

## **IV. Les *smart grids* comme moyen de pilotage de la décentralisation énergétique**

### **IV.1. De l'effacement des usages vers la régulation du trafic énergétique**

---

L'efficacité de l'effacement par un contrôle des smart grids est incontestable si on se restreint à un problème de pointes journalières. Dans un contexte de pénurie de capacité, à l'image du contexte français actuel, l'effacement des usages électriques hors chauffage sur une durée d'environ une heure lors des pics matinaux et nocturnes permet de réduire les consommations de l'ordre de 2 à 5 %, ce qui représente une quantité d'énergie assez faible mais un délestage qui peut s'avérer précieux pour des opérateurs globaux occupés à piloter les plus infimes fluctuations des charges (et qui revient, à l'échelle nationale, à libérer tout de même plusieurs dizaines, voire des centaines, de MW). C'est en effet uniquement dans cette configuration que l'effacement paraît utile alors que le gain apporté par la technologie paraît plutôt faible à des échelles plus locales.

Les niveaux d'autoconsommation urbaine de la production des BEPOS et des bâtiments existants qui pourraient être équipés de panneaux photovoltaïques ne se modifient guère grâce à un jeu d'effacement des usages. Les smart grids, vus comme des systèmes de modulation de la demande, n'apportent quasiment aucun bénéfice puisqu'ils permettent d'augmenter d'à peine 1 % la part des énergies renouvelables fatales (principalement photovoltaïques) consommées localement par le secteur du logement. Leur efficacité, par rapport à un tel objectif, n'excèdent pas 4 %, ce qui demeure dérisoire et scientifiquement non significatif dans un exercice de simulation tel que celui entrepris dans cette recherche. Bien entendu, ces quantités extrêmement basses ne signifient nullement que les smart grids constituent des technologies totalement inopérantes, elles témoignent uniquement que le contrôle des quelques usages qu'elles autorisent ne peut être envisagé comme un levier actif pour maximiser l'exploitation directe des ressources renouvelables et ce, que l'on se situe dans une configuration top-down ou bottom-up.

Mais ce n'est pas du strict point de vue de l'autoconsommation ni de l'effacement que cette recherche apporte le plus d'enseignements. En prouvant que les situations d'autoconsommation du point de vue sectoriel et territoriales sont fréquentes (les BEPOS comme les bâtiments composant les agrégats urbains peuvent consommer, sans stockage et pour un scénario d'exploitation systématique des toitures en panneaux photovoltaïques, près de la moitié de leur besoins électriques, cette recherche démontre que des échanges endogènes au territoire sont possibles et loin d'être négligeables. En effet, les zones existantes pourvues de surfaces éligibles importantes et de faibles besoins électriques deviennent de fait, aux moments de surproduction du point de vue de leur besoin propre, des zones d'approvisionnement pour celles moins bien dotées en surfaces de captation solaire. On remarque, dans l'application faite pour l'agglomération de Tours, que les zones périphériques sont, plus fréquemment que celles du centre, en situation de surcapacité, et qu'elles peuvent fournir de l'énergie aux zones les plus centrales ou à

d'autres secteurs d'activités (notamment le tertiaire). Dans un tel scénario, les smart grids pourraient être plus destinés à l'organisation du transport de ces zones de la ville en surcapacité vers les zones ou les secteurs d'activités en sous-capacité qu'à la modulation de la demande. Dans ce jeu interzone et/ou intersectoriel, les smart grids constituent des technologies qui favorisent significativement l'autonomie sans stockage des échelles supérieures (l'ensemble du territoire), sans néanmoins l'atteindre complètement, en régulant le « trafic » énergétique entre agrégats urbains.

#### **IV.2. Existe-t-il une échelle territoriale optimale qui maximise le gisement d'effacement des usages électriques ?**

---

La réponse à cette question est clairement négative. Les usages spécifiques de l'électricité réputés modulables n'étant nullement dépendant de la structure bâtie, on observe, quelles que soient les échelles, une certaine homogénéité des profils de consommations (en termes de courbe de charge) et des possibilités d'effacement. En clair, l'indépendance entre les échelles des agrégats urbains et le gisement d'effacement s'expliquent par des modalités d'occupation des logements insuffisamment contrastées d'un point de vue spatial pour mettre en évidence des effets d'échelles, surtout lorsqu'on se limite à des usages qui discriminent peu les ménages entre eux (ECS, lave-linge et sèche-linge, lave-vaisselle). En effet, quelle que soit l'échelle et le mode de découpage du territoire, les courbes de charges demeurent similaires et établissent le même type de foisonnement.

