

GUIDE

SUIVI ET INSTRUMENTATION DES BÂTIMENTS PERFORMANTS

Méthodologie à destination des maîtres d'ouvrage

- Construction neuve et réhabilitation
- Tertiaire et habitat collectif



Dans le cadre du réseau Effinergie



Les actions d'Envirobat Méditerranée sont cofinancées par l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Provence-Alpes-Côte d'Azur avec le Fonds européen de développement régional.

PÉRIMÈTRE DU GUIDE

Ce premier guide est centré sur la méthode à adopter pour effectuer un suivi de son bâtiment en fonction du type de bâtiment (sauf maison individuelle et industries) et engager des actions de correction ou d'optimisation. Il est destiné aux maîtres d'ouvrage.

Il a pour objectif de mobiliser les maîtres d'ouvrage sur le besoin de suivi et d'optimisation énergétique des bâtiments performants (neufs ou réhabilités) après livraison, et de leur fournir des clés pour le mettre en place.

→ Il se place du point de vue du maître d'ouvrage en développant plus particulièrement

les **phases amont de programmation** : aide au choix d'une stratégie adaptée au type d'usage du bâtiment et à l'organisation du maître d'ouvrage.

→ Il met l'accent sur l'**importance de l'aspect « humain »** : comment impliquer les différents acteurs, définir les rôles de chacun, assurer une transition efficace au moment de la livraison, sensibiliser les occupants, gestionnaires et exploitants...

→ Des **méthodes de suivi adaptées à chaque bâtiment et à chaque maître d'ouvrage** sont proposées. Les équipements de Gestion Technique du Bâtiment sont réservés à des usages spécifiques.

Ce guide est le fruit d'une **action collective Effinergie**, animée par Envirobat Méditerranée, associant à la fois des acteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et des adhérents du collectif Effinergie. La rédaction du guide a été confiée au Bureau d'études ADRET. Envirobat Méditerranée tient à remercier l'ensemble des acteurs associés pour leur participation.

Ce guide est une première mouture ayant vocation à évoluer et à se nourrir des retours des professionnels. **Vous êtes invités à transmettre vos remarques** sur ce document afin de participer à son amélioration, à l'adresse suivante : contact@envirobat-med.net. Merci d'avance !

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL "SUIVI – INSTRUMENTATION"

- Alexandra Del Medico (ACR)
- Bruno Cornen (CETE Méditerranée)
- Cédric Beaumont (COSTIC)
- Corine Arpin (SALMSON)
- Dominique Jardiné (Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur)
- Elodie Pétard (BE ADRET)
- Eric Mangematin (Saint-Gobain)
- Frédéric Vukic (Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur)
- Gonzague Descoqs (Treize Habitat)
- Henri de Corn (Bureau VERITAS)
- Jean-Alain Bouchet (CETE Méditerranée)
- Jean-Alain Lavergne (DREAL PACA)
- Jord Orvoine (Ecopolenergie)
- José Coelho (Pôle Bâtiment Durable Méditerranéen)
- Karine Pellerey (BE ADRET)
- Mohamed Abdelmoumene (Energie & Avenir)
- Nicolas Guignard (Envirobat Méditerranée)
- Rémy Laval (CPIE Haute-Durance)
- Sébastien Coll (Communauté d'agglomération du pays d'Aubagne)
- Sébastien Lefevre (Effinergie)
- Stéphanie Derouineau (CSTB)
- Yves Doligez (BE ADRET)

Ont également participé à la relecture du guide : Armand Dutreix (BE Athermia), Philippe Gouy (ECO'HOME Conseil), Sébastien Delmas (Effinergie), William Palis (Conseil Régional Centre)

Rédaction : BE ADRET

ingénieurs associés
adret 

SOMMAIRE

PÉRIMÈTRE DU GUIDE.....	2
MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL “SUIVI – INSTRUMENTATION”	2
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET ECONOMIQUES LIES AUX CONSOMMATIONS D’ENERGIE DANS LE BATIMENT	4
1/ LES ENJEUX SPECIFIQUES D’UN SUIVI DE BATIMENT	6
1.1 Maîtriser les consommations après la livraison.....	6
1.2 Optimiser les coûts d’exploitation dans des conditions de confort satisfaisantes.....	6
1.3 Sensibiliser les usagers à la maîtrise de l’énergie et de l’eau à confort égal.....	7
2/ LES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES DE MISE EN PLACE DE SYSTEME POUR LE SUIVI DES CONSOMMATIONS D’ENERGIE PAR USAGE.....	9
3/ LA DEMARCHE DE MISE EN PLACE D’UN SUIVI EFFICACE	11
3.1 Constat	11
3.2 En phase programmation	11
3.3 En phase conception.....	22
3.4 En phase réalisation	24
3.5 En phase exploitation.....	26
4/ LES RICHESSES DE L’INSTRUMENTATION ET DU SUIVI DES BATIMENTS.....	29
4.1 Principaux dysfonctionnements repérés	29
4.2 Optimisations réalisées.....	30
BIBLIOGRAPHIE	32
GLOSSAIRE	34
ANNEXE 1 : LES ÉTAPES « À NE PAS RATER ».....	35
ANNEXE 2 : Extraits de la Réglementation Thermique	37
ANNEXE 3 : Présentation de suivi et d’instrumentation de bâtiments réhabilités et neufs	40
REHABILITATION : TERTIAIRE	41
REHABILITATION : LOGEMENTS COLLECTIFS	43
NEUF : TERTIAIRE	45
NEUF : LOGEMENTS COLLECTIFS	47
ANNEXE 4 : Qu’est qu’une GTB ?	48

Légende des encadrés :



Identifier des outils/guides pratiques pour vous accompagner au quotidien



Identifier des actions concrètes, fruits des retours d’expérience

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET ÉCONOMIQUES LIÉS AUX CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DANS LE BÂTIMENT

Nous vous proposons de débiter ce guide par un rapide rappel des différents impacts qui sont liés aux consommations d'énergie dans le secteur du bâtiment. Ce chapitre vous confortera dans l'idée qu'il est important de mieux piloter les bâtiments pour éviter des surconsommations.

Épuisement des matières premières non renouvelables

Au rythme actuel des consommations mondiales d'énergie fossile, différentes évaluations économiques (Agence Internationale de l'Énergie, Organisation de Coopération et de Développement Economiques, perspectives de certaines banques, etc.) indiquent que nos réserves sont environ de 40 ans pour le pétrole, de 60 ans pour le gaz, 200 ans pour le charbon et de 70 ans pour l'uranium (sans prise en compte de l'augmentation annuelle de 2 % de nos consommations). Bien que d'autres gisements puissent encore être découverts, ils seront plus chers car moins accessibles (ex : sables bitumineux) et donneront lieu à des conflits géopolitiques liés à leur localisation (Moyen Orient pour le pétrole, USA, Chine et ex-URSS pour le charbon).

Les réserves énergétiques dans le monde (en %)

Région du monde / Réserves prouvées	Pétrole brut (au 1er janvier 2004)	Gaz naturel (au 1er janvier 2003)	Charbon (au 1er janvier 2000)
Afrique	9,1	7,6	6,7
Amérique du Nord	7,5	4,6	25,5
Amérique du Sud	9,3	4,5	2,1
Extrême-Orient et Océanie	3,6	8,1	31,2
Europe	2,8	3,7	10,3
Ex-URSS	4,9	35,5	22,4
Moyen-Orient	64,9	36	1,1
Total (%)	100	100	100
Total (en milliards de tep)	140	143	510
Total (en années de consommation, au rythme actuel)	entre 35 et 42	entre 64 et 73	entre 164 et 200

Source : ministère de l'économie, des finances et de l'énergie (2006)¹

¹ Cf. Bibliographie - Autres sources

La ressource en eau renouvelable et disponible était de 7 500 m³/personne/an en 1995, alors qu'elle atteignait 17 000 m³/personne/an en 1950. Avec le rythme de croissance démographique actuel couplé à l'industrialisation, l'urbanisation et l'intensification agricole, elle devrait chuter à 5 100 m³/personne/an en 2025 (source : Centre d'information sur l'eau).

Changement climatique

La surconsommation d'énergie est responsable des nombreux problèmes environnementaux : marée noire, effet de serre, raréfaction des ressources naturelles, production de déchets radioactifs, etc. Le plus immédiat étant le réchauffement climatique avec une augmentation prévisible de la température moyenne à la surface de la terre de 2°C, voire plus avec un risque d'emballement climatique (cyclones, inondations, cataclysmes, etc.).

