

Préparer l'éco-cité de demain

Aujourd'hui, 3,5 milliards de personnes peuplent les villes du monde entier, chiffre qui passera à 6 milliards en 2050. Le rythme soutenu de l'urbanisation pose de nouveaux défis aux municipalités, aussi bien au niveau de l'approvisionnement en eau, du transport et de la gestion du traitement des déchets que de la gestion de la production d'énergie distribuée. C'est par une approche pragmatique que les conseils municipaux envisagent de répondre à ces problèmes. En passant à une économie plus verte et en produisant de l'énergie uniquement à partir de sources renouvelables, les autorités locales pourraient à la fois réaliser des économies et intégrer l'environnement dans l'écosystème de leurs villes.

La conception d'une ville durable prenant en compte l'impact sur l'environnement va radicalement changer notre façon de vivre, de travailler et de nous divertir. En s'associant à d'autres parties prenantes, telles que les fournisseurs d'électricité, les services publics, les entreprises de génie civil, les fournisseurs de solutions de génie électrique et les cabinets d'experts-conseils, les villes peuvent créer un environnement propre et sain, sans pollution ni saturation des transports. Elles peuvent également intégrer une infrastructure numérique qui garantit la disponibilité immédiate des services urbains pour plus de confort, partout et à tout moment.

Les villes qui entreprennent de nouveaux travaux d'aménagement urbain reconnaissent que la gestion énergétique est l'un des aspects les plus essentiels. Pour autant, elle soulève aussi des inquiétudes. Pour intégrer des sources d'énergie renouvelable distribuées aux réseaux électriques existants, il est nécessaire de mettre en place de nouveaux mécanismes de gouvernance, d'accepter et d'appliquer de nouvelles technologies et de sensibiliser le public.

Les villes ont besoin d'un plan pour répondre à la demande énergétique et réduire la pollution

Il existe plus de 700 villes à travers le monde, chacune d'une population de plus de 500 000 habitants, qui se développent de plus en plus rapidement. Cela ouvre le marché à des acteurs industriels qui peuvent développer leurs activités dans ces nouvelles villes intelligentes émergentes. La Banque mondiale a annoncé en mai 2014 qu'elle débloquait 9 millions de dollars US pour aider 50 autorités municipales de pays en développement à effectuer des investissements prometteurs en faveur de l'efficacité énergétique, afin de faire des économies et réduire les émissions de gaz à effet de serre.

À cette fin, le nouvel équipement urbain et les services publics doivent être reliés au réseau intelligent : transport, éclairage, bâtiments, chauffage, déchets (centrale de production d'énergie par

Chiffres et informations clés

Le marché global des villes intelligentes, évalué à 526,3 milliards de dollars en 2011, devrait doubler d'ici 2016 pour atteindre 1023,4 milliards de dollars, avec un taux de croissance annuel composé (CAGR) de 14,2 % pour la période 2011 - 2016.

Parmi tous les segments d'application, le marché de la gestion intelligente de l'énergie représente le marché à la croissance la plus rapide avec un CAGR impressionnant de 28,7 % qui portera sa valeur à 80,7 milliards de dollars d'ici 2016 (source : Markets and Markets report)

la biomasse), approvisionnement en eau et, bien sûr, alimentation électrique. La demande d'électricité augmente et intensifie le risque de pollution dans les villes. Pourtant, l'un des objectifs des éco-cités est de réduire la pollution due aux systèmes de chauffage et au transport. Dans de nombreux pays développés, les bâtiments industriels et commerciaux consomment 40 % de l'ensemble de la puissance électrique produite. Les villes ayant besoin de plus de puissance, la hausse des émissions de CO₂ s'accélère et accentue la menace qui pèse sur le climat. Les villes doivent réduire leur empreinte environnementale.

