtiment, température extérieure par exemple).

De surcroît, cette communication s'affranchit des communications propriétaires et se base sur des standards ouverts et interopérables de communication.

Les éléments de second œuvre technique : cette partie inclut les automatismes terrain de contrôle / commande et de régulation dans les domaines de la CVC, Courant fort et courant faible : cela prend en compte la gestion du chauffage, climatisation, ventilation, éclairage, ouvrants, alarmes...

Les éléments de comptage : la RT2012 impose le comptage et le sous comptage divisionnaire discriminé par surface, type d'énergie... Les compteurs sont communicants et sont capables de suivre en temps réel et de manière détaillée les consommations électrique/ eau / gaz d'un bâtiment résidentiel ou tertiaire.

Les objets connectés : l'internet des objets se développe de façon massive sur des applications de terrain liées au bâtiment. Tous les composants du bâtiment peuvent devenir des objets communicants qui assurent des fonctions de confort, de comptage ou autre et qui communiquent directement avec l'extérieur et les Smart Grids.

• La couche de gestion : la gestion interne du bâtiment.

Cette couche dans notre modèle Smart Building se doit de :

- mettre à disposition les données du système intra bâtiment vers le monde extérieur pour développer des services.
- prendre en compte les données venant des différents réseaux publics.

Site avec GTB : dans le cas d'un site avec GTB il y a sur place des automatismes qui gèrent les fonctions précédemment citées. Un superviseur ou SCADA assure l'interface homme machine, affiche les résultats et offre des outils de commande. La communication peut s'effectuer sur cette couche supervision ou sur les automatismes de contrôle et de gestion.

Site avec automatismes uniquement : dans le cas d'un site sans supervision, ce sont les automatismes qui gèrent les fonctions générales (alarme, plage horaire, tendances). La communication vers le monde extérieur s'effectue sur cette couche.

Dans tous les autres cas (site sans GTB et sans automatismes) : il faut rajouter des capteurs et actionneurs communicants et interopérables, reliés à des passerelles permettant de communiquer avec l'extérieur.

Le développement de l'Internet des objets permettra de proposer des objets connectés directement vers l'extérieur et interopérant avec les applications métiers (pilotage énergétique de la collectivité, flexibilité...).

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition

• **La couche de présentation : le modèle commun des données à sortir du bâtiment.**

La couche de gestion est en charge d'échanger les données de façon interopérable. De fait, les données échangées doivent être documentées, ouvertes, interopérables et communes à tous les cas cités précédemment. Que ce soit une supervision, un automate ou un objet communicant, les échanges de données se feront dans un format dont le standard connu et ouvert libre de droit est à définir.

• **La couche infrastructure : plateforme assurant la connexion physique et logique.**

A ce stade, les différents sites peuvent échanger des données interopérables qui transitent dans le Cloud dans le but d'alimenter un écosystème de logiciels applicatifs. Ces logiciels utiliseront ces données afin de fournir des services variés aux différents acteurs.

Les plateformes de services (PaaS) doivent être en mesure de gérer la quantité importante de données récupérées pour délivrer les services aux multiples acteurs du Smart Grid. Elles jouent un rôle d'interface entre la couche terrain et la couche applicative.

• **La couche application.**

L'objectif est d'offrir plusieurs types de logiciels qui manipulent ces données utilisées par des opérateurs de flexibilité, d'effacement, des exploitants, des opérateurs... dans le but d'élargir le panel de services offerts aux utilisateurs du bâtiment. Ces logiciels seront en mode SaaS (Software As A Service). Ce service est un service applicatif directement disponible pour l'utilisateur, à partir de serveurs distants.

Les préconisations sur les différentes couches en ce qui concerne l'interopérabilité

Interopérabilité terrain : Le premier niveau d'interopérabilité et d'ouverture est le niveau terrain. Cette communication doit obligatoirement s'affranchir des communications propriétaires et se base sur des standards ouverts et interopérables de communication. A titre d'exemple, ce peut être des protocoles standards, normés, ou avec des spécifications publiques.

Interopérabilité gestion : le second niveau d'interopérabilité est celui du niveau gestion. Les automatismes doivent communiquer avec le superviseur en mode standard ouvert. L'utilisation des protocoles propriétaires ne doit pas empêcher l'interopérabilité entre les systèmes.

Cette communication doit obligatoirement s'affranchir des communications propriétaires et se base sur des protocoles standards, normés, ou avec des spécifications publiques et documentées.

Interopérabilité présentation : ici les données doivent être interopérables par la mise à disposition d'une API (Application Programming Interface) et de web services dédiés. Les protocoles de communication vers le Cloud peuvent être nouveaux mais ouverts, documentés et libres de droits.

Interopérabilité infrastructure : Les plateformes de services (PaaS) doivent être en mesure de gérer la quantité importante de données récupérées pour délivrer les services aux multiples acteurs du Smart Grids. Elles jouent un rôle d'interface entre les différents éléments de la couche basse et le Cloud.

Ces plateformes doivent s'appuyer sur une **architecture matérielle et logicielle de référence** pour les terminaux autonomes (concentrateur, routeur internet...)

- Utilisation de composants de grande série (commodity hardware), de standards ouverts et de technologies libres et/ou open source plutôt que des technologies sous licence.
- Facilité de déploiement dans l'environnement du bâtiment (ex : alimentation par le tableau électrique)
- Support de multiples protocoles M2M
- Architecture modulaire et extensible permettant la création de configurations variées en fonction des situations (modules de connectivité supplémentaire, ajout de capacité de stockage, changement de source d'alimentation, etc.)

Ces plateformes devront disposer d'un **protocole d'échanges de haut niveau** permettant de faire abstraction des réseaux de transports sous-jacents, de s'engager sur des indicateurs de qualité de service, et d'assurer la sécurité des données (signature pour l'authenticité, chiffrement pour la confidentialité), ainsi que d'un middleware implémentant ce protocole (implémentation de multiples protocoles de transport, authentification des applications, transmission des données en temps réel, historisation transparente des échanges).

L'interopérabilité a pour objectif de développer différents services aux multiples acteurs

L'architecture du Smart Building fournit un ensemble de services aux divers acteurs concernés. Ce sont des services liés à la gestion énergétique et/ou des services liés à l'exploitation. Ci dessous, est présentée une liste non exhaustive d'exemples de services.

- Service de gestion de patrimoine vers les foncières,
- Service de maintenance vers les exploitants et les Facility Managers,
- Service d'hypervision de sites ou de territoires,
- Service de flexibilité énergétique vers les opérateurs de réseaux et les agrégateurs, Service de gestion de la pointe et effacement,
- Service de prévision et de télémétrie vers les producteurs d'énergie,
- Service vers les opérateurs de stockage,
- Services de suivi de la tenue des engagements énergétiques (typiquement tenue des engagements contractuels du CPE),
- Services non énergétiques (Gestion de flotte, parking, accès, sécurité).

La SBA propose deux labels d'interopérabilité pour le Smart Building

1. **Ready To Grid (R2G) :** ce label décrit de façon standardisée quels paramètres et variables doivent être transmis et sous quelle forme, pour qu'une application puisse récupérer les données énergétiques (consommation, production...), piloter des scénarios de repli énergétique, gérer la pointe et assurer l'effacement dans un contexte global plus large que le bâtiment (au niveau par exemple du territoire ou d'un parc de bâtiments).
2. **Ready To Services (R2S) :** ce label décrit de façon standardisée quels paramètres et variables doivent être transmis et sous quelle forme, pour permettre le développement de services à travers diverses applications (maintenance, gestion du patrimoine, optimisation des actifs...).

Ces deux labels permettent ainsi de rendre interopérables différents sites. Ils rendent la maille homogène. Ces labels définissent les formats des données échangées vers les applications. Ces données sont des données structurées, ouvertes, interopérables et documentées. Il est très important que ces données soient sécurisées avant d'être transmises à la couche infrastructure.

¹⁶ et ¹⁷ Voir définitions dans le glossaire.

L'agrégateur commercial reçoit, entre autres, des données concernant :

- la prévision de consommation
- la flexibilité et le prix associé
- la puissance instantanée

Le croisement et l'analyse de ces données permettent à l'agrégateur commercial de compiler les effacements, de les rendre visibles et exploitables par le gestionnaire de réseau.

Les utilisateurs sont intéressés par les informations concernant leur consommation.

Dans les Smart Buildings, le consommateur peut connaître à tout moment l'état de sa consommation d'énergie. Mieux informé sur l'origine de ses consommations, il a donc les moyens de les réduire. L'objectif est de fournir aux consommateurs des informations précises sur leur consommation dans le but de permettre et d'encourager leur implication directe dans leur gestion énergétique.

En prenant en compte ses contraintes budgétaires et de confort, le consommateur devient consomm'acteur. Il est alors actif de sa propre consommation énergétique et peut arbitrer entre les différents usages énergétiques.

La mise en compétition du consomm'acteur avec d'autres consommateurs peut inciter à des comportements plus responsables. Le challenge Ecoffices en est l'illustration¹⁸.

En amont, le promoteur a tout intérêt à imaginer et construire des bâtiments qui intègrent le maximum d'intelligence car cela aura pour effet de valoriser l'actif. Il pourra mettre en avant les avantages du Smart Building aussi bien pour le gestionnaire que pour l'utilisateur, qui y gagneront en termes de confort, de sécurité et de coût de maintenance et d'utilisation.

L'idée est que l'investissement de départ, plus élevé dans le Smart Building, est rentabilisé par la suite. Sur ce point, on pourra se reporter à la partie concernant le ratio coûts d'investissement / coûts de maintenance.

L'opérateur de services bâtiment : les services fournis par le système à l'exploitant - en charge de la gestion des bâtiments, des services et des moyens qui contribuent à la bonne réalisation des objectifs du bâtiment - constituent des outils d'aide à la maintenance et d'hypervision. Il doit intervenir dès la phase de conception d'un Smart Building afin que celui-ci puisse intégrer au mieux les technologies intelligentes à venir.

Les technologies du Smart Building permettront d'optimiser la maintenance des bâtiments avec comme avantages une diminution des coûts et du temps assignés à la maintenance.

L'opérateur de réseaux énergétiques utilisera les données fournies par le Smart Building afin d'équilibrer les charges sur les réseaux en utilisant la flexibilité.

Les données provenant du Smart Building seront utiles aux producteurs d'énergie qui pourront réaliser des prévisions de production pour l'adapter en fonction des prévisions de consommation.



