

FICHE RETOUR D'EXPÉRIENCE

DE L'AREC, DÉPARTEMENT ÉNERGIE-CLIMAT DE L'INSTITUT PARIS REGION



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU PATRIMOINE PUBLIC

BÂTIMENT SCOLAIRE

OCTOBRE 2019

41.17.15



www.arec-idf.fr



Cofinancé par le programme
Horizon 2020 de l'Union européenne



AREC
AGENCE RÉGIONALE
ÉNERGIE-CLIMAT

VISION GLOBALE

La localisation



Le bâtiment

Groupe scolaire
Les Ajoncs
Surface : 1 982 m²
Année de construction :
1989
Usage : scolaire



Les acteurs

Ville d'Issy-les-
Moulineaux, maître
d'ouvrage
Intervenants : Pascal
Chombart de Lauwe,
Tectpone, EGSC, RFR
éléments

La procédure juridique

Consultation maîtrise
d'œuvre.
Marché en lots séparés.

Le projet

Transformation du groupe scolaire « Les Ajoncs » en une école élémentaire et extension/rénovation de la maison de quartier « La Ferme » à Issy-les-Moulineaux dans les Hauts-de-Seine.

Le projet de rénovation démarre sur le constat de vétusté du bâtiment et de consommations énergétiques importantes. Il vise à transformer le groupe scolaire existant composé d'une école maternelle et d'une école élémentaire en une école élémentaire seule en fixant des objectifs forts en termes d'efficacité énergétique.

Le programme



Isolation des murs par l'extérieur
Isolation de la toiture et végétalisation d'une partie
Remplacement des menuiseries



Remplacement de la production de chauffage et ECS électrique par une chaufferie gaz
Mise en place de systèmes hydro-économiques
Création d'un réseau hydraulique bitube et mise en place de radiateurs basse température



Mise en place d'une ventilation mécanique avec ou sans préchauffage selon la zone



Réfection totale et gestion par interrupteur/gradateur

Le coût

Marché public de travaux

Total du marché	3 100 000 € HT
-----------------	----------------

Les gains annuels

Consommation : 435 kWh_{EP}/m²

Emissions : 14 kg_{eq} CO₂/m²

Charges énergétiques : 18 200 € TTC



113 kWh_{EP}/m²

4 kg_{eq} CO₂/m²

4 700 € TTC

Spécificités

Au-delà des objectifs énergétiques, des investissements complémentaires ont été prévus, notamment pour la mise en œuvre d'une toiture végétalisée, d'un jardin pédagogique et d'une démarche environnementale au niveau du chantier (gestion optimisée des déchets et réduction des nuisances par exemples).

OPÉRATION DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Contexte du projet

L'école a été construite en 1989 dans le cadre d'une zone d'aménagement concertée (ZAC). Le projet de réhabilitation a germé en 2011 sur un constat de vétusté visible notamment au niveau des façades marquées par des fissures, des fers apparents et une architecture générale dégradée. Les menuiseries laissaient passer des courants d'air froid, sollicitant plus que nécessaire le système de chauffage électrique. Une grande partie des bâtiments alentours ont fait l'objet de travaux dans la même période. La maison de quartier « La Ferme » qui accueille le centre de loisirs et les associations fait aussi partie de ce projet de rénovation.

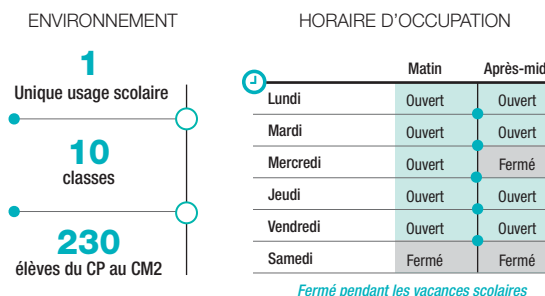
Le calendrier

L'école a fermé pendant la durée totale des travaux, soit 2 ans. Les élèves ont été répartis sur d'autres écoles de la ville. Cette durée de fermeture avait été anticipée par la ville. Le projet a été suivi par la ville en interne notamment car il n'y avait pas d'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) intégré au projet. La charge de travail associée est d'environ 50 % d'un équivalent-temps-plein sur la durée totale du projet.