Face à ces considérations, la France signataire du traité de Kyoto, s'est engagée à diviser ses émissions de gaz à effet de serre par 4 (Facteur 4) d'ici à 2050, ce qui se traduit par :

- Pour l'existant² : un rythme de réduction de 3 % par an des consommations énergétiques pendant 40 ans,
- Pour le neuf³ : des constructions à faible voire très faible consommation d'énergie (selon les définitions établies lors des Grenelles de l'Environnement⁴).

² 80 % des gisements d'économie d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre résident dans les bâtiments existants

³ Tout nouveau bâtiment crée des consommations supplémentaires

⁴ Nouvelle réglementation thermique avec labels énergie : RT 2005 (HPE, THPE, BBC), puis RT 2012 (futurs HPE et THPE)

Le Grenelle de l'Environnement a également permis de mieux considérer la rareté de la ressource en eau et de prendre en compte les eaux pluviales comme une source en eau brute à mobiliser pour le bâtiment :

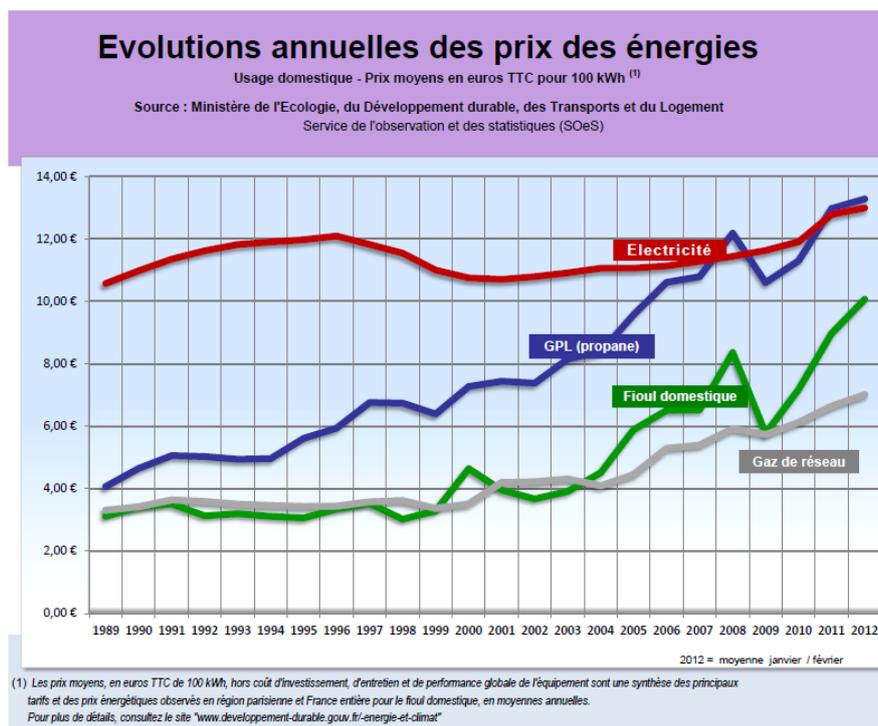
- Récupération et traitement des eaux pluviales et potentiellement des eaux usées épurées,
- Généralisation de la détection des fuites dans les réseaux et de leur résorption,
- Utilisation de l'eau de pluie pour des usages domestiques (alimentation des toilettes,

lavage des sols et lavage du linge) et pour les établissements recevant du public.

Augmentation des coûts de l'énergie

Conséquence de la raréfaction des ressources fossiles, le prix de l'énergie est en augmentation constante, alors que les revenus eux, au contraire, stagnent. La conception et l'exploitation de bâtiments à faibles consommations sont nécessaires afin d'assurer une maîtrise des charges pour sa propre structure ou pour ses locataires.

EVOLUTION DES PRIX DE 1989 A 2012



Source : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et l'Energie, Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS)

LES PRIX MOYENS POUR 100kWh (février 2012)

- Fioul : 10.29 € TTC
- Gaz : 7.01 € TTC
- Propane : 13.28 € TTC
- Electricité : 12.99 € TTC

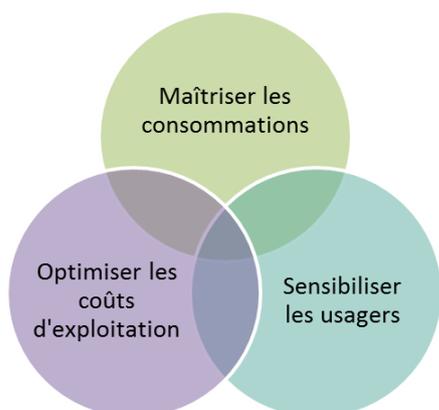
LE PRIX MOYEN DE L'EAU (février 2012)

L'eau coûte environ 3 € le m³ en moyenne en France (source INSEE)

1/ LES ENJEUX SPÉCIFIQUES D'UN SUIVI DE BÂTIMENT

Pour toutes les raisons réglementaires, économiques ou environnementales abordées précédemment, vous êtes de plus en plus nombreux à vous engager dans cette voie de réduction des consommations d'énergie et d'eau en réalisant des bâtiments à faibles consommations. Ce chapitre vous aidera à comprendre plus précisément les enjeux d'un suivi de vos bâtiments pour maintenir les performances annoncées.

Les enjeux du suivi des performances d'un bâtiment



1.1 Maîtriser les consommations après la livraison

Les professionnels du bâtiment sont tous convaincus qu'un bâtiment bien conçu en phase conception n'est pas une garantie de résultat en phase fonctionnement. Nombreux dans nos esprits sont les contre-exemples, y compris parmi les bâtiments BBC, pourtant élaborés avec de bonnes intentions. Il existe donc une distorsion entre les hypothèses de consommations, étudiées en conception, et les consommations d'un bâtiment en fonctionnement.

Les causes de ces distorsions peuvent être d'origines diverses : écarts en particulier liés au choix des matériaux et à leur mise en œuvre, au climat, aux conditions d'occupation ou de gestion des équipements, aux comportements variés des utilisateurs, etc.

Le contrôle mensuel des factures est le premier outil de suivi à mettre en place. Pour autant, ce contrôle ne suffit pas à identifier précisément les

causes de surconsommations éventuelles. En outre, il est également nécessaire d'être vigilant aux quantités figurant sur les factures. Elles peuvent être équivalentes d'une année sur l'autre et pourtant révéler une surconsommation récurrente.

Pour un maintien du niveau de performance et des charges liées au bâtiment, seul un réel suivi après réception permet de repérer et de comprendre l'origine de ces distorsions et de les réduire rapidement.

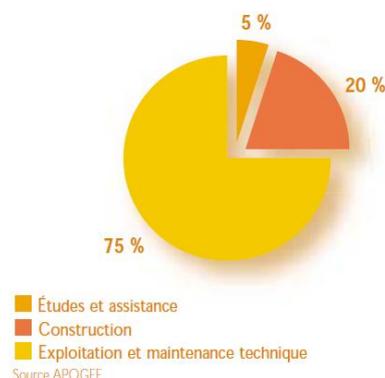
1.2 Optimiser les coûts d'exploitation dans des conditions de confort satisfaisantes

Pour des raisons financières évidentes, les coûts d'études et de construction sont souvent ceux qui sont prépondérants pour les maîtres d'ouvrages, car ils correspondent à un investissement important de départ. Or, au cours du cycle de vie d'un bâtiment, les coûts d'exploitation et de maintenance représentent en moyenne **trois fois les coûts d'études et de construction**.

La conception d'un bâtiment performant, associée à un suivi efficace, permettra un meilleur contrôle de ce coût, durant la vie du bâtiment.

Coût de l'exploitation sur le cycle de vie d'un bâtiment

Répartition moyenne des types de coûts sur le cycle de vie d'un bâtiment tertiaire (hors foncier et frais financiers)



Extrait du document : *Ouvrages publics et Coût global*⁵

⁵ Cf. Bibliographie - Etudes

Le suivi des consommations d'énergie et d'eau dans le bâtiment permet aussi d'être plus réactif dans la mise en œuvre de solutions pour les maîtriser mais cette **maîtrise des consommations ne doit pas se faire au détriment du confort des occupants**. Le suivi doit également permettre d'évaluer et de pérenniser, voire d'améliorer le confort ressenti par les usagers dans le bâtiment (confort thermique, visuel, acoustique, qualité de l'air intérieur, ...).

