



QUALITÉ CONSTRUCTION

REVUE DE L'AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION • NUMÉRO SPÉCIAL 2017 • 20 €

LES BÂTIMENTS À ÉNERGIE POSITIVE

NUMÉRO SPÉCIAL 2017

AVIS D'EXPERTS

LA DÉMARCHE BEPOS VUE PAR LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

TEXTE : PHILIPPE HEITZ
PHOTOS ET ILLUSTRATIONS : ANMA, BRÉNAC & GONZALEZ, DEERNS, ENERTECH, LUC BOEGLY, PASCAL GONTIER ARCHITECTE, PHILIPPE HEITZ, SERGIO GRAZIA, YVES CHARMONT, DR

Comment architectes et bureaux d'études abordent-ils la demande des maîtres d'ouvrage de bâtiments à énergie positive ?

Soyons clairs d'entrée : la demande de Bepos reste encore très marginale, voire régresse. Les témoignages d'architectes et d'ingénieurs sur leurs retours d'expérience de bâtiments à énergie positive sont éclairants pour l'avenir. Le Bepos est-il un Graal impossible à banaliser ? Ou, au contraire, l'apprentissage par l'erreur et la conception de nouvelles générations de bâtiments à énergie positive sont-ils porteurs d'une inéluctable évolution vers un futur « où l'acte d'habiter ne pèse plus sur l'environnement », comme le formule l'ingénierie Christel Corradino du bureau d'études Enertech. Quelles solutions constructives architectes et ingénieurs prescrivent-ils pour répondre à ce défi ?

Une demande rare et motivée

C'est somme toute normal : l'exploration d'une nouvelle frontière est le fait de quelques pionniers courageux qui vont essuyer les plâtres. Jean-Pierre Lévêque, architecte de l'agence parisienne Brénac & Gonzalez & associés, souligne que la demande programmatique vient toujours des maîtres d'ouvrage. « Avant tout, un bâtiment est la demande du maître d'ouvrage. L'architecte donne réalité à cette demande. Le Bepos entraîne des surcoûts qui demandent des arbitrages courageux. S'il n'y a pas de volonté forte d'un commanditaire, cela n'aboutit pas. Les maîtres d'ouvrage, publics ou privés, avancent très précautionneusement sur le Bepos, avec une volonté similaire de faire avancer les choses et de se positionner à l'avant-garde. En secteur privé, même si l'objectif économique est toujours présent, le maître d'ouvrage est prêt à réduire sa marge pour avoir un retour d'expérience et tirer parti du Bepos pour sa communication. En secteur public, ce sont des choix très politiques, pour

remplir son rôle de pouvoir public. La demande publique est plus ouverte dans les choix d'optimisation du projet. Avant la RT 2012, les maîtres d'ouvrage anticipaient la réglementation avec un objectif BBC, puis Bepos. À présent, il y a une attente de définition de la prochaine réglementation avant de se remettre une couche d'exigences. Nous n'avons plus eu de demande de Bepos depuis la livraison en 2015 d'un ensemble de 9 053 m² de bureaux et logements de Bouygues Immobilier à Chatenay-Malabry (92). »

Le projet de la Cité de l'Environnement, un des premiers bâtiments de bureaux à énergie positive en France, est lancé en 2005 par le Pôle Solere, collectif de professionnels français experts de la qualité environnementale dans le bâtiment. Situé à Saint-Priest en périphérie de Lyon (69), le bâtiment de 4 495 m² Shon a été livré en 2009. Coordinatrice maîtrise d'œuvre du bureau d'études Enertech, qui en a été le bureau d'étude fluides puis en a mesuré le fonctionnement pendant deux ans, Christel Corradino

Ensemble Bepos de 9 053 m² de bureaux et logements livré en 2015 à Chatenay-Malabry (92) par l'agence Brénac & Gonzalez & Associés.

retrace l'évolution de la performance énergétique des projets à énergie positive au cours de cette première décennie de Bepos.

