

Présentation des innovations techniques et organisationnelles des Archives Départementales du Nord

Des premières esquisses à son inauguration...



SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	4
LES PROCEDURES ET DEMARCHES	6
▪ Les études préalables	7
▪ Le management de l'opération	10
▪ La démarche HQE ® au sein du projet	11
▪ Les contrôles mis en place	14
LES ASPECTS TECHNIQUES	18
▪ Un éclairage intelligent	19
▪ Une gestion de l'eau écologique !	20
▪ Une isolation très spécifique	21
▪ Un traitement climatique centralisé	24
▪ Une production énergétique adaptée	26
▪ La positivité énergétique du bâtiment	27
▪ La structure du bâtiment	28
▪ L'ossature du bâtiment	29
LA MAINTENANCE ET EXPLOITATION DU BATIMENT DES ARCHIVES	31
REMERCIEMENTS	33

AVANT-PROPOS

L'élaboration de ce document prend sa source dans un projet tout à fait hors du commun dirigé par le Conseil Général du Nord: la reconstruction du bâtiment des Archives départementales du Nord. Ce bâtiment se distingue de part son histoire et plus encore d'un point de vue environnemental: en effet, s'inscrivant dans un contexte de crise énergétique forte, ce bâtiment de 13 000 m² représente un des tous premiers bâtiments à énergie positive de cette taille.

A l'aube de son inauguration, il est de rigueur de présenter l'ensemble des facteurs qui ont contribué à la réussite de ce projet d'envergure. Un ensemble organisé et efficient de procédures, de démarches et de techniques ont ponctué l'ensemble du projet permettant à ce dernier de répondre à toutes ses attentes.

Ainsi ce document s'attache à présenter de manière la plus complète l'ensemble de ces dispositions mises en place au sein du bâtiment des Archives départementales et qui ont constitué un gage de réussite. Les procédures sont traitées séparément des aspects techniques et de la maintenance du bâtiment. Dans chacune des parties des encadrés de couleur rappellent les « petites découvertes » mises en place sur le projet des archives.

Partez à la découverte de ce géant si discret pour l'environnement!

INTRODUCTION

Présentation du projet des Archives

Les Archives du Nord se différencient de par leur ancienneté et leur richesse mais également par leur importance quantitative d'aujourd'hui, appelée à évoluer (59 km linéaires), et le rythme de leurs consultations (15000 séances de travail par an).

Le projet de reconstruction des Archives Départementales, constituant une compétence obligatoire des départements, s'inscrit directement dans la démarche de développement durable désirée par le Conseil Général du Nord.



Quelques chiffres...

- 49 magasins d'environ 200 m² sur 7 niveaux
- 80 km linéaires de rayonnages
 - 24 km de rayonnages fixes dans 21 magasins
 - 56 km de rayonnages mobiles dans 26 magasins
- 1 magasin pour cartes et plans
- 1 magasin pour documents photographiques présentant 4 conditions climatiques différentes
- 10 200 m² de surface utile
- 13 255 m² SHON
- Budget de l'opération : 33 M€

Quelques dates...

Octobre 2009 : Obtention du permis de construire

Juin 2010 : Début des travaux

Second semestre 2012 :

Déménagement des archives

Aout 2013 :

Démolition de l'ancien bâtiment

Conception

Gros œuvre

Corps d'état

Déménagement
Emménagement

- Lancement du concours
- Désignation du jury
- Désignation du lauréat du concours
- Lancement de la conception

Octobre à Décembre 2010 : Infrastructure

Janvier à Juillet 2011 : Superstructure et surfaces extérieures

Mai 2011 à Juin 2012 : Magasins

Les plans du futur bâtiment des Archives



Rez- de-Chaussée



R + 1



R+2 à R+6

LES PROCEDURES ET DEMARCHES

L'ensemble des procédures et démarches qui sont présentées ici ont été appliquées tout au long du projet voir en amont de celui-ci pour certaines. Elles ont regroupés l'ensemble des acteurs du projet ponctuellement ou sur toute leur durée représentant ainsi un gage de réussite pour l'émergence de ce bâtiment particulier.

▪ Les études préalables

Seront présentées l'ensemble des études qui ont été mises en place en amont de la phase concours. Ces dernières ont permis au projet de bénéficier de diverses connaissances techniques dès ses tous débuts.

▪ Le management de l'opération

Cette partie concerne l'organisation de la phase chantier : les acteurs du projet ont tous été mis « autour de la table » pour faire naître un projet à l'image de chacun.

▪ La démarche HQE ® au sein du projet

Le bâtiment des archives n'a pas bénéficié d'une certification HQE ® mais s'en est fortement inspiré...

▪ Les contrôles mis en place

Un bâtiment de telle ampleur ne pouvait se passer de contrôles réguliers et de quelques contrôles spécifiques.

▪ Les études préalables

Les études préalables font partie intégrante des clés de la réussite et constituent une étape importante du projet en posant des bonnes bases dès le début.

➤ Désignation et choix du programmiste

Le choix des programmistes représente une réelle réponse aux objectifs du projet. En réunissant les deux bureaux d'études Couzane et Itaq le projet des Archives a bénéficié dès sa conception de compétences techniques particulières. Ces compétences ont été renforcées par la présence d'un troisième bureau d'études de rationalisation énergétique : Sorane.

Cette équipe de conception est à l'origine de l'écriture du programme et du chiffrage lié à la faisabilité technique du projet. La particularité habite dans le fait que les programmistes ont été liés au projet jusqu'à la fin de la phase Etude mais ont également analysé les réponses au concours des candidats : ceci a permis d'augmenter la qualité du choix du projet lauréat.

Le bâtiment simulacre

Elaboré par le bureau d'études Sorane, ce bâtiment simulacre découle de l'écriture du programme par l'équipe de conception. Il a permis d'établir la faisabilité du projet mais également le niveau des exigences à atteindre pour des valeurs caractéristiques telles que :

- le U bat
- Les consommations du futur bâtiment

Ce bâtiment simulacre a conféré au projet une dimension lui permettant de maîtriser les dépenses énergétiques et les coûts associés.

➤ Les programmes fixent les objectifs du projet

L'élaboration du bâtiment simulacre a permis l'écriture de trois programmes distincts et équilibrés entre eux. Ils reflètent les objectifs du projet tout en assurant leurs atteintes. La séparation matérielle de ces programmes a permis de remettre à chacun des acteurs du projet un document qui était propre à ses compétences

Exemple : notice d'intégration urbaine pour les architectes

• Programme fonctionnel

Objectif : Fonctionnalité et qualité archivistique

- **Des normes techniques et climatiques** adaptées à la conservation des documents :
 - Températures admises entre 16 et 22 ° C (+/- 1 ° C par jour)
 - Hygrométrie de 40 à 60 % (+/- 1 % par jour)

• Programme site

Objectif : Insertion urbaine et architecturales

- Le bâtiment des Archives départementales du Nord participe activement à la restructuration du quartier d'Esquermes de Lille

• Programme technique et climatique

Objectif : Un bâtiment à énergie positive

- Bilan annuel de production énergétique positif
- Des performances cibles définies dans le CCTP
 - **Chauffage : 7 kWh_{ep}/m².an (max)**
 - **Electricité : 9 kWh_{ep}/m².an (max)**

Le cadre de réponse énergétique

Un cadre de réponse énergétique et environnementale, établi à partir du bâtiment simulacre, a permis de comparer les propositions techniques énergétiques des projets des candidats en phase concours et de déterminer le modèle le plus performant.