¹⁸ Le challenge Ecoffices, s'est déroulé en 2011 et avait pour but de sensibiliser les employés d'un bâtiment tertiaire aux économies d'énergie. Ce challenge a pris la forme d'une compétition énergétique entre trois équipes au sein d'un bâtiment tertiaire. Via une interface utilisateur, les employés avaient accès à leurs consommations énergétiques réelles et au détail des usages des équipements. La mise en compétition des équipes a incité les employés à améliorer leurs usages des équipements, à adopter des comportements « éco-responsable » et ainsi à diminuer les consommations énergétiques.

Les opérateurs de stockage, utiliseront ces données pour mieux valoriser, entre autres, les énergies renouvelables produites localement.

Pour les opérateurs/intégrateurs de télécommunications et de services, la définition de standards permet de créer des services innovants autour de leur plateforme. Cela nécessite le déploiement de technologies répondant aux nouveaux enjeux des villes et à l'augmentation des flux de données.

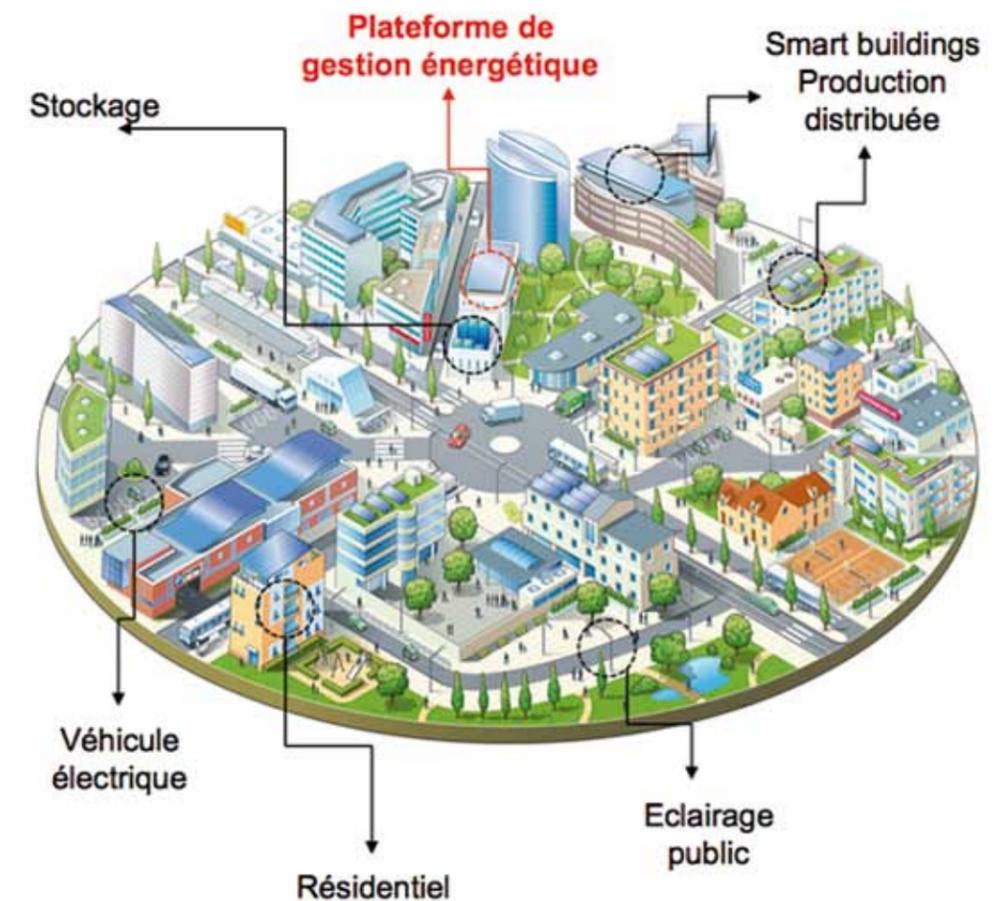
Enfin, les opérateurs non énergétiques intégreront leurs services (gestion de flotte de véhicules électriques, parking, accès, sécurité...) plus simplement et leurs usages s'en trouveront facilités pour l'utilisateur.

Première brique d'une vision globale Smart City

Le Smart Building est un composant essentiel de la Smart City et doit pleinement s'y intégrer. Il s'inscrit dans un éco-système global (voir figure ci-dessous) qui doit tenir compte également du stockage, de la production, des nouveaux usages tels que les véhicules électriques, et de l'ensemble des réseaux publics (éclairage, énergie, eau, déchet, télécoms). Cette vision globale est primordiale. La gestion énergétique d'un bâtiment sera plus efficace si elle prend en considération son environnement.

La gestion énergétique d'un bâtiment sera plus efficace si elle prend en considération son environnement.

Les données agrégées dans un quartier pourraient s'intégrer dans la vision énergétique plus globale de la Smart City.



Le Smart Building dans son éco-système - EMBIX©

IV. LA MÉTHODOLOGIE D'UN PROJET SMART BUILDING

Qu'il s'agisse d'améliorer la performance énergétique de bâtiments existants ou de concevoir un programme de construction dans le cadre d'une opération d'aménagement urbain durable, le recours à une approche Smart Building demande que les parties prenantes suivent une même démarche structurée assurant la cohérence et l'interopérabilité des dispositifs - équipements, systèmes - déployés.

IV.1. La dimension stratégique

Avant tout projet de Smart Building, il est indispensable de définir le cadre stratégique dans lequel il s'inscrit. Ce cadre stratégique comprend la stratégie énergétique, la stratégie numérique et la définition de la politique de services.

IV.1.1. Stratégie énergétique

Un projet *Smart Building* s'inscrit dans une **stratégie énergétique** préalablement définie par la maîtrise d'ouvrage, exprimée sous la forme d'objectifs qualitatifs et quantitatifs dans un contexte technique, économique et réglementaire. Selon le type d'acteur, cette stratégie pourra prendre la forme d'un schéma directeur énergétique (exemple : opérateur public) ou d'une politique énergétique (entreprise publique ou privée). Cette réflexion doit à minima inclure les points suivants :

- Ambition par rapport au *contexte réglementaire* : respect strict des normes en vigueur ? Anticipation de l'évolution de la réglementation ? Démonstrateur à haut degré d'innovation ?
- Prise en compte de l'évolution de la *tarification de l'énergie* : prix, caractère dynamique du modèle et plus généralement du marché de l'énergie.
- *Objectifs* concernant le mix énergétique, la production locale, le stockage, la consommation par type d'usage, la flexibilité (réduction des coûts liés à la pointe, valorisation).
- *Cartographie des acteurs énergétiques*, existants et émergents, en interaction : opérateurs de transport et de distribution, fournisseurs, agrégateurs...
- Gestion de la *dimension comportementale* de la performance énergétique : indicateurs, outils de communication et de diffusion de l'information.
- Stratégie énergétique autonome ou plateforme de services intégrée (gestion patrimoniale, mobilité...)
- Compatibilité avec le label Ready to Grid.

Dans cette phase de réflexion sur la stratégie énergétique, il s'agit également d'explorer **les opportunités de financements** (Europe, État, région).

IV.1.2. Stratégie numérique

La réflexion autour de **la stratégie numérique** revêt une importance croissante dans la mesure où :

- le volume et la diversité des données à collecter et à traiter augmentent,
- la sécurité des données est aujourd'hui un point essentiel,
- les moyens mis en œuvre se dématérialisent dans le cadre d'une économie de services (IaaS, PaaS, SaaS),
- apparaît une forme de revendication sociétale au droit d'accéder à cette connaissance sans restriction (open data), avec l'aide de l'internet mobile haut débit,
- la réglementation donne des directives précises.

Dans ce contexte, il est fondamental de s'interroger en amont sur des problématiques telles que *la disponibilité et la sécurisation* des données, leur représentation en fonction des publics visés, la nature et le dimensionnement des infrastructures qui permettront à tout type de données de circuler dans le respect des exigences fixées par la CNIL, concernant la protection des données.

A l'instar du travail de cartographie des acteurs énergétiques impliqués dans *un projet de Smart Building*, il convient de recenser les *consommateurs de flux de données* et les opérateurs qui assurent la mise en relation.

IV.1.3. Définition d'une politique de services

La définition d'un *Smart Building* est extensive et peut inclure *de nombreux types de services*. Il est par conséquent primordial de définir le périmètre de développement de la plateforme au-delà du seul domaine de l'énergie : télé-exploitation/maintenance, gestion de patrimoine, mobilité, services à la personne, etc. Ce travail de définition débouche sur la mise en œuvre d'un éco-système d'une richesse d'autant plus grande qu'il sera capable de créer de la valeur par l'exploitation croisée des données de différentes origines dans une logique de business intelligence.

Cette politique de services doit veiller à garantir l'application des principes fondamentaux du label *Ready to Services* quelle que soit l'étendue de son périmètre fonctionnel, au premier rang desquels figure *l'interopérabilité* des systèmes déployés.

IV.2. Dimension organisationnelle : la nécessité d'un lot Smart Grid

IV.2.1. Les acteurs du Smart Grid pour les Smart Buildings

Les acteurs prenant part aux différentes étapes du cycle de vie du Smart Building sont nombreux et hétérogènes. Le schéma ci-dessous présente l'ensemble des acteurs de l'acte de construire, de gérer ou d'exploiter les bâtiments, les fluides et l'ensemble des équipements du second œuvre technique du bâtiment.

