

PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

# Archives sous haute protection thermique

A Lille, l'entreprise Norpac livre les Archives départementales, un bâtiment à énergie positive destiné à contenir 80 km de rayonnages de documents sensibles aux variations de température et d'humidité.

Quelle idée de vouloir faire un bâtiment à énergie positive pour y loger 80 km de rayonnages d'archives, sur un site contraint au cœur de Lille! En exigeant une température constante de 19°C et un taux d'hygrométrie de 50% (± 10%), la doctrine française en termes de conservation imposait implicitement, du moins au moment du concours, l'usage de la climatisation. «Nous craignons les pannes et voulions profiter de ce programme pour faire une expérimentation thermique pointue», se souvient André Michel, à la direction des grands projets.

Au même moment, les Archives nationales conçoivent le bâtiment de Pierrefitte-sur-Seine, en Seine-Saint-Denis (voir «Le Moniteur» n° 5602 du 8 avril 2011, page 30), en se posant les mêmes questions que les Nordistes. La doctrine évolue, poussée par une conjonction d'événements: sinistres plus fréquents, même sur des bâtiments récents, Grenelle de l'environnement et projets ambitieux sur le plan énergétique... La Direction des archives de France révisé ainsi, en 2009, ses «règles de base pour la construction et l'aménagement d'un bâtiment d'archives», prônant, avant tout, «l'absence de variations thermohygrométriques brutales». La porte des bâtiments à inertie lourde est alors ouverte.

«Nous voulions d'abord un bâtiment sobre, raconte André Michel, avec peu d'énergie de compensation.» Facile a priori pour un bâtiment de 14000 m<sup>2</sup> de Shon, qui ne nécessite aucune

ouverture sur l'extérieur pour ses 49 magasins d'environ 200 m<sup>2</sup> répartis sur sept niveaux. Vainqueurs du concours en conception-construction, Norpac avec les architectes De Alzua+ et ZigZag, Betom Ingénierie, Cap Terre et Sodeg (devenue depuis Artelia Nord) proposent ainsi un bâtiment simple à structure poteaux-poutres en béton avec un remplissage en blocs de béton cellulaire. L'isolation sera le point clé, et le chantier, mené en un peu plus de deux ans, révèle de nombreux points singuliers à traiter (voir pages suivantes).

**Aucune variation brutale**  
«Nous ne voulions pas de technologies complexes de ventilation, pour limiter les risques de pannes et les coûts d'exploitation», précise le directeur du projet. Avec deux contraintes de taille: contenir la température entre 16 et 22°C avec une variation maximale de 1°C par jour, et garantir une hygrométrie de 40 à 60% variant au plus de 1% par jour et 5% par semaine. Les faibles besoins énergétiques (7 kWh/m<sup>2</sup>.an en chauffage et 9 kWh pour l'électricité) permettent de se satisfaire de 300 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques en toiture, et d'une cogénération à huile végétale d'une puissance thermique de 18 kW qui alimentera la machine à dessiccation. Cette dernière permet à la fois de contrôler la température et l'hygrométrie de l'air brassé dans chacun des 49 magasins. Les trésors du Nord sont maintenant en sécurité.

■ Maxime Bitter



Une résille métallique entoure le bâtiment pour alléger son allure dans le cadre urbain dense du sud-ouest de Lille.

**FICHE TECHNIQUE** Maîtrise d'ouvrage: conseil général du Nord. AMO: Itaq, Couzane et Sorane avec le CSTB en appui. Bureaux de contrôle: Socotec (technique) et Apave (SPS). Equipe de conception-construction: Norpac (Bouygues Construction, mandataire), avec ZigZag et De Alzua+ (architectes), Betom, Cap Terre, Artelia (ex-Sodeg) et Matriciel (optimisation énergétique). Budget: 33 millions d'euros TTC.

ENVELOPPE

## Une double peau de métal suspendue à la toiture

«Biomorphisme entre la pixellisation d'un parchemin et la morphogénèse du papyrus.» C'est ainsi que les architectes décrivent l'enveloppe d'acier inoxydable du bâtiment (voir page de droite). Son intérêt esthétique est évident, tant le bâtiment semble flotter au cœur de ce quartier dense au sud de Lille. La résille est à un mètre de distance de la structure sur les trois façades aveugles du bâtiment, correspondant aux magasins de stockage des archives. Elle est positionnée à quatre mètres sur la façade des circulations disposant d'ouvertures sur l'extérieur. Cette largeur permet le passage des escaliers de secours. La double peau constitue un filtre solaire qui régule la température de l'air avant qu'il soit insufflé dans le bâtiment par le système complexe de ventilation. Pour soutenir cette résille et éviter les ponts thermiques induits par les accrochages, Norpac l'a fixé à une ossature primaire, elle-même suspendue depuis la toiture. Les points d'accroche en façade, toujours nécessaires, sont toutefois limités.