Cette assertion démontre que la configuration top down n'est pas plus appropriée pour maîtriser la forme des foisonnements qu'une configuration bottom-up. Au contraire, les effets supposés d'une gestion de grands nombres de logements, qui légitiment généralement la conduite délocalisée de l'effacement, demeurent relativement minces puisque l'homogénéité des profils d'usage apparaît relativement tôt dans le territoire (à des échelles de quelques centaines de bâtiments) et engendre assez rapidement des effets de foisonnement. Pour être plus précis, les agrégats urbains, quel que soit le mode de découpage du territoire, sont identiquement hétérogènes pour engendrer des foisonnements fortement similaires entre eux et contenir des gisements équivalents d'effacement ; et il n'est donc pas indispensable qu'ils soient pris comme des entités de très grande taille et composés de plusieurs milliers de logements comme le suppose généralement une configuration top down.

Là encore, la recherche montre que les smart grids peuvent être utiles à l'échelle locale pour organiser l'effacement de certains usages, notamment pour réduire les pointes journalières et diminuer à la marge les capacités d'une production thermique de l'électricité. Elle démontre enfin que les logiques de maîtrise des pointes à l'échelle locale sont identiques à celles adoptées actuellement à l'échelle nationale.

### **IV.3. Le renversement de raisonnement lié au déploiement des smart-grids et au développement du BEPOS**

---

Pour résumer, l'effacement rendu possible par les smart grids peut être regardé comme un accessoire mineur dans le cadre d'une maîtrise de la structure de la charge énergétique locale. Les gisements qu'ils offrent sont bien trop ténus pour accroître significativement la part consommée d'énergie renouvelable d'origine solaire ou éolienne produite localement, et n'ont de pertinence que dans le cas d'une réduction marginale des pointes journalières, cette réduction étant rarement prioritaire dans une politique territorialisée de l'énergie. Les smart grids doivent donc être plutôt examinés à l'aune des échanges énergétiques entre les agrégats urbains et les secteurs d'activité : de ce point de vue, la technologie permet d'ordonner les flux entre les zones et les secteurs d'activités et de minimiser le recours au stockage, à la production extraterritoriale ou à la génération thermique. C'est en ces termes qu'ils peuvent être envisagés par les acteurs locaux : la technologie intervertit les termes du raisonnement actuel en priorisant l'épuisement de la production locale à travers une distribution intra-territoriale et en considérant les importations ou les productions thermiques comme des éléments d'ajustement ou d'appoint. Ce raisonnement s'emboîte bien entendu avec les échelles jusqu'à atteindre des dimensions supranationales et reprend, d'ailleurs, le format des échanges en cours aujourd'hui entre les pays européens (chaque pays produisant dans la mesure de ses capacités et important une partie de ses besoins en fonction de son déficit capacitaire et de l'état du marché).

Il faut néanmoins souligner qu'un tel renversement des priorités dans les modes de consommation de l'énergie produite localement a des effets directs sur les propriétés des infrastructures dédiées au transport : en outre de favoriser les connexions directes des centres de production aux réseaux locaux, la priorisation de l'autoconsommation territoriale (que la production provienne des BEPOS ou non) modifie substantiellement la fonction des infrastructures de transport de l'énergie en bouleversant la nature et la direction des flux énergétiques qui les traversent. En effet, les réseaux physiques, principalement de transport et de distribution en moyenne et basse tension, doivent acheminer des flux variant continuellement tant en termes directionnels (entre tous les agrégats) qu'en termes d'intensité (en fonction des niveaux de production liés aux conditions météorologiques pour le solaire et l'éolien), ces variations pouvant découler sur un réajustement significatif des besoins de maillage des réseaux électriques urbains (en exigeant d'eux qu'ils soient d'une plus grande connectivité) et un renouvellement des systèmes de régulation des niveaux de tension (afin d'éviter au mieux les situations de sous et surtension).