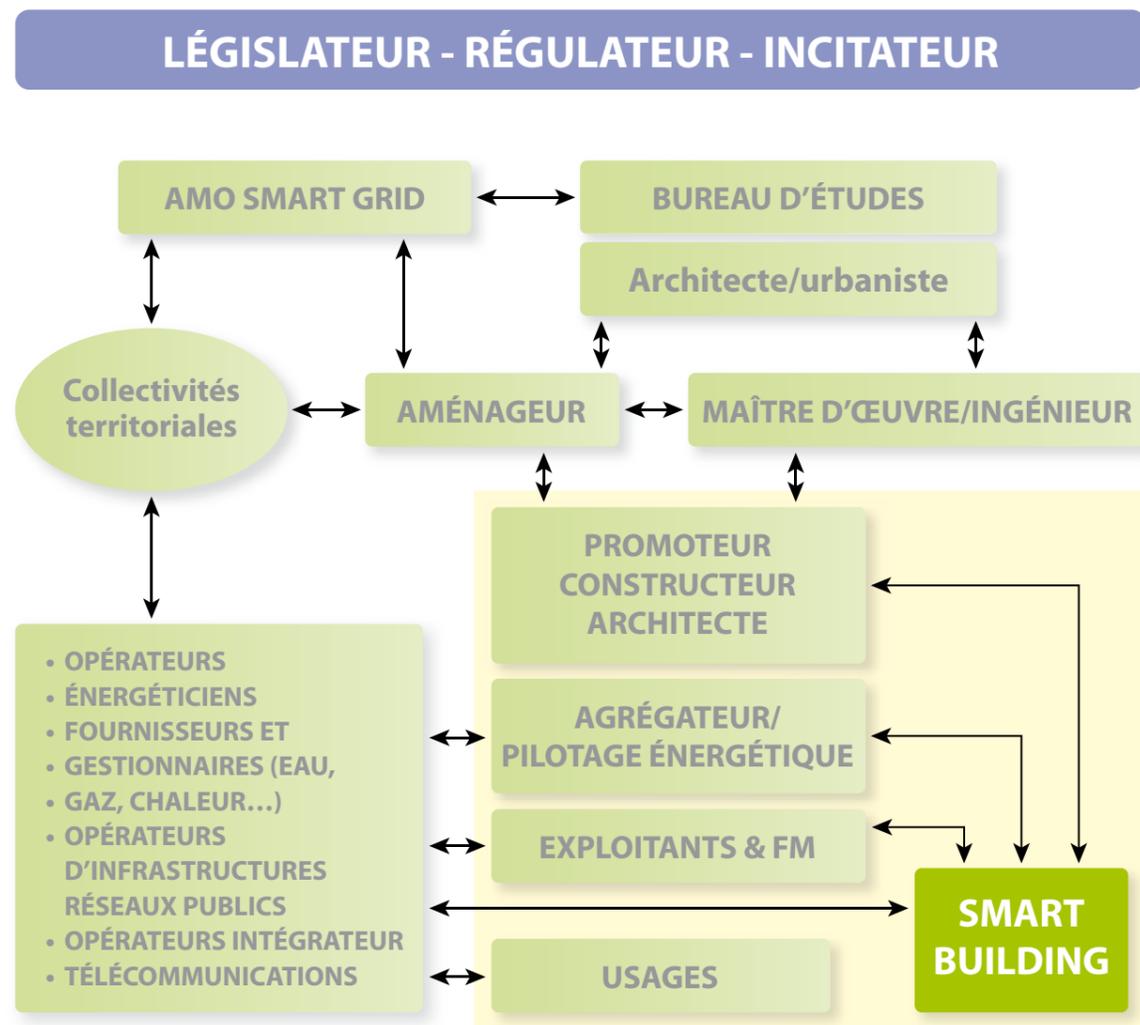


Schéma organisationnel des différents acteurs. Source : Smart Buildings Alliance

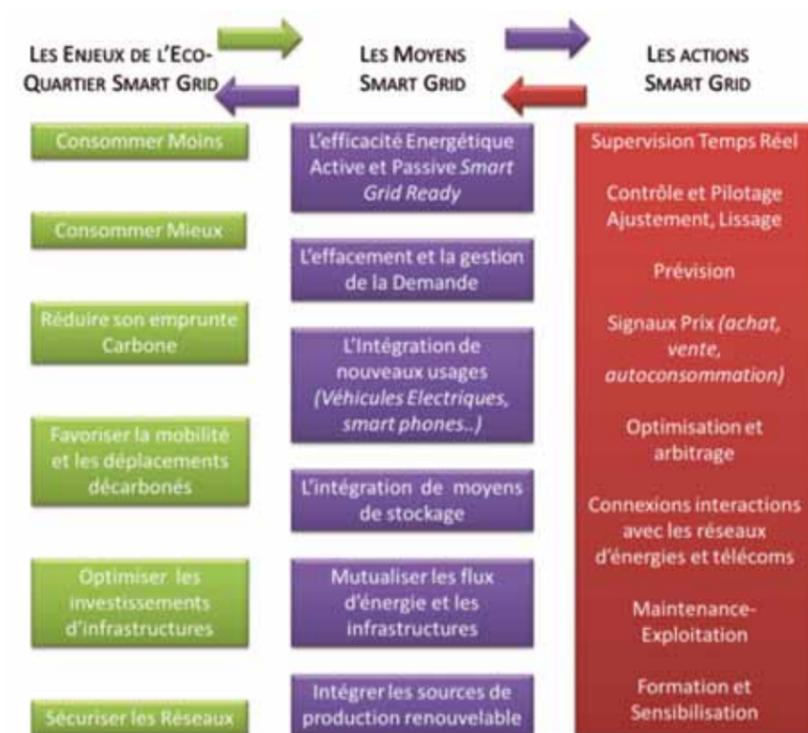
Les enjeux transversaux d'un projet de Smart Building y compris dans sa phase d'exploitation impliquent d'intervenir sur l'ensemble de la chaîne.

- assistance à la maîtrise d'ouvrage dans un rôle de conseil amont (analyse préalable des besoins...)
- assistance à la maîtrise d'œuvre pour assurer la cohérence et l'interopérabilité des systèmes déployés.

IV.2.2. Les apports du lot Smart Grid dans le processus de l'aménagement d'un territoire

L'objectif de ce lot Smart Grid est de définir comment interfacier les Smart Buildings avec un lot Smart Grid dans un processus d'aménagement.

Si le lot Smart Grid se construit en se basant sur une analyse fonctionnelle des enjeux et des besoins de l'éco-quartier, les actions et télé-actions opérationnelles attendues par les opérateurs publics et les aménageurs seront effectuées par les consommateurs (exploitants et usagers) au sein des Smart Buildings.



Le lot Smart Grid. Source : MI2020

IV.2.3. Les conditions de préparation d'une nouvelle gouvernance

La mise en place de Smart Buildings au sein d'éco-quartiers devra être abordée sous l'angle organisationnel avec de nouvelles modalités de gouvernance. Cette nouvelle gouvernance tiendra compte de modèles économiques, de retour sur investissement attendu et de l'évolution des contextes réglementaire et juridique.

Il s'agit en effet bien souvent de mobiliser de l'investissement pour optimiser la gestion des services, sous forme de modèles privés ou publics-privés.

IV.3. Le projet Smart Building

IV.3.1. Etude préalable : l'analyse des besoins

Cette phase s'inscrit dans le cadre stratégique décrit plus haut. Elle aboutit à la rédaction d'un cahier des charges qui recense de manière exhaustive les besoins de la maîtrise d'ouvrage et les contraintes qui y sont attachées.

L'analyse des besoins doit se baser sur le **cadre réglementaire** en vigueur et ses évolutions prévisibles à l'horizon de réalisation du projet de Smart Building, voire au-delà dès lors que l'objectif est d'atteindre un « effet vitrine ».

Il s'agit en premier lieu de recenser l'ensemble des normes et réglementations applicables et/ou en préparation (RT, CEE...). Le projet doit également tenir compte des textes programmatiques aux effets plus ou moins contraignants, aux différents échelons de la puissance publique (européen, national, local). Enfin, cette partie de l'analyse doit inclure les aspects liés aux programmes de déploiement d'infrastructures mutualisées (plan numérique et haut débit, plans

stratégiques territoriaux pour l'énergie, etc.) et la réglementation relative à la gestion des données collectées et gérées (CNIL...).

L'analyse des besoins s'appuie également sur **une étude technico-économique** qui permet de valider des scénarii prenant en compte le contexte réglementaire décrit précédemment et les conditions du marché de l'immobilier (problématique de la valorisation des assets, valeur verte) et de l'énergie.

Cas d'un projet portant sur un patrimoine existant. L'approche peut se traduire suivant deux modes :

- **Mode bottom-up**

Cette option est conditionnée par des unités (bâtiments, sites) exploitées de manière indépendante et disposant de systèmes spécifiques. L'ensemble est alors fédéré par un dispositif d'hypervision qui intègre, en les agrégeant, les données issues du terrain.

- **Mode top-down**

Le point de vue structurant est ici l'hypervision qui définit un mode de gestion des données centralisé et dans lequel s'intègrent les unités individuelles. Le mode d'organisation correspondant est celui du CPE où un exploitant unique prend en charge la totalité du parc immobilier et intervient dans plusieurs types d'activité : rénovation, exploitation et maintenance, mesure et contrôle de la performance.

La présence d'un patrimoine à rénover implique de procéder à un audit technique de chaque site afin d'en recenser les caractéristiques, dont dépend l'effort à fournir pour les intégrer dans une démarche Smart Building : câblage et connectique, infrastructure de mesure et de comptage, protocoles de communication utilisés entre systèmes techniques, présence et type de GTB, degré d'ouverture et d'évolutivité des systèmes en service, données gérées.

On retrouve suite à cet audit trois familles de sites, comme présentées sur le schéma des solutions : site avec GTB, site avec automates seulement, site sans automatismes.

Cas d'un projet greenfield ou brownfield (terrain non construit à bâtir ou à reconstruire après démolition). Le mode top-down est privilégié pour des raisons évidentes d'efficacité, de simplification des phases de conception et d'intégration et de coûts.

L'analyse des besoins doit porter en particulier sur :

- les garanties de performance énergétique
- les attentes en termes de télé-exploitation et télé-maintenance
- les attentes concernant le parc immobilier, la gestion du patrimoine,
- les objectifs du comptage (tableaux de bord, monitoring fin, pilotage) qui conditionnent l'organisation des données, les modalités de leur collecte et l'infrastructure requise ;
- l'ambition visée pour le pilotage des charges ;
- les règles qui définissent les points d'équilibre du système : automatisation versus contrôle manuel, optimisation de la performance versus confort des usagers...
- les modalités de gouvernance : rôles et responsabilités des acteurs de la gestion des services.

IV.3.2. Cahier des charges

Le cahier des charges est la formalisation de l'analyse des besoins et fait partie de la base contractuelle définissant les obligations de la maîtrise d'œuvre vis-à-vis de la maîtrise d'ouvrage. La particularité du cahier des charges d'un projet de *Smart Building* vient de la nécessité de disposer d'une spécification de niveau supérieur (ou « méta-spécification ») décrivant les contraintes inhérentes à la mise en œuvre d'un *Smart Grid*, superstructure dans laquelle les composantes de la ville durable viennent s'insérer pour s'y connecter. Cette spécification *Smart Grid* a pour objet d'encadrer les spécifications des bâtiments, leurs infrastructures et systèmes afin d'en assurer la cohérence et l'interopérabilité.

Nous verrons que le volet organisationnel du projet reprend le même schéma en adjoignant aux bureaux d'études techniques habituellement impliqués - bâtiment, énergie, télécom - un bureau d'études *Smart Grid* dans un rôle de supervision.