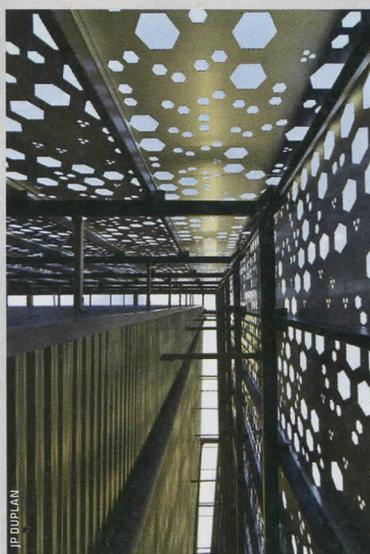
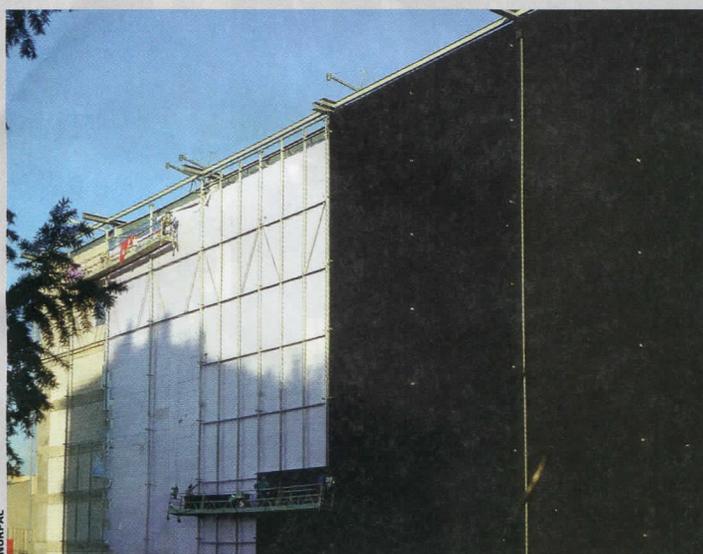
JP DUPLAN

## ISOLATION Etanchéité à l'air et chasse aux ponts thermiques

■ Difficile de mieux isoler et rendre étanche à l'air un ouvrage de cette dimension (sept niveaux). Les tests de perméabilité à l'air affichent un débit de  $0,045 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ , largement de quoi bénéficier du label Passiv'haus (de  $0,12$  à  $0,25 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ). Bien sûr, le fait d'avoir trois façades sans ouverture est un atout indéniable pour limiter les déperditions du bâtiment. Mais de nombreux points singuliers ont dû être traités pour atteindre cette performance.

La structure est en poteaux-poutres préfabriqués, avec planchers alvéolaires précontraints de  $40 \text{ cm}$  pour supporter un poids estimé entre  $900 \text{ kg}$  et  $1,3 \text{ tonne}$  par mètre carré. Le plancher comporte une chape de compression de  $5 \text{ cm}$  revêtue d'une chape quartzée pour

éviter les poussières. Le remplissage des murs en blocs de béton cellulaire permet d'alléger la structure. Mais il a fallu, en cours de chantier, ajouter un enduit d'étanchéité sur ce matériau par nature poreux. Pour l'isolation, les simulations thermiques dynamiques (18 au total) ont permis d'affiner les choix techniques lors de la conception:  $22 \text{ cm}$  en façade,  $32 \text{ cm}$  en toiture et  $25 \text{ cm}$  en sous-sol. Un pare-vapeur permet d'éviter la condensation, et les menuiseries extérieures, sur la seule façade qui en dispose, sont de classe de perméabilité à l'air A4 et équipées de triple vitrage. L'inertie est telle que le comportement climatique du bâtiment, en cas de panne de ventilation, est contrôlable pendant plus d'une semaine.