Les pièces annexes des programmes ont toutes été numérisées avant d'être remises aux candidats dans un souci de réduction de la consommation d



➤ La démarche de conception-réalisation



NORPAC SA – J. DE ALZUA – ZIG ZAG ARCHITECTURE – BETOM
INGENIERIE – CAP TERRE – SODEG INGENIERIE



RABOT DUTILLEUL CONSTRUCTION, X'TU ARCHITECTES,
AGENCE LUCAS-GAILLARD, PROJEX INGENIERIE, DIAGOBAT
ET CABINET SIDLER



SOGEA CARONI – SCP ESCUDIE FERMAUT – AVANT PROPOS SA
– CTH BUREAU D'ETUDES - ETAMINE



NORD FRANCE CONSTRUCTIONS – HOLBAT SAS – TRACE
ARCHITECTES – ATELIER NEVEUX – SAS IMATEC – HEXA
INGENIERIE - ENERGETIO



EIFPAGE CONSTRUCTION NORD – DELANNOY DEWAILLY –
GOULARD BRABANT – OTH CONSEIL – IOSIS NORD

Le concours lancé par le Conseil Général pour le bâtiment des Archives ne correspond pas à une procédure habituelle : en effet celui-ci répond à une procédure regroupant les phases de conception et réalisation.

Suite à l'écriture des trois programmes vus précédemment et à l'établissement du bâtiment simulacre, le Conseil Général a lancé un concours auquel 5 équipes de maîtrise d'œuvre ont répondu, contrairement à une loi MOP classique.

Chacune des équipes a élaboré un cadre de réponse aux 25 exigences établies par les programmes que le Conseil Général a comparé au bâtiment simulacre.

L'équipe lauréate du concours est celle regroupant la société **Norpac**, les cabinets d'architectes **De Alzu** et **Zig Zag architecture** et les bureaux d'études, **Betom ingénierie**, **Cap Terre** et **Sodeg Ingenierie**

L'équipe de bureaux d'études et des architectes se sont associés dans cette démarche qui a constitué un gage de réussite en réunissant et en faisant bénéficier dès les débuts et tout au long du projet une seule et même équipe de maîtrise d'œuvre spécialisée

L'audition des candidats au concours

La procédure de désignation d'une entreprise dont le projet a bénéficié à permis la mise en place d'une journée d'audition des candidats au concours des Archives départementales.

Cette audition a permis la mise en œuvre d'une analyse fine des aspects techniques des projets.

■ Le management de l'opération

➤ Réunions chantier

Des réunions de chantier où étaient conviés maître d'ouvrage et maîtrise d'œuvre ont été organisées régulièrement et tout au long des années sur lesquelles s'est étendu le projet.



Photo : J.-L. THIEFFRY



Photo : J.-L. THIEFFRY

Réunions dans lesquelles l'utilisateur, représenté par Rosyne Cleyet- Michaud la conservatrice des Archives départementales, a occupé une place privilégiée. En y participant elle apportait une vision technique propre à la vie des archives, que d'autres acteurs ne pouvaient posséder.

Mettre autour de la table l'ensemble des acteurs du projet a permis à chacun d'eux d'intégrer et de s'approprier le projet de la conception à l'inauguration en passant par la pose de la première pierre. Au-delà du côté humain, une telle organisation a permis de lever les problèmes en temps réel et d'intervenir très vite, représentant un gain de temps et d'investissements financiers.

➤ Réunions de riverains

Ces réunions organisées auprès des riverains institutionnels ont permis de communiquer sur les éventuelles nuisances dues au chantier.

Étaient conviés :

- Les membres de la Petite enfance ;
- L'équipe éducative de l'Ecole Ernest Couteaux

➤ Réunions HQE ®

Le Journal des Archives

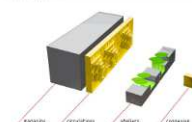
La société NORPAC a réalisé à plusieurs reprises une « gazette » que les riverains pouvaient trouver dans leur boîte à lettre mais également à l'entrée du chantier. Chaque édition de ce petit journal présente une technique mise au point sur le chantier. Un numéro vert ainsi qu'une adresse mail permet aux riverains de s'exprimer.



PRODIGES DU QUOTIDIEN DU TRAVAIL DES ARCHIVES

La livraison des nouveaux magasins d'ARCHIVES DÉPARTEMENTALES de LILLE se décompose en quatre parties distinctes :

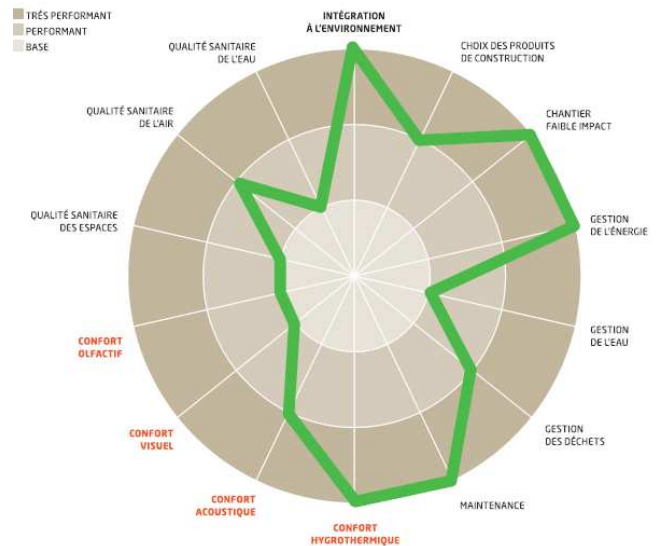
- La zone des 40 magasins de stockage des livres qui s'étend sur 7 niveaux (R+6) et qui accueillera environ 35 millions de documents ;
- La zone de circulation reliant la section entre les magasins et les bureaux du personnel des ARCHIVES ;
- Les ateliers qui s'étendent sur 2 niveaux (R+1) qui abriteront les zones de numérisation, les ateliers, les salles de lecture, les bureaux, les ateliers de restauration des ouvrages, etc. ;
- La passerelle de ponton qui reliera les nouveaux magasins au bâtiment existant destiné à l'accueil du public.



Journal des riverains n° 2 –
Décembre 2010

▪ La démarche HQE ® au sein du projet

Malgré l'engagement du Conseil Général dans la Haute Qualité Environnement avec la certification de l'ensemble de ses opérations depuis 2005, l'absence de référentiel HQE® pour les bâtiments de logistique ne permettait pas au bâtiment des archives d'être certifié. La positivité énergétique des Archives ainsi qu'une forte influence de la démarche de qualité environnementale permet d'inscrire ce projet dans la lignée de l'objectif d'intégration du développement durable établi par le Conseil Général du Nord.



