

Bâtiment de bureaux à énergie positive « Green Office® » à Meudon



Green Office® est le premier bâtiment tertiaire de grande ampleur à énergie positive en France. Une conception bioclimatique intégrant des énergies renouvelables (photovoltaïque, cogénération biomasse), et des outils spécifiques (pilotage énergétique, contrat de performance énergétique) ont été mis en place afin de garantir les performances dans le temps.



© Ateliers 115 Architectes

Lieu

11 avenue du Maréchal Juin
92 366 Meudon-la-Forêt

Chiffres

Surface: 23 300 m² SHON
(sur 2 bâtiments de R+7 reliés entre eux)

Coût de l'opération : 63 millions € HT

Consommation : 62 kWh énergie finale/m².an

Production : 64 kWh énergie finale/m².an,
435 MWh/an par les 4 200 m² de panneaux
photovoltaïques et 954 MWh/an par la chaudière
à cogénération biomasse

Dates

Dépôt du permis de construire : Août 2007

Début du chantier : Janvier 2009

Livraison : Juin 2011

Acteurs

Promoteur/MO : Bouygues Immobilier

Propriétaire : Groupe Scor

Locataire : Steria France (siège social)

Exploitant : Exprimm

Architecte : Ion Enescu (Ateliers 115 Architectes)

AMO HQE : Tribu

Bureau d'études structure, fluides, VRD : Arcoba

Éléments techniques «développement durable» mis en oeuvre

Ce bâtiment :

- A obtenu la double certification HQE® niveau «Exceptionnel» et BREEAM Europe Office niveau « Excellent »
- Est labellisé « BBC Effinergie » (le référentiel BEPOS est en cours de définition).

GESTION DE L'ÉNERGIE

CONCEPTION BIOCLIMATIQUE DE L'ENVELOPPE

Le bâtiment est doté d'une forte inertie thermique :

- Les murs sont en structure béton (20 cm de béton) isolés par l'extérieur
- Les plateaux sont en béton, sans faux-plafond afin d'optimiser la forte inertie thermique du béton.

Composition de l'enveloppe

- **Les murs** sont de 48 cm d'épaisseur isolés par l'extérieur : 20 cm de béton, 20 cm de laine de verre, une lame d'air de 3 cm et 5 cm d'aluminium.
- **Les menuiseries** sont mixtes bois-aluminium (bois à l'intérieur et aluminium à l'extérieur), en double vitrage avec lame d'argon. Elles intègrent des volets coulissants munis de brises-soleils.

VENTILATION

La ventilation est une **ventilation double flux** permettant (en hiver) de réchauffer l'air avec la chaleur récupérée sur l'air vicié.

Il n'y a **pas de climatisation** : le rafraîchissement s'effectue par une ventilation naturelle nocturne en été avec un système d'**ouvrants de ventilation motorisés** (commandé automatiquement en fonction des conditions météorologiques).

Les brasseurs d'air se mettent en route automatiquement dès que la température intérieure dépasse les **26°C**, ce qui permet d'abaisser la température ressentie de **3°C**. Les occupants ont également la possibilité de commander leur fonctionnement via l'interface web de commande individuelle « Modulo ».



Menuiseries vues de l'extérieur : les volets coulissants sont munis de brises-soleil, ce qui favorise le confort d'été



Menuiseries vues de l'intérieur : le coffret bois à droite dissimule le système de ventilation nocturne naturelle par ouvrant de ventilation motorisés, les utilisateurs ont la possibilité d'ouvrir les fenêtres manuellement (grâce à l'ouvrant à gauche).



Brasseur d'air



CHAUFFAGE

La **chaudière à cogénération biomasse** assure la totalité du chauffage en hiver grâce à 3 moteurs à cogénération. Elle est alimentée par de l'**huile végétale** (filrière locale issue de résidus de colza produit dans les Yvelines). Un échangeur thermique permet de récupérer la chaleur de combustion produite par les moteurs. Cette chaudière produit également **55% de l'électricité** renouvelable produite grâce au couplage à un générateur électrique et réutilisée sur site. En tout, la chaudière produit 954 MWh par an.

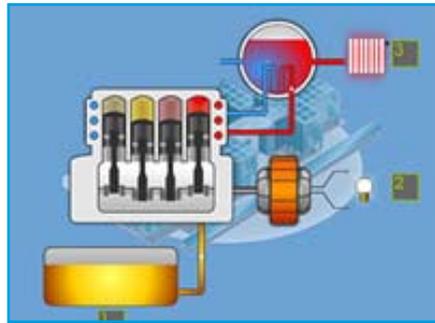


Schéma de principe du fonctionnement d'une chaudière à cogénération

La **température de consigne** est réglée à une température de confort de **20°C en hiver** (du lundi au vendredi, de 8h à 20h), la régulation de la température s'effectuant grâce à la gestion technique du bâtiment (GTB).

