

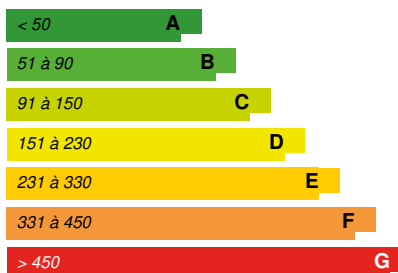
# Green Factory

© 13733 Dernière modification le 25/03/2021 - 12:41



Renovation

2



**Type de bâtiment :** Autre bâtiment  
**Année de construction :** 1950  
**Année de livraison :** 2021  
**Adresse :** 24 rue Joannes Masset 69009 LYON, France  
**Zone climatique :** [Cbc] Tempéré - Hiver sec, été chaud et humide.

**Surface nette :** 2 870 m<sup>2</sup>  
**Coût de construction ou de rénovation :** 3 000 000 €  
**Nombre d'unités fonctionnelles :** 300 aucune  
**Coût/m<sup>2</sup> :** 1045.3 €/m<sup>2</sup>

## Infos générales

Pour les Green Solutions Awards 2020-21 ce bâtiment a reçu :

- Au niveau national : une mention Grand Prix Rénovation Durable, une mention Prix Energie & Climats Tempérés et une mention Grand Prix des Etudiants
- Au niveau international : le Grand Prix Rénovation Durable

Localisé dans l'ancien faubourg industriel de Lyon en pleine mutation depuis les années 90, Green Factory est une construction du milieu du XXième siècle mixant charpente métallique et structure béton (poteaux & poutres & dalle nervurée). Le bâtiment était peu isolé, très énergivore et pas rafraîchi. Il était connecté à une chaufferie collective au gaz pour une partie des locaux, avec un appoint par convecteurs électriques dans les bureaux. Il était désaffecté depuis quelques années car ne répondant plus aux critères de confort et d'énergie qui font référence aujourd'hui. Sa couverture était en amiante ciment et elle reposait sur une charpente métallique cachée par un faux-plafond. Les locaux étaient peu lumineux et peu attractifs et non accessibles. La hauteur sous toiture est variable de 5 à 6,50 m de hauteur au R+1 et 3,50 m au RDC. Il développe environ 3000m<sup>2</sup> en surface utile sur 2 niveaux.

Cette réhabilitation s'ancre dans une **approche globale bâtiment durable répondant aux enjeux des prochaines décennies. Les enjeux sociaux et sanitaires, l'impact sur l'économie locale et l'environnement, les émissions de CO2 sont considérées avec une même valeur considérant que le monde de la construction devrait s'ancre dans une démarche plus systémique.**

**La dimension culturelle** est présente dans le projet. Elle se traduit par une **architecture préservant et valorisant le passé industriel du quartier de Vaise**. Ce quartier de Lyon a fait l'objet d'une restructuration massive au cours des dernières décennies. Son patrimoine industriel s'est effacé au profit de constructions neuves conformes aux standards contemporains. Préserver l'histoire du lieu était l'un des enjeux de ce projet. L'histoire du quartier sera retracée dans les parties communes du bâtiment.

Quelques chiffres après réhabilitation :

- Des hauteurs sous plafond de 5 à 6,5 m à l'étage et plus de 3,2m au rdc, un volume chauffé et rafraîchi de plus de 12 000 m<sup>3</sup>, en lien avec la volonté de laisser l'ancienne charpente apparente.

- Un gain énergétique de plus de 60% par rapport à la situation initiale (chauffage seul) comprenant le chauffage et rafraîchissement . Pour les usages réglementaires, la consommation estimée est de 62 kWhEP/m<sup>2</sup>.an soit -29% par rapport aux exigences du label BBC rénovation soit moins de 9€ +/- / m<sup>2</sup> .an avec un kWh à 15 c hors abonnement avec plus de 4 m de hauteur moyenne sous plafond.Le chauffage seul représente 13,50 kWhEP/m<sup>2</sup>.an.

- Le chauffage et le rafraîchissement de ce grand volume sont assurés par une ventilation double flux (CTA) thermodynamique Cette CTA est couplée à une PAC, la diffusion de l'air est assurée par des gaines perforées. Les gaines perforées avec technologie MIX-IND®, également appelées PULSEURS®, ne “lancent” pas l'air de soufflage dans la zone à traiter, comme tous diffuseurs, mais créent sur leur axe un “champ de pression” capable de mettre en mouvement contrôlé la totalité de la masse d'air ambiant.Le suivi en ligne des consommations est accessible en ligne par les usagers.