Le confort thermique est à prendre en compte comme une **qualité d'usage** à satisfaire et comme une source de productivité pour les lieux de travail.

Le suivi des conditions de confort et des besoins des usagers permet de fournir des éléments d'information objectifs sur l'utilisation efficace de l'énergie et cette information est essentielle dans la mobilisation permanente des usagers.

Même si chacun est sensible à sa façon à la température résultante d'une pièce, le **recueil d'information** sur les inconforts éventuels est une mine d'informations à explorer. Il permet d'être aiguillé sur des paramètres qui nous avaient peut-être échappés lors de la conception et de travailler à l'amélioration du confort pour les usagers, sans forcément modifier les températures de consigne.

1.3 Sensibiliser les usagers à la maîtrise de l'énergie et de l'eau à confort égal

Lors de la conception d'un projet, réfléchir au **scénario réel d'utilisation** du bâtiment par les utilisateurs permet de mieux adapter les différents systèmes techniques. Il est important

d'orienter la maîtrise d'œuvre sur le **type de pratique des futurs utilisateurs** : soit ce seront des utilisateurs « actifs » et ils pourront participer, par exemple, à la gestion du confort d'été dans le bâtiment ; soit au contraire, il faudra plutôt opter pour des équipements autonomes et ne pas faire intervenir les usagers (avec possibilité de reprendre la main). Ces informations sont primordiales pour définir au mieux le bâtiment, les systèmes techniques qui assureront un confort maximum en toute saison.

Quand cela est possible, il est utile de **faire participer les utilisateurs à la définition de ce scénario d'utilisation**. En complément, une information auprès d'eux à la réception du bâtiment sera nécessaire pour leur expliquer le fonctionnement du bâtiment et l'implication souhaitée, à travers la réalisation de supports de communication ou la mise à disposition d'interface dans les logements.

Le suivi du bâtiment sera alors un outil d'échanges précieux avec les utilisateurs. Dès la première saison de chauffe ou estivale, suite aux différents réglages techniques effectués, les résultats du suivi permettront de conforter ou pas ce scénario d'utilisation. Lorsque des dysfonctionnements sont constatés et chiffrés (dérives de consommations, températures anormales, etc.), les échanges avec les utilisateurs sont alors très riches d'enseignement et permettent plus facilement des réajustements compris et partagés des pratiques d'usage des locaux. Cette attention aux usagers facilitera l'optimisation des consommations d'énergie et d'eau du bâtiment car ils partageront la connaissance et les caractéristiques du bâtiment dans lequel ils évoluent.

Signe de l'importance de cet enjeu, plusieurs études et articles ont été publiés courant 2012⁶ et mettent en avant des notions intéressantes, à la fois dans le tertiaire et le logement collectif. Tous témoignent de l'importance de la prise en compte des besoins de l'utilisateur dès la conception, mais aussi du choix entre des **systèmes simples** (intervention des occupants dans la gestion quotidienne : ils doivent s'impliquer) ou des **systèmes complexes** ou technologiques (fonctionnement automatisé des systèmes, sans intervention des occupants : ils doivent s'y adapter).

Dans un cas comme dans l'autre, la responsabilité des occupants est engagée pour développer le bon usage de ces systèmes. Si les systèmes ne sont pas adaptés à leurs besoins, le risque de détournement ou de contournement est fort. Il est donc important de tenir compte des représentations mentales des occupants (ex : impossibilité d'ouvrir les fenêtres).

En amont, la conception des systèmes doit **prendre en compte au mieux les attentes et les habitudes des usagers**. En aval, le gestionnaire doit au maximum **favoriser l'apprentissage des nouveaux systèmes**.

⁶ Cf. *Bibliographie - Autres sources*

Dans le logement social, l'étude réalisée par le cabinet Utopies⁷ pour le bailleur social "Nantes Habitat" souligne l'importance de l'intégration des perceptions des habitants en phase conception. Ce bailleur social a ainsi choisi de raisonner en termes de **qualité d'usage** et de **maîtrise d'usage**. Ces notions replacent l'usager au cœur des choix techniques.

Cette étude signale également l'importance de la mise en place d'outils de sensibilisation adaptés : supports de communication co-rédigés avec des occupants, sensibilisation pendant la phase chantier, réalisation de films avec les locataires, accompagnement par une structure éducative, formation, challenge, etc.

Dans le tertiaire et en partant du constat du rôle incontournable de l'occupant, l'entreprise Ubigreen⁸ propose une stratégie d'action pour le mobiliser, qui peut se résumer en 5 points :

- sensibiliser les équipes au bilan énergétique de l'entreprise
- informer les collaborateurs sur les actions à mettre en place
- motiver chaque occupant en montrant l'impact positif de ses gestes
- impliquer toute l'entreprise en créant des dynamiques collectives
- engager chaque collaborateur dans sa démarche

Pour résumer, la mise en place d'un suivi instrumenté d'un bâtiment va profiter au gestionnaire comme aux utilisateurs.

> Intérêts pour le GESTIONNAIRE

- Connaître les consommations réelles par usages de l'énergie et de l'eau
- Réduire les risques de dérives de consommations liées à l'usage du bâtiment
- Identifier le niveau de performance énergétique atteint en condition réelle
- Maîtriser les charges
- Identifier les dérives de fonctionnement
- Garantir le retour sur investissement des surcoûts liés à la maîtrise de la demande en énergie
- Sensibiliser les utilisateurs à la maîtrise de l'énergie et de l'eau, à confort égal
- Améliorer la productivité des occupants (tertiaire, scolaire)
- Sectoriser les bâtiments en fonction de leurs usages (restauration, chambres et logements de fonction pour une hôtellerie)
- Aider à l'exploitation
- Optimiser les coûts d'exploitation dans des conditions de confort satisfaisantes
- Cerner les comportements des utilisateurs et les sensibiliser à un usage adapté du bâtiment
- Améliorer le service rendu aux usagers (plus de confort)

Et plus techniquement de :

- Vérifier le bon fonctionnement des équipements
- Aider aux réglages des automatismes
- Alerter sur les dysfonctionnements pour y apporter des actions préventives ou des corrections
- Assurer la mise en route correcte de l'organe de régulation

> Intérêts pour les UTILISATEURS

- Maîtriser et optimiser les confort : thermique, visuel, acoustique, sanitaire (ventilation)
- Evoluer dans un environnement sain et confortable
- Comprendre les caractéristiques et le fonctionnement du bâtiment

> Intérêts pour la COLLECTIVITE

- Economiser de l'énergie et des ressources et limiter les impacts environnementaux
- Limiter le réchauffement climatique
- Etre moins dépendant de l'énergie fossile

Ces différents intérêts peuvent constituer des **objectifs** auxquels le maître d'ouvrage souhaite répondre. Ces objectifs sont repris dans la **liste de contrôle** proposée en page 35 (annexe 1).

⁷ Cf. Bibliographie - Autres sources

⁸ Cf. Bibliographie - Autres sources

2/ LES OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES DE MISE EN PLACE DE SYSTÈMES POUR LE SUIVI DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE PAR USAGE

Ce chapitre vous présente les **bases réglementaires** sur lesquelles vous pouvez vous appuyer pour concevoir un mode de suivi minimal des consommations de votre bâtiment. Rien ne vous empêchera d'aller au-delà pour votre bâtiment. Vos choix seront déterminés par le type de bâtiment, les systèmes techniques en place et votre organisation en interne pour assurer l'analyse des résultats de ce suivi. Ces aspects seront détaillés dans la partie 3 « La démarche de mise en place d'un suivi efficace ».

La RT2005 sur les bâtiments neufs prévoyait déjà un suivi des consommations (arrêté du 24 mai 2006⁹). Elle impose la mise en place de dispositifs de comptage sur les usages RT pour les bâtiments et parties de bâtiment de plus de 400 ou 1000 m² selon les typologies.

La RT Existant « éléments par éléments » (arrêté du 3 mai 2007¹⁰) ne prévoit pas de dispositif de suivi. Par contre, **la RT Existant globale** (arrêté du 13 juin 2008¹¹) prévoit les mêmes dispositions que pour les bâtiments neufs soumis à la RT2005, avec en supplément pour les bâtiments à usage d'habitation, le suivi des consommations de chauffage et d'ECS par logement lorsque l'installation est collective.

La nouvelle réglementation RT 2012 (arrêté du 26 octobre 2010¹²) introduit l'obligation de mise en place de système pour le suivi des consommations d'énergie par usage.