Cependant, les occupants peuvent agir sur leur confort (via l'interface « Modulo ») dans une plage de **+/- 1°C**.

L'**émission de chauffage** s'effectue grâce au **système «Vélum»**, breveté par Bouygues Immobilier. Il assure à la fois le chauffage et l'éclairage, et intègre des détecteurs de présence. Il comporte également un panneau acoustique constitué de deux couches de métal perforé, ce qui permet d'éviter la mise en place d'un faux-plafond acoustique.

ECLAIRAGE

L'éclairage des bureaux est assuré par le système « Vélum », grâce à des tubes T5 à ballast électronique. Il est **asservi à une sonde de lumière naturelle** grâce à la gradation en fonction de l'ensoleillement (2 rampes d'éclairage à gestion distincte : en façade et en fond de bureau), et à la **présence des occupants** (détecteurs de présence).

Il est programmé de la façon suivante:

- De 9h à 18h30 : mode actif
- De 8h30-9h et de 18h30-20h : mode réduit
- De 20h à 8h30 : mode arrêt

En mode arrêt ou réduit, l'éclairage se coupe toutes les 15 minutes en l'absence de mouvement dans les bureaux.



Système « Vélum » assurant le confort phonique, le chauffage et l'éclairage.

Les utilisateurs peuvent cependant régler manuellement l'éclairage via l'interface «Modulo».

En mode réduit, seul 1/3 de l'éclairage des circulations et des parkings est allumé. Le reste se met en route sur détection de présence.



PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Les **4 200 m² de panneaux photovoltaïques** (représentant 611 kWc) produisent 435 MWh d'électricité renouvelable par an (soit 45% de l'électricité renouvelable produite sur le site). Cette électricité est revendue à EDF.



Brises-soleils photovoltaïques et panneaux photovoltaïques polycristallins en bardage



Panneaux photovoltaïques monocrystallins en toiture



Panneaux photovoltaïques monocrystallins sur les abris voiture



Verrière photovoltaïque (panneaux monocrystallins entre deux couches de verre transparent) située entre les deux immeubles

CONSOMMATION ET PRODUCTION PRÉVUES

- **Consommation prévue : 62 kWh EF/m².an** tous postes confondus comprenant :
 - les usages réglementaires (consommation de **39 kWh EF/m².an** dans le périmètre RT 2005 comprenant le chauffage, la ventilation, l'éclairage, le rafraîchissement et les auxiliaires : Niveau RT 2005 – 114%)
 - **et** les consommations électriques des usages bureautiques, des parkings, des ascenseurs...

→ Bâtiment Basse Consommation (labellisation BBC Effinergie)

- **Production prévue : 64 kWh EF/m².an** (supérieur à la consommation) dont :
 - **23 kWh EF/m².an** de chaleur renouvelable par la chaudière à cogénération
 - **21 kWh EF/m².an** d'électricité renouvelable par la chaudière à cogénération
 - **20 kWh EF/m².an** d'électricité renouvelable par les panneaux photovoltaïques

→ Bâtiment à énergie positive (BEPOS)

CONFORT VISUEL

La conception architecturale a favorisé la lumière naturelle :

- Afin de laisser pénétrer la lumière au mieux dans les bureaux, les **plateaux** sont de **faible profondeur** (maximum 13,5 m sur plus de la moitié des plateaux car la lumière naturelle ne pénètre que sur 6 m environ).
- 40% de la surface totale des façades est vitrée
- Il n'y a pas de pièces aveugles : des cloisons vitrées ont été utilisées afin de laisser la lumière circuler dans le bâtiment.

Afin d'inciter les employés à **prendre les escaliers** plutôt que les ascenseurs (et ainsi réduire les consommations électriques) pour des déplacements courts, un travail pour rendre cet **espace agréable** a été réalisé : éclairage naturel par des puits de lumière et des fenêtres, et mise en œuvre de murs végétaux.



Cage d'escalier principale

CONFORT HYGROTHERMIQUE

Afin d'assurer un confort thermique satisfaisant sans utiliser de climatisation :

- Le bâtiment est doté d'une **forte inertie thermique** (voir partie « Conception bioclimatique »)
- Des **protections solaires** ont été mises en place : brises-soleils photovoltaïques, volets coulissants munis de brises-soleils, stores extérieurs motorisés (asservi à la GTB en fonction de l'ensoleillement)
- Une **ventilation naturelle nocturne**, et des brasseurs d'air permettent de diminuer la température en été (voir partie « Ventilation »)
- L'aménagement intérieur a été choisi afin de permettre une **bonne circulation de l'air** : limitation du cloisonnement, meubles bas en séparation d'espaces.
- Les **toitures végétalisées** et les murs végétalisés contribuent au confort d'été, à la fois thermique et hygrométrique



Stores motorisés : les automatismes ferment les stores en fonction de l'ensoleillement, mais les occupants peuvent les actionner manuellement via l'interface « Modulo »



Toiture végétalisée



MAINTENANCE ET PÉRENNITÉ DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

PILOTAGE ÉNERGÉTIQUE DU BÂTIMENT

La **station météorologique** installée sur la toiture permet de disposer de paramètres de mesures précis, le bâtiment se trouvant dans un micro-climat local dû à la proximité de la forêt de Meudon : régime de vent, température et hygrométrie spécifiques.