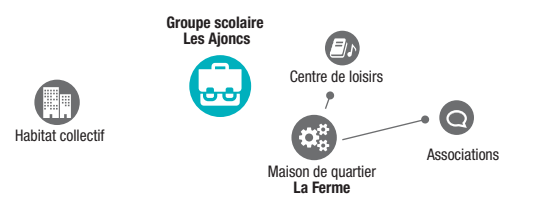
Objectifs

Le programme initial présenté par la ville était peu prescriptif. Il exigeait seulement de respecter les cibles de la démarche haute qualité environnementale (HQE) et la réglementation thermique applicable aux rénovations globales. Le niveau de performance énergétique a été ciblé avec la maîtrise d'œuvre retenue au fur et à mesure lors des phases d'avant-projet en intégrant les services Chantiers et Exploitation. Le niveau de performance retenu fixe un objectif BBC et un objectif RT2008 -20 % rénovation. D'après la note de calcul de la réglementation thermique (RT), le Ceperf est de 142,3 kWhEP/m², l'objectif est donc d'atteindre au maximum 113 kWhEP/m². Un scénario unique a été proposé afin de répondre à cet objectif.

Environnement et usages



AU CŒUR DE LA ZAC



Mise en œuvre juridique

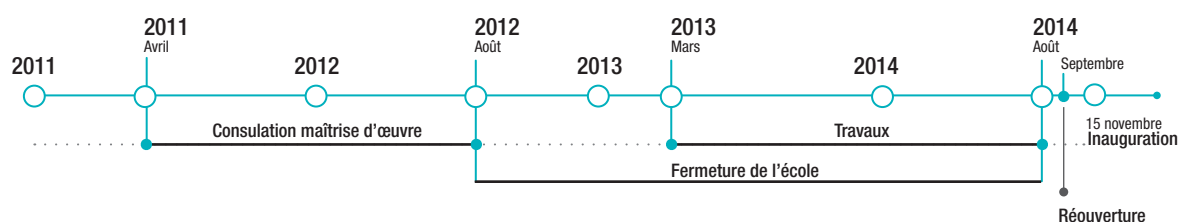
La ville d'Issy-les-Moulineaux ne s'est pas dotée d'une assistance à maîtrise d'ouvrage.

Elle a mis en place un marché de maîtrise d'œuvre, passé sous la forme d'une procédure adaptée, avec 3 candidatures retenues. Le choix final a été fait sur lettre d'intention.

Le marché de travaux est alloté (8 lots) à prix global et forfaitaire par lot.

Solutions techniques développées

Pour la maison de quartier, le projet comporte la rénovation complète des espaces intérieurs, le remplacement de la façade sur rue, l'extension au premier étage (par annexion du logement de fonction), le remplacement des systèmes de chauffage et de ventilation et le réaménagement des espaces extérieurs. Pour l'école, le projet nécessite une restructuration complète de l'intérieur du bâtiment qui sera accompagnée du traitement de l'enveloppe et des systèmes de chauffage ventilation et climatisation (CVC). Les espaces extérieurs et les clôtures sont également repris.



