

PROFESSION

KerGrid : un bâtiment peu carboné, producteur et acteur du réseau électrique à Vannes

Pompes à chaleur sur sondes géothermiques

Micro-éoliennes

Par Pierrick Mandrou (ingénieur chercheur à EDF R&D) et Edouard Cereuil (Responsable énergies Morbihan énergies)

Morbihan énergies, à l'occasion de la construction de son siège social à Vannes, a décidé de mener un projet expérimental : concevoir un bâtiment autoconsommateur au service du réseau, capable de s'effacer notamment en période de forte demande, mais aussi de réinjecter ou de stocker l'énergie renouvelable qu'il a produite. EDF R&D accompagne Morbihan Energies sur l'optimisation du fonctionnement et le suivi énergétique de ce bâtiment dénommé KerGrid.

gérer un effacement partiel de charges sur plusieurs heures ou bien un ilotage complet du bâtiment en cas de black-out du réseau sur une trentaine de minutes. Des bornes de recharge pour véhicules électriques semi-rapides (de 7 kVA) et rapides (de 18 kVA DC et 20 kVA AC) permettent la recharge de la flotte de véhicules. Ces bornes sont également gérées par le système de gestion de puissance pour assurer une recharge adaptée (> **image 3**).



Image 1 KerGrid, nouveau siège social de Morbihan énergies



Image 2 Facade de KerGrid

Un bâtiment à faible besoin énergétique

D'une superficie de 3 300m², et d'une architecture mixte bois-béton, ce bâtiment répond aux exigences du label PassivHaus. Le chauffage est assuré par deux pompes à chaleur sur sondes géothermiques de marque CIAT de puissance thermique de 80 kW chacune, fonctionnant en cascade. Associées à un échangeur, les sondes assurent également le rafraîchissement par géo-cooling. En complément, une centrale de traitement d'air de marque Swegon permet aussi le free-cooling en été en arrêtant l'échangeur à roue dont elle est équipée (> **image 4**).

En 2016, EDF R&D a assuré, en partenariat avec Morbihan énergies, le suivi énergétique de ce site dont voici les principaux résultats.

Les consommations finales tous usages s'élèvent à 65 kWh/m².an. Le poste CVC, en 2016, représente 40 % des consommations finales avec 27 kWh/m².an. Les autres usages représentent 60 % des consommations soit 38 kWh/m².an dont 8 kWh pour l'éclairage (> **graphique 1**). Le besoin de chauffage du bâtiment est très faible avec 29 kWh chaud/m².an pour 2484 DJU soit 12 Wh chaud/m².DJU. Le COP

En raison de sa situation géographique enclavée, la Bretagne demeure aujourd'hui l'une des régions françaises les plus fragilisées électriquement. Aux heures de pointe, la péninsule, qui produit moins de 10 % de l'électricité qu'elle consomme reste exposée à des risques élevés de coupure. La région se mobilise donc autour du pacte électrique breton qui vise à maîtriser la demande d'électricité, à encourager le déploiement massif des énergies renouvelables ou encore le renforcement du réseau électrique.

Dans ce contexte, Morbihan énergies, à l'occasion de la construction de son nouveau siège social à Vannes, a décidé de mener un projet expérimental : concevoir un bâtiment producteur au service du réseau, capable à la fois de s'effacer,

notamment en période de forte demande, mais aussi de réinjecter ou de stocker l'énergie renouvelable qu'il a produite. Ce projet permettra également de soulever les questions juridiques et économiques intrinsèquement liées au stockage d'électricité.

Un bâtiment acteur du réseau

Un ensemble de 524 modules photovoltaïques type LDK de 240Wc unitaire pour un total de 850 m² est réparti en toiture (soit 125 kWc), complétée par deux micro-éoliennes. Une partie de la production locale d'électricité peut être stockée grâce à des modules de batteries d'une capacité de 56 kWh (Saft). Associée aux onduleurs et automatismes, ces batteries sont gérées par un système de gestion de puissance (PMS) de Schneider Electric, qui permet de