Les bâtiments neufs soumis à la RT2012 doivent être équipés de dispositifs permettant le suivi des consommations par type d'énergie :

- **Dans l'habitation** : mise à disposition dans chaque logement d'un système informant les occupants des consommations par usage de l'énergie. A défaut d'affichage dans le logement, le bailleur du bâtiment peut communiquer mensuellement à ses

locataires la répartition des consommations collectives.

- **Hors habitation** : mise à disposition des gestionnaires de systèmes permettant le comptage ou le calcul de l'énergie par usage et par zone.

La réglementation dans les bâtiments neufs est souple car elle n'impose pas de solution technique et elle donne toute liberté d'aller au-delà. On note cependant que :

- Certains postes RT (éclairage, auxiliaires thermiques) ne font pas l'objet de dispositifs de suivi.
- Les postes hors calcul RT de moins de 80 Ampères ne sont pas suivis (éclairage parking, éclairage extérieur, onduleur, ...).
- Il n'y a pas d'obligation d'instrumenter les systèmes pour suivre leur fonctionnement.
- Les paramètres de confort thermique en toutes saisons ne sont pas contrôlés alors que la mise en place de sondes de température dans plusieurs locaux représentatifs ainsi qu'à l'extérieur apporte beaucoup d'informations supplémentaires au gestionnaire et aux usagers, pour une analyse plus fine des consommations liées au chauffage et au rafraîchissement.

⁹ Extrait de l'arrêté du 26 mai 2006 en Annexe 2 et Cf. bibliographie - Réglementation

¹⁰ Cf. bibliographie - Réglementation

¹¹ Extrait de l'arrêté du 13 juin 2008 en Annexe 2 et Cf. bibliographie - Réglementation

¹² Extrait de l'arrêté du 26 octobre 2010 en Annexe 2 et Cf. bibliographie - Réglementation

Usages de l'énergie	HABITATION		AUTRE QU'HABITATION	
	Neuf RT 2012 ⁽¹⁾	Existant RTex globale	Neuf RT 2012	Existant RTex globale
Chauffage	Par logement et par énergie (sauf système individuel bois)	Si installation collective ⁽²⁾ : suivi par logement ⁽³⁾	Par tranche de 500 m ² ou par départ direct ⁽⁴⁾	Si surface chauffée de plus de 1.000 m ² ^{(3) (6)}
Refroidissement	Par logement et par énergie	Néant	Par tranche de 500 m ² ou par départ direct ⁽⁴⁾	Si surface de plus de 400m ² (éventuellement confondu avec chauffage) ⁽⁶⁾
Production d'eau chaude sanitaire	Par logement et par énergie	Si installation collective ⁽²⁾ : suivi par logement ⁽³⁾	Globale par bâtiment	Si plus de 40 lits ou 200 repas/jour : comptage volumique et calorique
Éclairage	Inclus dans "autres usages"	Néant	Par tranche de 500 m ² ⁽⁴⁾	Si surface éclairée supérieure à 1.000m ² ⁽⁵⁾
Ventilation	Néant	Néant	Par centrale de traitement d'air (CTA)	Si surface de plus de 400m ² : suivi durée de fonctionnement des CTA
Réseau prises électriques	Par logement	Néant	Par tranche de 500 m ² ⁽⁴⁾	Néant
Autres usages	Global par logement	Néant	Par départ direct de plus de 80 ampères	Néant

(1) L'information doit être délivrée dans le volume habitable de chaque logement. Dans le cas d'usage individuel d'énergie consommée collectivement, les consommations sont réparties selon une clé de répartition à définir par le maître d'ouvrage lors de la réalisation du bâtiment. Une exception est possible pour les bailleurs sociaux.

(2) et si la desserte des logements est en distribution horizontale.

(3) la consommation de chauffage peut être confondue avec celle pour la production d'ECS.

(4) .., ou par tableau électrique ou par étage.

(5) sauf si le réseau électrique n'est pas modifié et ne permet pas la mise en place de comptage.

(6) de plus si la surface traitée est supérieure à 400m², la température intérieure doit être mesurée sur au moins un local par partie de réseau (chaud ou froid).



Consommations réglementaires évaluées dans un cadre conventionnel

Il est très important de rappeler que la performance énergétique d'un bâtiment au niveau de la RT est déterminée par sa consommation d'énergie par poste (chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, électricité consommée par des auxiliaires de chauffage et de ventilation et d'éclairage). Le calcul effectué selon la méthode réglementaire évalue de manière conventionnelle pour chaque projet de construction les performances énergétiques du bâtiment, nécessaires notamment pour l'obtention des certifications de performance énergétique (THPE, BBC, Effinergie +). Le calcul des consommations est donc réalisé dans des conditions climatiques, d'occupation et d'utilisation du bâtiment similaires et fixées de manière conventionnelle. **Les consommations évaluées par ce biais peuvent par conséquent différer des consommations effectives en exploitation.**

Ainsi la RT ne fournit aucune valeur prédictive pour les différents usages de l'énergie (chauffage, climatisation, eau chaude, éclairage, auxiliaires de ventilation et des systèmes thermiques) mais uniquement des valeurs conventionnelles qui ont pour seul objectif de justifier un niveau de performance énergétique et thermique réglementé.

En conception, pour mieux approcher la performance énergétique réelle d'un bâtiment sur les usages de chauffage et de rafraîchissement, il est intéressant d'utiliser des logiciels dédiés de simulations thermiques dynamiques¹³ qui vont simuler les besoins caloriques au plus près du futur environnement climatique du bâtiment ainsi qu'à son mode d'occupation projeté. Ce calcul prévisionnel pourra de plus prévoir une évaluation des consommations différente de celle des 5 usages réglementaires de la RT (cf. chapitre 3.3.1.).

En parallèle, la STD est utile et pertinente pour simuler et optimiser le confort thermique.

¹³ Logiciels type PLEIADES COMFIE, EQUER, TRNSYS, ECOTECT, IESVE Virtual Environnement, TAS, etc.

3/ LA DÉMARCHE DE MISE EN PLACE D'UN SUIVI EFFICACE

Cette partie vise à vous éclairer sur les **étapes clés de la mise en place du suivi sur un projet de réhabilitation ou de construction neuve**. Des

éléments méthodologiques sont fournis pour chaque phase et sont résumés dans l'annexe 1 (liste de contrôle).



3.1 Constat

Un bâtiment livré ne fonctionne pas de manière efficace immédiatement. **Le bâtiment et ses équipements doivent être réglés** et ses occupants sensibilisés et accompagnés pendant la première année de fonctionnement en fonction des usages et des saisons. Cette année d'apprentissage du bâtiment est très importante pour éviter les dérives de consommations et/ou de l'inconfort pour les utilisateurs.

Les suivis effectués à l'époque dans le cadre de l'opération RESTART en Rhône Alpes ont montré jusqu'à 50% de dérapage des consommations la première année, avec notamment des installations solaires de production d'eau chaude sanitaire qui n'avaient rien produit de valorisable pendant cette première année.

La mise en service et le suivi des installations techniques ne doivent pas être laissés au hasard. Seul le **suivi technique** pourra repérer les écarts, les anomalies et donner des indications au gestionnaire pour les réduire voire les supprimer dans le meilleur des cas. Ce suivi est d'autant plus primordial qu'il arrive encore que, malgré les dérives constatées et signalées, certains problèmes restent encore non résolus deux ans après leur mise en service.

Il faut garder également à l'esprit que plus les utilisateurs sont sollicités pour le fonctionnement du bâtiment au quotidien, plus le risque de dérive des consommations est grand. Mais, à l'inverse, moins les utilisateurs sont impliqués et plus un sentiment de frustration peut être ressenti (aucune action possible sur l'éclairage de leur bureau qui est uniquement sur détection de présence et luminosité, gestion automatique de stores extérieurs, ...). Il faut savoir trouver le subtil dosage entre un utilisateur passif (non concerné)

et l'utilisateur totalement actif (qui doit tout gérer pour assurer son confort) et « laisser la main » à l'utilisateur quand le contexte du projet le permet pour ne pas aller systématiquement vers le « tout automatique ».

Une étude portant sur 211 bâtiments BBC (neufs ou rénovés)¹⁴ réalisée en 2012 par l'Agence Qualité Construction (AQC) à la demande du Ministère de l'Ecologie (DHUP) montre que certains désordres couramment constatés dans les bâtiments neufs peuvent s'amplifier sur des bâtiments performants. Raison de plus pour identifier rapidement les causes de ces désordres et les corriger rapidement.