« À l'initiative des collectivités, la performance énergétique a été au cœur de nombreux projets en Région Rhône-Alpes ces dernières années. Inspirées par l'exemple allemand, les solutions mises en œuvre étaient en totale rupture avec les habitudes de la profession : intégration de la logique bioclimatique, simulations thermiques dynamiques, sur-isolation des ouvrages, mise en œuvre de systèmes de ventilation double flux... »

En plus d'une remise en cause profonde de nos façons de concevoir, la recherche de performance énergétique a conduit la profession à innover lors des phases de construction et d'exploitation, sans en avoir toujours les moyens temporels ou organisationnels. Nous avons suivi en détail et pendant deux ans la plupart des réalisations pilotes effectuées en Région Rhône-Alpes. La partie visible de l'iceberg : la plupart de ces opérations n'ont pas "tenu leurs promesses" en termes de **CO2**



performance énergétique. On retient aussi le mécontentement des usagers, à qui on avait souvent survendu les résultats attendus, générant des attentes excessives, parfois confrontés à de réels inconforts. À ajouter à cela la mise en évidence d'un chaînon manquant entre la livraison des installations et leur exploitation, induisant de réelles difficultés de maintenance. Mais au-delà de cette partie visible, montée en épingle par une presse prompte à la caricature, ces campagnes de mesure nous ont livré de précieux enseignements, qui ont posé les bases des bâtiments Bepos, bâtiments dans lesquels les consommations sont si basses qu'elles peuvent être compensées par une production photovoltaïque en toiture. Dans ces bâtiments, ce sont les détails de conception et de réalisation qui font la performance effective, ainsi que la qualité de l'entretien du bâtiment. Les dix dernières années nous ont permis de faire un bond en avant sur la notion de performance effective, c'est-à-dire de cerner très précisément où la technique est indispensable, comment l'intégrer, et où, au contraire, la sur-complexité n'est pas à la hauteur des économies d'énergie escomptées. »

En maison individuelle également, la maîtrise d'œuvre doit faire preuve de pédagogie sur un concept parfois flou chez les particuliers. Franck Janin, ingénieur thermicien du bureau d'études HELIASOL, relate son expérience de la demande en maisons individuelles. « Je constate une demande en croissance, mais parfois liée à un effet de mode et une confusion entre les notions de maison passive et de Bepos. Certains pensent faire au mieux en se fixant un objectif d'énergie positive, croyant que le Bepos est mieux pour la planète que le passif. L'opposition sémantique "maison passive" contre "énergie positive" renforce cette confusion ! La discussion avec mes clients sur leurs motivations permet de faire mûrir leur réflexion sur les priorités d'investissement. J'insiste sur le fait qu'une installation photovoltaïque va durer 20 ans,

« En maison individuelle également, la maîtrise d'œuvre doit faire preuve de pédagogie sur un concept parfois flou chez les particuliers. »

La Maison de l'Île-de-France, cité universitaire internationale de Paris, est équipée de deux cuves de stockage inter-saisonnier de la chaleur solaire de 156 m³ de capacité.

contre 40 à 50 ans pour l'enveloppe d'une maison. Attention de bien consacrer le budget d'abord à l'enveloppe passive, et ensuite, ce qui reste, au photovoltaïque. »

Intelligence collective de rigueur

Individualistes s'abstenir. Le défi du bâtiment à énergie positive met la barre à un tel niveau qu'il bouscule les habitudes de travail entre les acteurs d'un projet de construction. Conscient

de ses limites, chacun va chercher les compétences complémentaires aux siennes pour atteindre la performance énergétique en respectant le budget imposé.

La conception de l'extraordinaire Maison de l'Île-de-France (Paris), résidence universitaire internationale de 142 chambres, Bepos 100% solaire avec stockage inter-saisonnier de la chaleur, est emblématique de cette démarche collaborative étroite. Cyril Trétout, architecte associé d'ANMA,

Moyens de production, de stockage et d'économies d'énergie de la Maison de l'Île-de-France (75), cité universitaire internationale.

agence Nicolas Michelin et associés, insiste sur cette nouvelle façon de travailler. « Aujourd'hui, on ne peut pas faire une esquisse architecturale sans partenaires. Avec le BIM et avec le Bepos se posent dès la phase de conception les questions des informations à partager, des techniques à employer. C'est d'abord une rencontre humaine, quelle que soit la technicité développée. Avec le Bepos, la question humaine est au centre du projet, et c'est passionnant ! Non seulement entre >>>