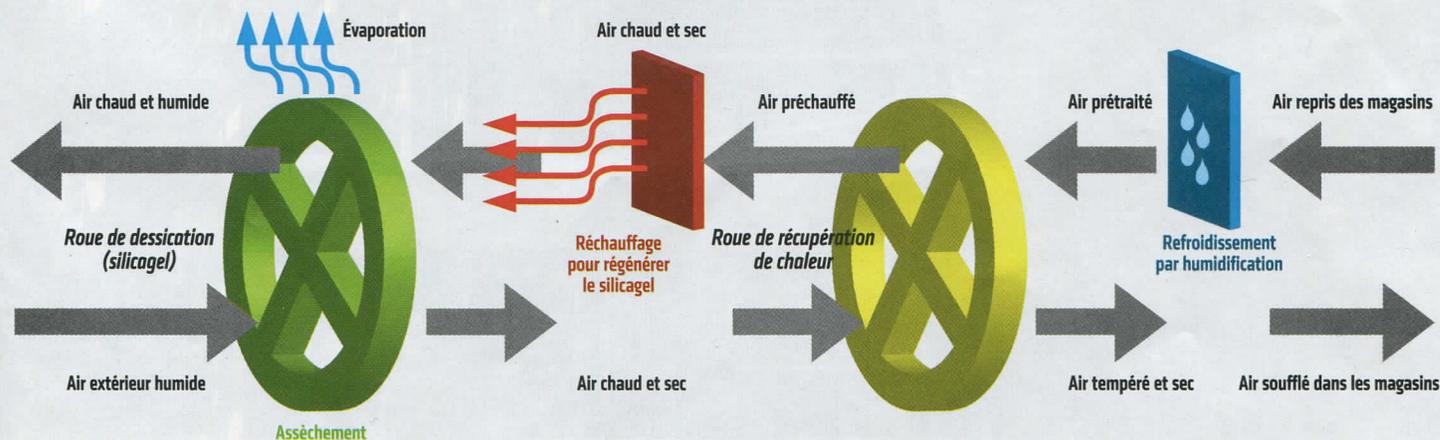


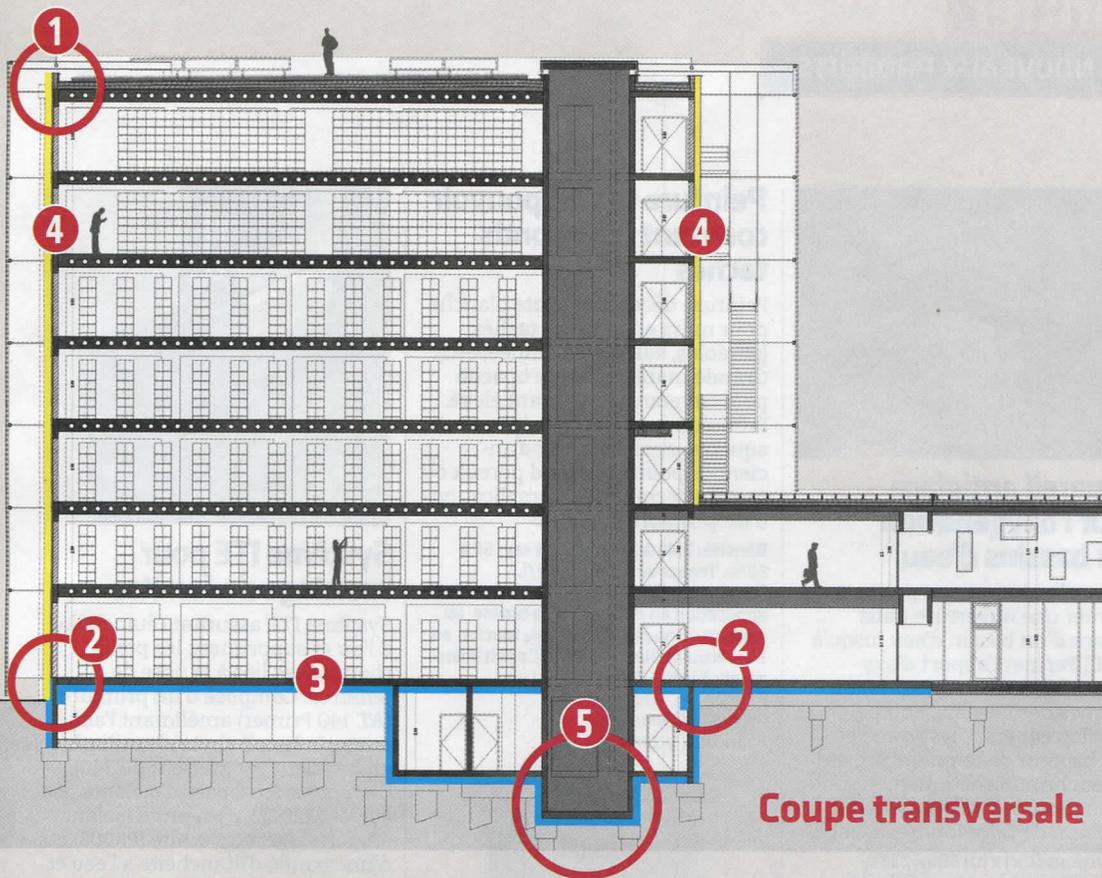
**1 Double façade suspendue et toiture surisolée.**  $4\,200 \text{ m}^2$  de surface ont été installés sans créer de ponts thermiques. La suspension en toiture d'une structure métallique primaire permet de minimiser les points d'accroche nécessitant des traversées du complexe isolant. Pour isoler la toiture, Norpac est passé en cours de chantier de  $25 \text{ cm}$  de polystyrène expansé, prévus en phase conception, à  $32 \text{ cm}$  de polystyrène extrudé ( $\lambda$  de  $0,036 \text{ W/mK}$ ) pour atteindre une résistance thermique de  $8,60 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