Le suivi du bâtiment permettra de réduire la majorité des surconsommations, des dysfonctionnements ainsi que le mécontentement des utilisateurs, mais aussi d'améliorer la connaissance des systèmes en œuvre et de leur fonctionnement au quotidien (régulation mise en œuvre).

3.2 En phase programmation

Dès la programmation d'une opération, il est primordial de **réfléchir au type de suivi du bâtiment souhaité**. De cette étape dépend la pérennité de l'installation et son utilité compte-tenu du coût non négligeable de sa mise en œuvre.

3.2.1 Définir ou confirmer la stratégie de gestion technique

En phase programmation technique et fonctionnelle d'un bâtiment, les besoins sont identifiés non seulement en termes d'usage mais

¹⁴ Cf. Bibliographie - Etudes

aussi en termes d'exploitation et de maintenance. De plus, les orientations fixées sur les modes constructifs, les types d'énergie et les types d'équipements ont une répercussion importante sur les modes de gestion technique.

Le préalable à l'instrumentation d'un bâtiment sera alors de connaître le **mode de gestion technique** prévu pour le bâtiment en question. Car la gestion technique et la gestion énergétique (ou suivi des consommations) sont étroitement liées.

 Les exigences en matière d'exploitation et de maintenance doivent être traduites dans un **cahier des charges fonctionnel spécifique**.

Le COSTIC et l'ADEME Réunion ont rédigé un **cahier des charges type pour la gestion technique des immeubles de bureaux climatisés** (volet gestion technique et volet système de Gestion Technique du Bâtiment GTB)¹⁵ qui contient les besoins à satisfaire et les contraintes en matière de service pour la gestion technique. Le mode de suivi énergétique est alors intimement lié aux orientations prises en matière de gestion technique du bâtiment et de son outillage destiné à faciliter les tâches (outils de suivi, factures, compteurs, systèmes de Gestion Technique du Bâtiment dit « GTB », ...).

Il est important de **prévoir au plus tôt l'organisation de la gestion technique** en répondant aux questions suivantes :

- **Qui assurera la mission de gestion technique** (service technique interne, économe de flux, exploitant, service externalisé, ...) ? La réponse à cette question est dans l'identification des compétences requises pour assurer la surveillance, la maintenance, la supervision, le suivi énergétique du bâtiment. Dans l'idéal, ce responsable doit être associé en amont durant la phase conception pour que ces contraintes et ses remarques sur la réalisation de sa future mission soient prises en compte.
- **Qui bénéficiera de l'efficacité de la gestion technique ?** Le maître d'ouvrage ? Le responsable d'établissement ? Les occupants ? L'exploitant ?

- **Y a-t-il un besoin de communication et de traitement de l'information ?** Quels services peuvent être satisfaits par des outils de gestion technique ?
- **Combien de temps cela prend pour le gestionnaire ?** Quels sont les besoins de formation ?

Si l'organisation de la gestion technique n'est pas encore décidée à ce stade, il faut que les solutions techniques soient suffisamment flexibles pour satisfaire le mode adopté ultérieurement. Mais **cette organisation doit absolument être décidée le plus tôt possible** et ne pas attendre la livraison ou même l'occupation du bâtiment pour y réfléchir. Les tâches de la gestion technique relèvent de 3 missions différentes :

- **Surveiller** : il s'agit de maintenir les installations en état de fonctionnement, et de minimiser les durées d'indisponibilité. La gestion technique correspond à de la **maintenance corrective** ;
- **Piloter/Superviser** : il s'agit de connaître au mieux les fonctionnements, de piloter les installations. La gestion technique correspond à l'exploitation et à la **maintenance préventive** ;
- **Optimiser/suivre l'efficacité énergétique** : il s'agit d'optimiser la performance énergétique, d'adapter les systèmes aux usages et de planifier les améliorations. On parle ici de **gestion énergétique**.

A ces tâches de gestion technique s'ajoutent des tâches de **gestion administrative** (répartition des frais, facturation, ...) qui sont en lien avec le suivi énergétique. Par exemple, la réception des factures d'énergie (et d'eau) par un service comptable doit être organisée (archivage) pour que le gestionnaire des flux puisse en être informé et y accéder.

3.2.2 Définir une stratégie d'instrumentation

Il est nécessaire de se poser les bonnes questions pour établir une stratégie d'instrumentation adaptée aux besoins du maître d'ouvrage et au bâtiment (neuf, existant ou réhabilitation, enseignement, tertiaire, logements collectifs, etc.) et complémentaire à la gestion technique du bâtiment. Le maître d'ouvrage doit s'assurer de la **faisabilité**

¹⁵ Cf. Bibliographie - Outils

technique de cette instrumentation. Il doit prendre le temps de se demander ce qu'apporte le suivi des consommations du bâtiment, de s'interroger sur l'organisation de la collecte des informations et de leur analyse (personnel et équipement) et de la façon dont il souhaite valoriser les résultats. Sur des petites opérations sans système informatisé de collecte de données, l'implication des utilisateurs peut être

envisagée pour le relevé des compteurs et leur analyse.

Si un AMO chargé de la programmation environnementale et énergétique est mandaté sur l'opération, il peut participer à cette réflexion afin que celle-ci soit la plus pertinente possible en fonction de la situation.



Il faut noter que dans l'existant, lorsque vous gérez un parc important de bâtiments, il sera important de définir les bons critères de choix pour désigner les bâtiments prioritaires en termes d'instrumentation. Il est intéressant de comparer les bâtiments par rapport à leur consommation en kWh/m² et d'y associer une durée d'utilisation ou de le rapporter à un nombre de personnes accueillies (intensité d'utilisation).

Un premier outil dans les petites collectivités peut être la création d'un **poste de conseiller en énergie partagé** (CEP) qui représente une compétence locale « énergie », accompagnée d'un financement par l'ADEME (au cours des 3 premières années de fonctionnement) et mutualisé entre plusieurs communes.

L'objectif du travail du CEP est :

- De gérer l'énergie par un suivi des factures
- De réduire la consommation à confort identique
- D'accompagner la commune dans ses projets de bâtiments pour optimiser les choix
- D'animer des actions de sensibilisation

❖ Quels sont les enjeux du suivi par usage ?

Les enjeux de suivi seront différents d'un bâtiment à un autre selon :

- La hiérarchisation des postes de consommations (destination d'usage, climat, taille de l'opération),
- La sensibilité des consommations selon le mode d'occupation,
- La comparaison des consommations réelles aux consommations prévisionnelles,
- L'intérêt d'étudier en détail une zone ou un point de consommation particulier soit par leur poids énergétique soit par leur représentativité,
- La complexité et la fragilité des équipements,
- La répartition des frais de chauffage (pour les logements collectifs)¹⁶.

Pour un bailleur social, l'enjeu principal, sera la maîtrise des charges de ses locataires. En effet, dans le cadre de la réhabilitation performante d'un immeuble, la consommation d'eau chaude sanitaire va devenir un poste de consommation prépondérant puisque celle du chauffage va diminuer fortement (avec le renforcement de l'isolation de l'enveloppe, le renouvellement d'équipements de chauffage et de ventilation). Il va sans doute promouvoir le solaire thermique, mais il n'est pas sûr qu'il y ait un réel retour en terme d'économie sur les charges. Au-delà du suivi des consommations par poste, le suivi de la production d'eau chaude solaire devient essentiel pour lui. Le comptage de l'énergie produite, de l'eau froide et de l'eau chaude vont lui permettre de quantifier les économies engendrées sur ce poste de consommation et de pouvoir fournir des informations objectives aux locataires¹⁷.

¹⁶ En référence à l'arrêté pris le 27 août 2012 et publié au Journal Officiel le 5 septembre 2012 relatif à la répartition obligatoire des frais de chauffage dans les immeubles collectifs à usage principal d'habitation.

¹⁷ L'article 119 de la loi MOLLE du 25 mars 2009 permet aux bailleurs sociaux de faire financer en partie les travaux d'efficacité énergétique par le locataire. Cette participation, sous forme d'une troisième ligne sur la quittance de loyer, ne pourra excéder 50 % des économies d'énergie réalisées ni dépasser 15 ans. Des mesures des consommations permettront de confirmer (ou d'infirmer) la réalité des économies d'énergie attendues.