Mesures de réduction des émissions de CO₂

- Intégration des énergies renouvelables (géothermique, solaire, éolienne...).
- Passage des énergies fossiles (voitures, bus, systèmes de chauffage...) à l'énergie électrique (véhicules électriques, tramways, chauffage électrique...).
- Intégration de productions énergétiques multiples et décentralisées (production locale propre).
- Indépendance énergétique (îlotage) et réduction prévisible des coûts pour les villes.

Dans un effort global de passer à un monde sans carbone, les services publics, les entreprises et les gouvernements du monde entier prennent des mesures pour réduire l'impact sur l'environnement : Les objectifs du projet Europe 2020 pour augmenter l'utilisation des énergies propres sont les suivants :

- Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20 % par rapport aux niveaux de 1990
- Faire passer la part des sources d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie à 20 %.

Les importants changements en ville sont dictés par la distribution de l'énergie

L'électricité est identifiée comme étant le meilleur vecteur énergétique du contexte urbain – autrement dit, le mieux adapté à la ville. Le « Smart city Council » définit la ville intelligente comme une ville qui bénéficie d'une technologie numérique intégrée à l'ensemble de ses fonctions. Malheureusement, les vieux réseaux de distribution ne sont pas en mesure d'intégrer des énergies intermittentes produites par des centrales d'énergie propres, telles que l'éolien, le solaire ou la géothermie. Cela complique davantage l'acheminement de l'électricité par les opérateurs de réseaux électriques. Intégrer des énergies provenant entièrement de sources multiples d'énergie renouvelables distribuées est complexe. Pour ce faire, les compagnies d'électricité doivent suivre attentivement la demande et la production.

Chiffres et informations clés

L'investissement dédié aux infrastructures dans ces villes devrait s'élever entre 30 000 milliards et 40 000 milliards de dollars US, cumulativement, pour les 20 prochaines années.

Le marché des technologies dédiées aux villes intelligentes croît rapidement. Évalué à 8,1 milliards de dollars aujourd'hui, ce chiffre devrait quintupler pour passer à 39,5 milliards de dollars en 2018 (Source ABI Research).

Les défis sont les suivants :

- Améliorer la gestion de l'énergie urbaine au niveau de la distribution avec des technologies TIC (technologies de l'information et des communications) permettant d'optimiser l'utilisation de leurs infrastructures électriques et des ressources énergétiques en termes de rendement énergétique, de consommation électrique et de coûts.
- Mettre en place un réseau de distribution intelligent répondant à une demande accrue et intégrant des productions d'énergies renouvelables multiples et distribuées et des solutions de stockage.
- Optimiser les réseaux électriques existants en intégrant les énergies renouvelables.

- Construire des maisons et des bâtiments intelligents.

Smart Grid : transformer le réseau électrique des villes intelligentes

Un Smart Grid inclut de nouvelles technologies de l'information et de la communication, des dispositifs électroniques, du matériel et des logiciels pour gérer les réseaux électriques avec une efficacité maximale. Les opérateurs sont en mesure de mieux exploiter leurs ressources en les poussant au maximum de leur capacité, en maximisant le flux énergétique, en gérant activement la demande, et en permettant aux utilisateurs finaux de participer au marché.

Au niveau urbain, le Smart Grid devient un Micro-réseau. Les Micro-réseaux sont des solutions de génération électrique à petite échelle consistant en centrales électriques locales et en maisons et bâtiments individuels équipés de systèmes éoliens et solaires. Dans plusieurs pays, ce type de production d'énergie décentralisée est déjà ou sera une alternative à faible coût aux systèmes de production d'énergie fossile à grande échelle. Le micro-réseau rapproche la production énergétique du consommateur.

L'électricité est générée par la communauté pour la communauté et tout excédant est directement injecté dans le réseau de la compagnie d'électricité ou stocké dans des batteries pour être réutilisé en période de forte demande. L'interaction entre le micro-réseau et le réseau principal de distribution permet de partager des sources d'énergie économiques et renouvelables, d'améliorer la capacité de stockage et de proposer des services supplémentaires et complémentaires.