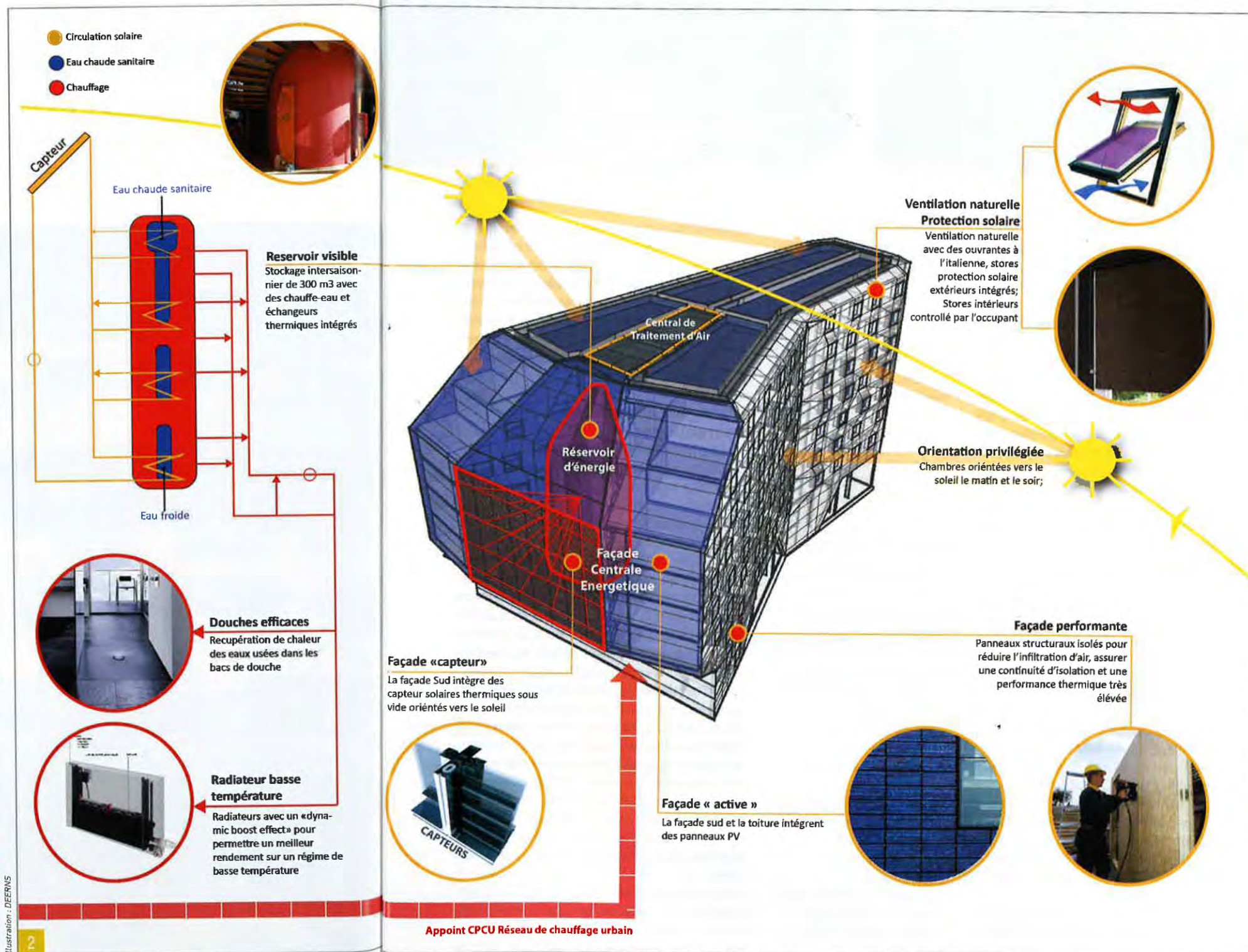


Illustration : DEERNIS



Photo : ANMA



Photo : Pascal Gontier Architecte



Photo : Ph. Heitz

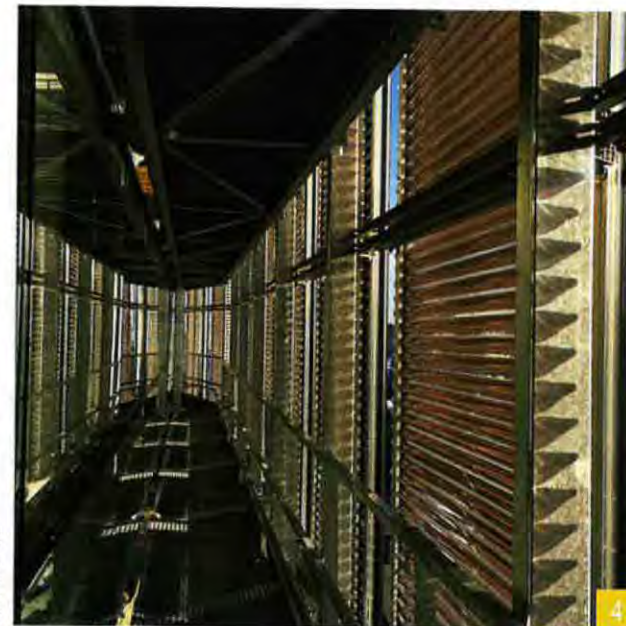


Photo : ANMA

architectes et bureaux d'études, mais aussi avec les utilisateurs des bâtiments : on ne saura pas faire du Bepos sans l'apport essentiel de ceux qui y vivent. Si un étudiant passe vingt minutes sous la douche et que ses 140 copains font la même chose, on n'y arrivera pas ! À la Maison de l'Ile-de-France, inaugurée fin septembre 2017 par la présidente de la Région, les étudiants sont informés et responsabilisés sur le fonctionnement de la résidence universitaire. L'assistance au maître d'ouvrage, le bureau d'études Tribu, a rédigé un livret d'accompagnement à leur attention. Une œuvre sonore, créée par des écoles d'art et l'Ircam, sensibilise les résidents sur l'état énergétique du bâtiment. Quatre fois par jour, une tonalité est émise dans le hall d'entrée, différente selon que le bâtiment est en énergie positive, à l'équilibre ou négative. C'est la voix du bâtiment, directement reliée à la GTB, la Gestion technique du bâtiment. Pour créer ce prototype en avance sur la RT 2020, du premier trait jusqu'au bout nous avons collaboré avec le bureau d'études DEERNS France, avec une envie commune de 100 % solaire. Sa forme est rapidement devenue évidente, pour déployer une grande surface de capteurs solaires en façade et en toiture. Le Bepos réintroduit la notion de toiture, surface très intéressante pour les capteurs solaires et la ventilation naturelle. C'est le moyen de dessiner une architecture différente dans sa forme et dans son approche. »

Côté bureau d'études, son alter ego sur ce projet, l'ingénieur Julien Daclin, directeur performance environnementale de DEERNS France, complète le propos. « Avec le BIM et le Bepos, la relation de travail change. L'architecte fait intervenir le bureau d'études en amont du projet, et non plus en aval. Il faut un architecte ouvert à un rôle plus important de l'ingénieur. Et l'ingénieur doit être prêt à être une force de proposition pour l'architecte. »

