



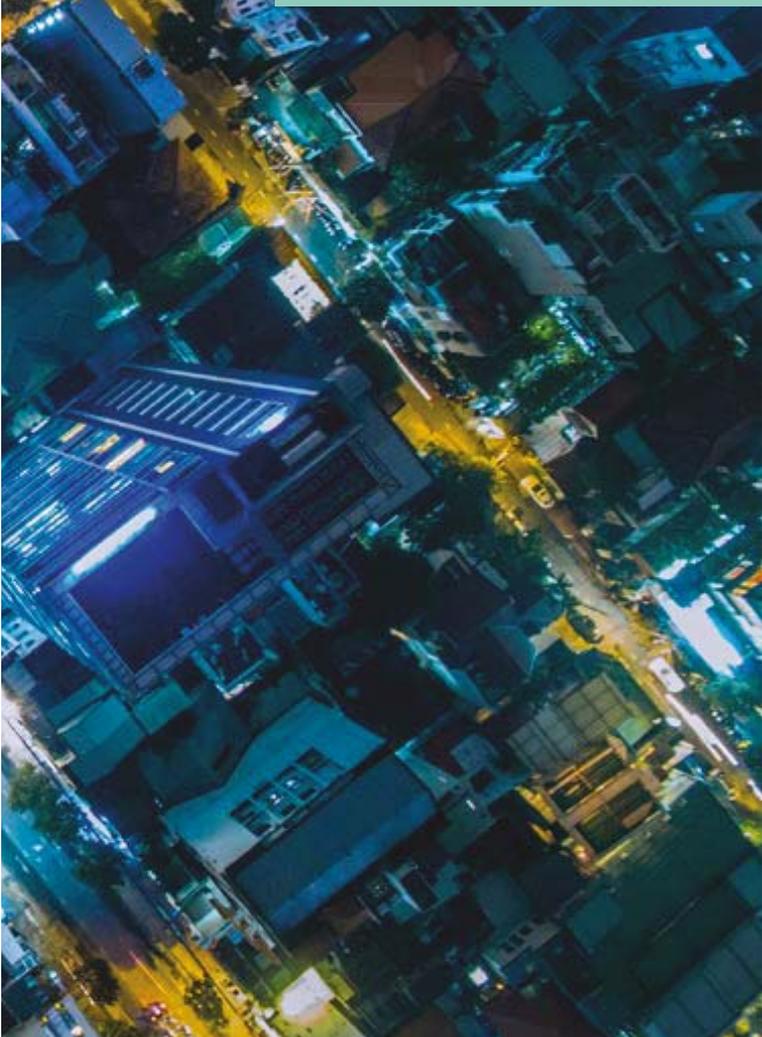
40%

de l'électricité mondiale d'origine
renouvelable en 2050

(Source Agence internationale de l'Énergie)



DOSSIER



L'ÉNERGIE DE LA VILLE

L'énergie construit la ville. Elle donne les moyens de l'innovation, alimente les solutions de mobilité, éclaire nos cités. Le futur du réseau électrique est aujourd'hui porteur d'une promesse : celle d'une ville durable, fluide et connectée aux autres infrastructures qui sillonnent nos métropoles. Une ville qui retrouve la maîtrise de son énergie, se responsabilise et s'autonomise sans pour cela s'isoler du reste du monde. Autant d'innovations pour lesquelles les choix politiques et citoyens restent à faire. De la production locale à la mobilité électrique, la question de l'énergie et de son réseau pose radicalement celle de l'avenir de nos villes, de la manière dont on y vivra. Elle suppose donc que les citoyens se saisissent de cette question pour penser la ville. Leur ville.

Dossier réalisé par Pascal Beria

L'ÉNERGIE CITOYENNE

L'énergie a contribué à l'émergence des villes modernes. L'extension des mégapoles et leurs besoins insatiables en énergies pourraient désormais s'imposer comme leurs propres limites. Longtemps restés la partie immergée de l'iceberg énergétique, les réseaux électriques s'imposent aujourd'hui progressivement comme le chaînon indispensable pour opérer la transition énergétique nécessaire à bâtir une ville durable. L'avènement des nouvelles mobilités, des bâtiments intelligents et des modes de production décentralisés donne un nouveau sens au réseau. Et, dans le même temps, pourrait redonner au citoyen la maîtrise de son énergie.

La prise de conscience d'une nécessité écologique ne date pas d'hier. La conférence des Nations unies à Stockholm, en 1972, est souvent citée comme l'événement qui a imposé les questions environnementales comme un sujet de premier plan à prendre en considération dans les réflexions internationales. « La protection et l'amélioration de l'environnement est une question d'importance majeure qui affecte le bien-être des populations et le développement économique dans le monde entier », précise la déclaration finale de cette conférence. Cette prise de conscience a, depuis, fait son chemin, portée par des volontés politiques et malheureusement régulièrement alimentée par des chocs pétroliers et quelques catastrophes environnementales majeures. Les plus anciens se souviennent du programme de « chasse au gaspi » qui, à la fin des années 70, a conduit les Français à apprendre à lever le pied sur la route et à fermer leurs fenêtres lorsque les radiateurs chauffent. Pour anecdotique qu'elle puisse être, cette opération de sensibilisation reste représentative d'une période de pédagogie qui a permis de construire, peu à peu, une conscience écologique chez le citoyen. « Nous sommes à un moment de l'histoire où nous devons orienter nos actions dans le monde entier en son-

geant davantage à leurs répercussions sur l'environnement », souligne une des conclusions de la Conférence de Stockholm. Et de fait, il y a aujourd'hui urgence à agir en priorité là où se concentre la population : dans les villes.

LA VILLE AU CENTRE DE LA RÉFLEXION ÉNERGÉTIQUE

Selon un rapport des Nations unies¹, les villes sont responsables de 70 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde. Alors que 60 % de la population mondiale devrait vivre en ville en 2020 et que le nombre et la taille des mégapoles ne font qu'augmenter, on comprend, dès lors, à quel point il devient urgent de changer de logiciel en matière de consommation énergétique et pourquoi la ville doit être au centre de cette réflexion. Et la conscience écologique patiemment construite depuis les années 70 aide à la tâche. Aujourd'hui, cette conscience est renforcée par des mouvements citoyens comme celui des « Colibris » et le succès de réalisations comme

Une vérité qui dérange d'Al Gore ou plus récemment le film *Demain*, réalisé par Cyril Dion et Mélanie Laurent. Soutenue par la simplicité de mise en réseau portée par le numérique, cette tendance s'appuie sur la promesse qu'un effort continu de chacun peut avoir des conséquences bénéfiques pour toute une communauté. La solution pour un avenir durable ne viendra donc pas nécessairement de l'action d'un État prophétique, mais bien d'une prise en main des solutions individuelles, autonomes, souples, hybrides et solidaires. Portés par cette promesse, les villes et les territoires affichent désormais leurs volontés de reprendre en main leur gouvernance énergétique, stimulée en cela par des innovations technologiques et l'arrivée de solutions de production d'énergie « relocalisables », comme le photovoltaïque ou l'éolien.