- Division par 20 des émissions de CO<sup>2</sup> :2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an en phase d'exploitation.

- Perméabilité à l'air (Q4pa-surf en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) est de 1.14 (valeur de référence est à 1,7 pour de type de bat).

- Démarche qualité de l'air avec pose de capteurs avec système d'alerte par courriel (Particules fines, bruit, hygrométrie, température,CO<sub>2</sub>). Un accompagnement pédagogique est proposé aux usagers pour l'interprétation des mesures et pour proposer des actions correctives. Le groupe de ventilation double flux est équipé d'une filtration de l'air entrant et d'un échangeur à plaque pour éviter le recyclage de l'air intérieur (réduction de la diffusion des virus).

- x 2 de la surface vitrée initiale, soit 14% de surface vitrée par rapport à la surface de plancher thermique (shon RT) dont la création d'un patio central vitré pour l'accès à la lumière naturelle et l'agrément des usagers.

- 160 m<sup>3</sup> d'isolants chanvre & lin et des produits ou équipements de conception fabrication Française à 90%

- Des matériaux issus du recyclage (panneaux acoustiques, plancher de terrasse et espaces sociaux)

- Plus de 1500 m<sup>2</sup> de charpente métallique restaurée et conservée

- Plus de 20 entreprises et bureaux d'études locaux

- 1 label NF bâtiment tertiaire & HPE et 7 qualités associées + BBC rénovation en cours d'attribution, au 20 mars objectifs atteints et dépassés.

- Près de 3000 m<sup>2</sup> de surfaces flexibles en terme d'usages adaptables sans transformation importante

- 1 démarche qualité d'usage et pédagogique: des espaces sociaux confortables et lumineux (deux terrasses confortables), des prises de chargement de véhicules électriques. Un accès en ligne aux consommations énergétiques et de qualité de l'air. Un bâtiment accessible à tous grâce à deux équipements (plateforme PMR et ascenseur).

## Démarche développement durable du maître d'ouvrage

Le promoteur lyonnais Marc Pigeroulet d'Arioste est engagé depuis quelques années dans une démarche bâtiment durable. En 2016, lors de la rénovation de son siège lyonnais, il a fait certifier ses bureaux avec l'obtention d'un label NF Bâtiment durable & BBC Rénovation. Il a poursuivi sur cette voie en proposant à ses clients des bâtiments tertiaires rénovés ou des surélévations d'immeubles avec une forte valeur ajoutée environnementale. Ces dernières réalisations sont en phase avec l'ambition du décret tertiaire de 2019 issu de la loi Elan et les objectifs 2050 en terme de performance énergétique. Pour Green Factory, il a partagé et encouragé l'engagement de l'équipe de maîtrise d'oeuvre de faire de ce projet une réalisation exemplaire et reproductible. Marc Pigeroulet est très attaché à la valorisation architecturale du patrimoine immobilier ancien. Cette volonté fort louable nécessite une approche architecturale fine et créative pour être compatible avec contraintes techniques liées aux enjeux énergétiques. La réhabilitation durable est l'enjeu des prochaines décennies. Elle doit être aussi être entreprise dans le respect du patrimoine historique, industrielle et résidentielle.

## Description architecturale

Cette réhabilitation s'ancre dans une approche globale bâtiment durable considérant avec la même valeur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Le projet architectural évoque le passé industriel de ce quartier situé au Nord Ouest du centre de Lyon. Outre les volets culturels et environnementaux, le volet humain dont le bien être des usagers est l'un des moteurs du projet. Les solutions architecturales et techniques retenues offre un coût raisonnable et sont reproductibles pour cette typologie de bâtiment. La dimension bioclimatique est développée dans les autres rubriques.

### Et si c'était à refaire ?

Il manque à ce projet l'apport en énergie renouvelable d'une centrale photovoltaïque (en auto consommation) mais la surcharge induite par ce type d'équipement n'était pas compatible avec la charpente existante. Les espaces verts ont été valorisés mais il eut été possible d'apporter plus de perméabilité au site en déposant les enrobés de bitume des parking et en les substituant par un sol perméable (gravillon sur ni d'abeille) .