## GÉNIE CLIMATIQUE Deux roues en un système pour gérer température et hygrométrie

■ Le fabricant suédois Munters a conçu, pour le traitement d'air des magasins d'archives, une machine sur mesure de  $8 \text{ m}$  de longueur alimentée par une cogénération à huile végétale. La conception de la machine est simple puisqu'elle allie une ventilation double flux à une roue contenant du silicagel, un matériau absorbant l'humidité. L'été (schéma ci-dessous), l'air extérieur chaud et humide est asséché par la première roue, puis rafraîchi par la

deuxième roue qui fait office d'échangeur de chaleur. Le rendement est annoncé à  $75\%$ . L'hiver, c'est un rendement de  $90\%$  qui est affiché par le constructeur. L'air, froid et sec, est d'abord humidifié puis réchauffé. L'air insufflé est ainsi à température constante. Couplée à la forte inertie du bâtiment, celle-ci se situe entre  $16$  et  $22^\circ\text{C}$ , variant au maximum d'un degré par jour. L'hygrométrie est aussi contrôlée entre  $40$  et  $60\%$ , avec une variation maximum de  $1\%$  par jour.





**Coupe transversale**

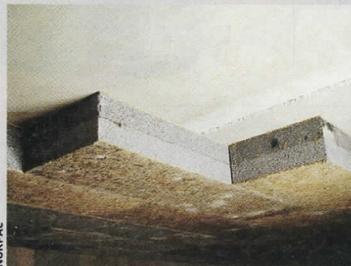
**4** Une façade épaisse isolée par l'extérieur. 21 cm de laine minérale étaient prévus lors de la conception sur la façade du bâtiment, présentant une résistance thermique de  $5,39 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Le passage, en phase de chantier, à un polystyrène extrudé de 22 cm permet d'atteindre  $6,28 \text{ m}^2\text{K/W}$ .



**5** Les cuvettes d'ascenseurs et les 144 têtes de pieux des fondations n'échappent pas à la nécessaire continuité de l'isolation. L'exercice est compliqué, peu de produits industrialisés répondent à ces nouvelles exigences.



**2** La jonction entre vide sanitaire et façade est une source importante de ponts thermiques. Le fibrastyène de 25 cm en sous-face de plancher est prolongé en retombée et l'isolation par l'extérieur de la façade est réalisée jusqu'aux fondations.



**3** La continuité de l'isolation est assurée sur la totalité de l'infrastructure. Ici, en sous-face de plancher, 25 cm de fibrastyène, un isolant composé de deux panneaux d'un composite de laine de bois recouvrant du polystyrène expansé.

## VENTILATION 49 magasins indépendants et à l'abri du feu

Les 49 magasins des archives, des pièces simples et fonctionnelles de  $200 \text{ m}^2$ , accueillent au total  $80 \text{ km}$  de rayonnages, dont  $56 \text{ km}$  mobiles. L'incendie reste le risque principal pour ce bâtiment dédié à la conservation du papier. Ici, une stratégie de confinement a été adoptée. Le papier est certes un bon combustible, mais la fermeture de l'aération permet de limiter rapidement l'apport en oxygène et de limiter la propagation du feu. Chaque magasin comprend donc des portes coupe-feu, une sonde de température et d'hygrométrie, des détecteurs de présence et d'ouverture de porte, et trois brasseurs d'air. Le tout est géré par un système de GTC, qui permet de contrôler 900 points sur l'ensemble du bâtiment. Les magasins étant peu visités, le renouvellement d'air nécessaire pour l'hygiène est faible. Il est dimensionné ici à un débit de  $0,1 \text{ vol/h}$ . Les 40 tonnes de papier respirent et permettent une régulation passive de l'air. Et en cas de contamination des archives par un champignon, une surventilation de chaque magasin est possible, de façon indépendante, en protégeant les 48 autres des moisissures et bactéries.