Intelligence collective encore à la résidence universitaire à énergie positive ouverte en 2017 à Guyancourt (78). Frédéric Maire, architecte chef

« Avec le BIM et le Bepos, la relation de travail change. L'architecte fait intervenir le bureau d'études en amont du projet, et non plus en aval. »

(1) Les quatre critères de la labellisation Bâtiment passif/Passivhaus sont :
- besoins en chauffage < 15 kWh/m².an ou puissance de chauffe < 10 W/m² ;
- besoins en énergie primaire totale tous usages < 120 kWh/m².an ;
- étanchéité à l'air de l'enveloppe : débit de fuite n50 ≤ 0,6 vol/h ;
- moins de 10 % d'heures de surchauffe (> 25 °C) annuelles.

de projet de l'agence Pascal Gontier, explique : « Pour que chaque étudiant puisse voir sa consommation, des capteurs le renseignent sur la température de sa chambre, l'eau chaude et l'eau froide consommées. Ces données, cumulées à celles des compteurs d'énergie sur les services généraux, seront analysées par des chercheurs de l'Université Paris-Saclay. Un challenge entre étudiants se profile... »

D'abord réduire les besoins énergétiques

La sobriété énergétique, premier pilier de la démarche négaWatt, est logiquement primordiale pour les concepteurs qui visent le Bepos. Le modèle est celui de la maison passive, aux faibles besoins en chauffage et en énergie primaire totale, et fortement étanche à l'air⁽¹⁾. Pour diminuer la surface exposée au vent par rapport au volume utile, la compacité est recherchée. « Mais pas à tout prix », nuance l'architecte Pascal Gontier, « car nous cherchons toujours à amener la lumière naturelle dans les pièces à vivre, les paliers, les cages d'escalier. Autre source d'économie d'énergie : se passer de climatisation par les protections solaires et par la ventilation naturelle complétée par une simple VMC. »

La compacité a néanmoins l'inconvénient de réduire les surfaces disponibles pour l'installation de capteurs solaires. Être physiquement en énergie positive par le solaire photovoltaïque devient de plus en plus difficile au fur et à mesure que les étages s'empilent sous un même toit. Le critère de consommation foncière, notamment de terres agricoles, pousse cependant à limiter l'étalement urbain.

