

ECOLE LOUISE MICHEL ISSY

BILAN 2007-2021

Retour d'expérience 9 ans après la pose de la première botte

Questionnaire en cours auprès des utilisateurs sur le bilan de vie du bâtiment (derniers RV prévus au mois de février)

Le programme se situe dans l'écoquartier du Fort d'Issy les Moulineaux. Il est constitué de deux équipements : un groupe scolaire de 14 classes et un boulodrome, totalisant 6100 m² de surface construite et 5000 m² d'espaces extérieurs.

Le groupe scolaire

- Une école maternelle de cinq classes, une grande salle de jeu et un centre de loisirs maternelle
- Une école élémentaire de neuf classes et un centre de loisirs élémentaire
- Des locaux mutualisés : atelier cuisine, atelier poterie, bibliothèque, salle vidéo
- Une restauration scolaire de 400 couverts (élémentaire, maternelle, adultes) en liaison froide,
- Une grande salle de sport et de danse 400 m² ouverte aux associations locales hors temps scolaire.

Le boulodrome de 24 pistes :

- D'un club house avec un bar, une salle de réunion, un bureau, des vestiaires et des sanitaires, et une salle à manger extérieure avec barbecue.
- D'une halle de jeux pour assurer un abri pendant la mauvaise saison (toiles amovibles) .

Les espaces extérieurs

- Une « salle hypostyle » extérieure
- Un saut de loup clôturant l'espace extérieur du boulodrome
- Une douve pédagogique qui recueille les eaux de pluie de l'école et créé un microclimat (contre l'îlot de chaleur urbain)
- Un jardin comestible et un verger participant à la qualité du cadre paysagé du quartier et favorisant un développement de la biodiversité locale.

Programme annexe

- Un parking souterrain de 28 places
- Une chaufferie centrale gaz de secours pour l'écoquartier (équipements et 1500 logements)

1- CONFORTS, USAGES

Le projet

Confort sanitaire	<ul style="list-style-type: none">- Micro-jardins intérieurs dans les sanitaires des enfants, la circulation et la restauration- Ventilation double flux pour le groupe scolaire Double flux en régime variable asservie à l'occupation pour les classes, les grandes salles collectives comme les salles à manger et salles de jeu et de danse. Cuisine et locaux annexes traités par une centrale de traitement d'air indépendante.- Matériaux faible impact sanitaire (paille sans aditifs feu ou insectes contrairement à tous les autres biosourcés, bois non traités, peintures et lasures biologiques, linoléums, colles Ecode EC1+, panneaux de bois sans formaldéhyde, démarche ZERO COV mobiliers, recommandations aux utilisateurs cahier des charges sur les fournitures scolaires vêtements...)- Préconisations de produits d'entretien sans émission de COV (cahier des charges)
Confort d'été	<ul style="list-style-type: none">- Enveloppe en matériaux biosourcé / isolation performante et fort déphasage thermique. (Murs paille, toiture paille ou ouate de cellulose+vermiculite)- Protections solaires : larges embrasures dues à l'épaisseur de l'isolation paille ; brise-soleil orientables toutes orientations- Ventilation nocturne par ouvrants grillagés- Complexe végétalisé en toiture des circulations du bâtiment principal- Micro-jardin d'eau entre les bâtiments, source de fraîcheur
Confort visuel	<ul style="list-style-type: none">- Façades non porteuses libérant de larges surfaces vitrées.- Second jour dans les circulations par un bandeau d'imposte vitré dans les classes.- Couleurs claires des revêtements intérieurs.- Stores à lames orientables pour la gestion de l'éblouissement.- Allumage différencié dans les classes côté façade / côté couloir.

