

LE **M**ACHINE **TO** **M**ACHINE

une réponse aux enjeux
environnementaux
des villes de demain



matooma

INTRODUCTION

La France est, depuis la COP21, la gardienne d'une responsabilité universelle, celle de la lutte contre le changement climatique. Pour tenir ce rôle, elle entend accélérer sa propre transition énergétique et climatique initiée par les engagements pris lors des Grenelles de l'Environnement I (2009) et II (2010). Une volonté inscrite dans le Plan Climat présenté en juillet 2017 par Nicolas Hulot, qui vise, entre autres, la neutralité carbone à l'horizon 2050.

Cet objectif sera d'autant plus ambitieux à atteindre dans les agglomérations car elles concentrent généralement plus de 50 % de la population des territoires nationaux et sont responsables de 70 % de la consommation d'énergie et de 75 % des émissions de gaz à effet de serre, tandis que leurs bâtiments absorbent à eux seuls près de 40 % de l'énergie totale¹. Une demande en énergie qui, par ailleurs est en constante augmentation...

Relever ce défi nécessite donc que les villes repensent dès maintenant leurs infrastructures et les bâtiments qui la composent. Elles peuvent à cet effet capitaliser sur les objets connectés, les réseaux intelligents et les innovations numériques.

L'émergence actuelle ouvre la voie à une nouvelle ère du bâtiment moins énergivore, plus durable et à des villes davantage tournées vers les énergies renouvelables. Gage d'ailleurs que ces sujets sont tout particulièrement d'actualité, les principaux événements IT de l'année s'en font l'écho, à l'instar du CES 2018 de Las Vegas ou du Mobile World Congress 2018 de Barcelone.

Des initiatives par ailleurs soutenues par l'État, notamment au travers de subventions proposées aux collectivités pour certains de leurs projets. La Métropole du Grand Paris a ainsi prévu 4 millions d'euros pour développer le Vélib' en banlieue. Le Grand Plan d'investissement 2018-2022 présenté en septembre dernier par le gouvernement intègre pour sa part une enveloppe de 20 milliards d'euros dédiés à la transition écologique et dont une partie pourrait concerner les collectivités.

Les impacts et enjeux étant globaux, les solutions sont multiples : Smart Buildings (bâtiments), Micro-Grids (quartiers) et Smart Cities (villes) sont les points clés de ce livre blanc.

¹Source : Les Nations Unies



1

Les Smart
Buildings

Les bâtiments intelligents intègrent des solutions actives et passives de gestion énergétique visant à en optimiser la consommation, mais également à favoriser le confort et la sécurité des utilisateurs du bâtiment tout en respectant les réglementations en vigueur. Ils répondent aux enjeux de rationalisation de l'utilisation de l'énergie et d'intégration des énergies renouvelables.

> Exemples de domaines d'application :

- **Gestion des systèmes de chaufferie dans les immeubles :**
pour réguler les consommations et travailler sur les économies d'énergies.
- **Gestion de contrôle énergétique :**
avec analyse en temps réel des performances énergétiques du bâtiment via des capteurs disposés au sein du bâtiment.
- **Gestion des salles de réunion :**
des capteurs de présence permettent d'analyser l'utilisation et la présence des personnes dans les salles.
Si personne n'est identifiée, les lumières s'éteindront automatiquement et le chauffage s'adaptera.

> Les réseaux utilisés :

- **Les réseaux bas débit non cellulaires :**

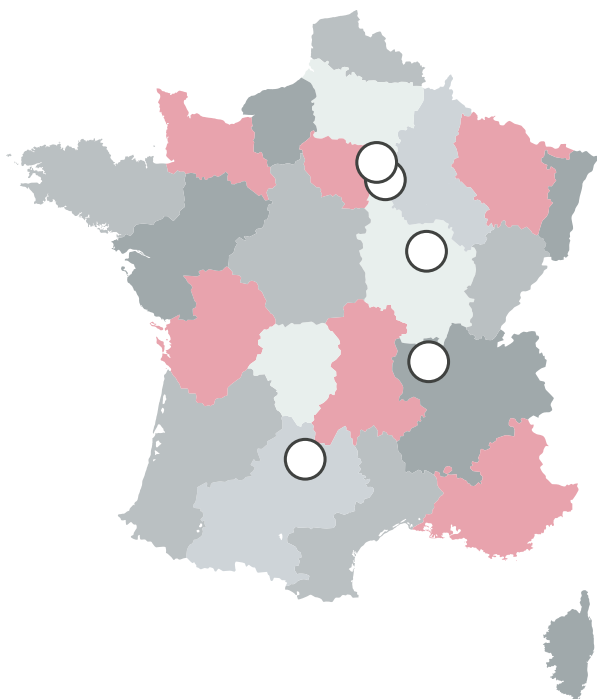
Ces applications nécessitent le placement de capteurs au sein des bâtiments.

