

GUIDE "COMMENT SUIVRE LA PERFORMANCE DES BATIMENTS ?" LA BOITE A OUTILS

Outil n°10 : 4 exemples de bâtiments performants avec suivi instrumenté

Pour illustrer l'intérêt de mettre en place un suivi instrumenté, nous vous proposons 4 fiches présentant les résultats du suivi sur différents bâtiments performants.

Pour la réhabilitation :

- Les bureaux du SIERG à Echirolles (38) / Maîtrise d'ouvrage : SIERG / Maîtrise d'œuvre : Tomasini Design / Métrologie et suivi : BE ADRET
- Les logements des années 1850 et 1910 rénovés en basse consommation (2004-2010) du quartier Franklin à Mulhouse (68) / Maîtrise d'ouvrage : privée / Maîtrise d'ouvrage déléguée : IB Tech / Maîtrise d'œuvre : Atelier d'architecture Colombo, Factory Architecture et MGD Architecture. / Métrologie et suivi : BE ENERTECH (maîtrise d'ouvrage : Agence locale de la maîtrise de l'énergie de l'agglomération mulhousienne)

Pour le neuf :

- Les bureaux de la Régie de l'eau à Six-Fours-Les-Plages (83) / Maîtrise d'ouvrage : Ville de Six-Fours-les-Plages / Maîtrise d'œuvre : Atelier 5 / Métrologie et suivi : BE ADRET
- Les logements Le Pérenne à Epagny (74) / Maîtrise d'ouvrage : OPAC 74 / Maîtrise d'œuvre : Atelier GALBE / Métrologie : BE ENERTECH

Nota : Les deux fiches portant sur des bâtiments instrumentés par le Bureau d'études ENERTECH ont été rédigées à partir des rapports disponibles sur le site internet de la structure : <http://www.enertech.fr>
Ces fiches sont des synthèses réalisées par le groupe de travail pour les besoins du guide. Pour plus d'informations, consulter les rapports diffusés publiquement sur le site d'ENERTECH.

RÉHABILITATION : TERTIAIRE



Le bâtiment de bureaux du SIERG (www.sierg.org) a fait l'objet d'une réhabilitation thermique lourde, dans le cadre PREBAT, avec pour objectifs principaux la maîtrise du confort d'été et des consommations d'énergie.

Les principales caractéristiques de l'opération de réhabilitation sont :

- la réduction des surfaces vitrées du bâtiment, l'installation de menuiseries performantes et de protections solaires
- la mise en place d'une isolation performante du bâtiment : ITE en façade et isolation de toiture.
- ventilation double flux avec échangeur rotatif,
- rafraîchissement sur eau de nappe via le double flux,
- remplacement des faux-plafonds et réfection des peintures (amélioration du confort visuel),
- réfection de l'éclairage des bureaux et des circulations : mise en place de luminaires sur pied gradables à détection de présence et de luminosité dans les bureaux et luminaires plafonniers à détection de présence et luminosité dans les

circulations,

- mise en place d'une GTB pour la gestion de la ventilation et du rafraîchissement et le suivi des températures et consommations.
- Installation photovoltaïque de 45m², soit une puissance installée de 5.7 kWc.

Le bâtiment est relié au réseau de chaleur de la ville de Grenoble.

Mise en place du suivi :

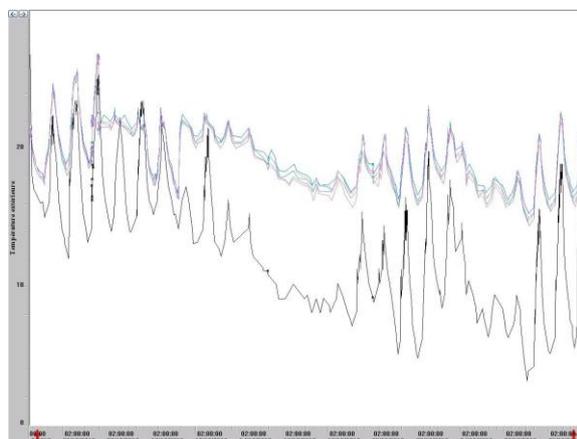
Afin d'assurer la transition entre le chantier et la mise en service du bâtiment et de réaliser le suivi en fonctionnement du bâtiment, le maître d'ouvrage a mis en place :

- une mission de suivi PREBAT pendant 2 ans confiée au bureau d'études ADRET,
- un comité de suivi constitué d'élus, de techniciens du SIERG et du bureau d'études ADRET. Ce comité se réunit 2 fois par an pour faire le point sur le suivi du bâtiment et l'évaluation de la réhabilitation.

