



Technologies

Énergie & Bâtiment

Le stockage à air comprimé pensé en synergie avec le bâtiment

Qu'il faille intégrer la notion de stockage d'énergie dans le bâtiment, afin notamment de répondre aux enjeux d'augmentation des taux d'auto-consommation d'énergie renouvelable et/ou de sécurisation des approvisionnements, est une réalité pour l'avenir dont tout le monde est aujourd'hui conscient. Mais faire de cet enjeu un paramètre de co-conception du bâtiment, c'est-à-dire intégrer cette réflexion de stockage énergétique au cœur même des choix de conception, est une approche en revanche très novatrice. Et c'est ce que propose l'agence d'architecture et ingénierie AIA Associés avec son nouveau concept Air4Power d'intégration d'un système de stockage par air comprimé au sein même des éléments structurels du bâtiment. En fait c'est parce que des demandes se sont fait grandissantes au plan architectural sur la suppression de poteaux que la nécessité de déployer des planchers plus épais s'est imposée au plan structurel avec les propositions d'architecture « suspendue ». Et pour que ces planchers épais soient plus légers, il y eut l'opportunité de mettre en œuvre des structures alvéolaires (avec des caissons de vide). D'où des espaces disponibles dans ces éléments de structure horizontaux que les ingénieurs de l'agence AIA ont imaginé mettre à profit pour du stockage d'énergie. Peu de filières technologiques pouvaient alors répondre aux contraintes d'intégration dans ces planchers d'où l'identification assez rapidement du principe de stockage d'énergie sous forme d'air comprimé, l'air étant léger. Cette réflexion s'est avérée d'autant plus juste que le stockage par air comprimé implique une gestion de flux thermiques (chaleur produite lors de la compression et nécessaire à la détente pour la production d'électricité) qui peuvent aussi être pensés dans la conception du bâtiment. En l'occurrence, avec Air4Power, l'idée est de stocker l'air comprimé en haut du bâtiment (avec un mode de stockage le plus léger possible), d'utiliser un autre niveau structurel épais en bas du bâtiment pour stocker la source froide et d'utiliser la géothermie comme source chaude. Cette dernière est rendue possible par la conception légère du bâtiment qui par la répartition des forces sur quelques points,

limite les fondations et laisse donc le champ libre à l'implantation de puits géothermiques pour le stockage et la restitution de chaud. Il y a donc dans le projet Air4Power une véritable synergie entre les choix architecturaux et structurels et ceux de la gestion énergétique.

La clé technique offerte par Lighsail Energy

Toute cette réflexion de co-conception architecturale, structurelle et énergétique, s'est nourrie au plan technique des avancées faites en matière de stockage sous forme d'air comprimé. Il faut en effet rappeler que si ce principe de stockage est connu depuis longtemps, la problématique de la gestion des échanges thermiques restait un frein à son déploiement, notamment à l'échelle de bâtiments, engendrant des rendements globaux (stockage et destockage) faibles. Le fait d'avoir identifié aux Etats-Unis la société Lighsail Energy qui détient une technologie de compresseur réversible compact dont la gestion thermique se fait par brumisation dense d'eau (permettant une compression isotherme avec un rendement de 70% sur le cycle compression-détente) a ouvert la voie à cette conception architecturale (détendant en outre un système de stockage d'air comprimé en bouteilles légères de carbone). Cette start-up américaine n'avait jusqu'alors pas pensé son système pour une intégration bâtiment, mais plutôt sous forme de structure séparée pour des capacités et puissance de stockage assez élevées (sa première centrale de stockage sera bientôt opérationnelle à Hawaï). Cette vision intégrée de sa technologie, utilisant les espaces « opportunistes » de la structure du bâtiment pour les sources chaudes et froides, constitue donc le cœur du brevet de l'Air4Power. Une approche d'autant plus originale que le système dans son ensemble change de vocation. Il ne s'agit plus ou pas seulement de stocker temporairement un excédent d'énergie photovoltaïque disponible, mais d'être le nœud d'une centrale microgrid multi-énergies, capable de délivrer du chaud, du froid, de l'électricité,

voire directement de l'air comprimé (par exemple à terme pour des véhicules adaptés ou des usages industriels locaux). Au total, le rendement énergétique de l'Air4Power tournerait alors plutôt aux alentours de 85%. Une part importante de la valeur ajoutée de cette intégration est donc aussi d'optimiser la gestion des usages énergétiques entre ces différents flux.

Air4Power est aujourd'hui encore un concept en phase pré-opérationnelle, l'idée étant avec le soutien de l'Ademe obtenu récemment (appel à projets Energie) d'avancer vers le premier bâtiment démonstrateur à l'horizon de fin 2017 (des contacts commencent à s'engager à ce sujet). Une étape de prototype à l'échelle 1 est prévue entre temps pour 2016-2017 dans un site industriel instrumenté. L'agence AIA Associés reste liée à Lighsail Energy dans le cadre d'un accord de trois ans, mais le concept en lui-même pourra s'appuyer par la suite sur d'autres offres de « moteur-compresseur/détendeur-générateur » s'il venait à en s'en créer industriellement. Le concept d'Air4Power est aussi amené à se déployer dans une vision urbaine au-delà du bâtiment seul, la « centrale » ainsi créée pouvant être en échange permanent avec d'autres structures voisines du quartier, mais également à une échelle plus petite en synergie avec des sources diffuses de production électrique (mini-éolien urbain par exemple). Des déclinaisons sur des exploitations agricoles, voire à terme dans le domaine de l'habitat individuel (même si ce marché semble plus lointain sur cette technologie) sont aussi prévues. Tous ces développements qui débutent seront portés par une structure dédiée pour porter le concept, baptisée Air4Stock. Celle-ci lancera dès septembre une opération de levée de fonds par crowdfunding (sur MyNewStartup) pour amorcer le financement de la première phase du projet, celle du démonstrateur numérique prévue de mi-2015 à mi-2016.

AIA Associés

Laurent Rossez, Directeur Stratégie & Innovation

> 01 53 68 93 00

> www.a-i-a.fr