Le bilan

- Ambiance générale très appréciée avec la présence du bois / retours positifs des utilisateurs dans le ressenti du bâtiment. (voir les études scientifiques dans les pays du Nord : <https://www.woodarchitecture.fi/fr/articles/les-effets-sanitaires-benefiques-du-bois-en-tant-que-materiu-de-construction>)
- Confort d'été : ressenti par les utilisateurs de qualité bien que l'inertie soit faible (absence de planchers en béton au R+1 et R+2). L'inertie est apportée par le plâtre cellulose (Fermacell) en plafond (double plaque), en doublages des murs d'enveloppe (simple plaque), en cloisons (simple plaque) et en chapes sèches de sol (double plaque). <https://www.enertech.fr/modules/catalogue/pdf/44/Inertie%20thermique.pdf>
- Lumière naturelle : concept de façade optimisant le rapport entre lumière naturelle et qualité thermique des parois. Les enseignants affichent sur les vitrages, ajoutent des films pour ne pas être vus depuis la cour, donc dégradent la qualité de l'éclairage naturel. Ce malgré de nombreux espaces d'affichage et des cimaises prévues dans les locaux.
- La toiture maternelle, qui est aussi la cour de l'école élémentaire, est verglacée par temps très froid ou très venteux en hiver : la combinaison du déphasage thermique important du fait de la performance de l'isolation (ouate de cellulose en sous face / vermiculite sous la chape béton de la cour), de l'orientation nord/est/ouest de la cour et de son altitude, génère un point de rosée en surface. Lors de jours très venteux elle ne dégèle pas avant le début d'après-midi. Un produit anti-verglas à base d'urée ou de plaquettes de bois a été prescrit au gestionnaire comme alternative au sel (les eaux de ruissellement étant redirigées pour arroser le jardin intérieur).

Voir étude <https://www.esb-campus.fr/actualite-recherche-esb-bois-bacteries/>

ETUDE SUR LA QUALITE DE L'AIR INTERIEUR DE L'ECOLE LOUISE MICHEL

Réalisée par ITGA¹, pour le compte de l'INSERM/ECCE TERRA/EPAR/UPMC²

Les effets sur la santé et en termes de qualité de vie de la fréquentation d'une école construite en paille et bois, sources potentielles de pollution lorsqu'ils sont traités, ne sont pas connus. Les résultats attendus concernent les données sur l'impact de la fréquentation d'une école de type durable.

L'objectif de l'étude est d'étudier la relation entre la qualité de l'air dans l'école Louise Michel et dans une école appariée et la qualité de vie et le SICK SCHOOL SYNDROM (SSS) de ses occupants (élèves, instituteurs, personnel techniques).

La méthode employée consiste dans trois mesures de la qualité de l'air réalisées dans l'école Louise Michel et dans une école à proximité selon un protocole standardisé dans plusieurs classes, dans le préau et à l'extérieur de l'école :

- 2 dans l'année académique 2013-14 en saison de chauffe et en saison chaude respectivement
- 1 dans l'année académique 2014-15 en saison de chauffe.

Les polluants mesurés incluent les COVs totaux, les BTEX, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acroléine, les particules fines et ultrafines ainsi que des bio contaminants.

Les COVs seront mesurés in situ par capteurs passifs (Radiello) pendant 1 semaine. Les PM seront mesurées par une machine in situ.

Les bio contaminants seront mesurés par prélèvement par lingette.

Conclusions :

- des valeurs de concentration inférieures voire largement inférieures aux valeurs guide ANSES en vigueur à la date du mesurage, pour une large gamme de polluants : phénols-crésols, Formaldéhyde, Acétaldéhyde, acroléine, benzène, Toluène, xylènes, tétrachloroéthylène. Absence de naphtalène, trichloroéthylène, styrène.
- une humidité relative toujours inférieure à 40% (jugée un peu trop faible avec risque d'assèchement des muqueuses)

¹ Institut technique des gaz et de l'air. Rapport de synthèse KSP1501-0350-001/002-2 en date du 03/06/2015

² INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale / *Ecce Terra* : Observatoire des Sciences de l'Univers / EPAR : Epidémiologie des Maladies Allergiques et Respiratoires / UPMC : Université Pierre et Marie Curie

2- CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Le projet

Sources d'énergie	- Géothermie profonde 750 m alimentant un réseau de chaleur 28° pour le chauffage de l'ensemble de l'éco-quartier (DALKIA) - Electricité pour alimenter la Pompe à chaleur d'appoint - Chaufferie gaz de secours pour l'écoquartier
Equipement chauffage	- Plancher chauffant au RDC - Panneaux rayonnants basse température en plafond aux étages, isolés en laine de polyester recyclée (bouteilles d'Evian) fonctionnant directement sur la nappe, compléments pompe à chaleur eau/eau. - Puits canadien pour le préchauffage de l'air neuf dans le club house.
Eau chaude sanitaire	Pompe à chaleur dédiée raccordée sur le réseau de chaleur
Consommation énergétique	- Cep 55,05 kWh ep/m ² Shon/an pour une référence de 112,06 kWh ep/m ² Shon/an soit 50,88 % de gain sur RT 2005 - Chauffage 7,49 kWh ep/m ² Shon/an pour une référence de 48,49 kWh ep/m ² Shon/an soit 84,55 % de gain sur RT 2005
Etanchéité à l'air	Perméabilité mesurée Q4 = 0,77 m ³ /h/m ² sous une dépression de 4 Pascals

La réalisation

- Obstacle technique à une solution vertueuse : le MOA a désigné Dalkia, fournisseur d'énergie via la chaufferie collective, pour la gestion du site. La stratégie de régulation thermique et le choix des systèmes a été orienté par ce gestionnaire, sans ambition de réduire les consommations à la source, ce qui a fait obstacle à des solutions plus frugales qui ont été préconisées au stade conception (PAC alimentant les équipements que par temps très froid, l'eau à 28° étant suffisante la majorité du temps)

Le bilan

- Les interfaces utilisateurs sont mal comprises et ne sont pas manipulées au meilleur escient. De fait qu'il s'agisse de la régulation de l'éclairage artificiel (asservi par sonde crépusculaire + débrayage manuel) ou de l'action des stores de protection solaire (asservis par sonde/horloge météo + débrayage manuel), ces interfaces paraissent trop complexes et pas suffisamment intuitives.

- L'abandon en fin de chantier (maître d'ouvrage pour raison d'économies) de la galerie vitrée sud du club-house à fonction bioclimatique a rendu dans la circulation inopérante le dispositif de puits canadien et certainement participé à augmenter les consommations de chauffage du bâtiment

- Les retours sur les consommations (DALKIA) après deux ans d'exploitation n'étaient pas très bons. L'entreprise responsable du lot CVC a été défaillante en fin de chantier (action en justice du MOA).

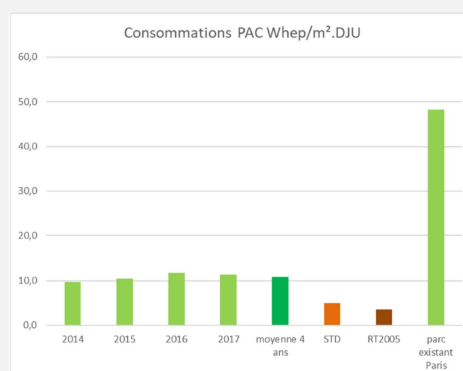
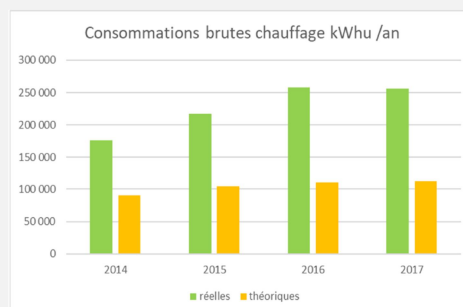
ANALYSE DES CONSOMMATIONS SUR LES 2 PREMIERES ANNEES D'EXPLOITATION