Une personne relai est identifiée en interne au SIERG pour :

- gérer la GTB
- assurer le lien entre ADRET et les élus et occupants du SIERG
- gérer les besoins d'entretien et de maintenance.

Suivi de fonctionnement de la ventilation double flux sur GTB



En couleur : T° de l'air soufflé dans les bureaux

En noir : T° de l'air extérieur.

Le delta de T° est obtenu par récupération de chaleur sur l'air extrait.

Source : BE ADRET

Type de métrologie :

32 compteurs électriques (général, sous-station, CTA, ECS, éclairage, prises de courant, onduleur informatique, photovoltaïque, clim serveur, ascenseurs), 5 compteurs d'énergie (radiateurs, eau chaude CTA, eau froide nappe CTA), 24 sondes de température et hygrométrie, GTB avec retours de fonctionnement des CTA (ouverture volet air neuf, fonctionnement récupérateur, T° reprise, soufflage, air neuf et rejet, fonctionnement ventilateurs...) et centralisation des sondes et comptages. En complément, campagnes de mesure sur l'éclairage des bureaux et la bureautique par économètres.

Observations et actions correctives mises en place grâce au suivi du bâtiment :

Usage évalué	Observations	Causes	Actions correctives	Gains
Chauffage	Consommation supérieure aux prévisions	T° trop élevée dans les bureaux (23°C).	Réunion de sensibilisation des usagers. Baisse progressive de la courbe de chauffe.	30 % sur ce poste de consommation
	T° constante dans les bureaux	Absence de réduit nuit et week-end (horloge chaufferie déprogrammée suite à une coupure de courant).	Remise en route de l'horloge.	
Ventilation	Surconsommation électrique des CTA.	Ventilation permanente, horloge non programmée.	Programmation de l'horloge sur les heures d'occupation.	80 % sur ce poste de consommation
	Valeurs erronées sur la sonde de T° extérieure	Sonde exposée du rayonnement solaire.	Déplacement de la sonde.	Impact sur le fonctionnement de la CTA.
	Sensation de « soufflage froid »	Mauvais rendement de récupération.	Réglages de pression au niveau de la CTA.	Augmentation de la T° de soufflage.
Rafraîchissement	Consommation excessive de la pompe de forage	Mauvais paramétrage GTB, fonctionnement permanent de la pompe.	Modification des conditions de fonctionnement.	90 % sur ce poste de consommation
	Consommation excessive de la climatisation du local serveur.	T° de consigne à 20°C.	Travail avec le service informatique. Augmentation progressive de la T° de consigne.	ND
Eclairage des circulations	Temporisation un peu longue suite à détection de présence	-	Réduction de la temporisation	30 % sur ce poste de consommation
Bureautique	Premier poste de consommation d'électricité après rénovation.	Consommation très importante de l'onduleur (22% des consommations d'électricité) Fonctionnement non optimisé de la bureautique.	Paramétrage de mise en veille sur tous les postes et imprimantes. Réflexion en cours sur renouvellement du matériel.	ND

Cet exemple démontre l'intérêt d'un suivi du bâtiment. Il est également nécessaire que les missions de suivi ne se limitent pas aux mesures mais intègrent la proposition et la mise en place d'actions correctives, puis leur évaluation.

REHABILITATION : LOGEMENTS COLLECTIFS



Il s'agit de **3 bâtiments du quartier Franklin à Mulhouse** (2004-2010) des années 1850 et 1910 rénovés en basse consommation (10 logements). Ce sont de petites maisons mitoyennes sur deux côtés, qui sont construites à l'identique et se présentent sur 2 à 4 niveaux habitables (R+1 à R+3 + cave + combles). Majoritairement privées, elles sont généralement mal entretenues et présentent un retard important en matière d'équipement et de confort de base.