➤ Le profil HQE ®

Cible 1 : Relation du bâtiment avec son environnement

Niveau : TRES PERFORMANT

- ⇒ Favorisation des recours aux modes de déplacement doux : espace vélo sécurisé et abrité
- ⇒ Préservation de la qualité écologique de la parcelle : diversification des espèces végétales, toiture végétalisée

Cible 2 : Choix des matériaux

Niveau : PERFORMANT

- ⇒ Matériaux démontables et séparables
- ⇒ Durée de vie des matériaux en adéquation avec la durée de vie du bâtiment



Photo : J-L THIEFFRY

Cible 3 : Chantier à faible impact

Niveau : TRES PERFORMANT

- ⇒ Dispositions prises pour réduire les nuisances sonores, olfactives et les impacts sur l'environnement
 - Suivi du taux de déchets produits et du pourcentage de valorisation
 - Guide d'intervention des sociétés sous-traitantes
 - Suivi des consommations électriques

Cible 4 : Gestion de l'énergie

Niveau : TRES PERFORMANT

- ⇒ Machine à dessiccation
- ⇒ Cogénération

Cible 5 : Gestion de l'eau

Niveau : BASE

- ⇒ Traitement de l'eau à la parcelle

Le traitement de l'eau à la parcelle permettant ainsi de réduire les volumes d'eaux usées envoyées vers les stations d'épuration fait partie intégrante de la démarche HQE® :

- Noues d'infiltration
- Surfaces végétales importante
- Récupération et infiltration des eaux pluviales

Cible 6 : Gestion des déchets d'activité

Niveau : PERFORMANT

Cible 7 : Exploitation et maintenance

Niveau : TRES PERFORMANT

- ⇒ Locaux d'entretien et placards techniques disposés à chaque étage
- ⇒ Arborescence verticale des gaines
- ⇒ Menuiserie extérieures mixte bois revêtement aluminium

Cible 8 : Confort hygrothermique

Niveau : TRES PERFORMANT

- ⇒ Conception bioclimatique des bâtiments
- ⇒ Isolation extérieure très performante
- ⇒ Ventilation double-flux

Cible 9 : Confort acoustique

Niveau : PERFORMANT

- ⇒ Dispositions des locaux en fonction de leur sensibilité au bruit
- ⇒ Positionnement par rapport au Boulevard adjacent

Cible 10 : Confort visuel

Niveau : BASE

Cible 11 : Confort olfactif

Niveau : BASE

Cible 12 : Qualité sanitaire des espaces

Niveau : BASE

Cible 13 : Qualité sanitaire de l'air

Niveau : PERFORMANT

- ⇒ Ventilation double flux assure des débits d'air
- ⇒ Renouvellement de l'air commandé par la GTC

Cible 14 : Qualité sanitaire de l'eau

Niveau :
BASE

Un chantier labellisé pour les Archives !

Le chantier des Archives bénéficie du label « Chantier bleu » il a été ainsi reconnu pour ses performances en terme de qualité, de sécurité et de son faible impact sur l'environnement tout au long de sa durée.

Une grille de critères portant sur 14 items s'applique à la production propre et aux sous-traitants afin de garantir à tous, clients, riverains, partenaires, un chantier à faible impact environnemental.

- En **diminuant et en recyclant** les déchets.
- En **diminuant les pollutions** du sol, de l'eau..
- En **réduisant les consommations de ressources** des installations de chantiers, (ferme-portes, éclairages intérieur et extérieur sur détecteur de présence, chauffage programmable...
- En **réduisant les nuisances sonores**



▪ Les contrôles mis en place



Des contrôles du chantier sont régulièrement effectués par les sociétés Socotec et Apave. Mais bien d'autres ont été mis en place...

➤ Autocontrôle effectué par NORPAC

Deux niveaux d'autocontrôles du chantier par la société NORPAC ont été mis en place :

- **Autocontrôles de terrain** : concernent tous les corps d'état du chantier. Il s'agit d'autocontrôle effectué en continu et tout au long de la durée du chantier
Exemple : Qualité d'exécution et respect des modes opératoires
- **Autocontrôle technique** : ils sont effectués 1 à 2 fois par mois et prennent la forme de VQP (Visites de Qualité Produit)

Des contrôles plus ciblés ont également ponctué le chantier des Archives :

▪ **Contrôle des ponts thermiques**

L'ensemble des ponts thermiques linéaires et ponctuels spécifiques ont été vérifiés afin d'assurer l'atteinte des performances énergétiques.

Le nombre de ces ponts thermiques entraînant une légère dégradation du bilan énergétique, l'isolation de la toiture a été modifiée afin de compenser cette perte.

▪ **Simulation thermiques dynamiques**

Tout au long du projet des Archives c'est au total **18 simulations thermiques dynamiques** qui auront été effectuées ! Ces simulations ont pris en compte l'évolution du volume de papier que représentent les archives : cette masse de papier absorbe ou restitue l'humidité en fonction des conditions météorologiques extérieures.

➤ Le test du blower-door



Dans le but d'optimiser la performance énergétique du bâtiment et les conditions d'archivage, l'étanchéité à l'air et à la poussière doit être optimale.

Le test du « Blower-door » (ou Porte soufflante) a été réalisé pour s'assurer du niveau d'étanchéité à l'air atteint par le bâtiment.

Ce test a permis d'assurer que les caractéristiques du bâtiment permettent de maîtriser les conditions de températures et d'hygrométrie établies par le programme sans craindre l'évolution importante des conditions météorologiques extérieures.

En effet seulement 0,1 volume /h d'air traité aux bonnes conditions de température et d'hygrométrie sont insufflés dans le bâtiment des Archives, ainsi les circulations d'air parasites représentent très rapidement des perturbations importantes.

Principe du test :

Mettre un des magasins du bâtiment des Archives sous pression et mesurer le volume l'air qui s'échappe et susceptible de circuler à travers le futur bâtiment.

Résultat du test :

Débit d'air parasite par m ² de surface froide et par heure (m ³ /m ² .h)	Référence RT 2005 	BBC Effinergie 	Référence RT 2012 	Passiv'haus minergie P 	Magasin Archives du Nord 
Tertiaire	1,7 à 3	1,0	1,0	0,12 à 0,25	0,045

Les magasins, et le bâtiment des archives en général présentent une étanchéité à l'air très élevée : elle est bien en-dessous des valeurs des certifications et des exigences des normes en vigueur.

La valeur $0,045 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ représente le volume peu important d'air « parasite » qui circule à travers le bâtiment.

Ces résultats se sont montrés bien au-delà des espérances des concepteurs du bâtiment !

**La quantité d'air parasite (entrant ou sortant)
ne représente que 10 % du volume d'air
totale envoyé dans chaque magasin des
Archives !**

Des planchers contre la poussière

Les planchers ont été quartzés : un durcisseur minéral a été saupoudré sur le béton frais au moment du lissage afin de lui conférer une très

bonne résistance mécanique et éviter la production de poussières



Les plancher quartzés

Photo : J. Rommelaere

La mise en place d'un testing-commissioning

Alors que la procédure habituelle aurait été uniquement de confier l'installation et la mise en service des dispositifs techniques à la société SAMEE, le bâtiment des Archives est le deuxième bâtiment à avoir bénéficié d'une phase de tests complète effectuée par la société NOAL: le Testing-commissioning.