Les micro-réseaux permettent de gérer la production et la consommation électriques de manière à ajuster la charge par rapport à l'offre. Grâce aux compteurs intelligents, il est possible d'analyser la consommation en temps réel. Cette manière intelligente de gérer la consommation énergétique peut entraîner une baisse des coûts de l'énergie pour le consommateur et une plus grande autonomisation puisqu'elle encourage des choix de consommation intelligents.

La ville intelligente rassemble des données provenant de dispositifs et de capteurs intelligents intégrés dans les routes, les réseaux électriques, les maisons et bâtiments, les dispositifs de stockage et autres. Les capteurs peuvent être programmés pour un système d'éclairage intelligent, qui adapte l'intensité lumineuse en fonction de la lumière du jour ou qui s'active la nuit au passage d'une personne. L'infrastructure de micro-réseau permettra de relier l'énergie à toutes les autres infrastructures (eau, déchets, transports...), tout en collectant et en analysant des informations anonymes, en proposant aux utilisateurs finaux des points de référence, des prévisions et une aide à la décision.

Chiffres et informations clés

La capacité installée mondiale du micro-réseau a enregistré une hausse vertigineuse depuis 2011 et devrait croître à un CAGR de plus de 17 % pour la période 2012-2022, pour atteindre une capacité installée totale de plus de 15GW à l'horizon 2022 (Research and Markets).

Le prix de l'électricité grimpe et les entreprises et les citoyens veulent reprendre le contrôle de leur consommation. Les consommateurs auront désormais la possibilité et la capacité de choisir quand et comment ils souhaitent utiliser l'énergie et de décider du niveau de confort et de la qualité de service, donc de leur consommation énergétique et empreinte carbone. En outre, les mêmes informations seront mises à la disposition de grandes infrastructures urbaines, qui pourront ajuster leurs stratégies d'exploitation en vue de répondre aux attentes des utilisateurs, et par là-même d'améliorer la qualité de service globale. Selon des chiffres estimatifs tirés de tests Google, les consommateurs qui voient réellement leur consommation d'énergie en temps réel sur leur compteur modifient leur comportement et réduisent leur consommation électrique de 5 à 15 pourcents.

Par conséquent, la mise à disposition de cette source d'informations et la création de nouveaux services aux citoyens contribueront à transformer le modèle opérationnel des opérateurs. Ces nouveaux cadres susciteront des questions concernant l'origine du financement des investissements, les nouveaux prix et tarifs d'électricité et, surtout, la nécessité de réviser le modèle de financement réglementaire appliqué aux fournisseurs d'énergie.

Différences entre les réseaux intelligents et les réseaux électriques traditionnels

- Participation des consommateurs (ou « consommateurs »).
- Nombreuses possibilités de production et de stockage : des centrales aux ressources énergétiques distribuées (DER).
- Flexibilité suffisante pour intégrer de nouveaux mécanismes de tarification de l'énergie, produits et services.
- Électricité « propre », de qualité, fournie relativement exempte d'interruption.
- Exploitation et efficacité optimales des équipements.
- Protection contre les actes de dégradation et les cyberattaques.

Stratégie Alstom – rendre le réseau de la ville plus intelligent

Pour Alstom, cette évolution va bien au-delà d'une simple étude de faisabilité. Alstom participe très activement à des projets de villes intelligentes, aussi bien à l'échelle locale que mondiale, consolidant ainsi sa grande expertise avec environ 30 projets de démonstration en cours dans le monde entier.

Concernant l'importance des éco-cités intelligentes et leurs divers impacts sur les compagnies d'électricité, les innovations d'Alstom Grid permettent de faire le lien entre les technologies existantes et la nouvelle ère numérique, avec ses nouvelles capacités en matière de technologies de l'information et des télécommunications. De plus, le savoir-faire et la capacité d'Alstom à intégrer tous types de production d'énergie (renouvelable, thermique et systèmes de stockage) tout en réduisant l'impact du CO₂, auront des conséquences environnementales, sociales, technologiques et économiques considérables pour les villes.