LE BON FONCTIONNEMENT DES INFRASTRUCTURES DE DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE A EU POUR CONSÉQUENCE UNE BANALISATION DE L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

RÉENCHANTER L'ACCÈS À L'ÉNERGIE

Cette prise de conscience individuelle, portée par la culture numérique, est une bonne nouvelle. Elle signe un retour en force d'une responsabilité citoyenne vis-à-vis de la consommation d'énergie. La déclaration retentissante de Donald Trump de se retirer des accords de Paris aura au moins eu pour effet inattendu de faire prendre conscience au grand public des engagements de la plupart des pays dans un processus de transition énergétique. En 2014, une enquête menée par l'Ifop² montrait déjà que 9 Français sur 10 préféreraient consommer leur propre électricité s'ils en avaient la possibilité. Deux ans plus tard une enquête menée par Opinionway³ indiquait que près d'un quart des Français se déclaraient plus sensibles aux enjeux environnementaux depuis le déroulement de la COP21 et que 96 % encourageaient le développement des énergies

renouvelables. L'opinion publique semble prête au changement. Reste à lui faire redécouvrir les vertus de leur réseau. Longtemps, dans les pays développés, la problématique énergétique a été laissée à la seule réflexion des acteurs de la production d'énergie, souvent liée aux questions de souveraineté nationale et aux grandes orientations stratégiques, à qui il incombait d'assurer un niveau capacitaire suffisant pour assurer une fourniture énergétique constante. De l'autre côté de la chaîne énergétique, le citoyen devait, à l'instar des « chasseurs de gaspi », faire en sorte de modifier ses comportements et d'apprendre à mieux contrôler ses consommations s'il ne voulait pas voir sa facture s'envoler. L'avènement des modes de production d'énergies comme l'éolien, le photovoltaïque et la biomasse ont fait émerger une troisième voie intermédiaire, longtemps parent pauvre de cette réflexion : celle d'une relocalisation des moyens de production qui modifie radicalement la manière de concevoir le réseau de distribution d'énergie.

D'UN RÉSEAU PASSIF À UN RÉSEAU ACTIF

Un peu paradoxalement, le bon fonctionnement des infrastructures de distribution de l'énergie a eu pour conséquence une banalisation de l'accès à l'énergie. À tort ou à raison, le réseau a toujours eu pour vocation à se faire oublier au profit du seul usage qu'on fait de l'énergie qu'il achemine. Son bon fonctionnement est aujourd'hui devenu un prérequis qui constitue, d'une certaine manière, son principal point faible. Il en est de même pour l'accès à l'eau ou, aujourd'hui, aux données numériques. Rappelons tout de même que c'est loin d'être le cas partout dans le monde et que de nombreux pays connaissent encore une alimentation en électricité très aléatoire. Or, pour parvenir à faire évoluer les esprits, cette conscience du « dernier kilomètre » est importante, tant pour la collectivité propriétaire du réseau que pour l'utilisateur. « La relocalisation de la production d'énergie est un sujet nouveau, parce que ça rend cette production plus visible », témoigne une élue EELV dans le cadre de cette étude menée en 2017 par le cabinet Equancy pour le Groupe La Poste. Cette visibilité contribue à refaire prendre conscience de cette responsabilité individuelle en matière d'accès à l'énergie et aux moyens qu'elle procure. Même si cette même visibilité constitue également sa propre limite, comme nous prévient un ►

(1) Cities and Climate Change – Global Report on Human Settlements 2011 – ONU

(2) « Les Français et les énergies renouvelables » Ifop Qualit'ENR 2014

(3) « Les Français et les énergies renouvelables » Baromètre Opinionway – Qualit'ENR 2016

► député UDI dans le cadre de cette même étude : « La population est sensibilisée au sujet et prête à soutenir les projets tant qu'ils ne sont pas dans son environnement immédiat. L'éolien, les parcs photovoltaïques, c'est génial, mais partout sauf chez moi ». Des réserves traditionnelles qui démontrent combien l'acceptation sociale et le facteur humain sont des éléments déterminants pour porter la transition énergétique dans les villes comme ailleurs.

DE LA RELOCALISATION À L'AUTOSUFFISANCE

Portées par une tendance plus large d'émergence des circuits courts, de développement de la consommation locale et d'économie circulaire, beaucoup de collectivités s'organisent et s'engagent résolument dans des démarches de relocalisation des ressources auxquelles l'énergie ne fait pas exception. Et qui place les réseaux de distribution au cœur de la réflexion sur la transition énergétique, notamment en raison de la part croissante de la production des énergies renouvelables au niveau local. Les dernières estimations de l'Agence internationale de l'Énergie font état de 40 % de l'électricité mondiale d'origine renouvelable en 2050. Les réseaux de distribution se transforment ainsi peu à peu en formidables réseaux de collecte, vers lesquels convergent les différents gisements énergétiques locaux et nationaux. Aux États-Unis, le déploiement d'un modèle de « Distributed Energy Resources » (DER) s'ébauche sur l'ensemble du territoire. Ces modèles, construits sur une production d'énergie locale distribuée *via* un « micro-réseau » de distribution, ont aussi la capacité de pouvoir recevoir l'énergie provenant des grosses infrastructures de production d'énergie mais aussi, le cas échéant, de mettre sur le marché l'excédent d'énergie produit. Un réseau qui marcherait dans les deux sens, en quelque sorte. L'idée n'est donc pas de renvoyer dos à dos un mode de production décentralisé contre un réseau local qui tournerait en circuit fermé, mais bien de savoir combiner les deux pour permettre d'optimiser les capacités de production et la consommation. Un modèle qui transforme le rôle du réseau de distribution, qui se retrouve au centre du mix énergétique et des enjeux d'information et d'innovations.

ATTEINDRE LA MASSE CRITIQUE

Un tel modèle pourtant se heurte encore à la problématique d'une masse critique qui constitue une limite à son accessibilité et donc son développement. Même si le coût des infrastructures tend à diminuer au fur et à mesure de son développement, il reste parfois hors d'atteinte d'une collec-

tivité territoriale et à fortiori d'un particulier. Il existe une masse critique en dessous de laquelle l'investissement dans un mode de production local fondé sur les énergies renouvelables n'est pas imaginable. Une fois encore, les collectivités s'organisent pour atteindre cette masse critique. On assiste aujourd'hui à une montée en puissance d'organisations comme les « Community choice aggregation » aux États-Unis ou les « Communautés énergétiques locales » en Europe, permettant d'organiser la production à l'échelle locale et d'encadrer les nouvelles questions qu'elle fait émerger, comme la négociation de l'achat de l'énergie, le mode de gouvernance ou la place prioritaire laissée aux énergies renouvelables. Le projet de directive sur le marché de l'électricité présenté par la Commission euro-

L'ACCEPTATION SOCIALE ET LE FACTEUR HUMAIN SONT DES ÉLÉMENTS DÉTERMINANTS POUR PORTER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DANS LES VILLES COMME AILLEURS

péenne définit ce type de communauté comme une « personne morale effectivement contrôlée par des actionnaires ou associés locaux, adoptant une démarche généralement axée sur les valeurs plutôt que sur le profit, active dans la production distribuée et la réalisation des activités d'un gestionnaire de réseau de distribution, d'un fournisseur ou d'un agrégateur au niveau local, y compris dans un cadre transfrontalier ». Un cadre réglementaire encore en construction mais qui a le mérite de poser les jalons pour les initiatives locales et démontre que le changement de modèle s'inscrit durablement dans l'évolution de la société. Et dans les faits, en 2016, 40 % des raccordements au réseau électrique de distribution en France concernaient des installations en autoconsommation⁴. Une tendance devant s'intensifier dans les années à venir.

[4] Source Enedis

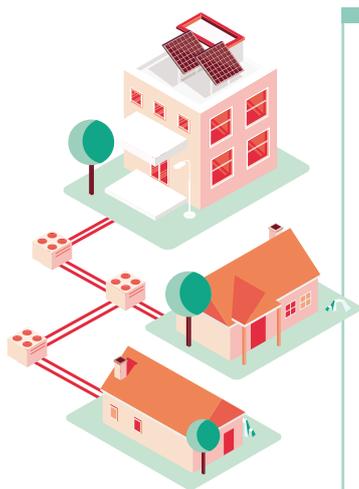
L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE AU CŒUR DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Cette « réversibilité » du mode de production et de distribution de l'énergie nécessite un changement durable de mentalités qui se cristallise autour de la notion de « smartgrids ». Ces réseaux « intelligents » portent en eux une grande partie des enjeux de la transition énergétique et constituent un gisement pour la ville en matière de relation avec ses concitoyens. Les « smartgrids » sont aussi synonymes d'efficacité énergétique, de réappropriation de ses sources d'énergie que d'interopérabilité entre les différents opérateurs de la ville. La ville-État de Singapour, retranchée à la pointe de la péninsule malaise, mène une expérience grandeur nature pour organiser l'autonomie de la production locale des zones insulaires du Sud-Est asiatique énergétiquement très dépendantes. Lancé en 2014, le projet REIDS (Renewable Energy Integration Demonstrator Singapore) cherche ainsi à trouver les solutions technologiques autour d'une plateforme faisant communiquer les centres de production d'énergies renouvelables, un système de stockage décentralisé et les réseaux d'énergie gazières ou même

individuels comme les groupes électrogènes dans un système intégré, modulable et pouvant s'adapter aux évolutions de la demande. Le tout dans le but de fournir une énergie stable à une population qui n'est pas toujours raccordée au réseau électrique et optimiser le moindre kilowatt-heure produit.