Dans le cas d'un **bâtiment tertiaire**, l'enjeu du maître d'ouvrage sera de mesurer des rendements. Un comptage différencié pour le chauffage, la ventilation, l'éclairage, la bureautique sera plus important que le comptage différencié de l'eau en fonction des usages étant donné les faibles besoins.

Par contre, s'il y a des vestiaires, des espaces verts, un bassin d'agrément, le comptage différencié de l'eau froide par usage et de l'eau chaude peut être intéressant.

Pour une école, le comptage différencié des espaces en fonction de leur usage (classes, périscolaire, cantine, bibliothèque) permet de mesurer les consommations propres à chaque espace et d'avoir plus d'éléments pour optimiser les consommations selon l'usage.

❖ Que souhaite-on mesurer et pourquoi ?

En fonction des enjeux bien identifiés par le maître d'ouvrage, et au-delà de la simple analyse des factures d'eau et d'énergie, un niveau de suivi devra être défini. On peut distinguer **3 niveaux d'instrumentation** auxquels correspond un équipement de suivi plus ou moins complexe :

- **Suivi 1^{er} niveau** : une instrumentation strictement réglementaire (suivi des consommations réglementaires) → Sensibilise les occupants et le gestionnaire
- **Suivi 2^{ème} niveau** : une instrumentation simplifiée pour un suivi global des flux (flux thermiques, zonage, répartition par usage) → Caractérise la performance réelle
- **Suivi 3^{ème} niveau** : une instrumentation globale avec suivi analytique complet pour le suivi détaillé du fonctionnement des équipements

Le **1^{er} niveau** correspond aux **obligations réglementaires** sur les postes RT, complétées par un suivi d'autres usages non réglementés (ascenseurs, éclairage extérieur, consommations d'eau, serveur informatique, chambre froide,) et par un zoom sur certaines parties de bâtiment où les enjeux liés à l'occupation sont importants.

Le **2^{ème} niveau** correspond à la **séparation des paramètres liés au bâtiment et à l'occupation** des paramètres liés à la conduite et aux performances des équipements. Ce niveau est issu des méthodes de suivi énergétique agrémenté du suivi des paramètres de confort (température et hygrométrie).

Le **3^{ème} niveau** correspond à un **suivi analytique** assez conséquent utilisé ponctuellement pour identifier le fonctionnement de systèmes innovants ou repérer et corriger des dysfonctionnements techniques importants. A noter qu'il peut être mis en place de façon exceptionnelle ou périodique lorsque des défauts de fonctionnement des équipements ne sont pas résolus.

Cas particulier des usages mobiliers de l'énergie (électroménager, multimédias, ...): Ces usages de l'énergie doivent a minima être suivis ou évalués globalement pour respecter la RT (1^{er} niveau). Ils peuvent être suivis de manière plus ou moins fine dans les 2^{ème} et 3^{ème} niveaux.

→ Ci-après sont proposés un tableau et un schéma illustrant les 3 niveaux de suivi.

Différents niveaux de suivi d'un bâtiment (CETE Méditerranée)

	1 ^{ER} NIVEAU	2 ^{EME} NIVEAU	3 ^{EME} NIVEAU
	Suivi des consommations	Suivi thermique global	Suivi analytique
Objectifs	Identifier les consommations par usage de l'énergie et par partie de bâtiment et repérer les dérives par rapport à une consommation de base ⁽¹⁾	Niveau 1 + Identifier les besoins thermiques réels et l'efficacité moyenne des systèmes et leur évolution dans le temps	Niveau 2 + Identifier les causes des dérives des consommations par le suivi du fonctionnement réel des systèmes énergétiques et du comportement des usagers ⁽³⁾
Mesures	S/compteurs	Niveau 1 + compteurs thermiques + capteurs autonomes (intégration horaire) ⁽²⁾	Niveau 2 + capteurs des états des systèmes (températures, marche, pression, ...) + gestion des automates
Pas de temps des mesures	Année/mois	Semaine/jour	Heure/minute
Outillage de suivi	Tableau de bord (analyse par ratio)	Tableau de bord	GTB (ou suivi externe par télérelevé des points de mesure)
Coûts ⁽⁴⁾	Environ 3€/m ²	Environ 5 €/m ²	Environ 15 €/m ² ⁽⁵⁾

(1) Les valeurs conventionnelles de consommation issues des calculs réglementaires (Th-BCE, Th-CE-ex) ne sont pas des éléments prévisionnels : il est ainsi préférable d'établir la consommation théorique de base dès que les conditions d'occupation prévues sont établies. En effet la "valeur théorique" de la consommation pour chaque usage doit être calculée à partir des conditions réelles d'occupation et de climat.

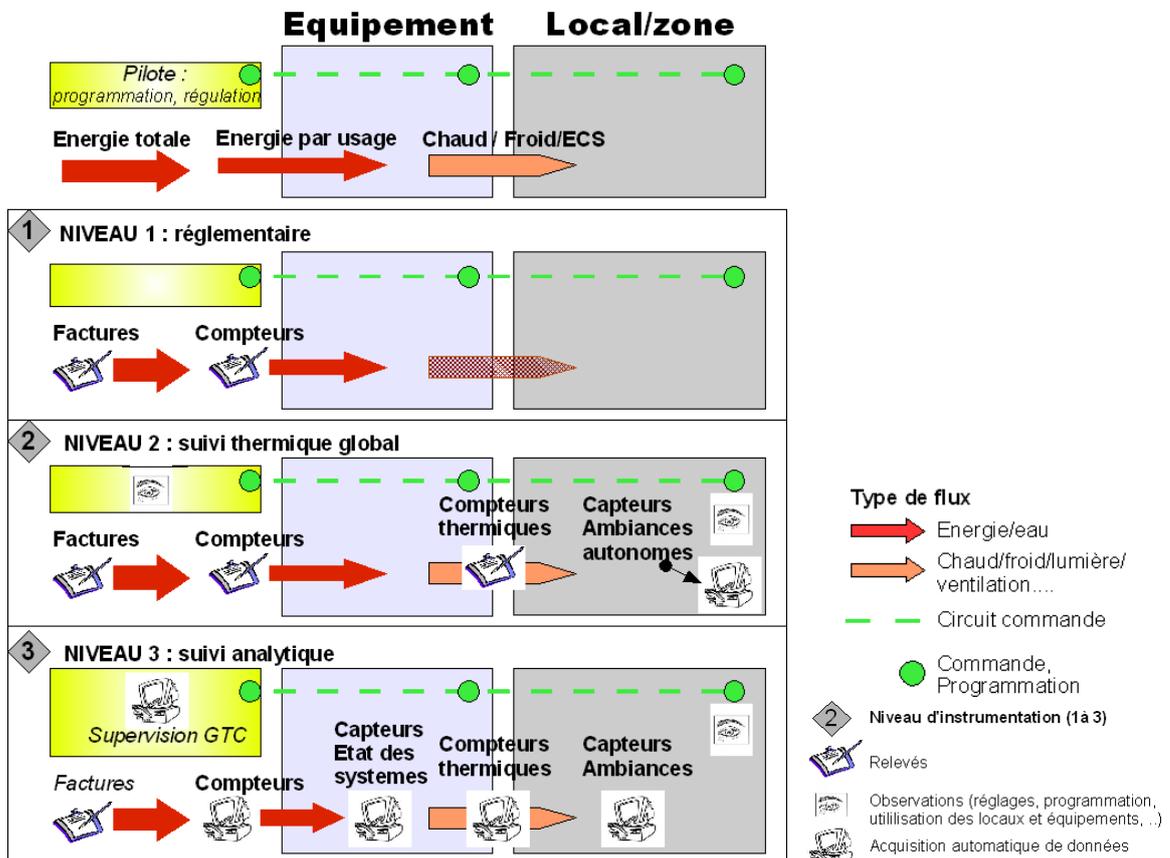
(2) Dans le niveau 2, les ambiances thermiques sont instrumentées par des capteurs autonomes sur batterie qui enregistrent la température (voire l'humidité et la luminosité). L'autonomie est annuelle avec un enregistrement sur un pas de temps horaires.

(3) Dans le niveau 3, la GTB peut avoir soit une mission de surveillance sur la base d'alarmes relatives à des profils prévisionnels (traitement interne continu), soit avoir une mission de suivi sur la base d'un recueil des données et d'un post-traitement externe.

(4) Les coûts d'investissement sont indiqués ici comme ordre de grandeur pour un bâtiment de 2000 m² avec 6 zones thermiques différentes.