Ci-après, nous décrivons brièvement les principaux éléments du cahier des charges spécifiques à la problématique d'un projet de *Smart Building*.

Redéfinition des bâtiments afin de les rendre « Ready to Grid » et « Ready to Services »

Le projet a pour objectif de rendre les bâtiments communicants avec le Smart Grid et capables de bénéficier de l'ensemble des fonctions et services mis en œuvre : monitoring, optimisation, valorisation de la flexibilité... Il concerne indifféremment le domaine de la rénovation et des travaux neufs.

Les systèmes existants (systèmes métiers : GTB, gestion de l'éclairage, pilotage de la bureautique, gestion des ouvrants et occultants, CVC...) doivent être intégrables à des systèmes d'hypervision. Une infrastructure complémentaire peut toutefois être requise pour répondre à la totalité des besoins.

Il est nécessaire de définir les besoins en équipements actifs en charge du comptage, de la mesure et du contrôle-commande.

Un projet de Smart Building n'a pas vocation à se limiter aux aspects liés à la gestion de l'énergie et peut intégrer tout un ensemble de **services à la personne** : gestion des ressources (salles de réunion, téléprésence, reprographie...), espaces communs (restaurant inter entreprises...), gestion des accès et de la sécurité, etc.

Ces services requièrent eux-mêmes **des systèmes de pilotage** et **une infrastructure** à base de capteurs et actionneurs. L'enjeu est ici d'en optimiser la conception et la mise en œuvre en liaison avec le lot « *Smart Grid* ».

Définition du Mix énergétique et de la flexibilité énergétique

Le maître d'ouvrage doit définir ses objectifs en termes de production locale d'énergie et de son intégration dans le bâtiment.

Il intègre les opportunités d'approvisionnement offertes par l'environnement au sens large : infrastructures mutualisées (ex. : réseau de chaleur et de froid), potentiel solaire et géothermique...

Il doit prendre en compte les évolutions du marché de l'énergie et les évolutions technologiques, et poser en amont la question de l'optimisation du couplage production/consommation, auquel peuvent être associées des solutions de stockage. Idéalement, le bâtiment doit être en mesure d'arbitrer à tout moment dans un contexte de tarification dynamique et choisir à terme de s'approvisionner sur le réseau, d'auto-consommer ou de mettre son énergie à disposition du *Smart Grid* auquel il est connecté.

Cette partie doit définir également **la valorisation des flexibilités**.

La conjugaison de l'évolution des prix de l'énergie et de l'émergence d'une offre de services de valorisation des flexibilités (effacement, déplacement de consommation, production, stockage) doit amener la maîtrise d'ouvrage à s'assurer que le bâtiment est en mesure d'exploiter ce nouveau type d'opportunité de réduction de la facture énergétique. Les besoins sont ici de trois ordres :

- le bâtiment doit être équipé de dispositifs de contrôle-commande agissant sur la partie flexible des usages,
- la consommation du bâtiment doit être analysée et qualifiée en fonction de son potentiel de flexibilité et des modalités de mise en œuvre du pilotage des charges (degré d'automatisation, dispositifs dérogatoires, rôles et responsabilités dans le processus de pilotage). Ceci implique une composante prévision, en lien avec des paramètres externes (météo, etc. ...) et internes (usage, logiciel de simulation et modélisation), permettant d'anticiper et de mettre en œuvre de véritables scénarios de production, de consommation et de stockage,
- les systèmes mis en œuvre doivent être communicants et ouverts, leur interopérabilité devant garantir un libre choix des offres du marché.

L'accès aux services numériques et la gestion des données

Placé dans le contexte plus large d'une opération d'aménagement mettant en œuvre un *Smart Grid*, le *Smart Building* disposera d'une offre de **moyens pour assurer son accès à l'ensemble des services** : infrastructure de communication haut débit, plateforme de services opérant à la maille du quartier...

En l'absence de ces éléments pré-existants, le maître d'ouvrage doit définir ses objectifs en matière d'accès aux services souhaités et de niveau de virtualisation (IaaS, SaaS), dont le choix dépend également de la politique d'accès aux données.

Le périmètre fonctionnel des services requis à terme pouvant être vaste – gestion de l'énergie (suivi de la performance, optimisation, pilotage des charges), gestion de patrimoine, maintenance, gestion de la sécurité... –, il est primordial de privilégier une solution flexible et évolutive (modules fonctionnels, approche big data, gestion hiérarchisée des accès...). La question de l'insertion dans un environnement open data peut être également envisagée par le maître d'ouvrage.

L'intégration des nouveaux usages

Sans être pour autant un exercice de prospective, le cahier des charges d'un projet de *Smart Building* doit prendre en compte les évolutions technologiques induisant de nouveaux usages ou transformant des usages existants.



Le véhicule électrique est un exemple emblématique du type d'évolution à intégrer dans une réflexion *Smart Building*, pour plusieurs raisons :

- dans le contexte d'une énergie en grande partie décarbonée, le véhicule électrique (100% électrique ou hybride-électrique) apporte une contribution majeure au développement d'un modèle de mobilité durable ;
- les caractéristiques du véhicule électrique l'indiquent tout particulièrement pour une utilisation au sein d'une flotte d'entreprise, source d'optimisation des déplacements professionnels de courte ou moyenne distance ;
- la recherche autour du véhicule électrique laisse entrevoir la perspective d'une nouvelle source de stockage. Dans ce modèle, le véhicule électrique (Vehicle to Grid ou V2G) est appelé à contribuer à l'accroissement de la flexibilité du bâtiment et à en augmenter le potentiel d'optimisation énergétique ;
- l'utilisation du véhicule électrique à grande échelle pose toutefois le problème de la superposition des phases de charge et de son impact sur le niveau de puissance requis. Un déploiement n'est donc envisageable que dans un environnement piloté, faute de quoi des investissements additionnels deviendraient indispensables pour satisfaire la demande en électricité, ce qui est précisément ce que le *Smart Grid* a pour objectif d'éviter.

On peut également citer la généralisation de la connectivité mobile qui donne accès en temps réel à des informations susceptibles d'aider à l'adoption de bonnes pratiques par les usagers du bâtiment, à la gestion du télétravail (le bureau virtuel comme extension du bâtiment), et au développement de nouveaux services dédiés à la sécurité des personnes et des biens.

IV.3.3. Conception et réalisation

Conception de systèmes connectés et élaboration des spécifications

Cette phase consiste en la traduction du cahier des charges en un ensemble de spécifications décrivant les attentes de la maîtrise d'ouvrage en termes fonctionnels. **Les spécifications fonctionnelles** font le lien entre le domaine métier – ici la fonction d'utilisation du bâtiment au sens large – et les livrables du projet.

Ces phases définissent le système d'hypervision (maquette générale), d'interface (lien avec les réseaux) et les sous-systèmes (spécifications détaillées) qu'il fédère. Elles explicitent la manière dont les fonctions décrites à l'étape de spécification sont mises en œuvre, dans un cadre technique.

IV.3.4. Transfert de connaissances, formation, sensibilisation des utilisateurs

La mise en service du système est précédée d'une prestation de **formation des utilisateurs et gestionnaires** du site.

L'un des enjeux spécifiques d'un projet de *Smart Building* est d'assurer que les équipes en charge de sa gestion acquièrent les compétences nécessaires à l'utilisation d'un système dont une part importante des fonctions est fortement innovante. Cette richesse fonctionnelle amène une *redéfinition des métiers de responsable de site*, du côté des services généraux comme de l'exploitant. Ceci est particulièrement vrai dans l'exemple d'un pilotage énergétique d'un parc de bâtiments, où la fonction *d'energy manager* prend une importance notable.

Un autre enjeu concerne *les usagers du bâtiment*, dont on peut considérer qu'ils sont appelés à devenir acteurs dans un nouvel environnement. Pour profiter pleinement de ses avantages et contribuer efficacement à l'optimisation de sa performance énergétique, ils vont devoir comprendre les principes ayant présidé à sa conception, et les règles d'usage. Il est donc indispensable de porter une attention particulière à l'explication et à l'implication directe des usagers, dans un objectif de *responsabilisation individuelle*.

IV.3.5. Gestion - Exploitation – Maintenance

La maintenance désigne les prestations permettant le maintien en condition opérationnelle des matériels à titre préventif ou correctif. C'est un sujet qu'il est indispensable de traiter dans tous projets.

Les questions de maintenance doivent être étudiées dès le début d'un projet de Smart Building en vue de faciliter l'exploitation durant tout le cycle de vie du bâtiment et dans la perspective de la maîtrise du coût global (capex/opex). Celles-ci comprennent les mesures visant à adapter un ou plusieurs éléments d'un Smart Building, afin d'en améliorer le fonctionnement, d'intégrer de nouvelles applications ou technologies, ou de prendre en compte de nouvelles dispositions législatives ou réglementaires.

Le contrat d'exploitation maintenance doit bien préciser les éléments suivants :

- La définition des acteurs et leur responsabilités
- Les dispositions spécifiques (champ d'application, engagements de performance, de résultats...)
- Les contenus de services et de logiciels

L'exploitant et son donneur d'ordre doivent être en mesure d'assurer la traçabilité du pilotage du bâtiment et de ses performances en fonction des conditions d'utilisation de manière à alimenter **les études de retours d'expérience** qui viendront enrichir la réflexion stratégique et la conduite de projets futurs.



V. LES BÉNÉFICES

Les bénéfices d'un Smart Building ont été largement exposés dans ce manifeste et beaucoup d'ouvrages référents traitent de ce sujet. Nous rappellerons dans ce chapitre quelques uns des bénéfices liés au Smart Building.

V.1. Les bénéfices induits par le comptage des usages

Le Smart Building met à disposition des indicateurs sur les usages, rendus obligatoires par la RT2012.

Les usages faisant l'objet d'un sous-comptage dans un Smart Building sont les suivants : climatisation, chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, éclairage, prises de courant, etc.

On peut facilement identifier trois bénéfices majeurs apportés par le comptage.

V.1.1. Bénéfices stratégie d'achat et d'investissement

L'un des enjeux pour l'occupant mais aussi pour le propriétaire est le coût total d'utilisation d'un bâtiment. Ce coût total inclut les conséquences énergétiques de l'usage du bâtiment, ce qui représente un coût annuel (énergies & fluides). Pour autant, sans « facture détaillée » mettant en avant la consommation par usage, il est difficile de mettre en place une démarche d'amélioration continue de la performance énergétique. Les indicateurs apportés par le sous-comptage des usages énergétiques permettent d'obtenir des informations lisibles et à intervalles réguliers.