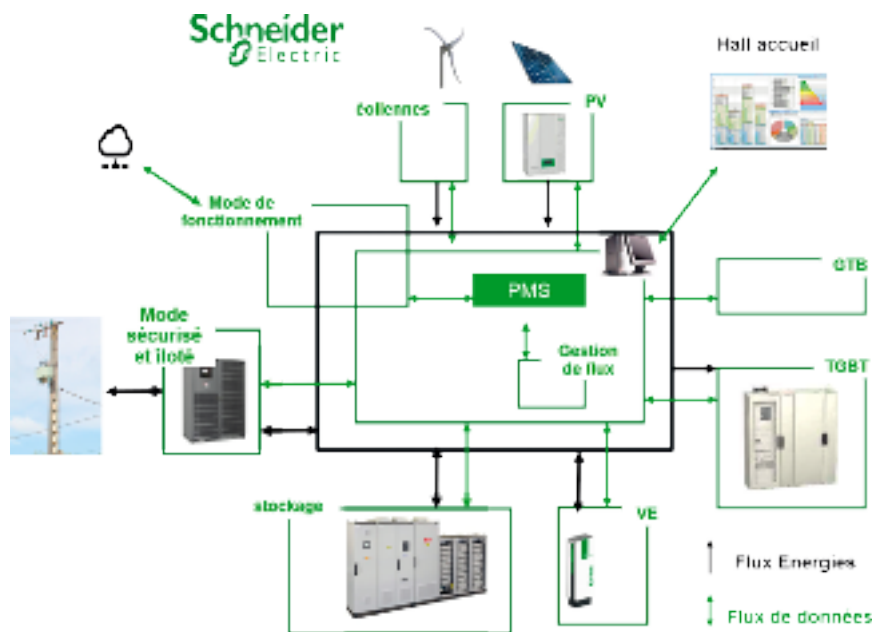
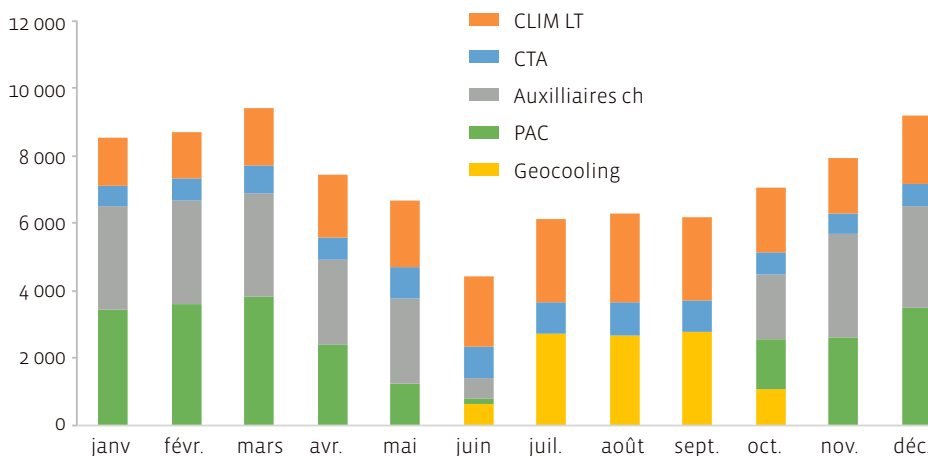
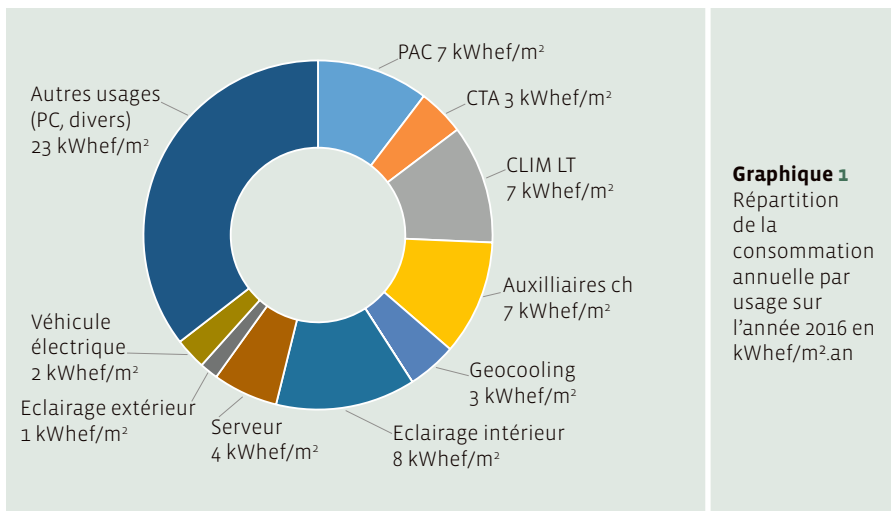