Les enveloppes de ces bâtiments sont en général épaisses de 30 à 50 cm, par la présence de 20 à 40 cm d'isolants synthétiques (laines minérales, polyuréthane, polystyrène) ou biosourcés (fibre de

bois, ouate de cellulose, paille). Le coefficient de résistance thermique R de ces parois varie entre 6,5 m².K/W et 10,5 m².K/W.

Alors qu'en rénovation, seule une Isolation thermique extérieure (ITE) peut permettre d'atteindre le niveau Bepos en recouvrant les ponts thermiques des parois existantes, en construction neuve, l'imbrication des éléments structurels et des isolants est fréquente. Les ossatures bois donnent des possibilités quasi infinies de combinaisons structure/isolants. On parle alors d'isolation répartie (dans l'épaisseur de la paroi). Cet ensemble ossature/isolant réparti est souvent recouvert d'une couche isolante extérieure. Une couche isolante intérieure peut également trouver sa place dans l'espace technique entre parement intérieur et pare-vapeur.

Les menuiseries triple vitrage sont très employées, mais pas systématiquement. Le confort d'été des occupants, ainsi que la diminution des besoins de climatisation, exigent des occultations extérieures efficaces des surfaces vitrées. Volets, stores ou brise-soleil orientables équipent ces bâtiments efficaces par nature dans la captation solaire. Le confort d'été dépend aussi beaucoup de l'inertie thermique du bâtiment, qui lissera les variations de température intérieure.

Une étanchéité à l'air, bien réalisée dans le détail, protège des fuites, sources d'inconfort et de pertes d'énergie, et assure un bon fonctionnement de la VMC double flux. Les maîtres d'œuvre insistent sur l'importance de cet ensemble étanchéité à l'air/ventilation. D'une part, les bonnes installations de ventilation mécanique contrôlée double flux et les centrales de traitement de l'air (CTA) sont capables de récupérer 90 à 98 % des calories de l'air sortant. D'autre part, en renouvelant totalement le volume d'air intérieur 10 à 20 fois par jour, la qualité de l'air intérieur est très améliorée,

1 Maison d'Ile-de-France (75) : une vêtue à facettes recouvre les murs-rideaux en panneaux bois isolés

2 À la résidence universitaire Bepos de 3 596 m² à Guyancourt (78), livrée en 2017, les 147 étudiants visualisent leurs consommations d'eau et d'énergie.

3 Groupe scolaire Bepos livré en 2014 de 4 161 m² à 1 100 m d'altitude à St-Cirgues-en-Montagne (07). Structure bois massif CLT isolée par 5 000 bottes de paille. Solaire thermique et photovoltaïque. Bureau d'études fluides Enertech.

4 230 m² de capteurs solaires thermiques à tubes sous vide équipent la façade sud de la Maison d'Ile-de-France (75).

notamment par l'évacuation du gaz carbonique et de l'humidité excessive générée par l'occupation des locaux.

Capter, produire, déplacer et stocker la chaleur

Une fois les besoins énergétiques réduits, comment les couvrir de manière réelle, physique, en consommant dans le bâtiment-même les énergies produites ? L'autre voie étant de les compenser au niveau comptable, en injectant l'énergie produite sur un réseau par ailleurs fournisseur.

Pour la récolte de la chaleur solaire, deux phénomènes physiques sont utilisés : l'effet de serre et le corps noir. Les apports solaires dits passifs proviennent du rayonnement infrarouge qui traverse les vitrages et reste piégé derrière grâce à la réflexion sur la surface vitrée. Les apports solaires thermiques que l'on pourrait dire actifs demandent un capteur (plan ou tubulaire) avec une surface noire qui transforme le rayonnement infrarouge en chaleur et qui transmet ses calories à un fluide caloporteur (eau ou air). Si les bâtiments à énergie positive montrent tous une recherche des apports solaires passifs dans la droite ligne des conceptions d'architecture bioclimatique et passive, peu finalement donnent une place au solaire thermique actif, pourtant bien meilleur en rendement énergétique et en énergie grise que le solaire photovoltaïque. Mais ce dernier bénéficie d'un tarif d'achat... Avec ses 230 m² de tubes sous vide, chauffant 156 m³ d'eau de stockage calorifique, la Maison de l'Ile-de-France prend les moyens de ses ambitions solaires.

Quant à elle, la chaleur géothermique est récoltée à l'horizontale dans une couche de sol de surface, ou en profondeur par forage vertical. La géothermie profonde a l'avantage de ne pas demander de surface sur ou à côté du bâtiment. Le transfert des calories du sous-sol vers



Photo : Enertech

Photo : Yves Charmont

les fluides caloporteurs des circuits primaire (captation) et secondaire (distribution) demande un système thermodynamique. Cette pompe à chaleur est consommatrice d'électricité, d'où l'importance de l'étude thermique pour le choix des équipements.