Chiffres et informations clés

En 2008, l'Electric Power Research Institute (EPRI) estimait que des mécanismes de réseau intelligent pourraient réduire les émissions annuelles de gaz à effet de serre de 60 à 211 millions de tonnes métriques en 2030.

Des chercheurs de Frost & Sullivan ont interrogé 1835 cadres de plus de 40 pays qui affirment que l'urbanisation et les villes intelligentes constituent leur principale préoccupation pour 2014. En haut de la liste des technologies et des marchés à surveiller pour 2020 se trouvent le rendement énergétique et les bâtiments intelligents.

L'insertion dans le réseau d'une charge supplémentaire d'énergies renouvelables intermittentes complique davantage les opérations. L'énergie peut être produite par diverses installations solaires, éoliennes, hydrauliques ou géothermiques décentralisées.

Les technologies de l'information et des communications d'Alstom permettent de relier entre eux les utilisateurs, les infrastructures urbaines et les opérateurs de réseau, via un système d'information en temps réel visant à optimiser l'intégration et l'utilisation des énergies intermittentes. Les compagnies d'électricité doivent s'assurer que leur équipement fixe peut gérer les pics et les baisses de consommation. Des compteurs intelligents sont utilisés dans les maisons et les bureaux pour garantir une information en temps réel sur les besoins en énergie ou sur la consommation. Les données émanant de divers appareils et parties prenantes sont ensuite reliées aux points de production et de consommation via une salle de commande en temps réel. Les opérateurs de réseau peuvent gérer de manière optimale l'énergie dans tout le réseau et anticiper son impact sur leurs réseaux. Ils peuvent dès lors fournir des services énergétiques continus et adaptés aux exigences des utilisateurs finaux grâce aux solutions logicielles de pointe d'Alstom et ainsi renforcer l'efficacité et la fiabilité de l'infrastructure urbaine.

Les avantages de la ville intelligente

- Réduction de l'empreinte carbone
- Efficacité énergétique
- Fiabilité et stabilité du réseau
- Intégration des énergies renouvelables

Solution d'Alstom pour la ville intelligente

Avec l'implication de nouvelles parties prenantes, il est devenu nécessaire de mettre en place un nouveau marché au niveau des villes. À cette fin, un nouveau modèle opérationnel sera défini, combinant des investissements publics et privés européens, nationaux ou même locaux. En proposant des solutions combinant ses technologies clés au profit immédiat des producteurs d'énergie, des services publics, des industries et des utilisateurs finaux, Alstom Grid se place au cœur de la révolution des villes intelligentes.

- Insertion des énergies renouvelables intermittentes dans le réseau électrique des villes : éolien, solaire, thermique...
- Intégration de la production distribuée : raccorder des centrales d'énergies renouvelables multiples et intégrer des solutions d'ilotage (pour favoriser l'autonomie).
- Système de technologie de l'information bidirectionnel en temps réel
- Capacité de stockage de l'énergie au niveau des villes, avec technologies de communication et de prévision dynamiques intégrées, afin de stocker ou d'intégrer des énergies renouvelables dans le réseau et de contribuer à maintenir l'équilibre entre la demande globale et la production.
- Permettre l'utilisation de véhicules électriques rechargeables : fournir des services de stockage supplémentaires.

Alstom est en mesure d'améliorer la gestion de l'énergie au niveau de la distribution avec des technologies TIC (technologies de l'information et des communications), et au moyen d'un logiciel de pointe permettant d'optimiser l'utilisation des infrastructures électriques et énergétiques :