	Poste	Description de l'existant	Description des actions du projet
Enveloppe	Murs	Murs béton avec isolation intérieure de 6 cm de laine de roche	Isolation thermique par l'extérieur (ITE) par 15 cm de laine de verre avec $R \geq 4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ avec bardage bois (l'isolation intérieure en laine de roche de 6 cm est conservée)
	Toiture shed	Isolation de 5 cm de laine de roche	Isolation en laine de roche de 15 cm avec $R \geq 3,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
	Toiture végétalisée	Toiture terrasse béton (20 cm) avec isolation de 10 cm de polystyrène expansé (PSE)	Isolation en polystyrène expansé (PSE) de 20 cm avec $R \geq 5,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Toiture végétalisée afin d'améliorer le confort visuel des riverains
	Menuiseries	Menuiserie bois avec double vitrage 4/12/4	Remplacement totale par des menuiseries bois avec double vitrage 4/16/4 argon avec $U_{g} \leq 1,1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Systèmes	Production de chaleur	Convecteurs électriques avec régulation par local via des thermostats	Dépose des convecteurs électriques Installation d'une chaufferie gaz avec chaudières à condensation, création du réseau de distribution, installation d'émetteurs
	Eau chaude sanitaire (ECS)	Ballons électriques	Production assurée par les chaudières à condensation Installation de systèmes hydro-économiques
	Distribution/émission	Convecteurs électriques avec régulation par local via des thermostats	Création d'un réseau hydraulique bitube Mise en place de radiateurs basse température avec robinets thermostatiques
	Ventilation	Ventilation naturelle par ouverture/fermeture des ouvrants dans les salles de classe Ventilation mécanique contrôlée (VMC) dans les sanitaires et les cuisines	Cuisine : installation d'une centrale de traitement de l'air (CTA) simple flux avec batterie chaude reliée au réseau hydraulique et installation d'un caisson d'extraction. Puissance ventilateur $< 0,3 \text{ W/m}^3/\text{h}$ Sanitaires : installation de caissons VMC simple flux Autres parties des bâtiments : installation de caissons VMC simple flux. Puissance ventilateur $< 0,3 \text{ W/m}^3/\text{h}$ + entrées d'air en façade. Ventilation naturelle en mi-saison.
	Éclairage	Ampoule à incandescence	Réfection totale de l'éclairage avec comme objectif une puissance inférieure à 7 W/m^2 en LED pour un éclairage de 300 lux Gestion par interrupteur et gradateur (uniquement salles de classe, salle de réunion, réfectoire, salle polyvalente et bibliothèque)

Le bâtiment n'est pas mitoyen. Sa configuration générale est en forme de « T ». Afin de s'intégrer dans l'îlot, l'architecture de bâtiment est peu compacte

et présente donc des surfaces déperditives importantes. Le bâtiment est composé d'un rez-de-chaussée et d'un étage.

Groupe scolaire avant travaux



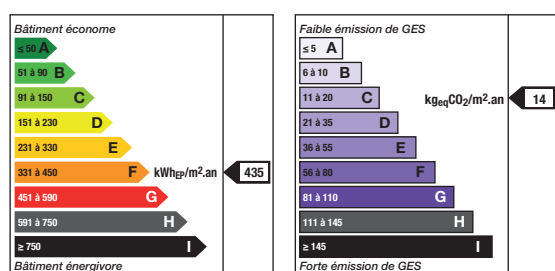
Groupe scolaire après travaux



BILAN TECHNIQUE

Situation énergétique initiale

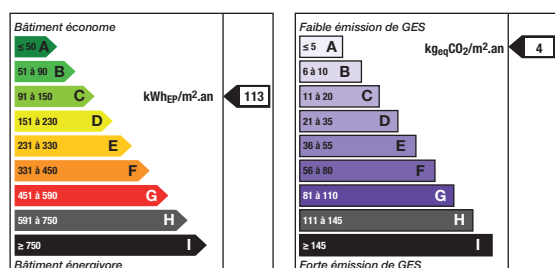
La situation énergétique de référence a été établie dans le cadre du calcul réglementaire RT qui tient compte des 5 usages réglementaires à savoir : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire (ECS), ventilation et éclairage. Cette situation de référence est théorique.



Le coût énergétique associé était de 18 200 €TTC/an.

Gain énergétique

La situation énergétique et environnementale après la réalisation des travaux est la suivante :



Le coût énergétique associé est chiffré à 4 700 €TTC/an.

Les gains énergétiques présentés, ci-dessus, sont uniquement théoriques et basés sur le calcul thermique intégrant les solutions techniques proposées (avec un objectif de 113 kWh_{EP}/m² contre 435 kWh_{EP}/m² initialement).

Amélioration du confort

Le confort des usagers a été amélioré grâce aux travaux, notamment au niveau de la sensation de parois froides et des courants d'air.

L'atteinte d'un niveau performant d'étanchéité de l'air a été l'une des grandes attentes de la Ville, lors de la rédaction des cahiers des clauses techniques. Ce critère a été sujet à une évaluation pour vérifier que la perméabilité à l'air à l'issue des travaux était

bien inférieure ou égale à la valeur prise par défaut dans la RT2012, soit 1,7 m³/(h.m²).