Le LPWAN (Low Power Wide Area Network), officié par des technologies réseaux non cellulaires telles que LoRa et SigFox, peut être adapté. Les réseaux basses fréquences et longue portée (couverture de 10-20 km) transmettent par ondes hertziennes et sont peu gourmands en énergie. Promu par l'alliance LoRa, le réseau LoRa (ou LoRaWan) peut être développé et exploité par n'importe quelle entreprise dès lors qu'elle achète des puces LoRa. Il permet aux objets connectés d'échanger de petits paquets de données (entre 0,3 et 50 Kbps), émis par exemple par des capteurs de température ou d'humidité. Le LoRa a l'avantage d'être très économique pour l'utilisateur final et présente une excellente capacité de pénétration dans les bâtiments, caves et sous-sols.

SigFox est un réseau propriétaire qui dispose en France de plus de 2 000 antennes déployées et couvre 94 % de la population. Cette technologie impose l'utilisation d'émetteurs/récepteurs certifiés SigFox mais qui en garantissent la compatibilité, et facilitent l'interopérabilité entre chaque pays couverts (32 pays à ce jour). Un objet utilisant le protocole SigFox peut envoyer entre 0 et 140 messages à 300 bits/s par jour.

• **Les réseaux bas débit équipés d'une surcouche carte SIM M2M**

Les puces radiofréquences LoRa ou SigFox installées sur les capteurs permettent de collecter les données et peuvent les transmettre via des stations de bases (portée de 10 à 20 km) ou directement au niveau local avec la création d'un réseau privé et des passerelles/Gateways LoRa. Pour transmettre ces informations aux plateformes de gestion des données, ces stations de base ou passerelles peuvent être équipées de cartes SIM M2M. Une technologie qui évite le recours aux câbles fibres optiques, plus coûteux à déployer. Petit bémol, la mise en place de tels réseaux ne permet pas toujours de piloter à distance des équipements et de gérer la multiplicité et la diversité des objets connectés.



Plusieurs projets publics et privés de Smart Buildings ont émergé ces dernières années, à l'instar du siège IGN/Météo France de Saint Mandé, du Club Med Opio de Cahors, du Groupe Scolaire Sayad de Nanterre, du Groupe Scolaire du parc de l'Isle-sur-Serein ou encore de l'école de Montrotier.

2

Les Smart Grids ou Micro Grids



Rapprochant la production d'électricité de sa consommation, les Micro Grids sont des mini-réseaux électriques alimentés par des ressources énergétiques renouvelables, comme l'éolien ou le photovoltaïque. Ils peuvent fonctionner indépendamment ou être raccordés directement au réseau de distribution. Outre les économies ainsi générées, les Micro Grids permettent une meilleure flexibilité dans la gestion de l'énergie et dans l'adéquation de l'offre et de la demande.

> Exemples de domaines d'application :

• Production, stockage & distribution d'énergie renouvelable (photovoltaïque, éolien...) :

- Le powerwall de Tesla permet par exemple de stocker l'énergie produite par les panneaux solaires domestiques afin d'alimenter les particuliers en énergie la nuit.

- Selon INES, 64 % des défauts constatés sur les installations photovoltaïques proviennent de causes humaines². Dans l'exemple des panneaux photovoltaïques, les acteurs de ce secteur intègrent le numérique pour faciliter le suivi des équipements et réduire les frais de gestion : améliorer la maintenance et optimiser le monitoring des installations photovoltaïques, analyser leur rendement... Dans certains cas, cela permettrait de réduire les défaillances réseau et les coûts de gestion de 30 % en un an.

• Principe de Vehicule-to-Grid (V2G) :

Le véhicule électrique alimente le réseau en fonction des besoins du système électrique (modèle bidirectionnel) et lui offre un service de flexibilité.

• Demand Response :

Le pilotage de la demande ou Demand Response (DR) permet de différer la consommation dans le temps pour limiter les contraintes liées aux pics de consommation. Ainsi l'énergie sera stockée pendant la journée pour alimenter un quartier lors du pic de consommation entre 18h et 21h.

FOCUS - LES INTÉGRATEURS EN ÉNERGIES RENOUVELABLES MAÎTRISENT :

- La construction de sites de production d'électricité verte – solaire, éolien et biogaz –,
- L'exploitation et la maintenance de ces sites en propre ou pour le compte de tiers,
- La vente d'électricité issue de ses propres sites de production.