### Crédits photo

Semaphore Lyon et Marc Campesi

## Intervenants

### Maître d'ouvrage

Nom : ARIOSTE

Contact : M. PIGEROULET Marc

<http://www.arioste.fr>

## Maître d'œuvre

Nom : MARC CAMPESI - DIAGONALE CONCEPT

Contact : MARC CAMPESI

<http://www.diagonaleconcept.com/>

## Intervenants

Fonction : Assistance à Maîtrise d'ouvrage  
MARC CAMPESI - DIAGONALE CONCEPT

M. CAMPESI Marc

<https://www.diagonaleconcept.com/>

Assistance à maître d'ouvrage

---

Fonction : Bureau d'étude thermique  
SEQUOIA

M. DEHAN Bruno

En charge du suivi de la certification

---

Fonction : Bureau d'étude thermique  
EMCON

M. DUPRE David

études thermiques et STD

---

Fonction : Architecte  
CECILE REMOND architecte du patrimoine

Mme REMOND Cécile

<https://app.bam.archi/architecte/agence-cecile-remond>

Déclaration préalable pour modification de façades & toitures en collaboration avec Ressources Green Building rgb

---

Fonction : Entreprise  
INDUSTHERM

M. BULLY Géraud

Chauffage- Rafraîchissement-Ventilation

---

Fonction : Entreprise  
JLC MENUISERIE

M. ALEX Laurent

Menuiserie intérieure-extérieure

---

Fonction : Entreprise  
DDSG

M. DA SILVA GOMES Denis

Plâtrerie ; peinture ; faux-plafonds

---

Fonction : Entreprise  
CJL ELECTRICITE

M. THENAULT David

Electricité-courants forts

---

Fonction : Entreprise  
AS PLOMBERIE

M. GERVAIS Sébastien

Plomberie-sanitaire

---

Fonction : Entreprise  
PIMENTA JOAO

M. PIMENTA Joao

Maçonnerie

Mode contractuel

Contractant général

Type de marché public

Table 'c21\_algeria.rex\_market\_type' doesn't exist

## Energie

### Consommation énergétique

Consommation d'énergie primaire : 62,00 kWhEP/m<sup>2</sup>.an

Consommation d'énergie primaire pour un bâtiment standard : 127,00 kWhEP/m<sup>2</sup>.an

Méthode de calcul :

Répartition de la consommation énergétique : chauffage 4.5 kWhEF/m<sup>2</sup>.an / refroidissement 7.6 kWhEF/m<sup>2</sup>.an / ventilation 3 kWhEF/m<sup>2</sup>.an / AUX 2.3 kWhEF/m<sup>2</sup>.an / éclairage 6.6 kWhEF/m<sup>2</sup>.an

Consommation avant travaux : 167,00 kWhEP/m<sup>2</sup>.an

### Consommation réelle (énergie finale)

Consommation d'énergie finale après travaux : 24,00 kWhEF/m<sup>2</sup>.an

### Performance énergétique de l'enveloppe

UBat de l'enveloppe : 0,34 W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>

Plus d'information sur l'enveloppe :

Le bâtiment existant est une structure béton poteaux poutres avec plancher nervurée béton entre niveau. La toiture existante était en amiante ciment, elle a été remplacée par une couverture bac acier isolée (16 mc) et étanchée pour ne pas surcharger la charpente métallique conservée. Le bâtiment est isolé au sol et sur les murs '14 cm de chanvre). L'isolant extérieur n'a pas été retenue pour préserver le caractère industriel du bâtiment. L'isolation intérieur en chanvre & lin contribue au déphase thermique (+10 heures au droit des parties opaques). Le facteur solaire g est de 0,63 pour réduire l'effet de serre. L'inertie est apportée par 1500 m<sup>2</sup> de dalle béton conservée apparente entre niveau.

Indicateur :

Etanchéité à l'air : 1,14

### Plus d'information sur la consommation réelle et les performances

Démarrage des équipements le 10 mars. Constat consigne à 19 °, température intérieure sup 21° sans les apports internes des PC et usagers. Premier retour du monitoring juillet 2021( période de canicule)

## EnR & systèmes

### Systèmes

ECS :

- Chauffe-eau électrique individuel

Ventilation :

- Double flux avec échangeur thermique

Energies renouvelables :

- Pompe à chaleur

Production d'énergie renouvelable : 50,00 %

Plus d'information sur les systèmes CVAC :

Double flux thermodynamique double flux couplé à une PAC. Diffusion par gaines rigides inoxydables micro perforées en induction permettant une homogénéisation des températures et réduit les taux de brassage d'air (moins consommation).