Image 3 Descriptif du Power Management System (PMS de Schneider Electric)



Image 4 Local des pompes à chaleur

machine (chaud fourni/ cons. élect PACs) des PACs est bon puisqu'il est de 4.3 en moyenne annuelle. Néanmoins, les consommations d'auxiliaires restent importantes (7 kWh/m².an) au regard de la consommation des PAC. Celles-ci pourraient être réduites par asservissement des circulateurs de sondes au fonctionnement de la PAC (> graphique 2).



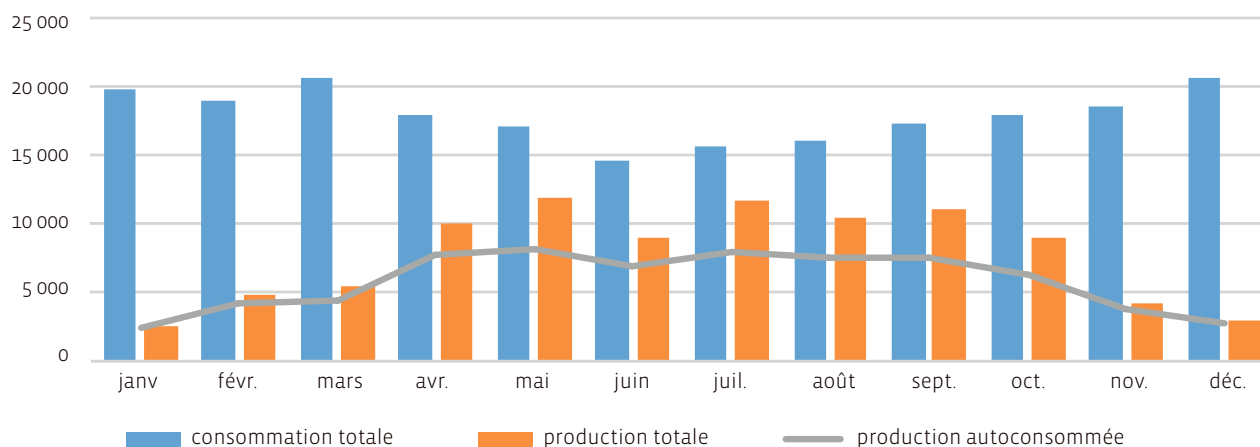
Graphique 2 Evolution des consommations CVC sur l'année 2016

Un bâtiment s'inscrivant dans la stratégie nationale bas carbone

Sur les cinq usages réglementaires que sont le chauffage, la ventilation, le rafraîchissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage, ce site se positionne en classe A en terme d'émissions directes de gaz à effet de serre avec seulement 3.3 kg CO₂/m².an. Une solution gaz + groupe froid air/eau (hypothèse de rendement de 90 % sur PCS) serait positionnée en classe B. Dans ce cas, La solution géothermie permet de réduire de 60 % (sur le périmètre RT) les émissions de gaz à effet de serre et s'inscrit pleinement dans la stratégie nationale bas carbone.

Un bâtiment consommateur d'énergies renouvelables et producteur

En terme d'énergies renouvelables (EnR), il est possible de comptabiliser la production locale produite à partir du photovoltaïque, de l'éolien ainsi que l'énergie extraite du sol pour le fonctionnement des PAC. La PAC géothermale assure l'intégralité des besoins de chauffage, dont 75 % provenant du sol via les sondes ainsi que la totalité des besoins de rafraîchissement d'été du fait du géocooling (hors locaux informatiques). Quant à la production locale d'EnR, elle permet de



Graphique 3 Evolution de la consommation totale de la production PV et autoconsommée en 2016

couvrir près d'1/3 des besoins en électricité nécessaire au fonctionnement global du bâtiment.