²Selon une enquête interne menée sur plusieurs dizaines d'installations par l'INES

LE SAVIEZ-VOUS : LES OBJECTIFS DE LA FRANCE EN MATIERE D'ÉNERGIE ET DE CLIMAT

De nombreuses attentes sont suscitées par les nouvelles technologies & les objectifs sont très ambitieux. Ainsi Bruno Lechevin, Président de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) a déclaré : « Les objectifs que s'est fixés la France en matière d'énergie et de climat sont ambitieux : diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre et par 2 les consommations d'énergie d'ici 2050, atteindre 23 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique d'ici 2020 et 32 % d'ici 2030, ou encore généraliser le bâtiment à énergie positive pour les constructions neuves à l'horizon 2020.

Les études de l'ADEME sur les scénarios énergétiques et climatiques à l'horizon 2030 et 2050 nous montrent que ces objectifs sont atteignables en adoptant une politique volontariste. Les solutions Smart Grids actuellement développées en France constituent l'un des maillons clés qui nous permettra de relever ces défis, en maîtrisant la demande en énergie, en facilitant l'intégration sur le réseau des énergies renouvelables variables ou encore en favorisant le développement de la mobilité électrique. »

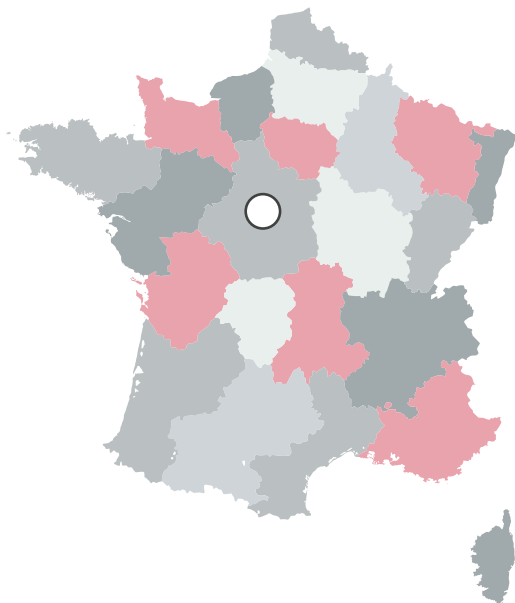
> Exemple de réseau utilisé :

- **Le réseau cellulaire :**

Dès lors que le volume et le débit des données sont significatifs, que les objets nécessitent une prise en main à distance ou une remontée de données en temps réel (type alerte), il est préférable de privilégier le réseau cellulaire. Pour se connecter au réseau GSM (2G, 3G, 4G et bientôt 5G), faire de la voix ou envoyer des SMS et échanger des données, l'objet connecté doit intégrer une carte SIM M2M.

LES CARTES SIM M2M MULTI-OPÉRATEURS

Une carte SIM mono opérateur peut ne pas suffire pour répondre à toutes les problématiques de connexion. La carte SIM multi-opérateur permet alors de s'affranchir des problématiques de couverture des différents opérateurs et ainsi assurer une continuité de service maximale sans frais d'itinérance et avec une meilleure maîtrise des coupures éventuelles. Les sociétés de services M2M disposent en effet de contrats négociés avec de nombreux opérateurs français et étrangers afin d'offrir une solution clé en main et sur-mesure à leurs clients.



Dans l'Hexagone, plusieurs Smart Cities intègrent au moins un projet ou une expérimentation de Smart Grid. C'est notamment le cas de Chartres, la plus petite ville intelligente tricolore, qui a déployé un projet Smart Grid articulé autour de l'éclairage public. Les « lampadaires intelligents » éclairent par détection de présence, mesurent en temps réel les données météorologiques et le niveau de remplissage des conteneurs à déchets...



3

Les Smart Cities

Les villes intelligentes s'articulent autour des technologies de l'information et de la communication (TIC) et de divers dispositifs physiques connectés au réseau (l'Internet des objets ou IoT). Cette conjugaison de technologies permet de collecter des données (auprès des citoyens et des dispositifs mécaniques), de les traiter et de les analyser pour améliorer la qualité, la performance et l'interactivité des services urbains ou encore réduire les coûts et la consommation de ressources.

> Exemples de domaines d'application :

- **Gestion des bornes de station de charge électrique :**

pour favoriser l'usage des véhicules électriques, moins polluants que les véhicules thermiques.
La France compte à ce jour plus de 20 000 bornes ouvertes au public, +35,5% en 1 an ³

- **Gestion de l'éclairage public :**

pour gérer l'éclairage en fonction de la circulation automobile ou piétonne & mieux gérer les charges énergétiques amenant une économie financière importante pour la collectivité.