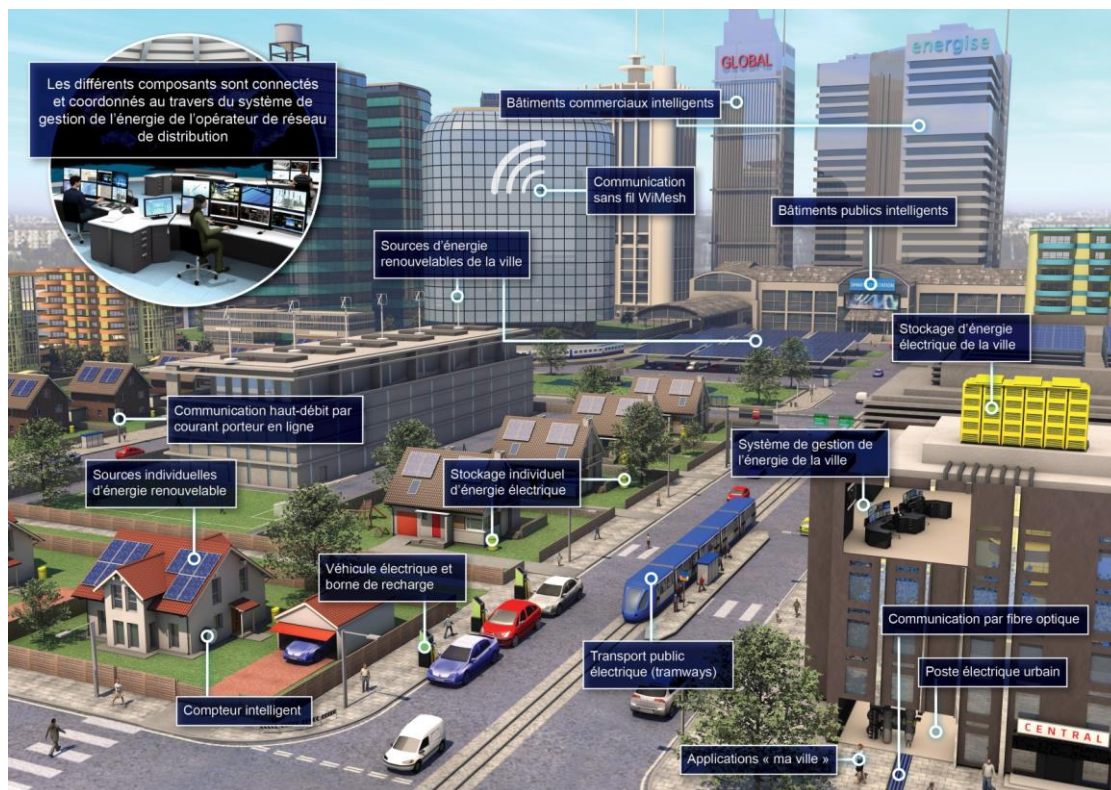
- Réseau de distribution intelligent – production, consommation et stockage
- Équipements et ressources optimisant l'efficacité énergétique, surveillance de la consommation électrique et économies
- Architecture logicielle commune et plateforme d'analyse et surveillance en open data
Visualisation multi-critères (prévisions météo, consommation de l'utilisateur final, production locale d'énergie propre...)

- Communication collaborative basée sur des normes ouvertes

Alstom offre l'expertise technologique essentielle des réseaux intelligents pour parvenir jusqu'à l'utilisateur final ou à l'éco-cité, via des partenariats avec des sociétés telles que Bouygues (bâtiments intelligents), IBM (intégration des technologies IT), Microsoft (interface utilisateur) ou Renault-Nissan, (véhicules électriques). Cette stratégie permet à Alstom de se positionner sur l'ensemble de la chaîne de valeur énergétique – de la production à l'utilisateur final. Alstom cherche à intégrer en une seule entité diverses équipes : énergie, TIC, bâtiments efficaces en énergie et transport.