Plus d'information sur les systèmes d'énergies renouvelables :

Système équivalent VRV de type HRV vitesse variable COP de 3.5 à 4.5 et le ER 2.7 à 4. Température de confort issue de la STD maxi 28° avec dépassement possible limité à 2 (objectif label HQE peqa 3.5%)

Solutions améliorant les gains passifs en énergie :

En été : Vitrages solaires (fs=0.51) et fenêtres ouvrantes pour ventilations passives sur 3 faces. Inter saison et hiver : grande surface vitrée 14% / surface thermique ( apport gratuit + lumière).

### Bâtiment intelligent

Opinion des occupants sur les fonctions Smart Building :

Le bâtiment est monitoré pour le suivi des consommations énergétiques et la qualité de l'air (PM1 , PM 2,5, CO2 hygrométrie) associée au confort bruit et lumière. Des alertes par courriel informent les usagers en cas de dépassement des seuils de référence ( OQAI, Ademe ..etc...).

## Environnement

### Environnement urbain

Green factory est situé dans un ancien faubourg industriel du IXe arrondissement de Lyon, un quartier qui a subi une profonde mutation à partir des années 70. Quelques rares îlots à caractère industriel ou artisanal ont survécu aux opérations de rénovation urbaine : un véritable curage de quartier laissant peu de place au riche passé industriel du quartier et à son âme. Des équipements publics ont accompagné ce changement dont le métro et un hub de transports urbain de transport à moins 12 minutes à pied de Green Factory. La gare SNCF de Vaise est à 15 minutes à pied. L'entrée de l'autoroute de Paris à 5 min.

Il subsiste dans le périmètre du bâtiment des activités de services, artisanales, industrielles et de restauration.

## Solutions

### Solution

Isolation chanvre et lin

Biofib

## Coûts

### Coûts de construction & exploitation

Coût des systèmes d'énergies renouvelables : 350 000,00 €

Coût études : 90 000 €

Coût total : 3 000 000 €

Informations complémentaires sur les coûts :

Double flux thermodynamique dont PAC et gaines micro perforées de distribution de l'air

## Santé et confort

### Qualité de l'air intérieur

Le projet fait l'objet d'une démarche qualité de l'air dans le cadre de sa certification. Elle a été renforcée par la sensibilisation des entreprises à la démarche et un engagement contractuel à utiliser des matériaux ou équipements à émission réduite en COV.

De surcroit, le bâtiment est équipé de capteurs avec des seuils d'alertes informant les occupants si les valeurs dépassent les valeurs recommandées par l'OQAI. Une procédure dite d'action corrective sera remise aux usagers. Chaque ensemble vitré comporte des ouvrants pour compléter la ventilation double flux elle-même équipée de filtres.

#### DÉTAIL DES MESURES :

La température est mesurée en degrés centigrades.

L'humidité relative est mesurée en pourcentage.

La luminosité est mesurée sur une échelle de 0 à 1000, où 0 est l'obscurité (1 lux environ) et 1000 est l'éclairage égal à 100 lux.

Le niveau sonore est mesuré par un circuit de microphone, sur une échelle de 0 à 1000.

Les relevés ne sont pas calibrés. Pour situer une échelle d'équivalence, une valeur bruit de 500 correspond à environ 60 dB.

Le CO2 est mesuré en ppm, sur une échelle allant de 0 à 10 000.

Les particules fines mesurées PM1 et PM2,5 en µg/m3, sur une échelle allant de 0 à 1 000.

Les températures seront comprises entre 21° +2°C.

L'humidité relative comprise entre 40 % et 70 % (NF X 35-102 et NF EN ISO 7730).

## Confort

### Confort & santé :

La qualité de l'éclairage fait l'objet d'un cible du label.

La surface vitrée initiale a été doublée pour atteindre 14% de la surface thermique.

Compte tenu de la profondeur du bâtiment , un patio central d'agrément a été créé pour apporter un complément de lumière naturelle dans les zones centrales en particulier au RDC.

Le bâtiment présente de larges casquettes de 3 à 4m au dessus du RDC sur 2 façades Est et Ouest.