- **Gestion de l'eau :**

pour éviter le gaspillage, détecter les fuites d'eau, remonter des données de consommation.
D'ici 2024, ce type d'outils devrait alors réduire les pertes d'eau de 5 % ⁴

- **Gestion des feux rouges & des parkings pour optimiser et fluidifier la circulation dans les villes.**

La France compte environ 30 000 carrefours à feux ⁵

- **Gestion des ressources naturelles :**

Grâce aux compteurs intelligents, facilité & optimisation de la gestion des ressources naturelles (eau, gaz, électricité)

³ Source : GIREVE, groupement pour l'itinérance de la recharge des véhicules électriques, septembre 2017.

(http://www.avere-france.org/Site/Article/?article_id=7056)

⁴ Source : <http://www.lagazettedescommunes.com/473033/vers-une-gestion-intelligente-du-reseau-deau-grace-au-big-data/>

⁵ Source : <https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/newsletters/transflash/transflash-ndeg-404-mars-avril-2016/zoom-feux-tricolores-ou-est>

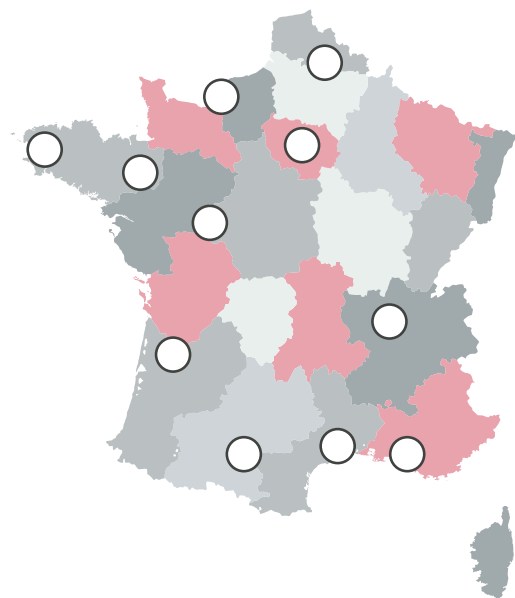
> Exemple de réseaux utilisés :

Quel que soit le concept « intelligent » déployé, il s'articule autour de technologies Machine to Machine (M2M) / IoT permettant à des objets, de remonter des données et à l'avenir, de communiquer entre eux de manière indépendante, sans intervention humaine.

Les cartes SIM multi-opérateurs sont globalement très utilisées du fait de la nécessité de pouvoir déclencher les actions des machines en temps réel. Il faut donc pouvoir disposer d'un lien de connectivité permanent afin d'assurer une continuité de service partout en France et en Europe, permettant ainsi d'avoir un système et un service standardisé.

Les réseaux bas débit équipés d'une surcouche carte SIM M2M :

Il n'est pas rare d'avoir différentes technologies utilisées en synergie pour remonter les données. Par exemple, dans certaines applications de parking intelligent, nous aurons à la fois des capteurs LoRa pour détecter la présence ou non de voitures sur les places de parking qui communiqueront les informations par carte SIM multi-opérateur au travers de gateways.



Si les villes de France les plus importantes, comme Paris, Marseille, Lyon, Toulouse, Bordeaux, Montpellier ou Rennes, mettent naturellement en œuvre de tels projets, c'est également le cas de collectivités de taille moins importante à l'instar de Béthune, Aix en Provence, Angers ou encore Brest et Le Havre. Nous n'en sommes qu'au début de ces déploiements mais les différentes agglomérations ont bien compris les enjeux importants à la fois environnementaux et économiques ainsi que l'opportunité de rendre leur territoire encore plus attractif.

LE SAVIEZ-VOUS : LA FIN DU RTC

L'arrêt de la production de nouvelles lignes analogiques dès 2018 marque de manière décisive la fin programmée du réseau téléphonique commuté (RTC). Nombreuses sont les entreprises utilisant encore ce réseau déployé à partir des années 80, et contraintes de trouver aujourd'hui une solution de remplacement. Les entreprises n'ont cependant pas attendu cette annonce pour faire évoluer leurs équipements. Pour connecter leurs équipements tels que des parcs de panneaux photovoltaïques, des bornes de recharge de véhicules en ville ou encore alimenter les réseaux de régies des eaux, nombre d'entreprises se sont tournées vers le réseau mobile notamment vers l'utilisation de cartes SIM multi-opérateurs pour garantir une continuité de service et assurer la meilleure couverture possible à leurs solutions sur l'ensemble du territoire.