Ainsi le Smart Building doté d'une comptabilité analytique des usages facilite :

- la définition d'une stratégie d'achat de l'énergie grâce à l'amélioration de la connaissance des besoins des occupants,
- la mise en place de programmes de rénovation ou d'amélioration des bâtiments adaptés. Les données enregistrées guident les choix en matière de rénovation passive/thermique ou les choix d'efficacité énergétique active (à base d'automatismes, de contrôle-commande et de gestion technique du bâtiment).

V.1.2. Bénéfices liés à la mesure réelle des consommations

Le comptage des usages ne génère pas d'économies en soit. Cependant, il permet d'informer, de sensibiliser et d'établir une relation directe entre l'utilisation du bâtiment et les conséquences économiques et permet de générer immédiatement une économie substantielle, grâce aux changements de comportement ou la mise en place d'une amélioration continue de la performance énergétique.

Sur le plan technique, l'analyse des consommations permet d'établir des seuils et des référentiels qui seront propre à chaque bâtiment et occupant. La gestion quotidienne s'en trouvera améliorée par la fonction « alarme » offerte par le Smart Building, dans des conditions réelles d'exploitation (détection de pannes, détection de changement d'usage).

V.1.3. Le comptage comme outil de vérification

Qu'il s'agisse d'un bâtiment neuf ou existant, la question de la conformité de la performance énergétique se pose lors de la prise de possession de l'ouvrage, mais également de la tenue dans le temps des performances annoncées. La performance énergétique dans le temps est basée sur des calculs d'utilisation et de comportement conformes au protocole IPMVP (protocole international de mesure et de vérification de la performance énergétique).

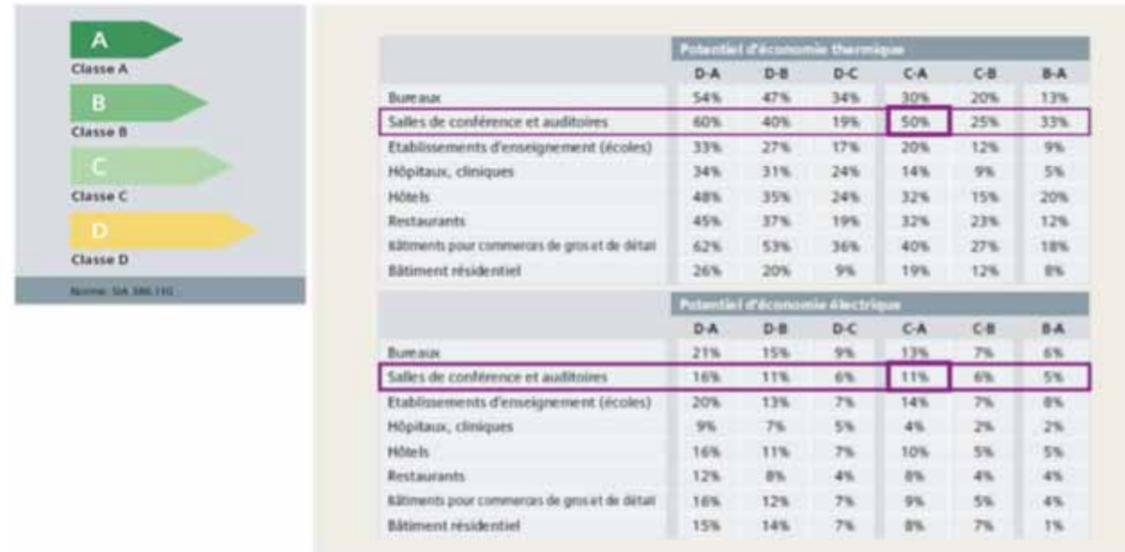
Le sous-comptage permet de vérifier que les performances constatées sont conformes à celles annoncées ; c'est un bénéfice indispensable pour optimiser le retour sur investissement ou pour contenir les OPEX.

V.2. Les bénéfices induits par la GTB

La GTB induit une amélioration de la performance énergétique, telle que décrite dans la norme EN 15232, qui définit les classes de performance énergétique d'une GTB¹⁹.

Les systèmes de GTB introduisent des fonctions d'Energy Management System, ainsi que des technologies de supervision de l'activité du bâtiment permettant de contrôler l'ensemble des équipements énergétiques installés dans un bâtiment, connectés aux réseaux de données et aux réseaux extérieurs.

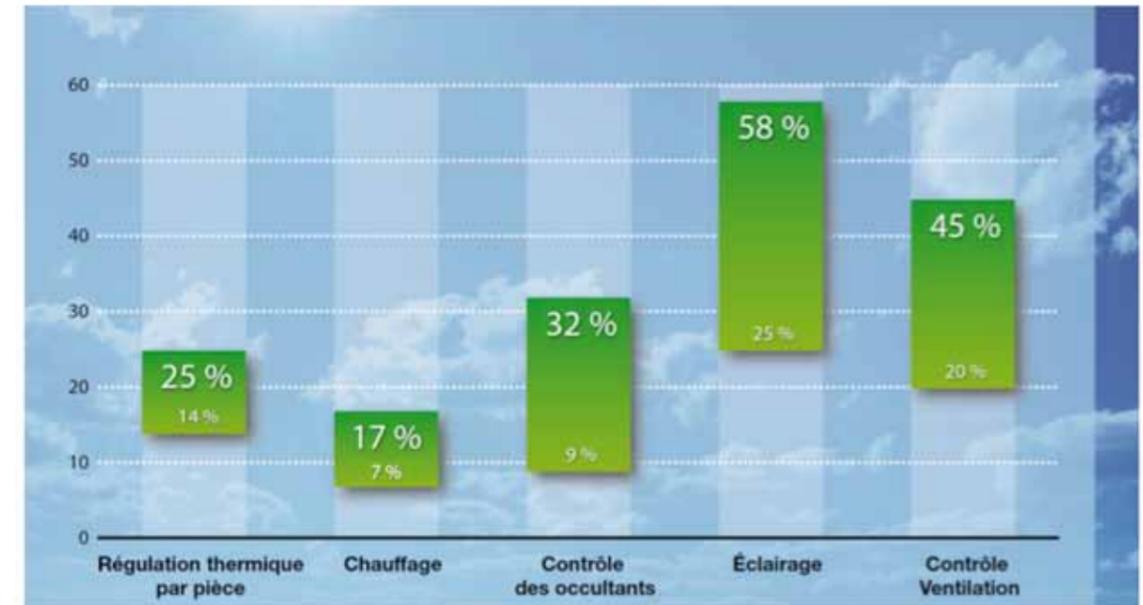
La GTB ainsi enrichie, renforce la politique énergétique mise en place et les informations issues du sous-comptage.



Les 4 classes d'efficacité énergétique définies par la norme EN 15232

¹⁹ <http://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-15232/performance-energetique-des-batiments-impact-de-l-automatisation-de-la-regulation-et-de-la-gestion-technique/article/661845/fa170845>

Ordre de grandeur des gains constatés selon le système retenu et les usages concernés :



Automatiser pour économiser (marges mini-maxi de progrès en %)

Ordre de grandeur des économies en fonction de l'équipement pour les différents usages. Source : Association KNX

V.3. Les bénéfices induits pour les occupants

La mise en place d'infrastructures de comptage, d'efficacité énergétique active et de GTB est source de bénéfices complémentaires pour les occupants, en matière de confort, sécurité et de valeur perçue.

V.3.1. Bénéfices sur le confort

Le Smart Building rend possible le pilotage des usages selon le niveau de confort souhaité par les occupants (éclairage, chauffage, climatisation, protection solaire, qualité de l'air intérieur) et les impératifs économiques de ces derniers. Ainsi les économies réalisées par un pilotage optimisé des usages (prenant en compte les conditions extérieures : température, humidité, ensoleillement...) peuvent être redistribués en tout ou partie aux occupants pour l'amélioration de leur confort, en modifiant les consignes par défaut ou en réalisant des investissements d'amélioration.

Les capteurs et actionneurs, associés à des systèmes de contrôle et de supervision, permettent de développer de nouveaux services notamment dans le domaine de l'assistance aux personnes dépendantes (personnes âgées, et/ou à mobilité réduite). Ces nouveaux services participent à l'amélioration du confort, de l'accessibilité et de la mobilité dans les Smart Building.

V.3.2. Bénéfices sur la sécurité

Les infrastructures techniques de contrôle-commande du bâtiment mises en place au départ pour des raisons de gestion active peuvent également être utilisées pour améliorer la protection des biens et des personnes du site.

Ainsi les infrastructures sont mutualisables en terme d'automates, de câblage dans le but d'améliorer la sécurité du site

et ainsi se prémunir d'arrêt d'exploitation liés à la malveillance (détection d'intrusion, contrôle d'accès, vidéosurveillance) tout en augmentant la productivité des occupants (sentiment de confort et de sécurité).

V.3.3. Bénéfice sur la valeur perçue

Les technologies déployées pour améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment, le confort, la sécurité, augmentent la valeur perçue pour les occupants, et rend le bâtiment plus attractif.

V.4. Les bénéfices du Smart Building connecté au Smart Grid

Un Smart Building apporte des bénéfices concernant l'amélioration de l'efficacité énergétique, du confort, de la sécurité et contribue à augmenter la valeur perçue du bâtiment.

Des bénéfices complémentaires apparaîtront dès lors que le Smart Building aura une communication bidirectionnelle avec le Smart Grid.

V.4.1. Facture énergétique maîtrisée

La communication du Smart Building avec le Smart Grid apporte de nouvelles fonctionnalités pour le bâtiment en même temps que pour ses occupants.

L'exploitation des flexibilités permet entre autre d'avoir un délestage et un reletage intelligent, compatible avec les paramètres économiques et de niveau de confort prédéfinis par l'occupant.

La facture énergétique pourra être optimisée en utilisant les moyens de stockage de l'énergie (stockage chimique, thermique, etc.) et les énergies renouvelables.

V.4.2. Autoconsommation et optimisation de la consommation

La chaîne du Smart (Smart Grid – Smart Metering – Smart Building) doit être complète afin que les bénéfices liés à l'effacement dynamique ou à l'appel de consommation soient réels.

Le stockage local d'énergie et l'utilisation de sources d'énergies renouvelables produites localement permettront d'améliorer encore les bénéfices du Smart Building.

Ces nouvelles fonctionnalités technologiques pourraient améliorer l'équation énergétique et économique, dans des conditions qui sont en cours d'évaluation.