UN ACCÈS À L'ÉNERGIE POUR TOUS

La flexibilité du système de « microgrids » permet de déplacer la réflexion résolument sur le plan local et de penser les solutions au plus près des spécificités du terrain sur lequel il se déploie. Ce qui leur confère des atouts indéniables. Les « microgrids » se conçoivent à différentes échelles du territoire. Ainsi au Canada, par exemple, le British Columbia Institute of Technology est parvenu à développer un réseau à l'échelle du seul campus universitaire pour en faire un laboratoire de recherche grandeur nature permettant de travailler sur la prochaine génération de réseaux de distribution d'électricité. En France, en Allemagne, en Italie, en Belgique et aux Pays-Bas, plusieurs réseaux locaux se sont développés à l'échelle du quartier, combinant les énergies renouvelables et traditionnelles aux technologies de bâtiments à énergie positive dans le but de créer des écoquartiers autonomes en matière de consommation d'énergie. Cette flexibilité permet également de pouvoir trouver des solutions locales à l'heure où un rapport de la Banque mondiale⁵ montre qu'1,2 milliard de terriens n'ont toujours pas accès à l'électricité, soit près de 20 % de la population mon-



Blockchain : du bitcoin au partage équitable de l'énergie

President Street, au cœur du district new-yorkais de Brooklyn, expérimente depuis 2016 une solution basée à la fois sur l'usage des énergies renouvelables et de l'économie du partage. Elle doit permettre à ses résidents d'accéder à une autonomie en matière d'énergie. Grâce à des panneaux solaires installés sur les toits des immeubles, les habitants du quartier peuvent profiter d'une énergie produite sur place, mais aussi la partager avec l'ensemble des habitants du quartier en fonction des besoins de chacun. Mais assurer une distribution équitable de l'énergie aux particuliers est un sujet pouvant s'avérer complexe dès lors qu'elle s'inscrit dans le cadre d'un réseau local. La technologie blockchain, devenue célèbre depuis l'avènement du bitcoin, a apporté une solution intéressante pour les habitants de *President Street*. Le système a permis la traçabilité de la consommation de chacun des habitants de manière désintermédiée et sécurisée. Un système opérationnel, tel que proposé par Enedis, fondé sur la neutralité de la donnée certifiée, pouvant être une alternative intéressante pour tous les dispositifs de partage locaux ne nécessitant pas l'intervention d'un intermédiaire.

diale. Les innovations technologiques réalisées autour des « smartgrids » permettent aujourd'hui de développer des solutions locales hybrides, combinant une production décentralisée, un pilotage de la consommation et une gestion intelligente du stockage de l'énergie. Une manière d'atteindre ces territoires éloignés de tout bassin de production ou de contrecarrer les amplitudes ou les coupures de courant sans nécessairement faire appel aux groupes électrogènes encore trop systématiquement utilisés.

PLUS D'INFORMATIONS, PLUS DE SERVICES

La donnée permet aujourd'hui de construire la ville en fonction de l'usage énergétique qui en est fait et installe dorénavant le compteur électrique dans un nouveau rôle. À titre d'exemple, connaître où et à quelle heure sont empruntés les véhicules électriques proposés en autopartage permet à la fois d'optimiser l'offre avec les opérateurs de services mobiles, d'apporter des services de proximité et, le cas échéant, de renforcer le réseau public de distribution aux endroits appropriés. Des informations qui peuvent encore être augmentées par des données sociales, sociétales, de consommation ou d'urbanisme permettant de nourrir les politiques locales de manière spectaculaire. Au Japon, les « smart-communities » s'intéressent ainsi aux problématiques de fourniture et de consommation d'eau ou d'électricité, mais s'ouvrent aussi aux notions de sécurité des biens et des personnes et à la surveillance et la prise en charge à distance des personnes en situation de fragilité. Par cette vision des « smartgrids », on comprend bien que les politiques de la ville ont désormais pour vocation à se décloisonner pour se nourrir les unes les autres. Un enrichissement des services qui suppose, comme il se doit, la collecte organisée des informations de manière transparente et anonymisée, et exige une parfaite interopérabilité entre les systèmes des différents opérateurs.

RELOCALISATION ET PARTAGE DES RESSOURCES

La « relocalisation » des enjeux énergétiques est donc devenue une nécessité qui ne peut toutefois pas être pensée comme une fin en soi. À titre d'exemple, le photovoltaïque présente, sous nos latitudes, la contradiction fondamentale d'avoir un pic d'amplitude autour de midi, lorsque le soleil est à son zénith, alors que la pointe de consommation se situe, elle, traditionnellement en fin de journée. L'essor d'énergies intermittentes ne peut donc raisonnablement s'entendre que dans un cadre plus large de réflexion sur le mix énergétique et les capacités de couplage

avec des sources de production continue et la capacité de stockage de l'énergie. Certaines expériences cherchent à résoudre cette contradiction qui constitue les limites de beaucoup d'énergies renouvelables. Ainsi, le projet « Nice Grid » mené dans la ville de Nice teste deux méthodes sur son réseau local de production solaire pour pallier ces différences d'amplitude. La première incitation encourage les citoyens à caler leur consommation sur les heures d'ensoleillement par un système de « bonus solaire », reprenant le principe des heures creuses. La seconde technique, par l'installation de batteries à des points névralgiques du réseau local permettant d'absorber la surproduction énergétique pour la retransmettre sur le réseau aux heures de pointe. À certains égards, la voiture électrique qui se développe dans les villes devient elle-même un élément de régulation du réseau électrique. Testé à Amsterdam, l'expérience de « Vehicle to Grid » consiste à réinjecter l'électricité contenue dans les batteries des voitures électriques durant les heures de stationnement, qui constitue aussi souvent les heures de pointe de consommation.

LA DONNÉE PERMET AUJOURD'HUI
DE CONSTRUIRE LA VILLE EN FONCTION
DE L'USAGE ÉNERGÉTIQUE
QUI EN EST FAIT

INDIVIDUALISME ET SOLIDARITÉ

L'ensemble de ces expériences montre à quel point la notion de « smartgrids » est aussi porteuse d'*empowerment* individuel que de solidarité et de partage. À terme, on est en droit de penser que la ville durable sera constituée d'autant de micro-sources d'énergie qu'il y aura d'objets connectés et communicants entre eux *via* le réseau électrique. Un objectif qui impose toutefois un changement de modèle pour le réseau et un déploiement massif des moyens de mesure de la consommation d'énergie. D'ici 2020, la Commission européenne prévoit que 72 % des Européens soient équipés de compteurs intelligents⁶ permettant de mesurer à la fois

la consommation et la production d'énergie à titre individuel. Cependant, il faut prendre garde à ce que l'émergence d'une relocalisation en matière d'énergie ne se retourne pas en une forme de tentation autarcique sous prétexte qu'une ville, une région ou un État seraient plus ou moins bien lotis en matière d'ensoleillement ou d'accès à la mer.