La récupération de la chaleur d'usage est révélatrice d'une volonté des maîtres d'œuvre de pousser loin le niveau de performance énergétique des bâtiments. En effet, l'occupation des locaux génère de la chaleur : chaleur corporelle, ordinateurs, machines, cuisson, douches... Les systèmes de VMC double flux couplés avec une bonne étanchéité à l'air sont très employés en passif. Plus rares, mais efficaces également, les récupérateurs de chaleur sur les eaux grises. Pour les douches, une tuyauterie double flux en sortie du bac réchauffe instantanément l'eau entrante par les calories de l'eau sortante, encore bien chaude. En logements collectifs, la récupération des calories de l'ensemble des eaux grises peut être centralisée dans une cuve tampon équipée d'une pompe à chaleur, comme à la résidence universitaire Bepos de 147 logements conçue par l'agence Pascal Gontier à Guyancourt.

Le stockage/déstockage de la chaleur solaire peut là aussi être passif ou actif. Son objectif est tantôt d'absorber l'excédent pour éviter la surchauffe, tantôt d'approvisionner les émetteurs de chaleur (planchers et murs chauffants, radiateurs basse température). Premier moyen connu depuis des millénaires et sous toutes les latitudes : l'inertie thermique de la construction. Elle est traditionnellement apportée par les matériaux massifs et denses des murs, des dalles et autres pavages : on connaît le confort d'été des maisons de pierre ou de terre. Mais le bois et les isolants constituent des structures légères, qui manquent d'inertie thermique. C'est en laissant à l'intérieur de l'enveloppe isolée des matériaux denses (béton, terre, pierre) que les concepteurs de Bepos remettent de l'inertie thermique : dalles épaisses, murs de refend, cloisons lourdes, enduits épais. Ainsi, le bureau d'études Enertech,

1 2 Au siège du bureau d'études Enertech, la structure bois des murs de refend et des planchers est remplie ou entourée de briques de terre crue pour l'inertie thermique.

3 Géothermie profonde et échanges de chaleur entre bureaux et logements dans l'ensemble Bepos de Chatenay-Malabry (92).

4 Ensemble bureaux et logements Bepos à Chatenay-Malabry (92) : le chaud ou le froid sont diffusés en sous-face de dalle.

[2] Lire l'article sur cette opération dans ce numéro en page 82.

fondé en Drôme par Olivier Sidler, a habillé la structure bois des refends de son nouveau siège flambant neuf de Pont-de-Barret ^[2] dans des murs de briques de terre crue compactée : décoratifs, inertiels, à très faible énergie grise, en complément d'un remplissage en brique d'argile crue dans l'épaisseur du plancher bois.

Le stockage actif de la chaleur par hydro-accumulation est aussi classique. Mais installer une capacité de stockage inter-saisonnier de 156 m³ pour 5 205 m² de surface de plancher est exceptionnel en France. La Maison de l'Île-de-France est aussi raccordée à un réseau de chaleur urbain parisien qui pourra selon les besoins accepter la chaleur excédentaire, ou en fournir. L'ensemble Bepos de 9 053 m² de bureaux et logements de Chatenay-Malabry, conçu par l'agence Brénac & Gonzalez & associés, est exemplaire par sa gestion mutualisée de la chaleur. Le chauffage par géothermie profonde est réparti entre bureaux et logements, et la chaleur dégagée par les installations de production de froid pour les bureaux est transférée aux logements pour la production d'eau chaude sanitaire. L'inertie des dalles béton est utilisée pour le stockage du chaud ou du froid, diffusés en sous-face de dalle démunie de faux-plafond. L'espace de circulation des réseaux techniques est alors ménagé dans un faux-plancher.

Produire et stocker l'électricité

Un bâtiment peut être dit à énergie positive au vu de son bilan énergétique, au terme d'une balance comptable entre achat et fourniture d'énergie. C'est la voie majoritairement choisie par de nombreux projets conçus dans les années 2005-2010, quand le fort différentiel de tarifs entre l'électricité photovoltaïque vendue au réseau et celle achetée incitait fortement à vendre toute la production. La tentation était grande d'oublier le solaire thermique pour couvrir les toits de panneaux photovoltaïques, au bilan carbone pourtant bien inférieur. La tendance continue vers l'égalisation des tarifs, la « parité réseau », ainsi que la prise en compte du bilan carbone