La production photovoltaïque est de 92 MWh sur l'année 2016. Rapportée aux caractéristiques des panneaux, cette production atteint 732 kWh/kWc. L'indicateur d'autoconsommation correspondant au volume autoconsommé rapporté à la production est de 75 %. Les 25 % restants étant réinjectés sur le réseau. Sur les mois d'avril à octobre, ce taux d'autoconsommation est en moyenne de 70 %. Sur les autres mois, il dépasse les 80 % et même 90 % sur décembre et janvier (> **graphique 3**).

En exploitation : le coût de production du MWh chaud s'élève à 37 €/MWh et correspond au coût du kWh électrique rapporté à la performance de la PAC, pompe de sondes incluse. Ces coûts comprennent la fourniture, l'abonnement, la CSPE, la CTA et les taxes locales et sont donnés en euros hors TVA. En comparaison, le coût de production pour une solution gaz (avec un rendement sur PCS de 85 %) serait de 51 €/MWh. Dans ces conditions, le coût du poste énergie est particulièrement faible avec 5,71 €/m².an. Le poste CVC représente seulement 2,28 €/m².an. En investissement, le coût de construction de ce bâtiment est de l'ordre de 2 000 €/HT/m². Le coût des systèmes de chauffage et de ventilation représente 9 % du total alors que celui de l'installation de production photovoltaïque, éolien et stockage représente 15 % (> **graphique 4**).

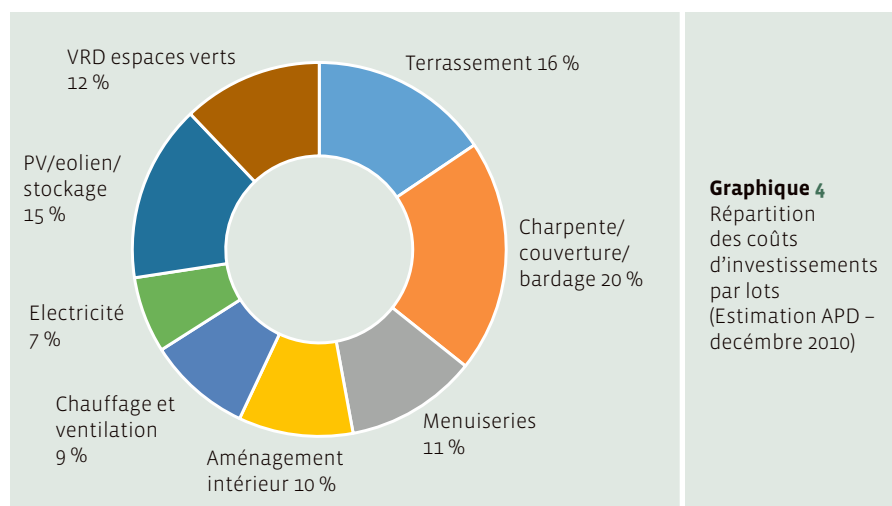
Conclusion

De faibles besoins thermiques inférieurs à 30 kWh chaud/m².an, une production locale permettant de couvrir 30 % des besoins en électricité du bâtiment et une solution de chauffage-rafraîchissement en géothermie à faibles émissions de gaz à effet de serre font de ce bâtiment un modèle s'inscrivant dans la stratégie nationale bas carbone. Fort de l'expérimentation menée sur ce bâtiment qui fut l'un des premiers en autoconsommation, Morbihan énergies a, d'ores et déjà, engagé une démarche d'autoconsommation collective avec les bâtiments voisins dont un gymnase et un quartier pavillonnaire, anticipant ainsi les décrets d'application de la loi sur l'autoconsommation du 24 février dernier. Morbihan Energies regarde également les possibilités de régulation offertes par le véhicule électrique au niveau du smart charging, mais aussi du *vehicle to building*. ■

Le SDEM

Établissement public de coopération intercommunale, le Syndicat départemental d'énergies du Morbihan (SDEM) a été créé le 7 mars 2008, succédant ainsi au Syndicat départemental d'électricité qui regroupait, depuis 1965, les 261 communes du Morbihan.

Propriétaire de plus de 23 000 km de réseaux d'électricité basse et haute tension, le syndicat organise le service public de la fourniture et de la distribution d'électricité. Autorité concédante, le SDEM assure des missions de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre, d'assistance ou de conseil sur l'ensemble du département.



Graphique 4 Répartition des coûts d'investissements par lots (Estimation APD - décembre 2010)