(5) Le recours à l'instrumentation permanente de tous les points de fonctionnement de tous les systèmes n'est pas nécessaire. Dans un suivi analytique, il convient de s'interroger sur ce qui relève du diagnostic de ce qui relève de l'alerte sachant que les causes des surconsommations peuvent être très variées : température de consigne inadaptée, programmation non serrée sur les rythmes d'occupation, dysfonctionnement des équipements, surdimensionnement, Les coûts d'instrumentation estimés globalement à 500 €/point de mesure peuvent rapidement être très élevés si cette analyse n'a pas été réalisée en amont.

Les 3 niveaux de suivi instrumenté d'un bâtiment (CETE Méditerranée – octobre 2012)

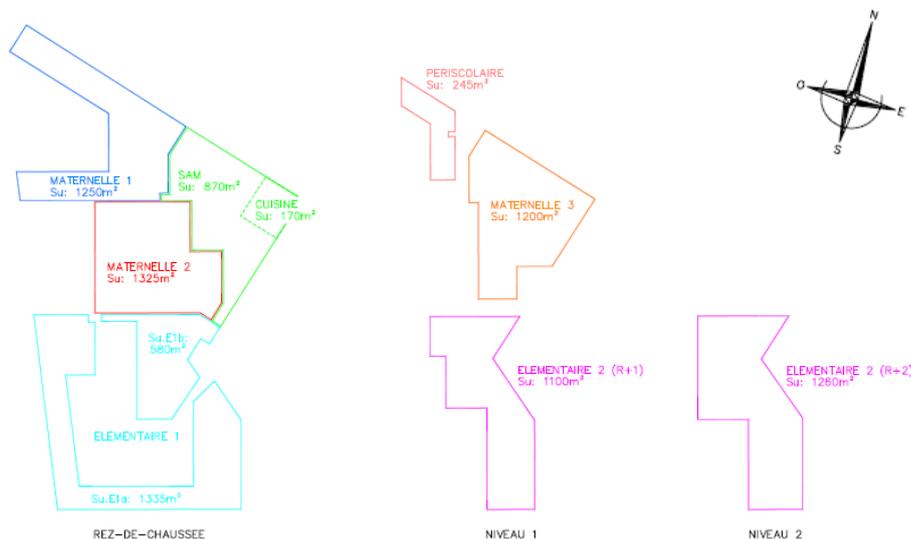


❖ Quel est le périmètre étudié ?

Les enjeux du suivi de chaque usage sont différents d'un bâtiment à un autre. Le périmètre étudié doit être aussi bien réfléchi. Il

faudra **définir les zones** du bâtiment (par étage, par service ou pôle, etc.) et **définir les usages** à suivre pour chacune d'entre elles.

Exemple de schéma de principe de zoning du pôle éducatif Secteur "Pasteur" (Maîtrise d'ouvrage : Ville de Limell Brévannes, architectes : r2k Architectes)



Crédits : Antoine Mercusot / R2k Architectes

Si l'opération est importante, tous les bâtiments ne seront pas forcément équipés. Il convient alors de **bien définir l'échantillonnage des bâtiments** à retenir. Le tableau ci-dessous résume les principales questions à se poser pour

identifier le périmètre qui sera équipé de compteurs et définir leur nature. Le bureau d'études thermique peut également être sollicité.

Définir l'échantillonnage des bâtiments instrumentés (ADEME)

Nombre de bâtiments	Bâtiments identiques	Logement exclusivement	Collectif	Périmètre
< ou = 3	<i>oui</i>			<i>Un seul bâtiment instrumenté</i>
	<i>non</i>	<i>non</i>		<i>Tous les bâtiments instrumentés</i>
		<i>oui</i>	<i>non</i>	<i>La maison la plus défavorable à instrumenter</i>
			<i>oui</i>	<i>Deux logements "extrêmes" à instrumenter</i>
> 3	<i>oui</i>			<i>Un seul bâtiment instrumenté</i>
	<i>non</i>	<i>non</i>		<i>A définir avec l'ADEME</i>
		<i>oui</i>	<i>non</i>	<i>La maison la plus favorable et la plus défavorable à instrumenter</i>
			<i>oui</i>	<i>A définir avec l'ADEME</i>

❖ Peut-on instrumenter ?

En réhabilitation ou sur l'existant, la faisabilité technique doit être approfondie en fonction de la place disponible et des systèmes en place. Il est nécessaire dans ce cas de faire un **diagnostic de l'existant** pour savoir comment organiser physiquement le réseau et la collecte d'information par usage et repérer les contraintes techniques. Ce diagnostic peut être réalisé à l'occasion des études de diagnostic nécessaires avant toute intervention sur du bâti existant.

En logements collectifs, il est par exemple utile de prévoir l'indépendance hydraulique par appartement afin de faciliter le comptage thermique et de prévoir un minimum d'isolation entre logements si le chauffage est individualisé pour limiter les « vols de chaleur ». Des systèmes comme le CIC (Chauffage Individuel Centralisé) ont été développés en ce sens (ils sont valorisés en termes de consommation énergétique dans la RT 2012).

Une mission complémentaire peut être donnée à l'équipe de maîtrise d'œuvre pour réaliser la faisabilité technique de l'instrumentation du bâtiment.

❖ Comment collecter les résultats ?

Une fois le type de suivi envisagé, le périmètre défini, le maître d'ouvrage doit être capable d'identifier comment se fera le **rassemblement des informations** (système de collecte) et la présentation des résultats (outil de suivi). Cela peut avoir un impact sur le système mis en place : exploitation à demeure, accès restreint sur site, ou externe avec accès ponctuel par un AMO, exploitation par l'exploitant de la chaufferie, facilité d'accès en dehors des heures d'occupation par les utilisateurs, etc.

On distingue **plusieurs modes de suivi** qui conduisent à des outils de suivi qui peuvent être différents :

- **En local :**
 - Tableau de recueil manuel des consommations par usage et par bâtiment avec analyse par ratio en interne

- Tableau de recueil informatisé des consommations par usage et par bâtiment avec analyse par ratio
- GTC (Outil de Gestion Technique Centralisé sur ordinateur¹⁸) avec tableau de bord
- Suivi externe par télé-relève (on arrive à environ 10 % d'économie avec ce système)

- **En local et consultable à distance :**

- GTC avec tableau de bord et recueil des données (poste pour traitement externe)
- GTC avec tableau de bord et alarmes relatives à des profils prévisionnels (traitement interne continu)
- Suivi externe par télé-relève (on arrive à environ 10 % d'économie avec ce système)

- **En externe :**

- Analyse à distance par des experts énergéticiens qui rendent compte au maître d'ouvrage des résultats du suivi et des dérives constatées. Ce service pourra intéresser les petites communes avec peu de personnel qui pourront obtenir des données toutes prêtes et des alarmes sur des points précis.
- Suivi externe par télé-relève (on arrive à environ 10 % d'économie avec ce système)



Ne vous laissez pas dépasser par les urgences quotidiennes qui prennent le pas sur ce suivi, qui peut être négligé.

Un relevé mensuel de différents compteurs fait localement par un technicien est déjà un suivi intéressant. Il concernera la majorité des cas de suivis instrumentés et permettra de détecter les dérives (par usage, par zonage). Veillez donc à **bien considérer le temps nécessaire** à ce travail et vous assurer qu'il y a bien un technicien pour le réaliser (définition à faire sur sa fiche de poste), pour analyser ces relevés et mener des actions correctives le cas échéant. Il permet un véritable pilotage de vos bâtiments et la mise en place d'actions préventives plutôt que curatives.

¹⁸ Voir définition en annexe 4



Source : ECOPOLENERGIE

Pour des opérations de taille réduites (existant ou neuf), le relevé de compteur par l'utilisateur peut être envisagé même s'il reste incertain dans la fréquence et dans la durée (changement éventuel de personnel, période de congés, etc.). Il peut faciliter la sensibilisation des utilisateurs aux économies possibles. Mais il est préférable

de prévoir une supervision par du personnel technique car les résultats de consommations sont un outil d'alerte sur des dysfonctionnements éventuels.

Pour gagner du temps et limiter les erreurs de saisie, les **solutions de relevage automatique des données** (par le biais de compteurs dit "communicants") peuvent être envisagées sous certaines précautions.

Le principe de centralisation des données (comptage, températures) vers un **système informatique type GTC (gestion technique centralisée)** permet d'assurer une exploitation plus facile, voire à distance, des performances du bâtiment. Les économies de chauffage grâce à un suivi via une GTC sont estimées jusqu'à 20 % et les économies d'électricité jusqu'à 50 % (source : C.Delachat- Réseau KNX - ABB¹⁹).