Alstom apporte ses connaissances et son savoir-faire en vue d'intégrer un **système de technologies de l'information bidirectionnel en temps réel** comprenant : des salles de commande numérique, des systèmes de gestion de réseau et de marché, un logiciel de tarification dynamique en temps réel, des systèmes d'effacement (modifications intentionnelles des modèles de consommation en vue d'induire une réduction de la consommation électrique lorsque les prix du marché sont élevés ou lorsque la fiabilité du système est mise en danger), un logiciel d'agrégation des productions d'énergie distribuées sur le marché (nombre de personnes qui vendent à un acheteur via un agrégateur), des systèmes de règlement (agrégation et pré-traitement) permettant d'analyser les transactions d'achat et de vente et d'aider à la facturation, et un logiciel d'aide aux clients. Cela marque le début d'une nouvelle ère caractérisée par le choix des clients et par de nouveaux modèles opérationnels. Alstom propose une **solution de stockage par batterie concurrentielle** comprenant un convertisseur de source de tension et un logiciel de commande en temps réel qui permet d'assurer le bon fonctionnement de la batterie. La solution de stockage d'énergie par batterie (BESS) aide à maîtriser les fluctuations inhérentes aux énergies renouvelables en stockant l'excédent d'énergie aux fins de la distribuer en cas de pic de consommation.

La ville intelligente



Projets démonstrateurs d'Alstom

La technologie de pointe attestée d'Alstom est déjà en place dans de nombreux projets. Le savoir-faire et les compétences d'Alstom ont été mis en lumière dans de nombreuses régions du monde.

Démonstration pionnière en matière de réseau intelligent, le *projet FENIX* a été déployé au Royaume-Uni entre 2005 et 2009. L'objectif était de montrer que les sources d'énergie distribuées constituent une solution économique, sûre et durable pour le réseau d'alimentation électrique de l'Union européenne. Alstom Grid a fourni un système de technologie avancée et des interfaces avec le marché pour agréger et synchroniser les sources d'énergie distribuées dans le cadre d'une centrale électrique virtuelle.

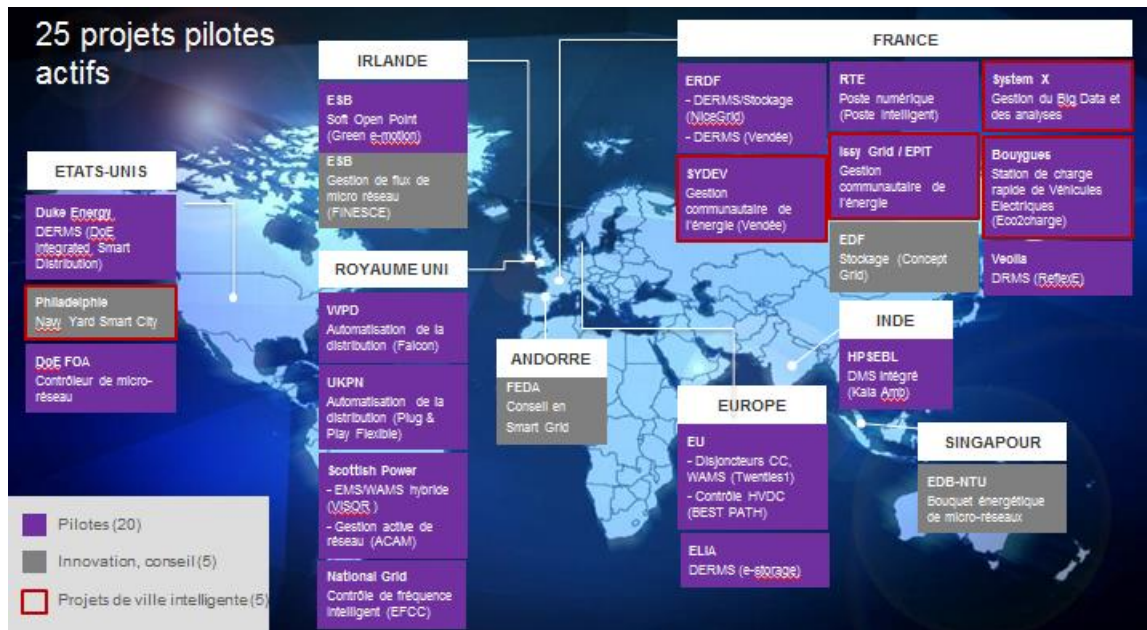
Le premier projet de réseau intelligent dans un écoquartier en France, *IssyGrid*[®], est un projet de démonstration destiné à optimiser l'utilisation de l'énergie dans la ville d'Issy-les-Moulineaux, en région parisienne.