UNE OPINION PUBLIQUE FAVORABLE À LA TRANSITION

Une telle démarche irait à l'encontre même de l'esprit des « smartgrids ». « La transition énergétique ne doit pas être réservée à quelques communautés privilégiées », nous dit Claire Roumet⁷, directrice de l'association Energy Cities, l'un des principaux réseaux européens de collectivités. Une ville durable doit être une ville inclusive. Il ne faudrait pas que l'accès à l'énergie devienne une pomme de discorde qui aurait pour effet de créer un déséquilibre entre les territoires. En 2016, une enquête IFOP/WWF⁸ réalisée dans la préparation des élections présidentielles en France montrait l'intérêt porté par la population aux questions des énergies renouvelables et de la transition énergétique, 73 % des personnes interrogées souhaitant que les engagements pris dans le cadre de l'accord de Paris soient respectés. L'opinion publique semble aujourd'hui orientée dans le bon sens pour entamer la transition énergétique et le passage aux énergies renouvelables. Les initiatives ne manquent pas, mais il reste encore beaucoup de questions à résoudre et de freins à lever, de la simple crainte du changement au syndrome du « not in my backyard », pour installer la ville dans la modernité énergétique. Il reste aux politiques publiques, qu'elles soient à l'échelle régionale, nationale ou supranationale, de prendre les décisions et donner le cap. ■

L'énergie verte CERTIFIÉE

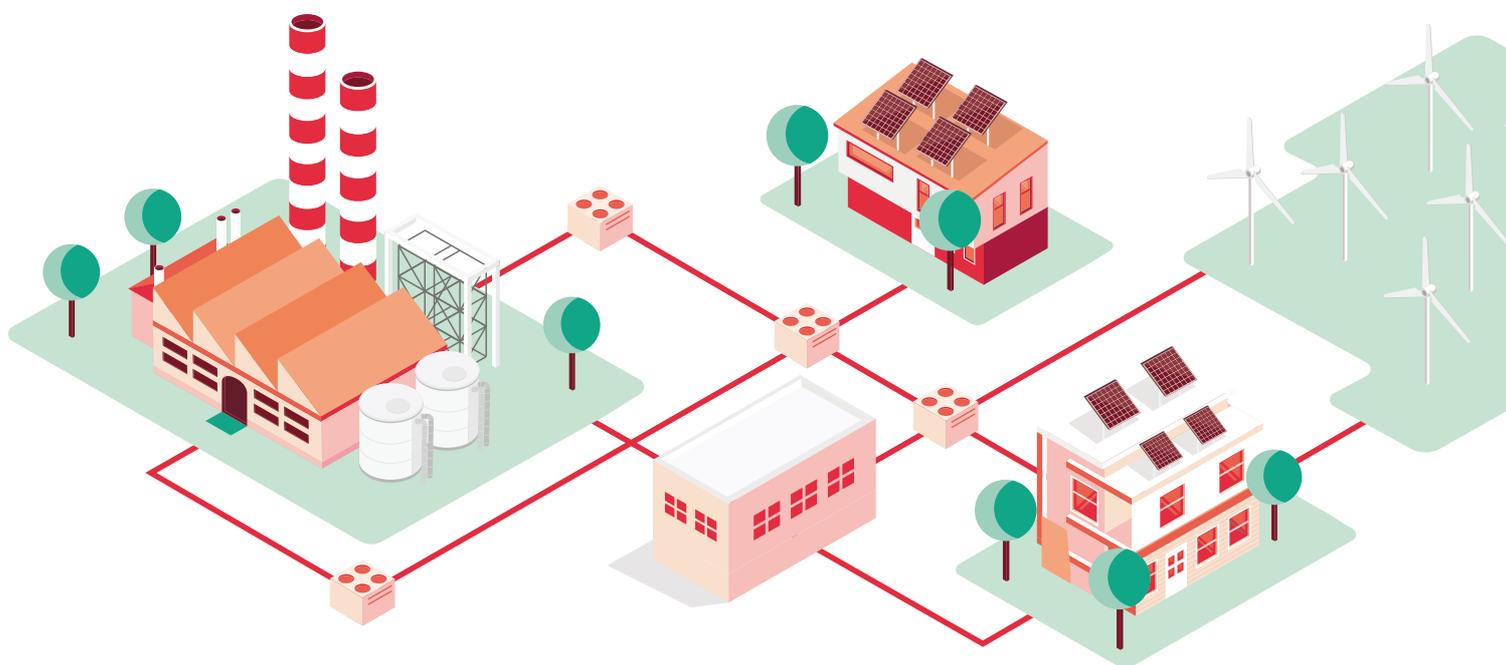
Comment valoriser l'énergie renouvelable, partant du principe qu'une fois injectée sur le réseau, toutes les électricités sont identiques. Les certificats verts d'électricité permettent aux utilisateurs finaux de connaître la source de production de son énergie. Concrètement, chaque kilowatt produit par une source d'énergie renouvelable, comme l'éolien, le photovoltaïque ou la biomasse est alors certifié par un organisme indépendant délivrant un certificat vert, numéroté et enregistré. Ces labels verts existent dans plusieurs pays et s'inscrivent dans le cadre des Renewable Energy Certificates (RECS) régissant l'interopérabilité de tous ces systèmes à l'échelle de l'Europe.

[5] Source « Global Tracking Framework Report » - 2013

[6] Source « Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity »

[7] Source *La gazette des communes* - 14/06/2016

[8] « L'environnement et la présidentielle » - sondage IFOP/WWF - 2016

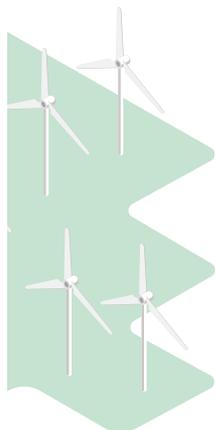


« Les usages de l'électricité évoluent, mais nous n'en sommes encore qu'au début de l'histoire... »

À l'heure des « smartgrids », de la transition énergétique et des énergies renouvelables, comment un grand réseau de distribution d'énergie, historiquement construit sur un modèle centralisé, s'adapte-t-il afin de répondre aux nouveaux usages ? Nous avons posé la question à Michel Derdevet, secrétaire général d'Enedis et auteur de multiples ouvrages sur les enjeux énergétiques. Histoire d'y voir plus clair dans un monde en mouvement perpétuel.

Comment un réseau de distribution d'électricité séculaire s'adapte-t-il aux nouveaux enjeux énergétiques et à la relocalisation de la production dans les villes et les territoires ?

Il faut avant tout bien comprendre que la notion de production locale est une histoire ancienne. À Paris, à la fin du XIX^e siècle, il existait dans certaines parties de la capitale un site de production par arrondissement. Le réseau s'est donc construit à l'époque résolument sur une logique



de cluster de production et d'auto-consommation énergétique, organisés par arrondissements, avec des systèmes fermés, gérés par des compagnies privées. Il reste, en France, encore 5% du réseau de distribution administré de manière locale, non nationalisée en 1946. Paris a donc été une des premières villes à s'être électrifiée, mais de manière partielle. Ce qu'on perçoit donc, aujourd'hui, comme une revendication nouvelle de certains territoires d'avoir des modèles locaux fondés sur l'autoproduction et l'auto-consommation énergétique n'est donc finalement qu'une forme de retour aux origines. C'est un peu singulier aujourd'hui de voir ce retour à une « utopie du local » s'ériger comme un idéal, alors que c'est surtout une logique de territoires connectés et interconnectés et de développement partagé qui a permis au réseau électrique de se déployer, de manière équitable, dans tout notre pays, et au-delà sur le continent européen. Mais l'histoire est toujours le fruit de mouvements cycliques...

Est-ce que ça veut dire que cette tendance à la clusterisation de l'énergie sur des territoires restreints est une mauvaise chose ?

La notion de clusterisation n'est pas une mauvaise chose, puisqu'elle sous-entend la notion de réseau. Après tout, si au sein d'un même réseau on met des énergéticiens, des acteurs de la société civile, des décideurs politiques, des associations, c'est un modèle plutôt vertueux. Là où il faut rester prudent, c'est d'éviter que ce principe de clusterisation se transforme en une forme de repli sur soi, une approche qui soit fermée.