Richard Coignard, ingénieur ICR-LBE bureau d'études fluides de l'équipe de maîtrise d'œuvre

→ consommations de chauffage au double des consommations théoriques calculées par STD soit 7.5 kWh/m²/an),

→ consommations de PAC au double de celles calculées, bien que 5 fois moins de celles du parc existant (météo constante)

→ cela semble être une constante dans les bâtiments BBC qui ont été suivis. Il faut comparer avec le parc existant, et là on est 5 fois meilleurs.

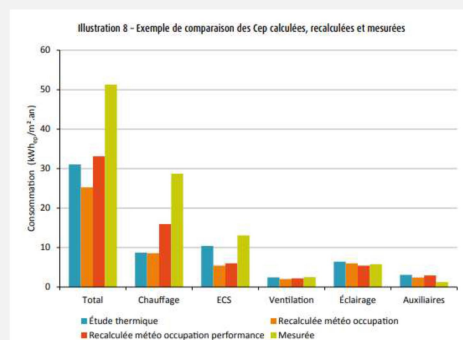


CEREMA / ADEME programme PREBAT

Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie

Enseignements opérationnels tirés de 60 constructions et rénovations

> consommation recalculée suivant la météo, l'occupation et les performances observées.



DYSFONCTIONNEMENTS POSSIBLES - CAUSES PROBABLES

Paramètres d'influence :

Les conditions d'occupation : la température de chauffage supérieure aux hypothèses. Température de soufflage du traitement d'air double flux non suivie

Les conditions d'exploitation par les utilisateurs : Portes ouvertes sur l'extérieur, etc...

Les périodes d'occupation : Programmes de ralenti pas calés (GTB), pas de suivi GTB, qualification des intervenants sur la supervision, etc...)

Des pertes réseaux de distribution : peuvent être supérieures aux attentes

Les écarts sur les performances thermiques de l'enveloppe : généralement observés sur les ponts thermiques (calculs et mise en œuvre)

Le suivi de performance : pas de mission de suivi de la MOE sur les premières années. On constate ici que les consommations augmentent à partir de la deuxième année, contrairement à ce qui est observé généralement

Le contrat d'exploitation maintenance : contrôle de performance pas inclus : performances des récupérateurs d'énergie des centrales de traitement d'air, etc...

3- BAS CARBONE / BIOSOURCE

Le projet

Bilan carbone	Structure poteaux poutres bois LC et planchers bois CLT, façade et toiture ossature bois et isolants végétaux paille, ouate de cellulose, laine de bois, menuiseries extérieures et menuiseries intérieures bois, linoléum, peintures soja, plâtre/cellulose Objectif bois francilien et français Chauffage par géothermie + PAC
---------------	--




Structure	Poteaux poutres plancher bois, façade et toiture en caissons à ossature bois
Enveloppe	Matériaux biosourcés : isolation paille, ouate de cellulose et laine de bois Murs principaux 360 mm de paille Up 0.201W/(m².K) à 0.168W/(m².K) Autres murs ouate et laine de bois Up 0.26W/(m².K) Toiture 360 mm de paille Up 0.201W/(m².K) Menuiserie en mélèze 95 mm bois triple vitrage argon Uw 0,9 W/(m².K)

Le bilan

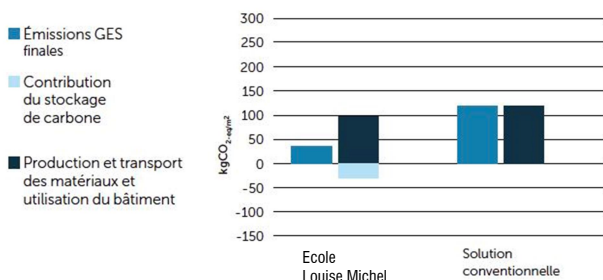
- Après avoir réalisé en Loiret la préfabrication des caissons bois-paille pour le club-house du boulodrome, l'entreprise du lot enveloppe a ensuite délocalisé dans la Région de Toulouse sa production des caissons pour les bâtiments de l'école. Dans les deux cas, la paille était prélevée sur le territoire local à moins de 500 m de l'atelier de préfabrication.