La rénovation est centrée essentiellement sur :

- Enveloppe performante
- Menuiseries performantes
- Chaudière gaz à condensation
- production solaire pour l'ECS
- VMC double flux (rendement supérieur à 70 %)



Source : ALME Mulhouse Sud Alsace

Type de métrologie (BE ENERTECH) : Les usages suivis au pas de temps de 10 minutes :

- La consommation thermique (chauffage et eau chaude)
- La consommation électrique de chaque logement
- La consommation électrique des parties communes
- La température de l'ensemble des logements (deux ou trois sondes de température ont été installées dans chaque appartement).
- La température extérieure
- La consommation de gaz (seulement les index des compteurs pour une partie de l'année)
- La consommation d'eau (chaude et froide) lorsque les compteurs étaient accessibles.

Ces bâtiments ont fait l'objet d'un suivi très poussé qui a permis de mettre en évidence la nécessité :

- d'un travail sur l'étanchéité à l'air (qui n'existait pas en 2005 lors des travaux),
- de reconsidérer les dépenses des communs (poste qui prend une part importante quand les logements sont plus performants),
- d'affiner les réglages des équipements en situation hivernale et estivale,
- de régler les problèmes de raccordements des installations solaires,
- de communiquer avec les locataires pour un meilleur confort d'été,
- de revoir les hypothèses à la baisse (pour d'autres opérations) sur les apports internes liés aux équipements électriques.

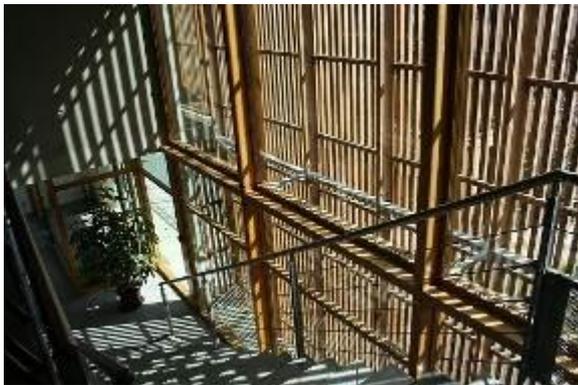
→ Consulter le rapport complet sur le site d'ENERTECH : <http://www.enertech.fr/rubrique-Le+r%C3%A9sidentiel+ancien+ou+r%C3%A9nov%C3%A9-68-124.html#page>

Comptage mis en œuvre	Observations	Causes	Actions correctives	Gains
Thermique Chauffage	Consommations élevées (même en été)	<p>Réglage défaillant Dérèglement de la régulation Ralenti mais relance à 3h du matin ou pas de ralenti</p> <p>Usages d'appareils électriques surestimés (apports internes) par rapport au réel (manque de chaleur estimé à 12 kWh/m².an)</p> <p>Défaut d'étanchéité à l'air (pénalise de 16 kWh/m².an) <i>Notion méconnue à l'époque</i></p>	<p>Correction de la régulation</p> <p>Arrêt de l'installation de chauffage d'avril à octobre</p>	
T° logement	<p>T° excessive en hiver</p> <p>T° excessive en été dans certains logements, globalement satisfaisant (28°C dépassé 48h)</p>	<p>Réglages défaillants Régulation terminale qui fonctionne mal Ouverture des fenêtres avec chauffage qui fonctionne (pénalise de 11 kWh/m².an)</p> <p>Dispositifs bioclimatiques mal utilisés Mauvaise gestion de l'ouverture des fenêtres (le jour plutôt que la nuit)</p>	<p>Modifier la loi d'eau ou brider les thermostats intérieurs</p> <p>Information des locataires sur la gestion en été des ouvrants</p>	Chaque °C supplémentaire = augmentation conso 15 %
Thermique ECS	Consommation très basse	<p>Défaut d'installation Fonctionnement pertinent mais certains compteurs de chaleur défaillants Certaines installations solaires ne fonctionnent pas car non mises en marche par les entreprises. Limiteurs de débit non installés</p>	<p>Compteurs remplacés</p> <p>Activation</p>	Division par 2 des consos d'énergie d'appoint grâce aux panneaux solaires (production de 21.4 kWh.m ² _{SHAB} .an)
Electricité logement	Faibles consos	<p>Hypothèses d'usage inexactes Elles ont été surestimées (étudiants absents en été, population modeste avec équipements modestes)</p>		
Electricité parties communes	Grosses consos	<p>Equipements gourmands en énergie ? Difficiles à expliquer : - Fonctionnement des pompes ou des ventilateurs DF sans variation de débit ou résistances chauffantes fonctionnant en continu ?</p>	Manque compteurs supplémentaires pour analyse fine	
Gaz	Objectif non atteint (71kWh/m ² .an)	<p>Défaut d'étanchéité à l'air de l'enveloppe Très mauvaise perméabilité à l'air de l'enveloppe Surreprésentation par rapport aux consos élec logement (plus faibles que prévu donc moins d'apports internes) Chaudières surdimensionnées</p>		Moins cher d'installer des chaudières bien dimensionnées et plus performantes