Un réseau énergétique autonome qui serait complètement fermé sur lui-même pourrait-il être viable selon vous ?

L'historien de l'Antiquité Paul Veyne nous dit qu'il existe en la matière un mythe du « domaine romain », qui laisserait penser qu'on pourrait fonctionner en modèle fermé avec ses propres moyens de production, son propre système de comptage, de relation avec les clients et de paiement, sans jamais avoir de relation avec ses voisins. En se coupant du reste du monde, on vivrait alors non pas dans une

forme d'autonomie, mais plutôt d'autarcie qui peut se révéler rapidement régressive. Historiquement, le mythe du « domaine romain » s'est développé en réaction contre les Barbares et les risques qu'ils engendraient. On peut faire un parallèle avec ce que l'on constate aujourd'hui dans notre société, qui se construit beaucoup sur l'individualisme, contre les autres. Or, il est impossible de penser un développement équitable et serein du monde ou d'un territoire avec une telle vision. Si on prend le seul cas de la France, on constate par ▶



Michel Derdevet est secrétaire général d'Enedis et essayiste français spécialisé sur le sujet de l'énergie. Il est également enseignant à l'Institut d'Études Politiques de Paris où il anime le cours « Europe et Entreprise » et au Collège d'Europe de Bruges.

exemple que l'Occitanie produit aujourd'hui 25 % d'électricité de plus que ce qu'elle ne consomme, alors que la Bretagne ne produit, elle, qu'environ 10 % de l'électricité dont elle a besoin. Penser le territoire national comme une addition de « domaines romains » poserait de grosses difficultés.

Cela signifie-t-il qu'une vision locale de la production d'énergie n'est pas compatible avec une solution nationale et solidaire ?

Absolument pas. Ce sont des solutions parfaitement complémentaires. Aux États-Unis, il existe des milliers de réseaux locaux, de micro-grids, qui sont tous connectés au réseau général. On constate à l'évidence un peu partout sur la planète la montée du « fait local », cette

Alors comment réagissez-vous à la montée en puissance de ce que vous appelez le « fait local » ?

C'est une réalité en plus d'être une légitimité. Je vous rappelle que ce sont les collectivités qui sont, en France, propriétaires du réseau de distribution. Une entreprise comme Enedis n'en est que le concessionnaire. Cela signifie que si ces collectivités s'intéressent à la gouvernance des infrastructures concédées, elles en ont bien évidemment toute la légitimité. On est aujourd'hui à un moment charnière de l'histoire, qui n'est plus le mouvement de déconcentration ou de décentralisation qu'on a pu connaître il y a 30 ans, mais qui correspond à la montée en puissance des territoires. Ces grands sujets de transformation ne doivent pas être pensés de manière

plus pertinent pour ces sujets. Cependant certaines décisions sont peut-être plus appropriées si elles sont prises au plus près du terrain. Il faut pour chaque question savoir à quel niveau l'investissement est pertinent. En toute intelligence et sans dogmatisme.

Mais cette montée en puissance du « fait local » ne risque-t-elle pas de remettre en question à terme le rôle des grands réseaux d'énergie comme Enedis ?

Non, car il faudra toujours, à l'avenir, penser à la dimension systémique des gestionnaires de réseaux. Une maison qui sera équipée demain d'une pile à hydrogène ou de panneaux photovoltaïques pour produire son énergie aura toujours besoin d'une source complémentaire en cas de baisse d'amplitude ou tout simplement de panne. Le rôle des grands réseaux est de relier les territoires pour faire en sorte que tout le monde ait accès à une énergie de manière performante et continue. Il n'y a pas de marché à perdre ou à gagner. Nous sommes avant tout des facilitateurs, des tiers de confiance dont le rôle est de répondre à une mission de service public, en faisant en sorte que tous les gens qui souhaitent se raccorder à notre réseau puissent le faire, que ce soit pour prélever de l'énergie ou en fournir. La maison à énergie positive la plus moderne aura toujours la nécessité d'avoir accès au réseau, ne serait-ce que pour revendre l'énergie qu'elle produit en surplus. Que l'on se mette à tous les bouts du raisonnement, les grandes infrastructures sont au cœur de la réflexion.

CE N'EST PAS LE RÉSEAU QUI DOIT IMPOSER UN MODÈLE D'ORGANISATION ÉNERGÉTIQUE. CE N'EST PAS SON RÔLE. LE RÉSEAU EST NEUTRE ET DOIT LE RESTER.

volonté des territoires de se réapproprier leurs ressources et les choix énergétiques qui en découlent. Il ne s'agit pas de lutter contre cette volonté. Ce n'est pas un affrontement. Il faut entendre cette demande, et faire en sorte qu'on puisse mettre à disposition un réseau suffisamment flexible pour permettre les évolutions sociétales et politiques. Au fil du temps, le réseau est toujours parvenu à s'adapter. Ce n'est pas le réseau qui doit imposer un modèle d'organisation énergétique. Ce n'est pas son rôle. Le réseau est neutre et doit le rester.

hiérarchique et imposé aux acteurs du territoire et aux utilisateurs finaux. Aujourd'hui, les élus, les citoyens, les entreprises et les collectivités veulent prendre part aux décisions. À mon sens, le rôle des grands réseaux, qu'ils soient énergétiques ou non, c'est de donner du sens à tout ça. L'échelle de la seule collectivité locale, isolée, n'est pas toujours pertinente, par exemple, pour lancer de grands travaux de recherche ou relever les grands défis liés à la transition énergétique, l'échelon européen apparaissant en l'espèce comme étant sans doute

NOUS SOMMES AVANT TOUT DES FACILITATEURS, DES TIERS DE CONFIANCE

Quel rôle peut occuper un réseau de distribution d'énergie dans la construction de la « smart-city » ?

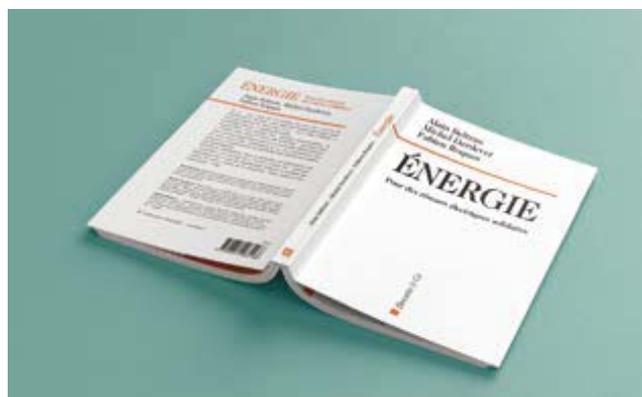
Le cœur du sujet est dans la donnée. Les collectivités vont pouvoir, demain, bénéficier de plus en plus d'informations émanant des différents opérateurs de réseau qui structurent la ville, au premier rang desquels les gestionnaires de réseaux énergétiques. En fournissant de manière agrégée, structurée et anonymisée ces données électriques aux collectivités, Enedis contribuera à l'évidence à améliorer les services que la ville rendra à ses citoyens. Néanmoins, il faut prendre soin que cette collecte ne se fasse pas dans un grand bazar. Il faut que cette donnée soit ouverte et partagée sans pour autant que ce soit de n'importe quelle manière. Elles doivent au final être utiles à celui qui utilise les réseaux, sans donner lieu à une « marchandisation » qui serait néfaste. Cette utilisation des données est aujourd'hui clairement fixée par la loi qui lui donne un cadre contraignant, qui protège les utilisateurs et c'est très bien comme ça.

À ce titre, comment vont évoluer les usages de l'électricité à l'avenir ?