V.5. Les bénéfices liés aux services

Un Smart Building communicant avec son environnement permet d'offrir des services qui profitent en premier lieu au gestionnaire qui maîtrisera ses coûts énergétiques et/ou obtiendra des gains immédiats :

- la maîtrise des consommations énergétiques par la mise en place de contrat de performance énergétique (CPE).
- les gains issus de la flexibilité électrique (effacement) et de l'optimisation des contrats d'énergie.

VI. LES ÉVOLUTIONS DES MÉTIERS : PREMIÈRES PROPOSITIONS ET RECOMMANDATIONS

Grâce aux flux d'informations qu'il génère et organise, le numérique dans le bâtiment et les villes intelligentes introduit un véritable bouleversement des filières, en les valorisant. Ces ruptures nécessitent une réflexion sur la manière de structurer les filières et de favoriser l'acquisition de nouvelles compétences, qui s'en trouveront valorisées par des gains d'efficacité énergétique, de productivité, de confort, et un élargissement des services autour de la ville et des services à la personne. L'évolution des filières du Smart Building a lieu à tous les niveaux.

VI.1. Les évolutions dans les métiers de la conception

Les bureaux d'études, promoteurs, MoE et MoA, doivent intégrer cette dimension numérique en prenant en compte les équipements et technologies plus intelligents et en raisonnant sur la transversalité des lots.

Il y a une modification des organisations. Il faut désormais raisonner de manière transverse et non seulement en silo. Dans un projet de Smart Building, le cahier des charges doit prendre en compte ces évolutions. Un écosystème doit se constituer et intégrer l'ensemble des éléments autrefois distincts (lot CVC, Ouvrants & Protections solaires, Eclairage & Elec, Courant faible, etc.) en y intégrant la dimension Ready to Grid et Ready to Services.

La SBA recommande de travailler sur un lot Smart Grid, prolongation du lot GTB ou BMS qui prendra en compte de manière transverse tous les lots du bâtiment, en y intégrant les services de gestion de confort et sécurité, et les services de flexibilité énergétique.

VI.2. Les évolutions dans les métiers de l'installation et de l'intégration

Quelque soit la taille et les usages du bâtiment considéré (tertiaire, résidentiel individuel ou collectif) il doit y avoir au niveau de l'installation, des corps de métiers pluri-disciplinaires, qui favorisent une convergence des expertises métiers. L'intelligence via l'introduction du numérique se retrouve partout dans le Smart Building.

L'installateur doit pouvoir assumer la fonction d'intégration et interagir avec différents lots du bâtiment. Ce dernier point est primordial et représente une évolution considérable notamment pour les installateurs.

Peu de sociétés aujourd'hui disposent de cette double compétence. L'intégration des niveaux et des fonctions est primordiale pour les métiers d'installation et d'intégration dans les Smart Buildings. La fonction d'installation classique doit s'enrichir de nouvelles compétences dans ce domaine.

La SBA recommande de mettre en œuvre une mesure à l'échelle nationale intégrant notamment un plan de formation à tous les niveaux, pour faire évoluer toute la filière.

VI.3. Les évolutions dans les métiers de la maintenance, de l'exploitation et des services

Aujourd'hui, un exploitant assure le bon fonctionnement d'une installation et en gère l'évolution. Il s'appuie sur des solutions souvent classiques qui requièrent une haute expertise des équipements et de leur environnement, mais ne requièrent pas d'expertises spécifiques en systèmes d'information.

L'intégration d'une dimension d'intelligence dans les bâtiments représente un véritable enjeu pour ces métiers avec la nécessité de maîtriser non seulement les équipements, leur environnement mais également les systèmes plus ou moins sophistiqués de monitoring et de traitement des données avec à nouveau une incidence transverse sur tous les lots. Cela représente une formidable opportunité de création d'emplois qualifiés pour autant que cette fonction soit justement valorisée et appréciée.

Aujourd'hui, il est possible soit de sous-traiter la maintenance et l'exploitation à société spécialisée, soit de la réaliser en interne, – c'est souvent le cas des collectivités locales qui ont leurs propres services de maintenance. Les partenariats sont actuellement en train d'évoluer du fait des évolutions technologiques et des tendances économiques.

La SBA recommande de mettre en place et de développer un programme de formation et de valorisation visant à faire évoluer la filière traditionnelle maintenance et exploitation vers les Smart Building.

VI.4. Les apports de la filière distribution / promotion des solutions

Aujourd'hui, les filières sont très structurées autour des constructeurs, distributeurs, installateurs, prestataires de services spécialisés ou non.

Avec la transversalité des fonctions (et l'intégration de l'intelligence dans le bâtiment notamment), la mutation des métiers amont et aval d'installation et de mise en œuvre entraîne de facto une forte évolution des métiers de la distribution, quelque soit leur origine (électrique, climatique, informatique, construction).

Les industriels et distributeurs sont à même d'accompagner les installateurs et mainteneurs sur le chemin du Smart Building. Il est donc très important qu'ils anticipent cette évolution en intégrant une dimension globale, transverse et interopérable. Avec le Smart Building, les frontières entre chaque lot deviennent beaucoup moins nettes, l'intelligence étant à tous les niveaux. Des équipements passifs devenant actifs. Nous recommandons donc à cette filière d'intégrer cette nouvelle dimension et d'adapter leur organisation et leur offre en fonction.

VI.5. L'émergence des métiers de service aux personnes dépendantes

Les métiers du second œuvre technique du bâtiment (éclairage, CVC / contrôle d'accès / des ouvrants et occultants / etc.) doivent s'adapter au maintien à domicile et aux besoins d'assistance aux personnes dépendantes et à mobilité réduite dans les bâtiments.

La SBA recommande de structurer les métiers d'assistance et de service aux personnes dépendantes et à mobilité réduite en liaison avec tous les métiers techniques impliqués, afin d'avoir une vision globale.

CONCLUSION

• les impératifs de formation

On voit qu'aujourd'hui il y a une très forte mutation des filières impliquées dans le Smart Building, et que les métiers ne sont pas tous adaptés aux solutions techniques déjà existantes et aux évolutions sociales.

Cela passe par l'éducation, l'innovation et la recherche.

La SBA recommande de bâtir à l'échelle nationale, un plan formation qui démarre à l'école pour former et sensibiliser vers ces nouveaux métiers. Cet enjeu constitue un impératif politique, économique et social, qui permettra de préparer les filières d'avenir, gisement de nombreux emplois.

Le bâtiment intelligent n'existera que s'il y a des nouvelles compétences et des hommes formés, pour les valoriser.

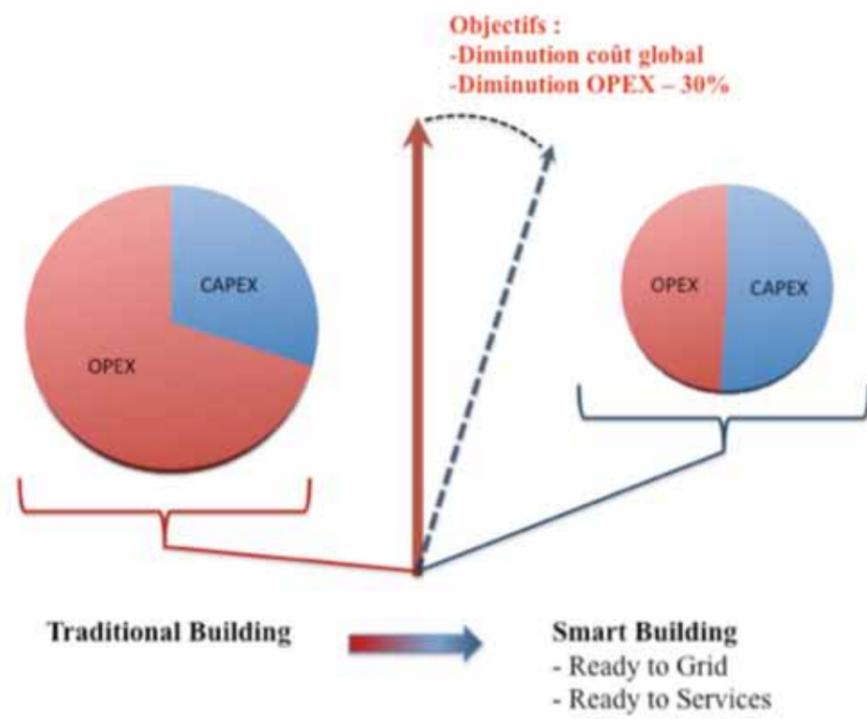
• La question du financement de la filière

Il faut intégrer les milieux financiers dans l'écosystème du Smart Building pour faciliter sa mutation. Les investissements se heurtent trop souvent à une problématique de ROI, d'autant plus que la gestion du coût global est souvent mal, voire même pas du tout prise en compte. Celle-ci est primordiale et ce à tous les niveaux, tant dans le résidentiel que dans le tertiaire. Cette prise en compte de la gestion du coût global nécessite donc une nouvelle approche avec des outils de suivi et de contrôle intégrant tous les coûts, avec une véritable dimension financière. Ce n'est que sur cette base, en intégrant les coûts CAPEX et OPEX à tous les niveaux, dans le respect de confort et de santé des occupants, que les projets pourront être réellement financés et que le Bâtiment Intelligent deviendra enfin une réalité... avec une multiplication des projets.

Il est partagé aujourd'hui que ceci constitue un défi majeur pour les années venir, en particulier pour la réhabilitation du parc existant.

Les investissements à consentir pour parvenir à ces objectifs ambitieux sont de taille et supposent la mise en place de nouveaux modèles économiques pour la garantie de ce coût global.

La SBA apportera en ce sens des solutions concrètes validées par les acteurs concernés pour le suivi et le maintien des performances dans le temps ce qui constitue un élément clé de réussite sans lequel il sera difficile d'imaginer de nouveaux modèles économiques liés à la garantie de ce coût global



Pensez coût global et diminuez la facture !!

La SBA recommande de travailler sur un référentiel associant les coûts CAPEX et OPEX, qui puisse être lisible par tout investisseur public ou privé, national ou international.