- Bilan réalisé par l'équipe FIBRA AWARD :

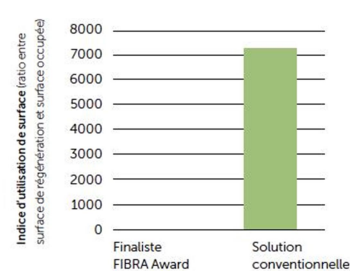
Liste des matériaux de construction

	Ecole Louise Michel	Solution conventionnelle
STRUCTURE		
	Bois massif (252 t, 2 800 km) Bois lamellé collé (342,2 t, 2 000 km)	Béton (3 344,5 t, 50 km) Acier (218,1 t, 50 km)
ISOLATION		
	Paille (138 t, 600 km) Laine de bois (4,2 t, 1500 km) Ouate de cellulose (142,5 t, 300 km)	Laine de verre (51,4 t, 50 km)
ENVELOPPE		
	OSB (1,5 t, 300 km) MDF (4,9 t, 300 km) Placoplatre	Briques (353,1 t, 50 km)

Potentiel de réchauffement climatique



Indice d'utilisation de surface



4- PAYSAGE : VEGETATION / BIODIVERSITE / EAU PLUVIALE

Le projet

- Paysage
- Plantes et arbres comestibles, odoriférantes pour le confort olfactif et visuel
 - Jardins d'eau et Circuit pédagogique de l'eau : gargouilles, impluviums, noues et bassins
 - Toitures végétalisées
 - Plantations grimpantes sur les clôtures de la cour maternelle
-

La réalisation

- Plantes grimpantes prévues pour végétaliser la façade : l'entreprise n'a pas installé les arrosages automatiques sur la partie nord du terrain

Le bilan

- Défaut d'entretien des jardinières intérieures prévues dans les sanitaires pour l'agrément visuel et olfactif : 50 % des plantes ont dépéri (2015)

- Les impluviums extérieurs en galets sur les terrasses des classes de maternelle ont été refermés par dalles béton, car les enfants se jetaient les cailloux !

De manière générale les dispositifs alternatifs proposés n'ont pas été le support pédagogique espéré face aux comportements inappropriés des jeunes enfants mais davantage le prétexte pour empêcher ces alternatives :

- les plantes pour pollinisateurs ont été minimisées car elles attirent les insectes
- les sols en mulch que l'on souhaitait proposés ont été remplacés par de vulgaires sols souples synthétiques sous prétexte que les enfants pourraient avaler des copeaux

5- PERENNITE, MAINTENANCE

Le projet

- galerie d'entretien avec garde-corps, dans l'embrasure des bandeaux de fenêtres (grâce à l'épaisseur importante des caissons isolés en botte de paille)

Le bilan

- enveloppe isolée en paille : pas de désordre signalé
- vieillissement du bardage en façade qui estompe progressivement le motif des bandeaux colorés en façade (choix guidé par la demande de l'architecte-conseil de la Ville ne voulait pas de gris naturel > choix de lasures métallisée dorée et argentée « garantie 10 ans », aujourd'hui ces lasures s'estompent et le bardage prend la couleur gris argenté du vieillissement naturel du bois...
- le bâtiment a connu plusieurs désordres liés à une mauvaise mise en œuvre de l'étanchéité (galerie de liaison, toiture, cuisine, ..).

La sous-traitance de ces ouvrages d'étanchéité est la principale cause de la survenue de ces désordres.

FIN DE DOCUMENT