Inspiré de la procédure anglo-saxonne dont le principe est de dissocier installation et mise en service, le testing-commissioning appliqué au bâtiment des Archives a eu pour but de valider l'efficacité des éléments inscrits dans l'analyse fonctionnelle sur le terrain en pointant les non-conformités.

Cette phase de tests supplémentaires est effectuée en parallèle de la mise en service des dispositions techniques et en amont de l'emménagement des archives dans le nouveau bâtiment.

Le test s'est basé sur la vérification de deux paramètres :

▪ **Le fonctionnement**

- Exemple : - Vérification de l'opérationnalité de la permutation entre les trois cycles mis en œuvre par la machine à dessiccation (ou CTA : Centrale de Traitement d'Air).
- Calibrage des sondes de températures présentes dans les magasins afin de vérifier l'efficacité de la relation directe entre la réalité de la température des magasins et les informations remontées par la GTC (Gestion Techniques Centralisée) vers la machine à dessiccation.

▪ **La performance**

Exemple : Elaboration de mesures des débits d'air brassés par la machine à dessiccation.

Cette procédure permet de répondre aux objectifs d'assurer le bon fonctionnement du bâtiment dans les années à venir et une qualité d'exécution auprès des futurs utilisateurs du bâtiment des Archives départementales.

LES ASPECTS TECHNIQUES



Les aspects techniques du projet du bâtiment des Archives sont des éléments importants du projet : ils ont chacun contribué à l'atteinte du niveau d'exigence fixé par les programmes. Chacun de ces aspects techniques présentent une spécificité qui est propre aux Archives

- Un éclairage intelligent
- Une gestion de l'eau écologique !
- Une isolation très spécifique
- Un traitement climatique centralisé
- Une production énergétique adaptée
- La positivité énergétique du bâtiment
- La structure du bâtiment
- L'ossature du bâtiment

▪ Un éclairage intelligent

Le système d'éclairage a été conçu pour limiter les consommations énergétiques. Celui-ci est adapté aux systèmes de rangement des documents d'archives :



> Les magasins dont les **rayonnages sont mobiles** disposent d'un système d'éclairage organisé en trois zones. Grâce au système de capteurs de présence seules les zones occupées sont éclairées.

Les rayonnages font leur grande première !

Les rayonnages mobiles électroniques installés dans les archives est un système unique en France : chaque soir ces rayonnages se repositionnent automatiquement pour que l'air puisse circuler et empêcher l'humidité de se déposer



> Les **allées des rayonnages fixes** sont toutes équipées d'un capteur de présence : seules les allées qui sont occupées pour la consultation des ouvrages sont éclairées.



▪ Une gestion de l'eau écologique !

L'eau usée issue de l'exploitation du bâtiment est gérée par un système de noues placées aux abords du site.

La présence d'une toiture végétalisée sur la toiture du bâtiment participe également au traitement de ces eaux.

Un bassin de rétention gonflé !

Le fond du bassin de rétention final est recouvert d'éclats de pneus compactés !

Deux avantages :

- Les pneus présentent plus de cavités que les cailloux utilisés habituellement : l'eau est traitée de manière plus efficace
- Un bon geste pour l'environnement : moins de déchets et pas d'incinération !



Le substrat de la toiture végétalisée

Photo : J-L THIEFFRY

La toiture végétalisée

Photo personnelle



▪ Une isolation très spécifique

Une attention particulière a été apportée à l'isolation du bâtiment afin d'éliminer les pertes énergétiques et de conserver l'énergie produite par la cogénération et de la roue de dessiccation. Cette isolation confère au bâtiment une étanchéité très importante (cf. le test du blower door)

➤ Parois extérieures sur-isolées

Un processus d'isolation par l'extérieur très spécifique a été élaboré pour le bâtiment des Archives.

❖ 1 - Thermopierre

Les parties extérieures sont constituées d'une trame en béton remplie de blocs en thermopierre.

Epaisseur : 20 cm

Intérêt : Alliance de la performance thermique et légèreté



L'un des tests du blower door qui a été effectué sur le bâtiment des archives a mis en évidence une déperdition importante de l'air du fait de la porosité des matériaux.

Pour y remédier un **enduit d'étanchéité à l'air** a été mis en place sur la face du thermopierre afin d'assurer une étanchéité maximale.

Un « tartinage » interne et externe d'enduit sur les joints des blocs de thermopierres a également du être opéré.

❖ 2 - Pare-vapeur

Un pare-vapeur a été positionné sur la paroi de Thermopierres.

Performance: $S_d = 140 \text{ m}$

Intérêt : Résistance à la condensation



❖ 3 - Polystyrène extrudé

Mise en place d'un polystyrène extrudé préformé, en remplacement de la laine minérale. Une lame d'air sépare le bardage métallique et cette couche d'isolant.

Epaisseur :

- ⇒ 22 cm d'isolation en façade
- ⇒ **32 cm d'isolation** en toiture : l'épaisseur d'isolant mis en place est tout à fait inhabituelle
- ⇒ **25 cm d'isolation en sous-sol**

Intérêt :

- **Intérêt énergétique :** confère au bâtiment une inertie maximale
- **Intérêt écologique :**
 - Absence de chutes liées à la découpe de l'isolant
 - Matériau plus résistant aux intempéries

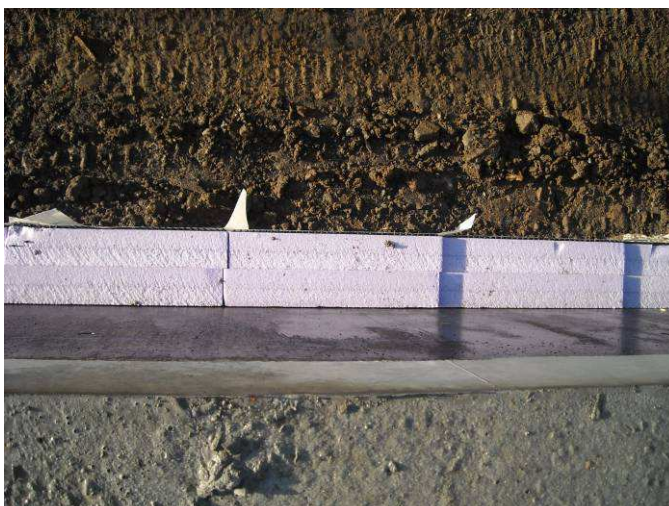
Une isolation de taille !