Selon un tel scénario de mise en œuvre, les smart grids joueraient alors un rôle de « dérivateur » automatique et dynamique (et non pas intelligent) de la production locale selon plusieurs contraintes : la production d'un agrégat, sa proximité spatiale à un agrégat déficitaire et la capacité de transport du réseau de distribution tant en terme d'intensité qu'en termes de connectivité. La recherche Toaster montre, indépendamment de ces contraintes techniques, qu'un découpage du territoire en entité de taille plutôt réduite (des quartiers de quelques centaines de logements) est suffisant pour satisfaire ce type d'optimisation et maximiser l'autonomie des territoires en minimisant le recours au stockage.

#### **IV.4. Le BEPOS et les smart-grids comme moyen pour territorialiser la question de la transition énergétique : de la maîtrise de la consommation d'énergie vers la capacité de la production locale et du transport**

---

Les collectivités territoriales se sont jusque-là emparées de la question énergétique sous une forme comptable. Depuis quelques années, notamment à l'occasion de la mise en place des PCET, elles ont appris à établir des bilans grâce à des méthodes simplifiées (de type 3CL ou RT analogues à celles destinées au DPE) qui envisagent la consommation ou la production d'énergie comme des quantités, des stocks, établies sur une base annuelle (à l'image de la comptabilité économique). En identifiant combien les territoires consomment ou produisent de l'énergie par an, les documents élaborés ne peuvent de fait dire comment les territoires consomment ou produisent cette énergie pendant cette durée. Or, les dispositifs matériels de production et de régulation de l'énergie, introduits dans le débat comme des solutions répondant aux enjeux définis par les stratégies locales, sont dimensionnés autant en fonction de la quantité d'énergie que l'on désire consommer ou produire que des fluctuations de puissances tout le long de l'année. En se focalisant sur la question de l'énergie, les collectivités, comme les réglementations, ont négligé celle des puissances, ces dernières étant les seules quantités permettant d'explicitier l'articulation entre les objectifs énergétiques des PCET ou ceux des stratégies locales et les dispositifs techniques.

Ce raccourci (passer directement de la question de l'énergie aux réponses techniques) engendre une confusion dans les débats en enflant le pouvoir des systèmes technologiques et, très souvent, en favorisant la superposition et non l'intégration de ces derniers. Ce processus est flagrant dans le cas des smart grids et la production des BEPOS : en priorisant le problème de l'énergie sur celui de la puissance, les smart grids sont essentiellement vus comme des solutions pour gagner de l'effacement afin de renforcer l'autoconsommation (alors que, comme nous l'avons montré, les gisements à ce niveau sont plutôt faibles) ou comme des éléments obligatoirement couplés à des procédés de stockage. Les systèmes de stockage deviennent alors des dispositifs supplémentaires et artificiellement indispensables qui complexifient l'assemblage technique au point de rendre ce dernier totalement incompréhensible, notamment pour les représentants des collectivités territoriales. De tels assemblages deviennent de fait quasi autonomes et sont délégués à des acteurs industriels dans l'incapacité de garantir le niveau de performance initialement promis. Enfin, sachant que chaque dispositif appelle pour son fonctionnement de l'énergie et que les assemblages accentuent encore cette consommation, il devient impossible de déterminer, et encore moins de garantir, le niveau de rendement de la solution préconisée.

Or, les smart grids, lorsqu'ils sont regardés comme de simples moyens de régulation automatique des échanges, et donc comme des procédés de « dérivation » dynamique des flux énergétiques, peuvent satisfaire, sans faire appel au stockage, aux objectifs initiaux d'une plus grande autonomie des territoires et d'une exploitation directe des ressources locales. Les BEPOS dans ce cadre deviennent des points supplémentaires de production d'énergie renouvelable qui s'intègrent dans le système énergétique territoriale. La question énergétique passe ainsi d'une analyse comptable à une gestion dynamique du trafic entre points de production et