Photos : Sergio Grazia



Photo : Enertech

des bâtiments dans le label énergie-carbone E+C- qui préfigure la future réglementation, devrait pousser les projets vers une production photovoltaïque ajustée à l'autoconsommation. L'ingénieur Thierry Rieser, gérant du bureau d'études Enertech, souligne qu'avec les règles de calcul du niveau 4 (énergie positive) du label E+C- sur l'énergie renouvelable exportée, cumulées avec le manque relatif de surface de couverture photovoltaïque pour les immeubles, « il est impossible d'atteindre le niveau Énergie 4 avec une simple couverture photovoltaïque dès R+2. La notion d'énergie positive au sens strict, celle du niveau Énergie 4, nous semble plus pertinente à l'échelle du quartier plutôt qu'à l'échelle du bâtiment. Une telle approche permettra d'inclure par exemple des ombrières photovoltaïques ou autre production renouvelable mutualisée entre plusieurs bâtiments. »^[3]

Le stockage de l'électricité renouvelable en batteries, coûteux, est jusqu'à présent d'abord une solution de sites isolés non raccordés au réseau. La chute continue du tarif de vente pousse au développement de l'autoconsommation. Comment alors gérer les excédents de production ? Les Bepos pourront combiner plusieurs solutions : injection partielle sur le réseau, adéquation temporelle entre production solaire et consommation, notamment pour la production de froid ; transformation en eau chaude sanitaire, charge de batteries. La dernière solution reste coûteuse aujourd'hui si les batteries sont dédiées

« Le stockage de l'électricité renouvelable en batteries, coûteux, est jusqu'à présent d'abord une solution de sites isolés non raccordés au réseau. »

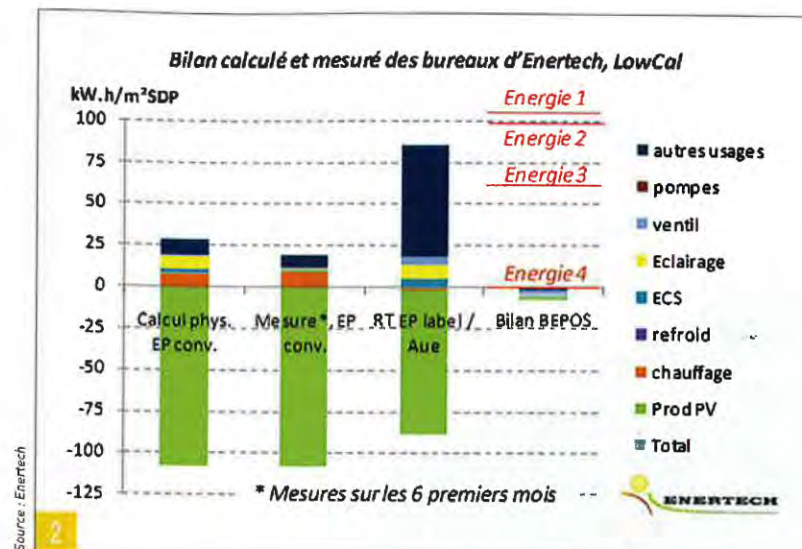
[3] Voir : <https://conseils.xpair.com/actualite/experts/label-e-c-points-de-vue-bureau-etudes.htm>

[4] Lire l'article « Smart grids : des difficultés plus administratives, juridiques et financières que techniques » paru dans Qualité Construction n° 165 de novembre-décembre 2017.

au bâtiment. La voie de l'utilisation des batteries des véhicules électriques comme capacité de stockage importante au sein d'un smart grid local est prometteuse (l'expérience est menée à Issy-les-Moulineaux [92] avec IssyGrid)^[4]. Logiquement, le bâtiment à énergie positive conduit aux notions de pratiques collectives et de réseaux...

Des usages qui bousculent les labels

Les maîtres d'œuvre constatent que les pratiques réelles des usagers des bâtiments aboutissent parfois à des performances énergétiques éloignées des calculs prévisionnels, particulièrement quand ces calculs sont contraints par des valeurs forfaitaires imposées par la RT 2012 ou les labels Bepos effinergie et E+C-. Constat qu'un pionnier du Bepos fait très lucidement sur sa propre maison, la « maison Gaïta ». L'architecte Pascal Gontier a construit en 2010 sa maison d'Issy-les-Moulineaux pour être à énergie positive. « Je voulais aller plus loin que le Passivhaus, être à énergie positive en combinant ossature et bardage bois, solaire passif, photovoltaïque, ventilation naturelle avec un système expérimental créant une circulation d'air du sous-sol jusqu'au toit, tout en récupérant les calories de l'air extrait. À l'expérience, ça marche bien pour les cinq usages conventionnels : chauffage, eau chaude, ventilation, éclairage, rafraîchissement. Mais la consommation électrique domestique fait



explorer le bilan. Avec des ados, les portables, les écrans et instruments de musique divers, la maison n'est plus Bepos tous usages. »