L'isolation est très spécifique au projet de part la typologie du polystyrène utilisé mais également de part l'épaisseur d'isolant tout à fait inhabituelle mise en place



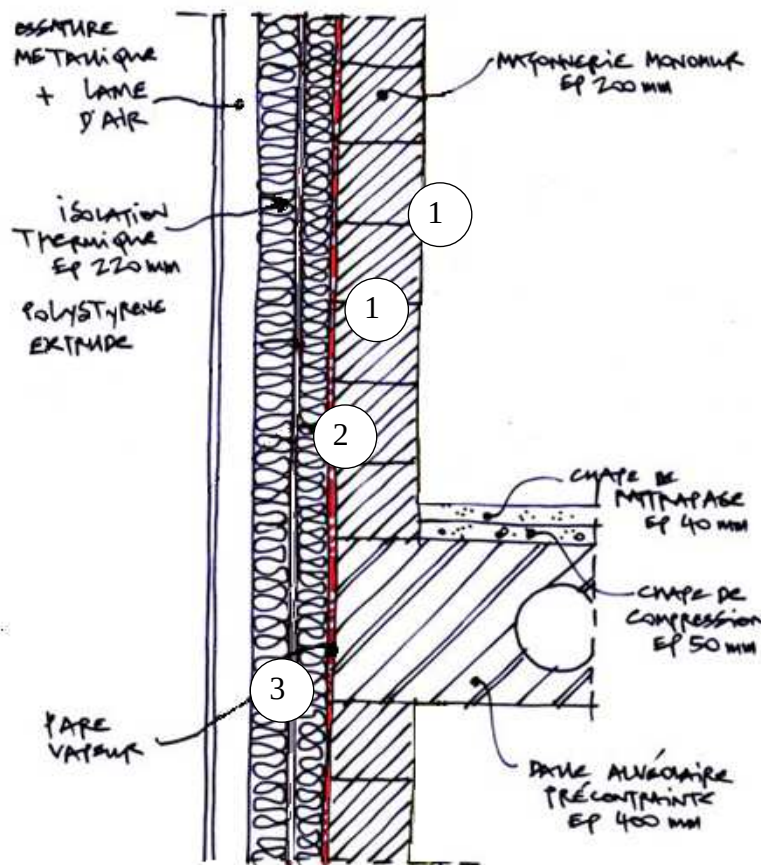
Fixation des blocs de polystyrène

Photos : J. Rommelaere



Les blocs de polystyrène extrudés posés

Photos : J. Rommelaere



- ① Enduit d'étanchéité à l'air
- ① Thermopierre
- ② Pare vapeur
- ③ Polystyrène extrudé
- ④ Bardage métallique



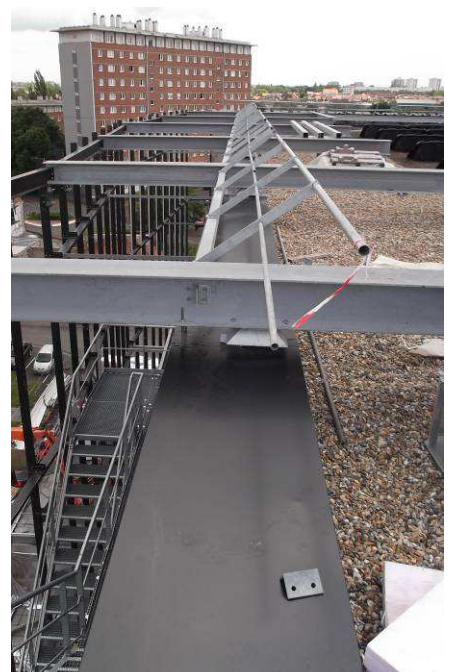
❖ Menuiseries extérieures en bois triple vitrage classe A4 avec revêtement aluminium

Cette isolation apporte une inertie maximale au bâtiment et participe activement à l'atteinte de la positivité du bâtiment.

Inertie hygrothermique du bâtiment :
 $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Des couvertines qui s'adaptent

L'épaisseur importante de l'isolation a compromis la pose de couvertines standards : des couvertines sur-mesure ont donc été réalisées



Les couvertines
 Photo personnelle

▪ Un traitement climatique centralisé

➤ La machine à dessiccation

Caractéristiques :

- Ventilation double-flux
- Roue de dessiccation
- Roue d'échange thermique



La machine à dessiccation

Photo personnelle

Elle englobe 2 procédés pour une double utilité :

➤ **Le contrôle thermique** grâce à la roue de récupération de chaleur :

Du fait de sa forte étanchéité à l'air et des contraintes hygrothermiques, la ventilation du bâtiment est un élément indispensable aux bonnes conditions d'archivage, mais aussi une source de déperdition d'énergie. Pour y pallier, il a été adopté un système dit « à double-flux » permettant de récupérer la chaleur de l'air sortant l'hiver et rafraichir l'air entrant en été.

➤ **Le contrôle hygrométrique** grâce à la roue de dessiccation :

Grâce au silicagel (matériau absorbant l'humidité) que contient la roue de dessiccation :

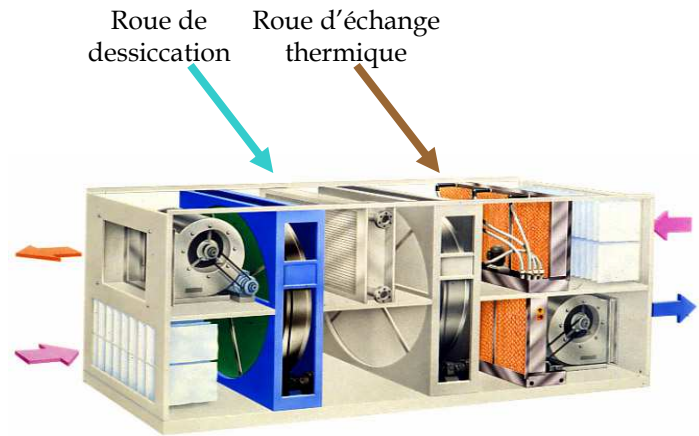
- L'air chaud entrant l'été est asséché
- L'air froid l'hiver est humidifié