En France, sur la Côte d'Azur, à Carros, non loin de Nice, le projet démonstrateur *NICEGRID* a pour objet de concevoir et tester, en grandeur nature, l'intégration massive du photovoltaïque, l'îlotage du réseau dans des situations extrêmes, avec une solution d'effacement destinée à induire une réduction de la consommation électrique lorsque les prix du marché sont élevés, ou lorsque la fiabilité du système est mise en danger. Alstom Grid a fourni la solution de gestion de l'énergie Network Energy qu'exploite ERDF, le gestionnaire du réseau de distribution en France, pour gérer les sources d'énergie distribuées, ainsi qu'une solution de stockage de l'électricité.

En Caroline du Nord, le projet piloté par le ministère américain de l'Énergie (Department of Energy) est destiné à intégrer efficacement les sources d'énergie distribuées au réseau électrique afin d'aider l'opérateur à concrétiser ses objectifs de réseaux intelligents à l'horizon 2030, avec une amélioration de 40 % de l'efficacité du réseau. Alstom Grid a fourni son système de gestion intégrée de distribution (iDMS), capable d'intégrer de multiples types de sources d'énergie distribuées.

En France, Alstom et son partenaire Veolia collaborent au projet *RéflexE* comprenant une centrale virtuelle (production et intégration d'énergies renouvelables distribuées), combinée à des solutions d'agrégation et à des logiciels de prise de décision pour la gestion des énergies distribuées, incluant également du stockage.

Le projet *Green eMotion* est déployé en Irlande et en Espagne. Ce projet est basé sur le contrôle intelligent des charges pour véhicules électriques, avec l'installation d'une station de charge rapide en courant continu, capable de traiter simultanément trois véhicules électriques.



Perspectives

La transition énergétique de la ville passera nécessairement par un fort engagement de la part des clients, qui doivent comprendre les mécanismes d'approvisionnement et de distribution de l'électricité pour prendre le contrôle de leurs services et des coûts. L'installation de compteurs et de capteurs intelligents est indispensable pour pouvoir établir des prévisions et une planification en temps réel et cet impératif doit pouvoir être socialement accepté par la société à l'ère du Big Data (cybersécurité et protection des données). Le modèle opérationnel de distribution de l'énergie actuel est dépassé. La solution nécessite de libérer le potentiel des citoyens, de créer de nouveaux services et de redéfinir le modèle opérationnel de la distribution électrique.

Véritables moteurs d'innovation, les solutions intelligentes d'Alstom sont élaborées autour des quatre piliers qui constituent les fondations technologiques de la ville intelligente : la gestion de la production d'électricité, son transport, sa distribution et la gestion de la demande. Systèmes de commande en temps réel, optimisation de la distribution de l'électricité, transmission d'informations en temps réel et équilibrage quasi instantané de l'offre et la demande au niveau des équipements, solutions de stockage : autant de solutions clés pour connecter entre elles toutes les ressources énergétiques de la cité au sein d'un seul portail de ville intelligente, et fournir les moyens d'améliorer son efficacité énergétique et de réduire son empreinte carbone. Fort de son leadership en matière de production, de transport, de transmission et de distribution de l'électricité, Alstom propose des technologies et solutions pour énergiser un monde plus intelligent.

Chiffres et informations clés

Le coût de la construction de maisons et de bâtiments intelligents, étant donné les dépenses nécessaires pour assurer des interfaces logicielles entre Smart Grid et Smart Buildings ces 20 prochaines années, s'élèvera à 34 milliards de dollars, soit une moyenne de 1,7 milliard de dollars par an dont la majeure partie sera consacrée aux installations Smart Buildings en place.