Julien Daclin, de DEERNS, explique : « Sur le Bepos, il y a deux approches. Dans l'approche réglementaire, le moteur de calcul postule un chauffage à 19 °C. En réalité, les occupants dépassent cette consigne. L'approche plus réaliste que nous avons appliquée pour la simulation énergétique dynamique de la cité universitaire internationale nous a fait prendre en donnée d'entrée une occupation à 21 °C. »

Enertech est de longue date spécialiste des campagnes de mesures énergétiques du bâtiment. Thierry Rieser pointe la forte variabilité des consommations d'électricité spécifique, c'est-à-dire autres que celles des cinq usages de la réglementation. Dans ces autres usages de l'électricité (Aue) : cuisson, lave-linge, sèche-linge, lave-vaisselle, réfrigérateur, congélateur, autres électrodomestiques, et tous ceux liés aux équipements électroniques d'informatique et de communication. Il analyse que les différences de performances entre opérations sur ces usages « sont pour partie dues à des comportements plus ou moins sobres, et pour partie à la performance et au dimensionnement des équipements eux-mêmes. » Constatant l'inadéquation de l'emploi par le label E+C- d'une valeur unique pour ces « autres usages électriques », il suggère d'adapter ce critère « en fonction des bonnes pratiques possibles (pré-équipement en matériel performant, bon aménagement des cuisines, gestion des veilles, dispositifs hydro-économes, etc. »

Précisément, les mesures effectuées par Enertech sur ses nouveaux bureaux montrent que ce bâtiment à énergie positive, au niveau E4C2, a en réalité des performances mesurées remarquables, légèrement meilleures que celles prévues par leur calcul par « méthode physique », alors que le calcul Bepos les sous-estimait largement, par une valeur forfaitaire des « Aue » 9 fois supérieure à la réalité. Exemple pratique de moyen d'économie mis en place par

1 614 m² Bepos livrés en 2016 à Pont-de-Barret (26) pour les nouveaux bureaux d'Enertech. 153 m² de panneaux photovoltaïques produisent 7 fois plus que l'ensemble des besoins d'énergie primaire tous usages, réduits à moins de 25 kWh/m².an.

2 Bilan calculé et mesuré des bureaux LowCal d'Enertech

3 La maison Gaïta de l'architecte Pascal Gontier combine solaire passif, photovoltaïque et ventilation naturelle.



Photo : Luc Boegly

la Maison de l'Île-de-France, la fermeture de la porte d'entrée se fait avec une carte électronique, qui coupe lors du départ de l'occupant l'éclairage et toutes les prises électriques, sauf une pour la recharge de l'ordinateur.

Un Bepos pas plus cher que le conventionnel

Avec un coût de construction (hors VRD) de 1 120 € HT/m² Shon, Enertech démontre avec ses 620 m² utiles de nouveaux bureaux, livrés en août 2016 à Pont-de-Barret [26], qu'un bâtiment Bepos au niveau E4C2 peut être réalisé sans surcoût par rapport aux bâtiments de bureaux construits au niveau RT 2012 en procédé traditionnel. Thierry Rieser décline les principes du concept baptisé « LowCal » par le bureau d'études :

- Low Tech : bâtiment sans installation de chauffage fixe, VMC double flux décentralisée ;
- Low Calories : énergie positive tous usages confondus. Le photovoltaïque produit 7 fois plus que la consommation totale. Forte isolation, éclairage à 2 W/m², informatique basse consommation ;
- Low Impact : construction bois/paille, inertie par la terre crue plutôt que le béton, qualité de l'air intérieur ;
- Local : matériaux et entreprises locales. Implantation rurale du bureau d'études travaillant pourtant au niveau national et international ;
- Low cost : coût constaté de 1 120 € HT/m² Shon hors VRD.

Christel Corradino conclut : « Le bâtiment de demain doit être économiquement soutenable. La maîtrise d'œuvre doit avoir une approche plus globale, réfléchir énergie/carbone. Et la maîtrise d'ouvrage doit réaliser qu'investir dans la conception, c'est au final faire des économies à la construction et pour le fonctionnement du bâtiment. »