Le test de perméabilité à l'air a permis de localiser puis corriger les points de fuite (portes donnant sur l'extérieur, jonction ouvrant/dormant et menuiserie/doublage, fenêtres de toit et désenfumage). Ces corrections ont permis d'atteindre une perméabilité inférieure à l'objectif initialement fixé de 1,7 m³/(h.m²), validé par un test à la réception des travaux.

Le projet intègre en parallèle quelques notions de construction Feng Shui dans l'optique d'assurer un confort et une sensation de bien-être aux occupants.



BILAN ÉCONOMIQUE

Investissement et coûts opératoires

Les investissements et coûts opératoires liés au marché (école + maison de quartier) sont les suivants :

Total du marché	3 100 000 € HT	Travaux de conception/ réalisation 1 564 €HT/m ²
------------------------	----------------	---

La répartition par poste n'est pas connue mais les travaux annexes sont compris dans le coût présenté ci-dessus.

Aides

Le projet respecte les conditions minimales pour pouvoir valoriser les Certificats d'économie d'énergie (environ 9 800 € perçus). D'autres aides ont pu être reçues mais elles n'ont pas été communiquées.

Les investissements présentés ci-dessus ne tiennent pas compte des aides perçues.

Réduction des charges énergétiques

À partir de 2014, les économies générées sont estimées à 13 500 €TTC/an. Cette économie ne tient pas compte du surcoût de maintenance des nouvelles installations.

Temps de retour

Le temps de retour brut du projet est long si on le considère uniquement comme un investissement à vocation d'efficacité énergétique. Néanmoins, il faut prendre en considération le fait que le projet s'inscrivait dans une requalification globale du bâtiment mais aussi de l'ilot de quartier, notamment au niveau architectural.



ENSEIGNEMENTS

Bonnes pratiques

- Le marché de maîtrise d'œuvre a été choisi pour la réhabilitation de cet établissement public. Il convient de noter que le choix de marchés en lots séparés peut toutefois apparaître risqué : envisager le recours à d'autres schémas juridiques en marché global (conception-réalisation ou marché de performance) permet d'assurer la continuité des prestations, par exemple les travaux durant les vacances scolaires, ou une fluidité des prestations entre les phases de conception, de réalisation et d'exploitation.
- Le marché a été alloté mais les lots gros œuvre et façades ont été attribués à la même entreprise. Cette décision du maître d'ouvrage se justifie par une volonté de construire une vision globale et un moyen de garantir un niveau de performance concernant l'étanchéité des parois. Le travail est ainsi facilité.

Pièges à éviter

- Les menuiseries avec châssis à soufflet ont été très vite détériorées. Elles ont dû être changées pour du simple vitrage. Le changement a réduit la performance thermique du bâtiment puisque les menuiseries d'origine étaient en double vitrage.
- Le maître d'œuvre est parti sur l'installation d'une pompe à chaleur pour assurer la production de chauffage. Au cours des travaux, l'entreprise a alerté la ville sur la nuisance sonore susceptible d'être induite par cette installation. La ville a dû missionner un bureau d'étude spécialisé afin d'évaluer l'impact sur l'environnement direct de l'école. Les travaux ont dû se réorienter vers une chaufferie gaz, ce qui a fait l'objet d'un devis supplémentaire.
- Plusieurs entreprises ont fait faillite durant les travaux, notamment celle qui réalisait les travaux CVC. Le chantier a dû être terminé par un autre prestataire ce qui a engendré des coûts supplémentaires importants.



**DIRECTEUR
DE LA PUBLICATION**
Fouad Awada

COORDINATION
Narjis Mimouni,
département Énergie-climat

RÉDACTION
BHC ENERGY

MAQUETTE
Agnès Charles

FABRICATION
Sylvie Coulomb



15, RUE FALGUIÈRE
75740 PARIS CEDEX 15
TÉL. : 01 77 49 79 89
contact.arec@institutparisregion.fr
www.arec-idf.fr



L'AREC EST UN DÉPARTEMENT DE **L'INSTITUT PARIS REGION**,
ASSOCIATION LOI 1901

15, RUE FALGUIÈRE - 75740 PARIS CEDEX 15 - TÉL. : 01 77 49 77 49