De plus, **18 000 capteurs et 400 points de mesure** permanents sont répartis sur le bâtiment (température, détecteur de présence, luminosité...)

Ces informations sont recueillies environ toutes les 15 minutes et sont des données d'entrée pour la gestion technique du bâtiment (GTB).

La **GTB** pilote le chauffage, la ventilation, le rafraîchissement, l'éclairage et la commande des stores motorisés. Elle permet la régulation et la programmation des appareils, ainsi que le monitoring des consommations par demi-plateau.

Le **logiciel « SIEGO »** (Système d'Information Energétique Green Office) développé par Bouygues Immobilier, contient un module d'expertise énergétique, un portail énergétique et un module de communication avec l'utilisateur afin de l'impliquer dans la gestion de l'énergie du bâtiment.

CONTRAT DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE (CPE)

Un Contrat de Performance Energétique sur 9 ans (durée du bail) a été signé entre Steria et Exprimm en juillet 2011. C'est le premier **CPE privé en France**.



Guide du Contrat de Performance Energétique

Un CPE "a pour objet de garantir dans la durée une amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment ou ensemble de bâtiments existant. L'amélioration de l'efficacité énergétique consiste en la réduction de la consommation énergétique et, le cas échéant, la modification du niveau de service".

(Guide du contrat de performance énergétique du Ministère datant de juillet 2010)

Le CPE porte sur 9 usages : chauffage, éclairage, brassage d'air, ventilation et extraction d'air, rafraîchissement des salles de réunion, ascenseurs, bureautique, parking et utilités.

Le but est de s'appuyer sur les **outils de pilotage énergétique du bâtiment** pour suivre de manière très détaillée les consommations de chaque espace, de les analyser et de mettre en place des actions correctives en impliquant tous les acteurs (constructeur, entreprise de maintenance et utilisateurs), avec un intérêt aux économies d'énergie sur le montant des charges.

SENSIBILISATION DES OCCUPANTS ET USAGES

Un **guide du bâtiment** (guide d'entrée) a été fourni aux occupants afin d'assurer une utilisation optimale des équipements, notamment de l'interface web de commande individuelle « Modulo », accessible sur l'extranet, qui permet aux occupants d'ajuster la ventilation, le chauffage, l'ouverture, l'éclairage et la position des stores.

Une démarche d'**accompagnement du changement** sera développée sur ce site (avec la création d'un poste de « conduite du changement ») afin de sensibiliser les occupants, en particulier sur les consommations informatiques et le tri des déchets (projet ISO 14 000).

Une démarche d'amélioration continue sera également menée, s'appuyant sur le suivi des différents postes de consommation, avec une approche sociologique appliquée à l'étude des comportements et usages.

D'autre part, afin de limiter l'impact du poste transport, des navettes ont été mises à disposition des employés (à partir des gares de Pont de Sèvres et Viroflay). Un portail de covoiturage et des abris vélos ont également été installés.



Guide du bâtiment

Conclusion

VERS D'AUTRES PROJETS EXPÉRIMENTAUX

Ce bâtiment anticipe avec **10 ans d'avance** les objectifs du Grenelle de l'Environnement de ne construire que des bâtiments neufs à énergie positive (BEPOS) à partir de 2020.

Grâce à son système de pilotage énergétique, les informations recueillies sur la réponse du bâtiment aux variations climatiques, sa consommation et sa production font de ce bâtiment un « **incubateur** ».

Ce projet s'inscrit par ailleurs dans les projets expérimentaux de **Smart Grids** (Steria et Bouygues Immobilier font partie du 1er réseau intelligent de quartier IssyGrid®) et de **SmartCities**.





POUR EN SAVOIR PLUS

Cette fiche a été réalisée par l'Agence Locale de l'Énergie GPSO Énergie en collaboration avec le locataire Steria, et avec le soutien de l'ARENE, dans le cadre du projet européen CHP Goes Green.



Plus d'informations sur ce bâtiment:

<http://www.green-office.fr>

<http://www.steria.fr>

<http://www.bouygues-immobilier.com>

CONTACTS

Agence Locale de l'Énergie - GPSO Energie

Claire Huang : 01 45 34 26 52

Chargée de mission efficacité énergétique
claire.huang@gpso-energie.fr

STERIA

David Gau

Responsable de l'Offre Smart Energy Management
david.gau@steria.com



Les autres fiches techniques sur la même thématique :

- Maison passive et à énergie positive à Issy-les-Moulineaux
- Bâtiment de bureaux basse consommation «ETIK» à Boulogne-Billancourt
- Les capteurs solaires photovoltaïques