ANNEXES

Exemple de capteurs & actionneurs clés dans le bâtiment	Propriété I	Propriété II	Compatibilité multicapteur	Compatibilité sans pile
CO ²	✓		✓	✓
CO		✓		✓
COV (Composants Organiques Volatiles)	✓		✓	✓
Radon		✓		✓
Fumée	✓			✓
Température intérieure	✓		✓	✓
Température extérieure	✓		✓	✓
Humidité	✓		✓	✓
Détection fuite d'eau		✓		✓
Niveaux (eau, huile, fuel...)		✓		✓
Thermostat	✓		✓	✓
Contact d'ouverture de fenêtre	✓			✓
Interrupteur / télécommande	✓		✓	✓
Détecteur de mouvement	✓	✓	✓	✓
Détecteur de présence	✓		✓	✓
Capteur de présence (chaise, matelas...)		✓		✓
Détecteur de luminosité intérieur	✓		✓	✓
Détecteur de luminosité extérieur	✓		✓	✓
Détection d'occupation de place (parking...)		✓		✓
Comptage électrique	✓			✓
Comptage gaz	✓			✓
Comptage eau	✓			✓
Comptage accès / Nombre d'entrée		✓		✓
Station météo		✓		✓
Vanne thermostatique active	✓		✓	✓
Capteur de pression	✓		✓	✓
Clapet de ventilation automatisé	✓			
Electrovanne pour chauffage / climatisation	✓			
Electrovanne pour gestion de l'eau		✓		

> **Mettre en place une démarche dans le temps et axée sur les personnes**

- Intégrer la sécurité en amont dans le projet de Smart Building en s'appuyant sur une démarche d'analyse de risques pour définir une stratégie cohérente et d'allouer les moyens nécessaires à sa mise en œuvre. Il conviendra d'apporter une attention particulière à classifier les composants du système en fonction de leur criticité afin de prioriser les activités de sécurisation.

- Les systèmes informatiques de gestion du bâtiment doivent être intégrés dans la cartographie des systèmes IT classiques. Ceci permettra à la direction sécurité d'avoir visibilité sur ces systèmes et pourra ainsi organiser les actions liées à leur sécurité. Trop souvent ces systèmes sont « inconnus » pour la direction informatique et pour les responsables sécurité.

- Dans le cadre d'un projet de Smart Building, mettre en place un suivi de la mise en œuvre des mesures de sécurité en restant attentif à la pertinence et la réalité des mesures de sécurité mises en œuvre. Intégrer dans les phases de recette du système les paramètres liés à la sécurité et procéder si nécessaires à des vérifications permettant de confirmer que tout est conforme à vos attentes.

- Durant la vie du système, intégrer et piloter les actions relatives à l'entretien de la sécurité (changement annuel des mots de passe, mise à jour des logiciels...) et remonter les indicateurs en interne et vers les équipes en charge de la sécurité des systèmes informatiques.

- Sensibiliser à la sécurité les personnes en charge de maintenir le système. Intégrer dans les manuels et procédures standards les activités liées à la sécurité (suivi des versions logiciels, liste des équipements déployés, date de changement des mots de passe...). Indiquer comment et vers quelles équipes remonter une anomalie ou un incident concernant le système.

- Intégrer des clauses relatives à la sécurité dans les contrats fournisseurs, prestataires ou sous-traitants. Il est possible d'utiliser des clauses génériques comme « le respect des bonnes pratiques en matière de sécurité des systèmes d'information » ou de faire référence à « l'état de l'art dans le domaine de la sécurité ». Au-delà des clauses génériques, il est possible de faire référence ou d'utiliser le contenu de documents externes comme ceux de l'ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Système d'Information) par exemple. Au besoin, se faire conseiller par un prestataire de sécurité ou un avocat spécialisé.

> **Renforcer la résistance intrinsèque des systèmes**

- Mettre en place une stratégie de défense « en profondeur » visant à ce que les contrôles de sécurité se renforcent mutuellement et que si l'un advenait à être défaillant, une attaque soit détectée ou bloquée via un autre contrôle. Le déploiement fréquent des correctifs de sécurité ou la désactivation de services ou fonctions inutiles permettent d'augmenter le niveau de protection contre un virus inconnu de son antivirus ou quand ce dernier n'a pas été mis à jour récemment.

- La sécurité des consoles de gestion du Smart Building est particulièrement importante. L'utilisation de ces systèmes doit être strictement contrôlée aux seules personnes autorisées et elles ne doivent pas être utilisées à d'autres fins

(par exemple, interdiction de se connecter à des sites Internet depuis la console de gestion). Il est important d'installer un logiciel antivirus et de les configurer pour des mises à jour fréquentes et automatiques.

- Durcir la configuration de l'ensemble des systèmes (consoles, équipements d'interfaçage avec les capteurs et actionneurs) de façon à réduire leur surface d'attaque et à renforcer leur résistance naturelle aux agressions et attaques. Il conviendra de désactiver les fonctionnalités et services non-utilisés et d'activer les fonctions augmentant la résistance aux attaques.

- En complément des mesures de durcissement, il est essentiel que les équipements mettent en œuvre les dernières versions des logiciels fournis par les constructeurs ou éditeurs et qu'ils soient à jour des correctifs de sécurité. Ces points doivent être vérifiés préalablement au passage en production.

> **Sécuriser les communications et durcir les systèmes**

- Cartographier les flux de données entre les équipements et isoler les différents segments du réseau en utilisant des équipements de filtrage (firewalls) configurés de façon à n'autoriser que les flux nécessaires au bon fonctionnement du système.

- Si une infrastructure réseau préexistante devrait être utilisée, isoler les communications du système via l'utilisation de VLAN séparés, activer les fonctionnalités de chiffrement et d'authentification disponibles et renforcer la sécurisation des commutateurs réseau.

- Il conviendra de sécuriser physiquement les équipements et les réseaux afin de les protéger contre les tentatives de destruction ou de manipulation. De même, vérifier la qualité et la permanence des sources d'énergie électrique nécessaire au bon fonctionnement des systèmes.

- La sécurité des réseaux sans fils (Wifi, ZigBee...) devra aussi être renforcées de façon à en contrôler l'accès et à les prémunir de perturbations ou d'éventuelles tentatives d'écoute des communications.

- Les mots de passe d'accès aux équipements doivent être changés par des mots de passe forts. Limiter l'accès aux consoles de gestion pour n'autoriser que depuis des systèmes internes prédéfinis et porter une attention toute particulière aux accès de maintenance à distance (modems, extranets).

> **Maintenir en condition opérationnelle de sécurité**

Le maintien en condition opérationnelle de sécurité d'un système de gestion technique utilisé au sein d'un Smart Building est important pour plusieurs raisons : découverte de nouvelles vulnérabilités dans les logiciels utilisés, erreurs ou oublis de la part du personnel en charge de la gestion, évolution des techniques et outils d'attaque, interconnexion de réseaux ou installation de nouveaux équipements non sécurisés... C'est pourquoi la sécurité d'un système de Smart Building doit être entretenue dans le temps afin qu'elle suive l'évolution de la menace et des risques.

- Mettre en place une démarche d'amélioration continue et progressive de la sécurité pour suivre et piloter la démarche sécurité. Il peut être particulièrement intéressant d'intégrer le système de Smart Building dans une démarche de type SMSI (Système de Management de la Sécurité de l'Information) basée sur la norme ISO27001.

- Prévoir en amont comment assurer un fonctionnement minimal en cas d'incident ou de perturbation prolongée du système de gestion technique. Définir les modes de « fonctionnement en mode dégradé » afin de conserver opérationnel tout ou partie des fonctions du système dans le cas où un blocage surviendrait ainsi que durant les travaux de remise en état suite à une attaque.

- Intégrer le fait qu'un incident de sécurité surviendra durant la vie du système et qu'il sera nécessaire d'y répondre rapidement et efficacement. Cela implique d'identifier en interne des personnes compétentes en mesure d'intervenir ou de s'appuyer sur un prestataire de service spécialisé.

- Mettre en place une stratégie de déploiement des correctifs de sécurité sur l'ensemble des équipements du système. Ces activités sont à intégrer dans les plages de maintenance habituelles des systèmes : outre les bénéfices directs en termes de sécurité, un parc d'équipement régulièrement mis à jour bénéficie d'un meilleur support technique de la part du constructeur.

- Procéder au changement périodique des mots de passe utilisés pour se connecter en administration aux équipements. Ce changement devra aussi être effectué suite à des mouvements de personnel ou lors du changement de prestataire ou sous-traitant.

- Instaurer des procédures de sauvegarde de l'ensemble des fichiers de configuration et des logiciels utilisés. Vérifier périodiquement que tous les équipements et systèmes sont effectivement sauvegardés et qu'il est possible de restaurer les données. Les supports de sauvegarde seront stockés dans un endroit sécurisé et différent de celui dans lesquels se trouvent les systèmes.

- Pour les équipements identifiés comme particulièrement sensibles, la collecte des traces et journaux d'activité et leur envoi vers une console d'analyse permettra de détecter toute utilisation anormale ou éventuelle compromission.

- Si le système de Smart Building est particulièrement critique pour les activités, planifier des audits de sécurité périodiques (annuellement par exemple) ou faites procéder à des tests d'intrusions (« Ethical Hacking ») pour éprouver la résistance du système à des attaques.

GLOSSAIRE

Actionneurs

Les actionneurs sont les équipements pilotables qui reçoivent les consignes de l'extérieur et qui les appliquent localement et au niveau des équipements physiques.

Agrégateurs

L'augmentation de la demande électrique, l'intégration croissante des énergies renouvelables décentralisées et intermittentes sur les réseaux et l'arrivée de nouveaux usages (véhicules électriques par exemple), rendent plus complexe la gestion de l'équilibre entre production et consommation sur les réseaux. L'implication de l'utilisateur final qui accepte de moduler sa consommation pourrait devenir une nécessité en période de grande consommation ou pointe. Cette flexibilité est valorisée sur les marchés de l'énergie. Les usagers finaux (sites industriels, tertiaires, logements individuels et collectifs) qui souhaitent valoriser leur flexibilité, n'auront pas accès de manière individuelle à ce marché et feront appel à des professionnels : c'est le rôle de l'agrégateur, un nouvel acteur du marché de l'énergie. L'agrégateur agrège les différentes ressources flexibles et les valorise comme une entité unique sur le marché. Il contractualise d'un côté avec les usagers et de l'autre avec le marché (représenté suivant les cas de figure soit par le fournisseur énergétique, soit par le gestionnaire de réseau, soit par le marché spot.)

De par son rôle, l'agrégateur contribue à l'équilibre du réseau en pilotant les consommations énergétiques des sites dont il a la charge.

Capteurs

Dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, telle qu'une tension électrique ou une intensité par exemple. Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. L'instrument de mesure est un appareil autonome se suffisant à lui-même, disposant d'un système d'affichage ou de stockage des données.

Compatibilité & Interopérabilité

La *compatibilité* est la possibilité pour deux systèmes de types différents de communiquer ensemble.

Standard de fait : lorsqu'un acteur devient dominant dans un domaine, les autres acteurs font en sorte d'être compatibles avec lui.