Afin de maîtriser le niveau et la variation de l'hygrométrie au sein du bâtiment

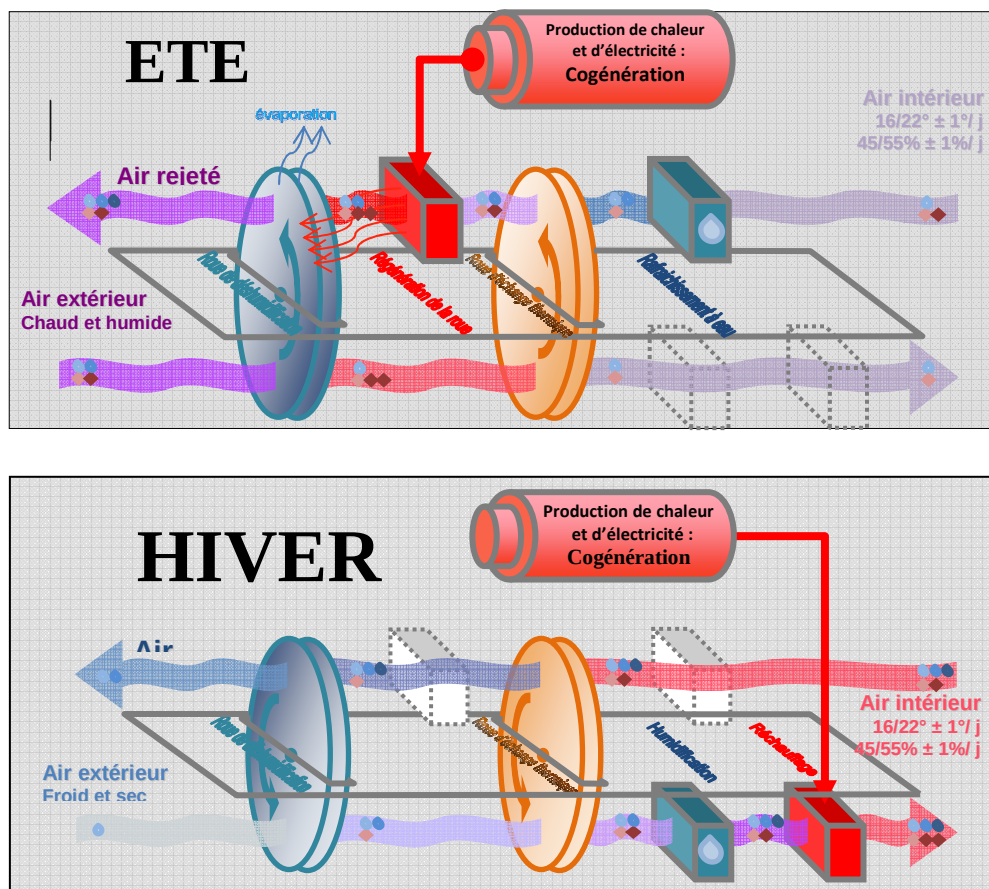
Chaque magasin est équipé de capteurs de température et d'humidité : ces informations sont envoyées à la GTC (Gestion Technique Centralisée) qui effectue la moyenne des données collectées. La machine à dessiccation étant contrôlée par la GTC peut alors réguler la température et/le taux d'humidité de l'air insufflé dans les magasins.

Le prototype de roue de dessiccation installée dans le bâtiment est un modèle industriel qui a été spécialement adapté et mis au point pour le projet des Archives départementales. Aucun bâtiment tertiaire n'a jamais bénéficié d'une telle technologie.

Fonctionnement :



Fonctionnement spécifique et optimisé entre l'été et l'hiver



Cet élément technique permet d'établir les conditions climatiques spécifiques déterminées dans le programme.

Le bâtiment des archives a besoin de chaleur l'hiver pour assurer les conditions d'archivages et l'été pour assurer l'évaporation de l'eau extraite de la roue de dessiccation pour satisfaire ces conditions une seule solution : la cogénération !

▪ Une production énergétique adaptée

Le bâtiment présente deux uniques sources d'énergie qui produisent sensiblement la même quantité d'électricité :

- Une **cogénération** produisant simultanément chaleur et électricité
- Des **panneaux photovoltaïques**, source « pure » d'électricité



La cogénération à huile végétale

Photo personnelle

➤ Cogénération à huile végétale

Le principe de cogénération repose sur un moteur fonctionnant à l'huile végétale, carburant non fossile et renouvelable et dont la combustion n'engendre aucune émission de CO₂.

Caractéristiques :

- Moteur diesel classique alimenté par de l'huile végétale
- Puissance électrique : 8 kW
- Puissance thermique : 18 kW
- Puissance alternateur : 25 kW

Cette cogénération produit de la chaleur et de l'électricité et permet :

- Le chauffage des bureaux
- La production d'électricité
- Le réchauffage de l'air entrant en hiver dans les magasins
- La régénération de la roue de dessiccation en été

Production électrique cogénération TOTALE (kWh ef / an)	30 838
Production électrique cogénération TOTALE (kWh eP / an)	79 562

- Elle est alimentée par de l'huile végétale. Sa consommation annuelle est estimée à 8000 L par an, la cuve qui l'alimente étant d'un volume de 3000 L : un peu moins de trois pleins par an seront donc nécessaires.

Ces deux systèmes, en parallèle, permettent de répondre aux besoins énergétiques du bâtiment et lui confère alors une indépendance énergétique et assurent l'atteinte des objectifs en terme de température et d'hygrométrie des magasins

▪ La positivité énergétique du bâtiment

La positivité du bâtiment est assurée par la mise en place d'un parc de panneaux photovoltaïques en toiture du bâtiment des archives.

Caractéristiques :

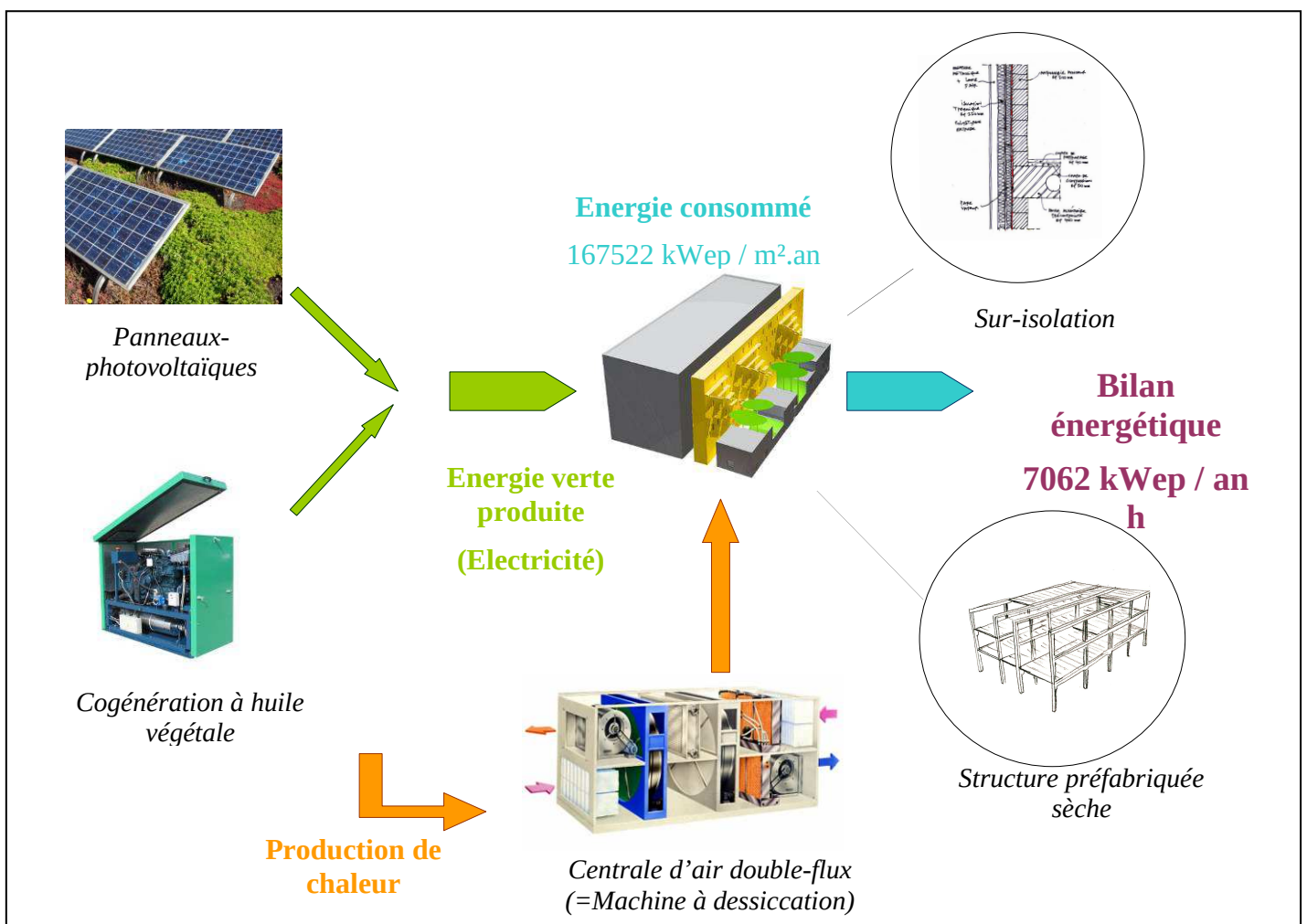
- 300 m² de panneaux en toiture du bâtiment
- Puissance crête installée : 44,1 kWc