Le facteur solaire des vitrages et de transmission lumineuse permet un juste équilibre entre protection solaire en été et lumière naturelle.( cf rubrique énergie)

### Concentrations simulées de CO2 en intérieur :

Le système de ventilation double couvre les besoins de renouvellement en lien avec les effectifs. Des capteurs de CO<sup>2</sup> avec des seuils d'alertes permettent aux usages d'être acteur de la qualité de l'air en aérant de manière passive et en ouvrant leur fenê

### Concentrations mesurées de CO2 en intérieur :

Un capteur par niveau est mis en place avec un seuil d'alerte à 1000 ppm.

Confort thermique calculé :28° en été avec un dépassement inférieur à 2% et en hiver température de consigne 21° +-2°c , inoccupation 18° calcul avec outil STD Pleiade

Confort thermique mesuré :Des capteurs de température vont permettre d'analyser le comportement du bâtiment et d'adapter les équipements et le comportement des usages qui auront la possibilité d'accéder à toutes les données de température et d'hygrométrie.

### Confort acoustique :

En terme d'acoustique le projet est confort aux exigences des cibles HQE :

### Quelques chiffres:

- isolement aux bruits aériens extérieur est 45 DnT,A,tr mesuré contre 30 demandé par le label. Un premier témoin d'une visiteuse Léa : "On voit passer le train mais on ne l'entends pas.", la voie ferrée est à 25 mètres .

- bruit du système de pulsion d'air 37 DnT,A,tr contre 43 demandé par le label

Facteur lumière naturelle :>1.2 dans 80% des zones de 1 rang

## Carbone

### Emissions de GES

Emissions de GES en phase d'usage : 2,00 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an

Méthodologie :  
DPE

Emissions de GES avant usage : 20,00 KgCO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup>

Durée de vie du bâtiment : 50,00 année(s)

Emissions de GES en nombre d'années d'usage : 10  
DPE calcul RT

### Analyse du Cycle de Vie :

#### Eco-matériaux :

- Isolation des murs et cloison chanvre & lin
- Plancher sur isolant de sol : bois aggloméré 30 mm préféré à des chapes ciment
- Isolant acoustique EKOE en PVC recyclé
- Dalle de terrasse en PVC recyclé

Pas de faux plafond

## Concours

### Raisons de la candidature au(x) concours

**"Faire de cette friche industrielle énergivore et inconfortable, un lieu de vie et de travail agréable en toute saison. Répondre de manière efficiente aux enjeux environnementaux des prochaines décennies en proposant une réhabilitation performante, frugale et respectueuse du passé industriel du bâtiment et de son environnement. Réhabiliter, conserver, valoriser : Ce sont les points forts du projet "**

Les points forts de cette rénovation éco-engagée:

- **Le caractère industriel du bâtiment est préservé et valorisé en relation avec l'histoire du quartier sans altérer la performance environnementale.** L'ancienne charpente métallique a été restaurée et mise en valeur et elle s'inscrit aujourd'hui dans un grand volume chauffé (hauteur maxi 6,5m) et rafraîchi avec des consommations énergétiques réduites. Les baies créées et remplacées sont performantes, elle ont fait l'objet d'une **étude par une architecte du patrimoine partenaire** du projet pour préserver la qualité architecturale globale du bâti.
- Le projet s'inscrit dans une démarche éco-responsable avec à la clef un **Label NF Bâtiment Tertiaire associé à la démarche HQE PeqA** (qualités associées: BBC rénovation 62 kWhEP/m<sup>2</sup>.an + Confort d'été + qualité de l'air intérieur + ambiance visuelle + acoustique, + qualité de construction et facilité de maintenance) en cours de validation. Tous les objectifs du label sont atteints et dépassés.
- **Une ventilation double flux thermodynamique assure le chauffage et la ventilation avec un procédé de diffusion très performant** des gaines perforées avec technologie MIX-IND®, également appelées PULSEURS®. Elles ne "lancent" pas l'air de soufflage dans la zone à traiter, comme tous diffuseurs, mais **créent sur leur axe un "champ de pression"** capable de mettre en mouvement contrôlé et doux la totalité de la masse d'air ambiant. Ce procédé est très adapté aux grands volumes.
- **Les matériaux biosourcés** (160 m<sup>3</sup> pour l'isolation des murs en 14 cm de chanvre&lin, plancher bois) ont été privilégiés.
- **Economie circulaire:** les planchers terrasse et les isolants acoustiques sont issus du recyclage.
- Empreinte carbone : au delà de **diviser par 20 les émissions de CO<sup>2</sup>** (cf. études), des **produits fabriqués en France** ont été privilégiés comme les menuiseries extérieurs, les isolants, la CVC, la peinture ... 100% des entreprises et bureaux d'études, architectes sont des TPE locales. Toutes se sont engagées dans un contrat écologique pour que la qualité soit au rendez-vous. 90% des entreprises présentent ont déjà participé à nos formations de sensibilisation sur chantier (analyse de cycle de vie et qualité de l'air intérieur).
- **Une démarche qualité de l'air** a été instaurée au delà des exigences du label. Outre l'étiquetage sanitaire A ou A+ exigé pour tous les produits, le groupe de **CTA double flux est équipé de filtres mais également d'un échangeur à plaque sans recyclage de l'air** extrait et l'air entrant réduisant la diffusion des virus ou bactéries. Les gaines de distribution d'air chaud et froid micro-perforées sont métalliques (rigides) pour faciliter leur nettoyage (voir photos).
- **Le bâtiment est monitoré avec déclenchement d'alertes en cas de franchissement de seuils de référence** (qualité de l'air, températures ou consommation d'énergie). Un abonnement de suivi de performance et recommandations pour des actions correctives est proposé aux futurs usagers du site. Les principales mesures QAI : particules fines, CO<sup>2</sup>, température, lumière, bruit. Mesures énergie (réglementaires et tous usages).
- **Mobilité et accessibilité:** 20 prises de chargement de véhicules électriques sont mis à disposition des usagers du site. Des emplacements vélos et motos sont installés. Le bâtiment est rendu accessible à tous avec un monte-personne PMR pour accéder au RDC qui est surélevé. Un ascenseur permet d'accéder au 1er étage.
- **Flexibilité des usages :** le bâtiment et les équipements sont conçus pour s'adapter à des changements d'usage ou à une découpe en 2 ou 4 lots sans modifications majeures pour réduire l'impact carbone de modifications d'aménagement assez courantes sur ces grands plateaux. Quelques exemples : des tresses courants forts connectables en tout point sous plancher technique, des rails de luminaires sur lesquelles on peut clipser simplement tout type de sources (spots, bandeaux led etc..) et créer des antennes à 90 °, un réseau de CVC conçu pour être divisible avec 4 locaux techniques.
- **Biodiversité et espaces sociaux :** Chaque espace végétalisé dans les espaces extérieurs a fait l'objet de nouvelle plantation avec une plus grande diversité d'essences.
- Des espaces sociaux lumineux et agréables au RDC sont éclairés par un puit de lumière de 50 m<sup>2</sup> créé dans le toit et la dalle du R+1. Au R+1, un espace couvert et ouvert sur un espace vert a été aménagé pour les pauses et réunions informelles.

Quelques chiffres

**Hauteur sous plafond de 5 à 6,5 m** à l'étage et plus de 3,2m au rdc et un **volume d'environ 12 000m<sup>3</sup>**.

**Gain énergétique 60% par rapport à la situation initiale** (chauffage seul) avec chauffage et rafraîchissement soit 62 kWhEP/m<sup>2</sup>.an soit - 29% par rapport aux exigences du label BBC rénovation dont moins de 13 kWhEP/m<sup>2</sup>.an pour le chauffage seul. **Conforme au décret tertiaire et objectif 2050.**

**120 ml de gaines rigides de pulsion de l'air à haute performance, flux doux et silencieux**, technologie MIX-IND®.

**Division par 20 des émissions de CO<sup>2</sup>** de (20 à 2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an) selon DPE.

**Perméabilité à l'air (Q4pa-surf en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) est de 1.14.**

**14% de surface vitrée** par rapport à la surface de plancher thermique (shon RT).

**160 m<sup>3</sup> d'isolants chanvre.**

**1500 m<sup>2</sup> de charpente métallique conservée et restaurée.**

**0 m<sup>3</sup> d'air recyclé avec un échangeur à plaque sur la ventilation double flux thermodynamique.**

**6 mesures de qualité de l'air et confort** (particules fines Pm<sub>2,5</sub> et Pm<sub>1</sub>, CO<sup>2</sup>, hygrométrie, température, niveau de bruit) par des capteurs à chaque niveau. Des alertes automatisées.

**2 capteurs de mesure de consommation d'énergie en continue** (tous usages et réglementaires) avec affichage en direct et en ligne. Une veille avec des alertes automatique en cas d'écart important aux prévisions.

**Plus de 20 entreprises et bureaux d'études locaux.**

# LAURÉAT CONCOURS

Date Export : 20231212212412