Une chose est sûre : le système énergétique va devenir beaucoup plus complexe que par le passé. Le basculement vers un réseau bidirectionnel, à deux sens, ne s'est pas fait sous forme d'un grand soir. Il est le

fruit d'une montée en puissance graduelle des énergies renouvelables, à travers des projets locaux et des initiatives individuelles. Mais cette évolution s'accompagne d'une « lame de fond politique » qui rend la chose irréversible. L'avenir reposera certainement sur un modèle d'hybridation, un mix énergétique plus « métissé » que par le passé. Les réseaux sont, par définition, l'en-

droit où convergeront les mutations. C'est là où tout se croise : la donnée, l'usage et la consommation. L'évolution des usages de l'énergie qui est faite dans certaines villes ou sur certains territoires est intéressante. La question est de savoir quand ces usages vont quitter leur caractère communautaire pour conquérir l'ensemble de la population et bouleverser les modèles. ■



POUR EN SAVOIR PLUS

Énergie : pour des réseaux électriques solidaires

Ce livre cherche à nous faire comprendre les enjeux qui se cachent derrière l'évolution des réseaux électriques et quels seront leurs impacts sur la société qui se construit.

La ville en réseaux

L'enjeu, pour la ville de demain, sera de parvenir à faire de son réseau électrique un espace où convergent les modes de production énergétique locaux et nationaux, voire supranationaux. Une évolution qui suppose une fluidité et un partage permanent de l'information, permettant d'optimiser la production et la consommation au sein même de la ville.

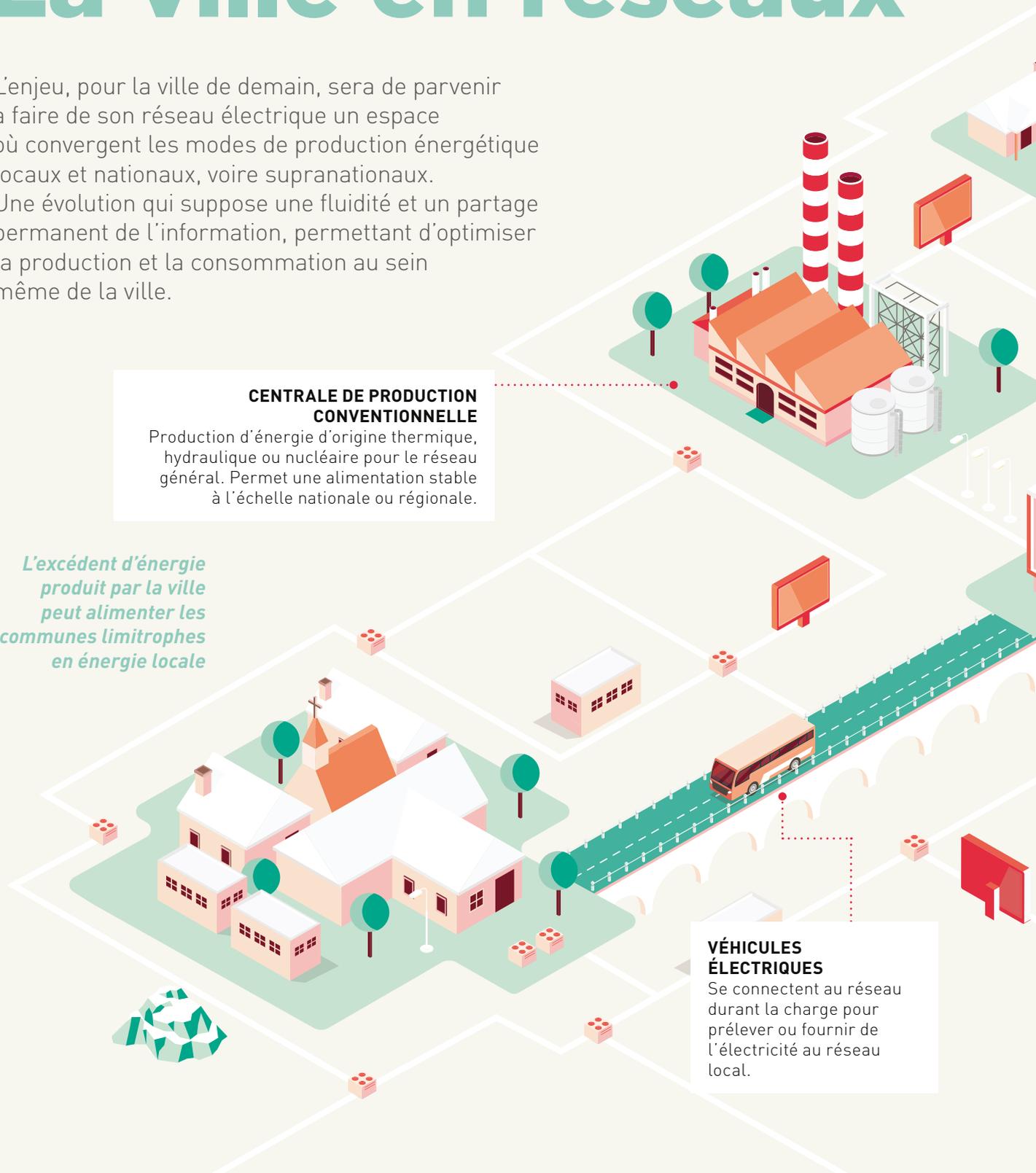
CENTRALE DE PRODUCTION CONVENTIONNELLE

Production d'énergie d'origine thermique, hydraulique ou nucléaire pour le réseau général. Permet une alimentation stable à l'échelle nationale ou régionale.

L'excédent d'énergie produit par la ville peut alimenter les communes limitrophes en énergie locale

VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Se connectent au réseau durant la charge pour prélever ou fournir de l'électricité au réseau local.



SMART-BUILDINGS

Puisant et alimentant le réseau local en énergie, le smart-building associe production domestique d'énergie renouvelable, techniques d'optimisation et de partage de la consommation et matériaux de construction à haute performance énergétique.

PARC DE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

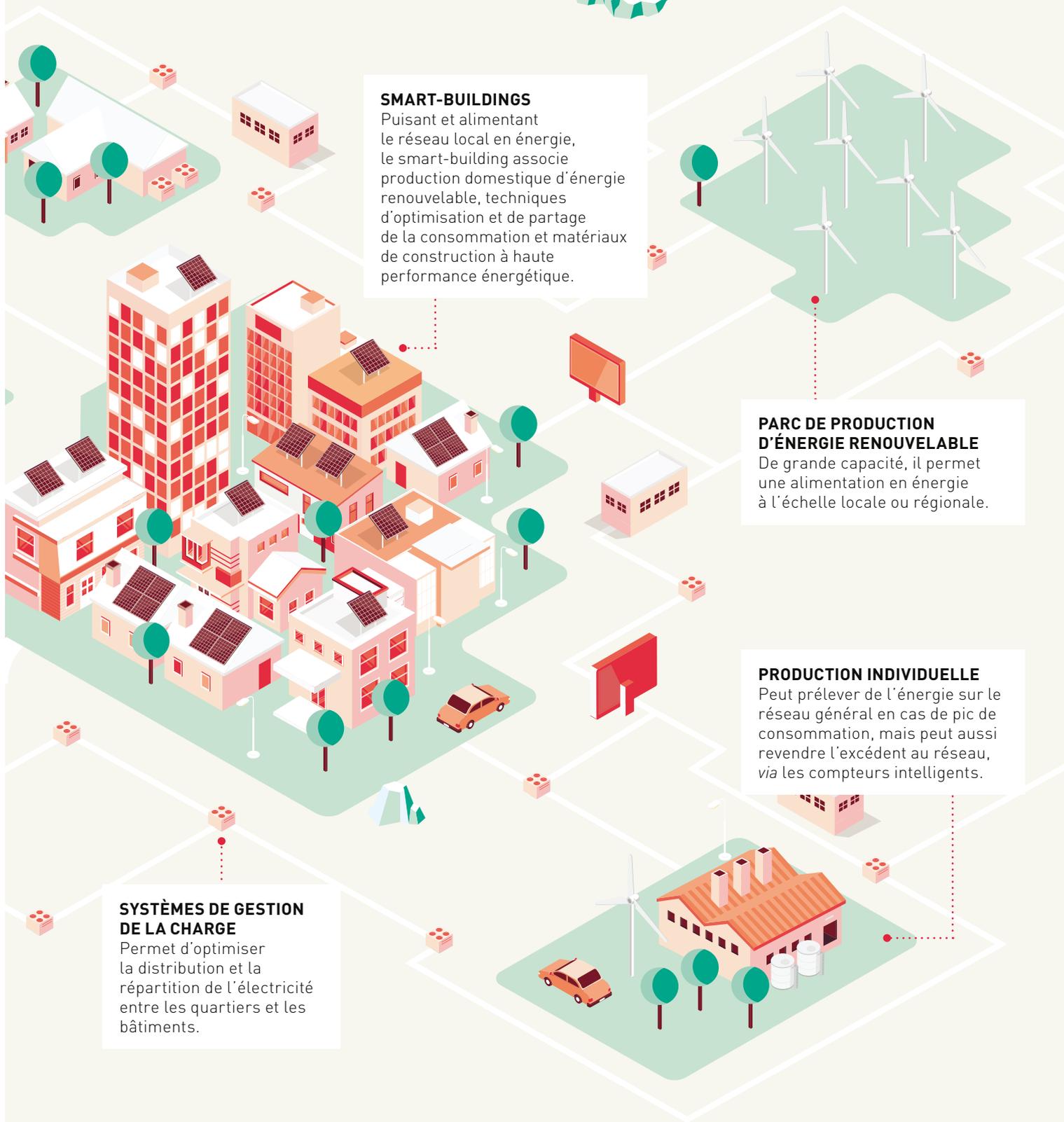
De grande capacité, il permet une alimentation en énergie à l'échelle locale ou régionale.