Les panneaux solaires
Photo personnelle

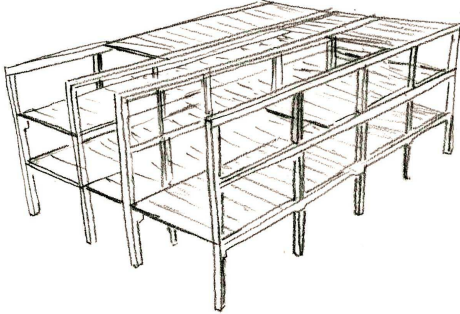
Production électrique photovoltaïque TOTALE (kWh ef / an)	36 830
Production électrique photovoltaïque TOTALE (kWh eP / an)	95 021

Bilan énergétique du bâtiment des archives :



▪ La structure du bâtiment

➤ Structure préfabriquée sèche



Caractéristiques :

- Poutres préfabriquées
- Planchers alvéolaires
- Remplissage en maçonnerie

Cette structure permet :

- De limiter la quantité d'eau restituée par le béton
- De limiter la production de poussières sur le chantier
- D'assurer une mise en condition climatique rapide des magasins
- De renforcer l'isolation extérieure grâce au remplissage par des blocs de béton allégés



Photos : J-L THIEFFRY

La structure du bâtiment en cours de réalisation et finalisée

Photos : J-L THIEFFRY



Photos : J-L THIEFFRY

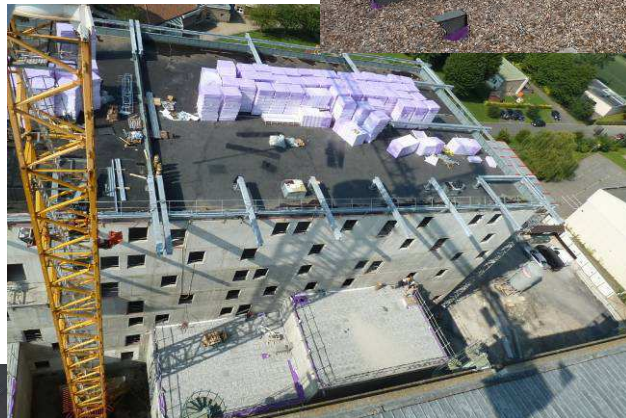
■ L'ossature métallique de façade du bâtiment

Caractéristiques :

- Fixée en toiture. La toiture présente soixante points de fixation de poutres (30 poutres avec deux points de fixation chacune)
- Butée en façade : ce qui permet la limitation des points d'impacts sur la façade du bâtiment (1 points de fixation tous les 15 m² de façade)

Elle soutient différents éléments :

- Le bardage noir métallique
- Les escaliers de secours
- La maille



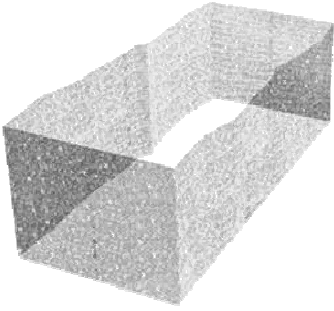
La fixation en toiture de l'ossature

Photos : J-L THIEFFRY

L'ossature du bâtiment

Photos : J-L THIEFFRY

➤ La maille suspendue



Caractéristiques :

- Composition : inox avec découpe au laser
- 220 panneaux différents
- 3 mm d'épaisseur
- Dimensions : 2,40 x 1,40 m en moyenne

Les motifs représentent un biomorphisme entre la pixellisation d'un parchemin et la morphogénèse du papyrus

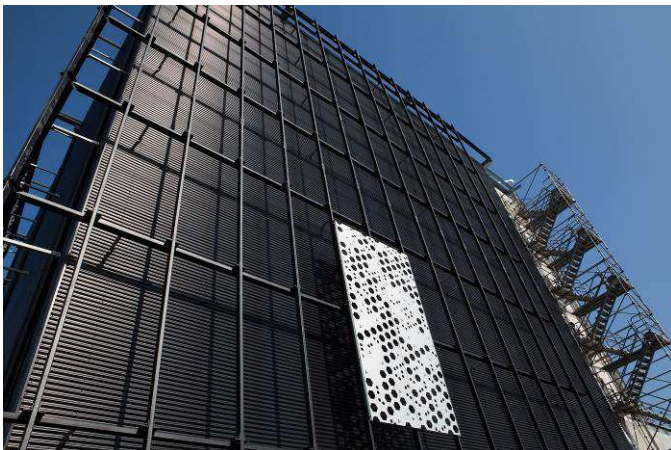
Objectifs : Constitution d'un filtre solaire

La fixation de la maille sur l'ossature du bâtiment permet de limiter les ponts thermiques en la fixant à une ossature primaire posée sur la toiture (pas de percements de l'isolant en façade).

La maille fait office de « miroir » dans lequel se reflète la végétation située autour du bâtiment. Le jour comme la nuit cette même maille en inox réfléchit les lumières de la ville :

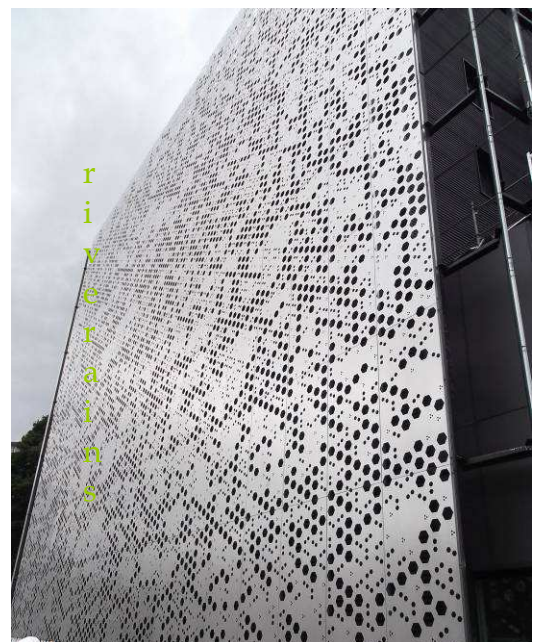
- Durant le jour se crée un jeu d'ombres et de lumière entre la peau du bâtiment et la grille
- La nuit, la maille reflète les lumières de la ville : les phares, réverbères

⇒ Le bâtiment s'intègre dans la vie des



Pose des premiers panneaux de la maille

Photos : J-L THIEFFRY



La maille

Photos personnelle

LA MAINTENANCE ET EXPLOITATION DU BÂTIMENT DES ARCHIVES



Avec la procédure de conception-réalisation, l'appréhension de la maintenance et de l'exploitation du bâtiment des archives constitue le deuxième facteur de réussite le plus important du fait de la qualité empirique du bâtiment et de sa complexité en termes de conduite des installations.