NEUF : TERTIAIRE



Crédits : Atelier 5



Crédits : Envirobat Méditerranée

Bâtiment de la Régie de l'eau à Six-Fours-les-plages réceptionné en septembre 2008. Il s'agit d'un bâtiment compact avec un système constructif mixte bois/béton. Les murs extérieurs du bâtiment sont en ossature bois avec une isolation en fibres de bois et un bardage bois. L'isolation thermique de l'enveloppe est renforcée et elle est plus performante de 25 % par rapport à la réglementation thermique (RT 2000).

Toutes les menuiseries extérieures sont en bois. Le bâtiment est équipé de protections solaires adaptées aux orientations délicates Est et Ouest, d'espaces végétalisés en toiture pour apporter de la fraîcheur en été et pour limiter l'engorgement des réseaux en cas de pluies importantes.

Le chauffage et le rafraîchissement sont assurés par une pompe à chaleur Air/eau. Il y a un système de ventilation nocturne mécanique qui s'actionne la nuit dans les circulations uniquement lorsque la température extérieure est plus faible que la température intérieure.

Un système de ventilation double flux permet en hiver de récupérer la chaleur sur l'air extrait. Les locaux tels que salle de réunion, archives, reprographie et le local technique possèdent une ventilation mécanique

simple flux (à double débit pour la salle de réunion). Les luminaires sont équipés de détecteurs de présence et de luminosité. Valorisation de l'eau d'un puits sur la parcelle et surdimensionnement du bassin de rétention pour réutilisation de l'eau de pluie.

Type de métrologie (BE ADRET) :

Pour le suivi des consommations électriques :

- VMC : 1 compteur (soufflage + extraction)
- Eclairage intérieur : 3 compteurs (un par niveau)
- Bureautique : 1 compteur
- Pompe à chaleur : 1 compteur
- Force motrice sous-sol : 1 compteur
- Eclairage extérieur

Pour le suivi de l'installation photovoltaïque :

- 1 compteur kWh produits

Pour le suivi des consommations d'eau :

- compteur général eau potable
- eau d'arrosage + remplissage bassin
- eau sortie du puits
- eau sortie du bassin de stockage d'eau de pluie

Pour le suivi du confort thermique :

- Une sonde de température au niveau de l'accueil
- Une sonde de température dans le bureau B10, orientation Est
- Une sonde de température dans le bureau B1, orientation Ouest

Les compteurs et sondes sont reliés à la GTB.

Comptage mis en œuvre	Observations	Causes	Actions correctives
Chauffage / rafraîchissement	valeurs aberrantes	Défauts installation Les compteurs à impulsion sont soumis aux incertitudes	
Auxiliaire	Sur facture	Hypothèses inexactes Conso réelle 284 kWh/m ² .an	
Ventilation			
Bureautique			
Eclairage	Les protections solaires ne sont jamais ouvertes, tendance à l'allumage de l'éclairage artificiel	Usages inattendus Hypothèses inexactes La lumière naturelle est plus importante que prévue (FLJ) avec les protections solaires en place donc tendance à les laisser fermer	Incitation des usagers à ouvrir les protections solaires
Température	Faible rafraîchissement nocturne	Défaut de raccordement Le raccordement nécessaire de l'installation à la GTC n'a pas été fait et ne se déclenche pas	Révision des limites de prestations des 2 entreprises concernées (fluides et électricité) et branchement effectué
	Très élevée dans le local informatique	Hypothèses d'usage inexactes La puissance du serveur informatique a été sous évaluée par le maître d'ouvrage	Changement des pratiques, ouverture des fenêtres le matin Ajout nécessaire d'une extraction spécifique ou d'un split
Eau de pluie	Consommation nulle	Problème de raccordement Mouvements de terre qui ont détérioré le raccordement de la réserve d'eau pluviale à l'alimentation de l'arrosage	Raccordement corrigé
Eau potable	Compteur défaillant	Défaut d'installation Le compteur n'est pas adapté (sous-dimensionné) / il tombe en panne	Compteur remplacé
Arrosage	Très grosses consommations	Usages inattendus Les plantes adaptées au climat méditerranéen ont été trop arrosées	Arrêt complet de l'arrosage
		Le bassin décoratif est très gourmand en eau lors de la mise à niveau tout l'été	Surveillance estivale pour arrosage ponctuel