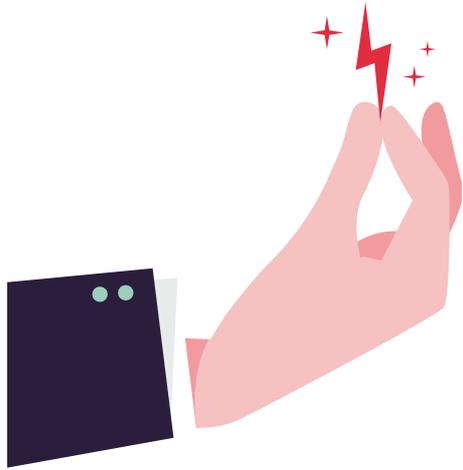
PRODUCTION INDIVIDUELLE

Peut prélever de l'énergie sur le réseau général en cas de pic de consommation, mais peut aussi revendre l'excédent au réseau, via les compteurs intelligents.

SYSTÈMES DE GESTION DE LA CHARGE

Permet d'optimiser la distribution et la répartition de l'électricité entre les quartiers et les bâtiments.





L'ÉNERGIE

au bout des doigts

Lutter contre le réchauffement climatique n'est pas qu'une question de grandes résolutions planétaires. C'est aussi une responsabilité individuelle. En entrant dans les foyers, la technologie donne désormais les moyens à chacun de transformer son domicile en l'un des centres de production, de stockage et de partage d'énergie connectés les uns aux autres. La domestication de l'énergie draine ainsi tout un courant d'innovations qui pourraient changer bien des choses dans les années à venir.

Le réchauffement climatique est désormais inéluctable. Si rien n'est fait, on nous annonce une augmentation des températures de 4° à 5° d'ici la fin du siècle. Avec des conséquences irréversibles en matière de biodiversité, de ressource en eau, de montée des niveaux des océans pour ne citer que les effets directs les plus prévisibles. En 2015, les accords de Paris, dits « COP 21 », ont été une date clé pour l'avenir de notre planète. Moment historique, car les 195 pays présents autour de la table des négociations ont réussi à se mettre d'accord et mettre tout en œuvre pour limiter le réchauffement à 2° par rapport à la température de l'ère préindustrielle. Marqueur des consciences, car à partir de ce moment-là, le grand public a réalisé que le réchauffement climatique était une réalité et devenait l'affaire de tous.

L'ENJEU ÉNERGÉTIQUE

Face à ce constat, nulle échappatoire. Il faut aller résolument vers une société plus sobre en carbone. « On n'a plus le droit qu'à 40 ans de consom-

mation de combustibles fossiles au rythme actuel », nous rappelle le climatologue Jean Jouzel¹. « Si on veut lutter de façon efficace contre le réchauffement climatique, il faut y mettre une volonté politique, mais il faut aussi y mettre les moyens. » En Europe, le paquet climat-énergie de 2008 avait déjà fixé des objectifs ambitieux pour l'année 2020 : réduire les émissions de CO₂ des pays de l'Union à 20 % et faire passer la part des énergies renouvelables à 20 % du mix énergétique. Une ambition encore renforcée en 2014 avec un objectif de 40 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre et une part des énergies renouvelable fixée à 27 % pour 2030. Des objectifs qui visent à faire passer les modes de production d'énergies propres d'un statut encore alternatif à un modèle plus industriel. L'énergie, c'est l'électricité, la chaleur et la mobilité. Autant d'éléments constitutifs des grands pôles urbains. Devant le développement massif des mégapoles et la concentration démographique mondiale, l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) prévoit quant à elle une augmentation du besoin en électricité de 60 % entre 2000 et 2035. « L'éner-

gie, c'est 3/4 des gaz à effet de serre », rappelle encore Jean Jouzel. Dès lors, l'équation permettant un développement social et économique sans aggraver encore un peu plus la situation environnementale semble difficile à résoudre.

LA RÉINVENTION DU DOMICILE

Si l'industrie a indéniablement un grand rôle à jouer pour entrer dans les objectifs fixés par la COP 21, elle ne doit pas faire oublier la part individuelle de cette responsabilité. Car une des inconnues de cette équation est d'abord entre les mains de chacun. Au côté des grands centres de production traditionnels émergent des solutions domestiques qui n'ont plus rien d'alternatives, ni même de rétrogrades. Le domicile se réinvente autour de l'énergie. Matériaux de construction, dispositifs de production locaux, systèmes d'information et solutions technologiques se combinent pour construire un habitat plus sobre et permettre de penser différemment nos modes de production d'énergie, mais aussi les notions d'efficacité énergétique et de stockage. Une révolution sur laquelle fleurit tout un monde de start-up prêtes à disrupter nos manières de penser l'énergie.

LES GAFA DANS LA BATAILLE

Preuve que le marché existe, les géants de la tech ont commencé à s'intéresser de près aux solutions énergétiques durables. Il faut dire que le coût de l'électricité permettant d'alimenter et de refroidir les énormes centres d'hébergement de données constitue une des premières charges pour les géants de la tech. Ils ont donc rapidement compris l'intérêt stratégique de garder le contrôle de leur production mais aussi comment cette démarche leur permettait de travailler leur image d'entreprise responsable. En octobre 2016, Apple et Google ont ainsi été récompensés par l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) pour leurs nombreuses innovations en matière de production d'énergies vertes alimentant leurs bâtiments. De son côté, Elon Musk et son entreprise Tesla a créé le buzz, en marge de ses voitures électriques, avec la commercialisation des produits « Solar Proof » et

« Power Wall », une solution combinée de tuiles photovoltaïques se substituant aux panneaux solaires et de batteries permettant d'emmagasiner l'excédent d'énergie généré la journée et le rendre disponible à la nuit tombée. Cette course à l'énergie verte et à la relocalisation des moyens de production devient un levier de « soft power » qui a une vertu : créer une émulation autour de l'innovation énergétique et contribuer à faire diminuer les coûts de production dont tout le monde profite aujourd'hui.