De part la spécificité du bâtiment des Archives départementales 4 axes prenant la forme d'objectifs concernant la maintenance et l'exploitation ont été établis :

- Conservations des œuvres ;
- Assurer la sécurité des biens et des personnes en cas d'incendie ;
- Continuité du service en fonctionnement ;
- Garantie de l'objectif de positivité du bâtiment des Archives.

Ces éléments ont été intégrés au Cahier des Charges (CCTP), dont l'écriture a été confiée à un bureau d'études afin que ce document bénéficie de l'avis d'un spécialiste et qu'il reflète la spécificité et la complexité résidant dans la future exploitation du bâtiment des Archives départementales.

L'objectif de ce Cahier des Charges, dont le futur exploitant du bâtiment des Archives est le destinataire, est de trouver des moyens et méthodes pour sensibiliser l'exploitant à la vie du bâtiment et de sa future utilisation. Ainsi y sont détaillées les dispositions techniques, leur fonctionnement, la fréquence de changement des consommables (filtres, luminaires...). Les problèmes techniques qui incombent à ces installations techniques sont ainsi anticipés.

Est associé à ce Cahier des Charges un « **Guide de conduite** » (ou analyse fonctionnelle) dans lequel sont répertoriés différents éléments :

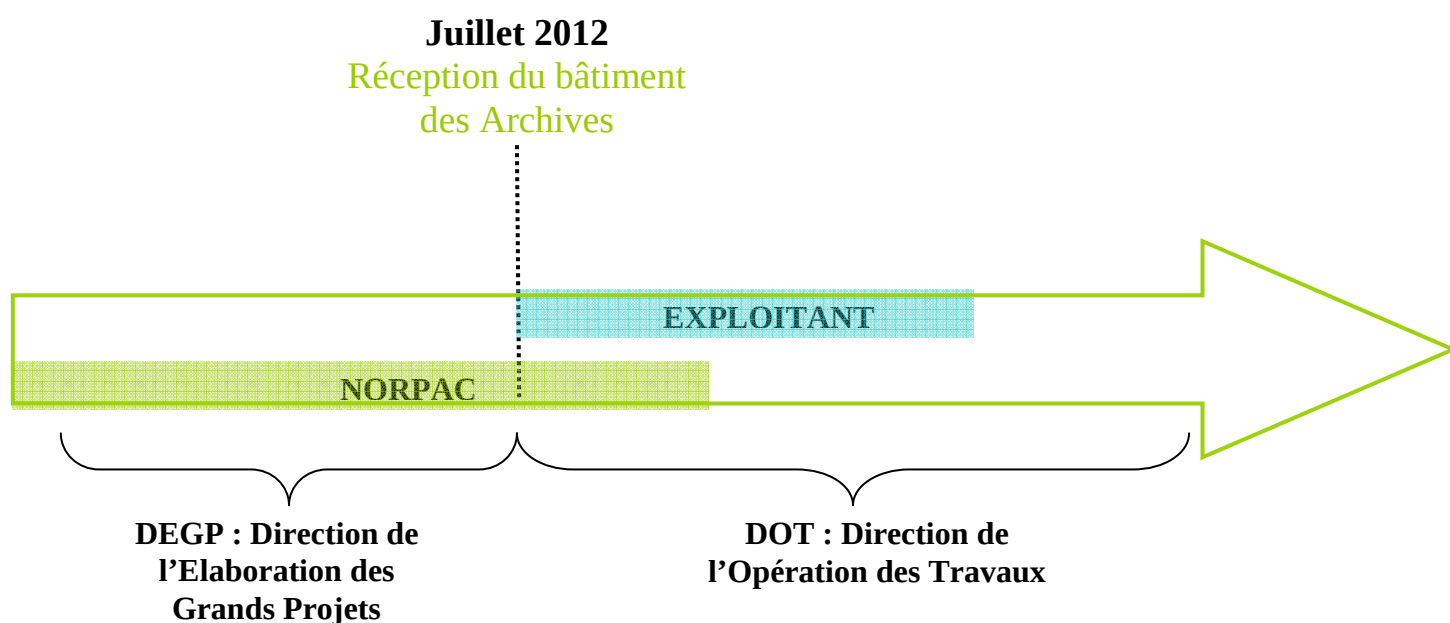
- Paramètres des installations techniques ;
- Programmation liées au fonctionnement (basculement d'un cycle à un autre) ;
- Interactions entre les installations techniques.

Mise en service des installations techniques

La mise en service des installations techniques, effectuée courant juin 2012, est une période de transition dans la vie du bâtiment des Archives qui sera suivi de près par le Conseil Général du nord. Le service de la DOT (Direction de l'Opération des Travaux) va assister à la mise en service des installations spécifiques aux Archives (cogénération, machine à dessiccation...) qui correspondra à une première prise en main.

Passage du relais de la maintenance des Archives

Après la réception du bâtiment des Archives, la société NORPAC assure une année de garantie de parfait achèvement durant laquelle elle s'engage à résoudre les problèmes techniques qui pourrait survenir. Année durant laquelle l'exploitant prendra en main la maintenance et l'exploitation des dispositifs techniques des Archives.



REMERCIEMENTS



Le projet des Archives départementales est le fruit de la collaboration entre les différents acteurs du projet à tous niveaux qui existent. Aussi il est de rigueur de souligner le professionnalisme que l'ensemble de ces acteurs ont fait bénéficier à ce projet de taille et qui est retranscrit ici.

Merci à l'ensemble de ces personnes pour l'aide et le temps qu'ils ont accordés à l'écriture de ce document.

André MICHEL

Conseil Général du Nord – Directeur adjoint à la DEGP

Jean-Pierre BOULET

Conseil Général du Nord – Chargé marchés experts à la DOT

Eric DENIEUL

Conseil Général du Nord – Thermicien à la DOT

Frédéric BERTEN

Société NORPAC

Anne MATHYS

Société NORPAC

Eric CONRATTE

Société NORPAC

Julie ROMMELAERE

ZIG-ZAG Architecture

Jean-Luc THIEFFRY

Photographe aux Archives Départementales du Nord



« La simplicité absolue est la meilleure manière de se distinguer »

Charles Baudelaire