Ce suivi permet de mettre en évidence que les compteurs d'énergie à impulsion sont parfois soumis à incertitudes. Les corrections apportées sont très liées aux retours d'expériences du gestionnaire présent quotidiennement sur le site. Le fonctionnement de la ventilation nocturne a pu être établi et participe à la réduction des consommations pour le rafraîchissement d'été. La valorisation de l'eau de pluie a pu être réalisée par constat d'une consommation vraiment réduite et anormale. Le suivi des consommations d'eau d'arrosage a pu mettre en évidence une pratique anormale d'arrosage pour des plantes méditerranéennes (parce que la plante a l'air de souffrir du chaud alors qu'elle souffre de l'excès d'eau !).

NEUF : LOGEMENTS COLLECTIFS



Source : Atelier Galbe

Bâtiment neuf Le Pérenne (OPAC 74) de 15 logements à Epagny (ADEME) avec label Minergie Standard (RT 2005 équivalent BBC).

L'immeuble construit a les caractéristiques suivantes :

- Isolation par l'extérieur
- Menuiseries double vitrage peu émissif avec lame d'argon
- Chaudière à condensation
- VMC double flux individuelle
- Capteurs solaires avec appoint gaz

Type de métrologie (BE ENERTECH) : suivi sur une durée de deux ans, 149 mesureurs posés sur un pas

de temps de mesure de 10 min.

Comptage mis en œuvre	Observations	Causes	Actions correctives	Gains
Electricité - Général EDF - Cuisson - Informatique - Audiovisuel - Eclairage œuvre	Consommations électriques d'appoint ECS importantes alors que ballon solaire	Défaut d'installation Absence de clapet anti-retour entre le ballon solaire et le ballon d'appoint, avec circulation d'eau parasite entre les deux limitant le recours au solaire		
Eau chaude sanitaire	99l/jour/logement pour l'eau chaude	Réglages défectueux Programmation inappropriée de la pompe de bouclage, puisage d'eau important avant d'obtenir eau chaude Absence clapet anti-retour entre ballon solaire et ballon d'appoint (eau chaude va vers ballon solaire) Absence de réducteur de débit sur robinetterie	Clapet anti-retour Fonctionnement permanent de la pompe Ajout limiteurs de débit (4l/min) ≠ mousseurs	
T° séjour T° chambre	T° moyenne 22,2°C	Réglages défectueux Loi de chauffe trop élevée	Loi d'eau abaissée, T° consigne 19°C (logements), suppression ralenti de nuit (inutile//inertie)	
Ouverture des fenêtres	4,25h d'ouverture quotidien des fenêtres	Usage énergivore inattendu Déperditions importantes lorsque le chauffage est en fonctionnement	Sensibilisation des usagers	
Compteur électrique des communs	Grosses consommations 44 % concernent la ventilation puis éclairage	Défaut d'installation L'éclairage de l'ascenseur est en fonctionnement permanent		40 % d'économie possible sur le poste ascenseur

Cette importante campagne de mesures permet de trouver les causes très précises de certaines surconsommations (fonctionnement des ballons solaires, loi de chauffe trop élevée, etc.).

→ Consulter le rapport complet sur le site d'ENERTECH : <http://www.enertech.fr/rubrique-Le+r%C3%A9sidentiel+neuf-66-214.html#page>