Ce réseau représente une alternative face à la fin annoncée du réseau RTC. Il est notamment indispensable pour les applications générant une grande quantité de données (télégestion et télécollecte de données).

4

Les avantages d'une connectivité maîtrisée



La mise en place de projets liés aux concepts de Smart City, Smart Building ou Smart Grid suppose de déployer un maillage réseau important pour que les objets « intelligents » installés puissent communiquer et remonter les données pour ensuite en piloter et en optimiser l'usage. Plusieurs technologies réseaux coexistent aujourd'hui.

Dès lors que les données des objets connectés peuvent converger vers une plateforme unique de connectivity management à laquelle tous les réseaux quels qu'ils soient (LoRa, SigFox, GSM...) peuvent se connecter, les bénéfices sont alors quantifiables à différents niveaux :

- Le pilotage et le monitoring à distance des objets connectés, depuis un point unique permet de suivre en temps réel les objets connectés et d'optimiser leur maintenance voire la prédictivité des opérations en la matière.
- Une plateforme de connectivity management permet de gérer et de centraliser, à distance, un parc d'objets connectés ayant des besoins différents en termes de connectivité. La mise en place de cartes SIM M2M multi-opérateurs assure par ailleurs une connectivité continue avec les objets connectés garantissant ainsi une qualité de service optimum.
- La remontée en temps réel des informations rend possible le contrôle de la consommation directe de l'IoT. En cas de problème ou de dépassement de consommation autorisée, des alertes sont envoyées.
- Le référencement et le pilotage (activation, résiliation, suspension, suivi de consommation...) des cartes SIM M2M sur une plateforme de connectivity management en simplifie la gestion et participe à l'optimisation des coûts qui y sont liés.
- Dès lors que les cartes SIM M2M sont connectées à un réseau privé, alors les échanges sont entièrement sécurisés.

Ces systèmes dotés de technologies M2M permettent l'optimisation des consommations d'énergie et le développement des énergies renouvelables. Chaque technologie réseau dispose de ses propres avantages concurrentiels et technologiques, répondant à des usages et besoins spécifiques. Les enjeux économiques sont d'ailleurs tellement importants que les opérateurs télécom s'attachent aujourd'hui à développer du LPWAN cellulaire pour le M2M et à imposer les standards tels que le LTE-M et le NB-IoT, en attendant l'arrivée de la 5G. Si le LTE-M et le NB-IoT pallient déjà les problématiques de compatibilité des applications M2M, la 5G pour sa part, en intégrant les canaux bas et haut débit, uniformisera tous les réseaux cellulaires, permettant à terme de réduire les coûts de connexion tout en augmentant le volume de données collectées et transmises. Sur le long terme, la 5G promet en effet un débit 100 fois plus rapide que la 4G, le transfert de 20 gigabits de données par seconde en téléchargement ainsi que l'accès à un réseau encore plus fiable, constant et uniforme.

CONCLUSION

Pour relever les défis environnementaux d'aujourd'hui et de demain, les nouvelles technologies ont un rôle prépondérant à jouer. Alors que les bâtiments améliorent la gestion des énergies, les quartiers gagnent en autonomie grâce à l'apport notamment du photovoltaïque et/ou de l'éolien. Les villes se modernisent avec des applications de parking, de luminaires ou encore de poubelles intelligentes. Un élément-clé commun est présent dans toutes ces applications et solutions : la donnée. Pour fournir des réponses optimales face ces enjeux environnementaux, la collecte et le management de cette donnée sont primordiaux.

Pour cela, les infrastructures réseaux IoT/M2M devront évoluer afin de pouvoir répondre à la **nécessité constante d'améliorer les prises et temps de**

décision des machines. Les villes doivent donc continuer de s'équiper de capteurs afin de remonter la bonne donnée au bon moment. Les nouveaux réseaux LPWAN ou les réseaux cellulaires actuels (2G/3G/4G) et à venir (NB-IoT, LTE-M) sont aujourd'hui de vraies réponses mais nécessitent toujours plus de flexibilité, de résilience, de sécurité et d'interopérabilité.

De par les actions menées au niveau national (Plan Climat) et international (Accords de Paris), la prise de conscience a bien lieu avec des ambitions élevées pour réduire notre impact sur la planète, il reste désormais à trouver les bons moyens économiques, technologiques et innovants pour y parvenir. **Une chose est certaine, cela passera assurément par un monde mieux connecté.**