L'*interopérabilité* est la possibilité pour différents systèmes de communiquer entre eux sans dépendre d'un acteur particulier. Elle repose sur la présence d'un standard ouvert.

Standard ouvert : « tout protocole de communication, d'interconnexion ou d'échange et tout format de données interopérable, dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre ». (Chapitre I – Article 4, Loi du 21 juin 2004 pour la confiance dans l'économie numérique).

Source : <http://www.apitux.org/index.php?2006/06/11/131-compatibilite-standard-de-fait-et-interoperabilite>

Effacement

L'effacement est un outil d'optimisation de la consommation contribuant à l'équilibre de l'offre et de la demande sur le réseau électrique. Ce procédé consiste à ne pas faire appel au réseau d'électricité pendant une certaine durée ou à reporter sa consommation. Cela permet de soulager la tension sur les réseaux en limitant la demande aux heures de pointe et en lissant les pics de consommation. L'effacement répond à une double logique économique et environnementale car il évite la mise en service de moyens de production de pointe, polluants et coûteux.

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) distingue quatre grandes familles d'effacement :

- **l'effacement diffus** : il s'agit d'agréger un grand nombre de capacités dispersées de sites résidentiels ou tertiaire. Ce type d'effacement utilise l'inertie thermique des bâtiments pour réaliser des « micro-coupures » sur des usages thermiques (radiateurs ou climatisation) ou reporter la consommation de ballons d'eau chaude électriques.
- **l'effacement fondé sur de l'autoproduction** : ce type d'effacement recourt en général à un groupe électrogène en substitution des appels de puissance.

- **l'effacement industriel subdivisé en deux catégories :**

- **l'effacement modulable** ou de processus industriels à stocks intermédiaire : consiste en un report partiel ou total de la consommation
- **l'effacement « pur »** : consiste en un report définitif d'une consommation

Ces actions doivent rester in fine prévues et validées, sous des formes adaptées, par les consommateurs, qui eux seuls peuvent évaluer l'impact sur leur confort ou leur processus.

Flexibilité énergétique

La flexibilité est la capacité d'un utilisateur final à réagir à un signal extérieur afin de modifier la hausse ou la baisse sa consommation énergétique. Elle peut être valorisée sur les marches de Capacité ou bien contribuer à lisser une courbe de consommation à une échelle locale, régionale ou nationale.

Gestion Technique du Bâtiment

Système informatique permettant de superviser et d'avoir une vue globale de l'ensemble des équipements installés dans un bâtiment ou des installations industrielles. Les équipements supervisés peuvent concerner l'alimentation électrique, l'éclairage, la vidéosurveillance, le contrôle d'accès, le CVC (chauffage, ventilation, climatisation)...

Réseaux électriques intelligents ou Smart Grids

Ce sont les réseaux électriques publics auxquels sont ajoutés des fonctionnalités issues des technologies de l'information et de la communication (TIC). Le but est d'assurer l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à tout instant et de fournir un approvisionnement sûr, durable et compétitif aux consommateurs. Rendre les réseaux intelligents consiste à améliorer l'intégration des systèmes énergétiques et la participation des utilisateurs de réseaux. Ces réseaux doivent être profondément reconfigurés pour intégrer la production décentralisée de sources renouvelables à grande échelle, et pour favoriser une offre adaptée à la demande en mettant à la disposition du consommateur final des outils et services lui permettant de connaître sa consommation personnelle, et donc d'agir sur elle.

Source : <http://www.cre.fr/glossaire/reseaux-electriques-intelligents>

Smart Building

Bâtiment à haute efficacité énergétique, intégrant dans la gestion intelligente du bâtiment les équipements consommateurs, les équipements producteurs et les équipements de stockage de l'électricité, tels que les véhicules électriques. L'efficacité énergétique dépend également des techniques de construction du bâtiment, de l'isolation par exemple. Le concept de bâtiment intelligent correspond à l'intégration de solutions de gestion énergétique dans l'habitat et les bâtiments d'entreprise, notamment pour parvenir à des bâtiments à énergie positive.

Source : <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=smarthome-maison-batiment-intelligent>

Smart City

Concept renvoyant à une vision globale de la ville, dont chaque élément est intégré dans un écosystème Smart Grid. La ville intelligente ou Smart City est durable et au service des ses habitants, elle utilise les données des réseaux publics pour : faciliter l'usage des services publics par les citoyens, gérer et optimiser les consommations et productions énergétiques d'une ville, et offrir de nombreux nouveaux services.

Open data - Donnée ouverte -

Donnée numérique, d'origine publique ou privée, publiée de manière structurée selon une méthodologie qui garantit son libre accès et sa réutilisation par tous, sans restriction technique, juridique ou financière.

Big data

Ensembles de données très volumineux, qui, de part leur taille, sont très difficiles à traiter avec des outils classiques de gestion de base de données ou de gestion de l'information.

Smart data

Les données importantes à forte valeur ajoutée pour les services reliés à l'exploitation et la gestion de la flexibilité énergétique.

Internet des objets - IoT -

Extension d'Internet à des choses dans le monde physique. L'Internet des objets a pour but d'étendre Internet au monde réel, en associant des étiquettes munies de codes, de puces ou d'URL, aux objets. Ces étiquettes peuvent être lues par des dispositifs mobiles sans fil, dans l'optique de favoriser l'émergence de la réalité augmentée.

C'est « un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant ».

IaaS - Infrastructure As A Service -

L'IaaS est l'un des trois modèles du Cloud, correspondant à la partie infrastructure. Il permet aux entreprises d'externaliser leur infrastructure informatique matérielle (serveurs, stockage, sauvegarde, réseau) qui se trouve physiquement chez le fournisseur. Les IaaS permettent aux développeurs de configurer leur infrastructure (hardware) et d'en disposer. Cette infrastructure physique constitue la brique fondamentale à la base des applications web.

<http://mag.welovesaas.com/index.php/2012/iaas-paas-saas-definitions-des-3-modeles-de-service-du-cloud/>

PaaS - Platform As A Service -

Le PaaS opère sur la couche supérieure des IaaS. C'est un modèle du Cloud permettant d'externaliser l'infrastructure matérielle mais également des applications middleware (bases de données, couches d'intégration de données et environnements de développement des applications). Les PaaS sont des plateformes construites sur des IaaS, qui ajoutent une couche de services facilitant le déploiement et l'exécution des applications dans le cloud.

<http://mag.welovesaas.com/index.php/2012/iaas-paas-saas-definitions-des-3-modeles-de-service-du-cloud/>

SaaS - Software As A Service -

Le SaaS est la couche finale du Cloud, la plus aboutie et la plus simple à appréhender pour l'utilisateur final – l'internaute. Elle lui permet d'accéder via une interface aux applications de l'entreprise (en entrant ses identifiants), hébergées sur un environnement sécurisé.

<http://mag.welovesaas.com/index.php/2012/iaas-paas-saas-definitions-des-3-modeles-de-service-du-cloud/>

Smart Building

Bâtiments qui intègrent les meilleurs concepts, matériaux, systèmes et technologies disponibles afin d'atteindre voire de dépasser les performances demandées par les propriétaires, gestionnaires, usagers, et collectivités en matière de coûts, de confort, de sécurité ou encore de flexibilité à long terme.

M2M - Machine To Machine -

Connexion des machines grâce à l'Internet des objets, connectées sur un modèle ouvert et convergent. L'ensemble du dispositif interagit avec des informations extérieures liées au marché (prix de l'énergie, niveau de l'offre et de la demande...), à la météo (prévisions) et aux hommes.

LISTE DES SIGLES

- AIE** - Agence Internationale de l'Énergie
- ANSSI** - Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information
- CPE** - Contrat de Performance Énergétique
- GES** - gaz à effet de serre
- GIEC** - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- GTB** - Gestion Technique du Bâtiment
- IaaS** - Infrastructure As A Service
- LAN, VLAN, WAN** - Local Area Network, Virtual LAN, Wide Area Network
- MCP** - Matériau à Changement de Phase
- Moe, MOa** - Maitrise d'œuvre, Maitrise d'ouvrage
- PaaS** - Platform As A Service
- R2G, R2S** - Ready To Grid, Ready to Services
- SaaS** - Software As A Service
- SBA** - Smart Buildings Alliance
- SCADA** - Supervisory Control And Data Acquisition
- SIAD** - Système informatisé d'aide à la décision
- SMSI** - Système de Management de la Sécurité de l'Information
- TIC** - Technologies de l'Information et de la Communication

SOURCES

- ADEME. Bâtiment 2012, Chiffres clés.**
<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/chiffres-cles-batiment-2012/>
- ADEME, Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050, Synthèse.**
<http://ademe.typepad.fr/files/ademe2-preview-1.pdf>
- Jacques Cabanieu, 2006. Ouvrages publics & Coût Global, Une approche actuelle pour les constructions publiques, p10.**
- Site institutionnel de la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés)**
<http://www.cnil.fr/institution/>
- Site institutionnel de la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie)**
<http://www.cre.fr/>
- CRE. Consultation publique de la CRE sur les principes structurant le projet de proposition de décret relatif à la valorisation des effacements de consommation d'électricité sur les marchés de l'électricité et le mécanisme d'ajustement.**
<http://www.cre.fr/documents/consultations-publiques/principes-structurant-le-projet-de-proposition-de-decret-relatif-a-la-valorisation-des-effacements-de-consommation-d-electricite-sur-les-marches-de-l-electricite-et-le-mecanisme-d-ajustement>
- Gimélec, Classification des actions de l'efficacité énergétique.**
<http://www.gimelec.fr/Publications-Outils/Classification-des-actions-de-l-efficacite-energetique>
- Les modalités de fonctionnement de l'ARENH.**
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-modalites-de-fonctionnement-de.html>
- Rapport de synthèse du GIEC, Changements climatiques 2007.**
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf
- Légifrance. LOI n°2010-1488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité.**
http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=CD1CF383AB38F302AD5BF7565C2CA1CB.tpdjo13v_1?cidTexte=JORFT-EXT000023174854&categorieLien=id
- United Nations. World Population Prospects, The 2012 Revision.**
http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2012_%20KEY%20FINDINGS.pdf
- The World Bank. Cities and Climate change, an urgent agenda.**
<http://siteresources.worldbank.org/INTUWM/Resources/340232-1205330656272/CitiesandClimateChange.pdf>



Smart Buildings Alliance for Smart Cities

37, rue des Mathurins - 75008 Paris - France

information@smartbuildingsalliance.org

www.smartbuildingsalliance.org