L'IMAGINATION PRÉSIDE AUJOURD'HUI À LA MANIÈRE DE PENSER L'ÉNERGIE POUR SON DOMICILE

TOUT UN MONDE À RÉINVENTER

Si tout le monde ne bénéficie pas des capacités de financement phénoménales des GAFA, il n'en demeure pas moins que l'imagination préside aujourd'hui à la manière de penser l'énergie pour son domicile et les solutions novatrices squattent désormais les couloirs des salons dédiés à l'innovation. Début 2018, l'incontournable Consumer Electronic Show (CES) de Las Vegas, vers où convergent la plupart des entreprises technologiques du monde entier, a vu le nombre de strat-up et de projets liés au foyer connecté exploser. Le concept repose toujours à peu près sur le même principe : une simplicité d'utilisation des interfaces et un pouvoir permettant à l'individu de piloter sa maison, notamment à l'aide de son smartphone. La maîtrise de l'énergie domestique constitue bien évidemment une part importante de cette volonté d'empowerment. Ainsi, des systèmes de panneaux solaires plug and play (Supersola), de radiateurs autonomes capables de communiquer avec un compteur intelligent (Lancey Eney), de plateforme web de visualisation et d'optimisation de la consommation du foyer (Wivaldy, Hello Watt),

[1] In « Les réseaux du futur et le futur des réseaux » - Side event Enendis au One Planet Summit - 11 décembre 2017



Compteurs intelligents : le maillon fort

Développer une énergie domestique ne signifie pas s'isoler du reste du monde. Bien au contraire. Produire sa propre énergie, c'est aussi être en mesure d'alimenter le réseau général en cas de surproduction domestique ou d'y accéder en cas de pic de consommation de l'habitation. Pour y parvenir, nos vieux compteurs de gaz ou d'électricité se modernisent. En centralisant les flux énergétiques entrants ou sortants, ils deviennent le centre névralgique de la consommation du foyer, susceptibles de mesurer avec précision l'énergie produite localement de celle prélevée sur le réseau général. Alimentés par la technologie AMR (automated meter reading), les compteurs deviennent communicants et sont désormais capables de se connecter avec le reste de la ville intelligente. En Europe, la plupart des États membres se sont engagés dans leur déploiement. Des pays comme la Suède ou l'Italie ont d'ores et déjà achevé ce déploiement sur tout le territoire. Les autres pays engagés devraient y parvenir à horizon 2020 ou 2022. En France, l'installation a commencé en décembre 2015 et 9,4 millions de compteurs étaient déjà installés dans 6 000 communes en mars 2018. À terme, 35 millions de compteurs devraient être installés sur le territoire en 2021. Un choix crucial pour optimiser les flux énergétiques dans nos villes.

d'éoliennes compactes et individuelles (Fairwind) démontrent, parmi d'autres, la dynamique existante dans le domaine de la production d'énergie domestique. Des projets qui supposent un décloisonnement des technologies et une circulation fluide de l'information entre objets connectés, réseaux et utilisateurs.

DES BÂTIMENTS SOBRES EN ÉNERGIE

Une interconnexion qui vise un objectif : l'efficacité énergétique évitant le gaspillage. Les enjeux énergétiques à l'échelle de l'habitat ne se résument pas aux seuls modes de production, mais aussi au perfectionnement des matériaux de construction. La Directive européenne du 19 mai 2010 fixe la norme du « Nearly zero energy » pour tout nouveau bâtiment construit à partir de l'année 2020. Dans les faits, éco-quartiers et constructions à énergie positive labellisés « Bâtiment de basse consommation » (BBC), « Haute qualité environnementale »

(HQE) ou « Leadership in Energy and Environmental Design » (LEED) deviennent aujourd'hui la norme. Ce qui ne résout pourtant pas le cas des bâtiments existants, responsables de plus de 40 % de la consommation totale d'énergie en Europe et dont le rythme de rénovation ne dépasse pas les 1 % du parc chaque année². Dans ce domaine, la technologie numérique prend ici la main pour optimiser la distribution de l'énergie. Et les innovations pleuvent. On ne compte plus les solutions comme celles de « Netatmo » permettant de piloter sa chaudière ou de régler la température de ses radiateurs à distance et de manière autonome. Les innovations vont aujourd'hui plus loin. Récompensée dans la catégorie « smart energy » au CES, la start-up « Yes it is » a ainsi mis au point un capteur électronique centralisant toutes les données environnementales de la maison durant une année entière de manière totalement autonome. Ce « Tag Sensor » permet ainsi de faire un diagnostic complet de l'efficacité énergétique de son

habitat directement depuis son smartphone pour pouvoir, le cas échéant, intervenir sur les points faibles. D'autres jeunes pousses permettent aussi une gestion intelligente des flux énergétiques de production et de consommation à l'échelle d'un bâtiment, permettant ainsi une distribution équitable de l'énergie en fonction des pics de demande et, le cas échéant, une remise sur le marché du surplus de production. Des technologies qui supposent, dans tous les cas, une parfaite combinaison et une interopérabilité entre les systèmes d'alimentation et de distribution de l'énergie.

LES ENJEUX DU STOCKAGE

Reste une question de taille : celle du stockage de l'énergie produite à domicile. Une question récurrente dès lors que l'on fait appel à une énergie intermittente, comme l'éolien ou le solaire. Le développement des solutions de stockage de l'énergie est devenu un sujet hautement stratégique pour la Commission européenne, qui en a fait un chantier prioritaire pour les années à venir. Il s'impose comme le chaînon essentiel permettant le développement massif des EnR. Les technologies de stockage domestique de l'énergie sont aujourd'hui nombreuses. Parmi elles, les systèmes de batteries électrochimiques au plomb, sodium-soufre ou lithium-ion peuvent permettre de répondre à une augmentation de la demande durant quelques heures à l'échelle d'un bâtiment ou d'une petite collectivité. Le mode de stockage thermique, comme nos traditionnelles chaudières domestiques, représente également une solution pour assurer le chauffage quotidien des bâtiments. C'est aujourd'hui le développement des technologies fondées sur l'hydrogène qui concentre une grande partie des efforts. Une solution permettant un stockage compact et surtout de longue durée de l'énergie pour des implantations hors d'atteinte du réseau conventionnel de distribution d'énergie. L'entreprise Powidian a ainsi développé un système combinant production locale et transformation de l'énergie en hydrogène pour permettre à un refuge situé en haute montagne d'assurer une totale autosuffisance énergétique durant plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Tout le

monde n'ayant pas à répondre à des conditions aussi extrêmes, l'entreprise Sylfen exploite cette même capacité technologique du « power to gas » pour l'appliquer aux bâtiments à énergie positive et leur permettre ainsi de pallier les baisses d'alimentation éventuelles.

AUTONOME, MAIS PAS ISOLÉ

Les enjeux énergétiques pour le bâtiment reposent donc sur une habile combinaison entre les modes de production locale, d'optimisation du rendement énergétique et les solutions de stockage permettant d'assurer aux EnR une alimentation stable et continue. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime que les énergies renouvelables pourraient satisfaire près de 40 % de l'augmentation de la demande mondiale d'énergie d'ici l'année 2040³. Un objectif plausible si on considère que le coût de fabrication des centrales photovoltaïques a diminué de 70 % depuis 2010, celui de l'éolien de 25 % et des batteries de 40 %. Reste que, à quelques exceptions près, l'autonomie énergétique n'est pas une fin en soi, mais bien plutôt un moyen d'atteindre les objectifs fixés notamment par les accords historiques de Paris sur le climat. Les ambitions d'autosuffisance et de relocalisation énergétique à l'échelle de l'habitat ne constituent pas pour autant un acte de sécession mais bien plutôt une volonté de participation collective à l'effort en matière de lutte contre le réchauffement climatique. Le bâtiment à énergie positive est foncièrement ouvert sur le reste de la ville durable, ne serait-ce que par sa capacité à remettre sur le marché l'excédent énergétique produit. Une condition qui implique une modification des réseaux d'énergie, qui doivent continuer à fournir une énergie régulière en provenance des grands bassins de production et désormais être en capacité de récupérer le surplus énergétique de toutes les installations domestiques. Un réseau « à double sens » qui fait des infrastructures énergétiques de nos villes le cœur des échanges et de la performance énergétique de demain. ■

[2] Source Commission européenne

[3] Source « World Energy Outlook 2017 » - AIE