Cependant, cette technologie nécessite une **formation indispensable du gestionnaire** et des usagers pour en assurer la compréhension et l'utilisation. Le renouvellement du personnel est souvent un frein à l'utilisation de cette technologie. Il existe de nombreux exemples de GTC non utilisées car méconnues des utilisateurs ou trop complexes.



Vous devez donc bien cerner vos besoins aux travers des questionnements des paragraphes précédents. Cela vous permettra de vérifier si une GTC est adaptée ou pas à vos besoins, sans négliger la prise en compte du personnel adéquat pour son utilisation.

En logement collectif, ce principe de GTC peut-être conjugué avec une information locale vers l'utilisateur via une interface placée dans son volume habitable pour agir sur son comportement.

Quand il est nécessaire de suivre différents bâtiments et qu'ils sont déjà équipés en GTC, il est utile d'**harmoniser les différents systèmes d'instrumentation** entre eux ou de s'assurer qu'il existe des traducteurs informatiques entre les différents protocoles.

Comment collecter les informations ?

Exemple :

L'ADEME, la Région Rhône-Alpes, l'ARRA HLM et l'association des bailleurs sociaux ont lancé un projet de Recherche-Action intitulé **projet GOSPELS : Génération d'un Outil de Suivi des Performances Energétiques en Logement Social** qui vise à développer un outil innovant de suivi des consommations de fluides dans les bâtiments neufs ou réhabilités. Il permettra aux organismes d'optimiser la gestion et de réduire les coûts d'exploitation, notamment ceux qui sont facturés aux habitants. A suivre...

- ❖ **Qui va gérer le bâtiment ? Quel usage des résultats ? Quel est le temps mobilisable ?**

L'instrumentation n'a de sens que si les informations sont facilement accessibles et utilisées quotidiennement pour l'exploitation du bâtiment. **Il faut un "manager actif"** pour analyser les résultats et programmer des interventions ou des actions en direction des utilisateurs. Ce manager doit posséder un temps alloué à sa tâche, soutenu par une direction, et une crédibilité transversale auprès des différents services.

Le mode d'instrumentation et le système de collecte d'information doivent être définis en concertation avec les personnes qui en feront l'exploitation. Il est nécessaire de définir **quelle personne assurera la mission technique et le suivi des performances** (consommations et confort) pour l'analyse et la fréquence des informations collectées.



Vous devrez évaluer la charge de travail que cela représente pour exploiter les données et rédiger des rapports. Et considérer également le temps pour la programmation et le suivi des actions correctives (interventions techniques éventuelles).

¹⁹ Cf. bibliographie - Autre sources

Service technique interne, économe de flux, exploitant, service externalisé ? La réponse à cette question est dans l'identification des compétences requises pour assurer la

surveillance, la maintenance, la supervision et le suivi énergétique du bâtiment.

Le tableau ci-dessous recense les différents **avantages** et **inconvénients** de chaque situation.

Qui ?	Avantages	Inconvénients
Un service technique interne	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi global de tout le patrimoine - Gestion des interventions à programmer - Proximité avec les utilisateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité réduite pour chaque bâtiment - Interventions plutôt d'urgence - Besoin de formation à chaque renouvellement de personnel pour éviter la perte d'informations
Une personne sur place (type gestionnaire)	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion technique quotidienne - Optimisation possible très régulièrement - Proximité avec les utilisateurs 	<ul style="list-style-type: none"> - Besoin de formation à chaque renouvellement de personnel pour éviter la perte d'informations
Un exploitant	<ul style="list-style-type: none"> - Vision technique permettant l'optimisation des installations de chauffage et d'ECS 	<ul style="list-style-type: none"> - Souvent axé sur le chauffage, les autres postes de consommations ne sont pas ou peu traités - Risque d'avoir peu de contacts avec les utilisateurs finaux
Un BET ou AMO ayant une mission de suivi après la réception	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance de l'historique du projet - Travail avec les utilisateurs - Suivi global - Technicité et expertise 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de présence sur site - Nécessité d'un contact étroit avec le maître d'ouvrage
Un service externalisé	<ul style="list-style-type: none"> - Données déjà analysées - Peu de connaissance du bâti et de ses caractéristiques sont nécessaires 	<ul style="list-style-type: none"> - Peu d'actions directes sur le bâti - Aucun lien avec les utilisateurs
Un Conseiller en Energie Partagé	<ul style="list-style-type: none"> - Vision globale du patrimoine - Technicité 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilité réduite pour chaque projet - Relais indispensable pour la mise en place d'actions correctives

→ **Quelle que soit la personne chargée du suivi**, l'outil de suivi (tableau de bord) doit être un outil partagé avec le maître d'ouvrage (communication des mises à jour ou accessibilité).

La mission de suivi des performances peut être effectuée par une autre personne que celle chargée de la "gestion purement technique".



En présence de 2 personnes qui interviennent séparément sur le suivi technique et le suivi des performances, des articulations ou coordinations sont à réaliser pour mieux comprendre les situations d'inconfort ou de surconsommations.

Pour une école, il peut s'agir d'un technicien des services techniques qui peut recevoir au quotidien les éventuels messages d'alertes et échange régulièrement avec ses collègues sur les consommations et leur analyse.

Pour un collège, l'intendant de l'établissement est la personne chargée du suivi assisté du factotum.

Pour des logements collectifs, il peut s'agir du syndic ou du conseil syndical (copropriété), de l'exploitant intéressé aux résultats de consommations et/ou du bailleur social directement.

Les utilisateurs peuvent être informés en temps réel ou très régulièrement des résultats de consommations de leur bâtiment (ex : éclairage, bureautique, chauffage) pour participer

activement au maintien du niveau de performance de celui-ci.

❖ Quel budget alloué pour ces équipements ?

Logiquement, plus le niveau de suivi est poussé et plus il sera onéreux. L'investissement financier dans les systèmes de comptage et les prestations intellectuelles pour faire le suivi des consommations doit être comparé au coût du dérapage des consommations en absence de suivi sur plusieurs années. Cela conduit parfois à limiter les données recueillies et analysées à celles les plus pertinentes (suivi de factures, relevés des index manuels).

Par ailleurs, dans l'élaboration du budget, il est pertinent d'**identifier l'instrumentation stationnaire** qui sera présente durant la vie du bâtiment et celle dite mobile qui sera utilisée pour les campagnes ponctuelles (débits d'air, niveau sonore, qualité de l'air, qualité de l'eau, etc.).

Comme indiqué précédemment, n'oubliez pas d'inclure dans le budget, **les ressources humaines** nécessaires au suivi, à l'analyse, à la comparaison des ratios, la restitution des résultats, la détection des dysfonctionnements et la mise en place des actions correctives.

Le **coût lié à la maintenance du système d'instrumentation** ne doit pas être oublié également (changement de compteurs, vérification de la GTC, maintien de l'accès à distance, etc.).



Soyez également vigilant sur les coûts liés aux mises à jour de logiciel de la GTC car pour un bâtiment qui doit durer 35/40 ans, le logiciel et le système d'exploitation de l'ordinateur peuvent être périmés au bout de 5 ans.

3.2.3 Prévoir un suivi élargi à d'autres thématiques

Au-delà de l'énergie et de l'eau, il est intéressant de mesurer d'autres paramètres, même ponctuellement, pour une appréciation du confort ressenti par les utilisateurs :

- **L'éclairage réel** (en lux) pour apprécier le confort visuel même si les mesures indiquent souvent des fluctuations suivant le positionnement dans la pièce (à rapporter ensuite au facteur de lumière du jour FLJ théorique),
- le **temps de réverbération** pour apprécier le confort acoustique,
- les mesures de **qualité de l'air intérieur** : régulières pour le dioxyde de carbone (CO₂), ou ponctuelles pour les composés organiques volatils (COV), notamment le formaldéhyde et le benzène,
- **l'hygrométrie et le suivi des températures** qui renseignent sur l'occupation des locaux et le confort thermique,
- la **qualité de l'eau** (petit kit d'analyse de l'eau),
- **l'étanchéité à l'air** à N+1, N+3 par exemple pour connaître l'évolution des moyens mis en œuvre suivant le vieillissement des dispositifs mis en place.

L'appréciation du confort ressenti analysé par l'intermédiaire de ces paramètres peut être complétée par des enquêtes auprès des occupants et du gestionnaire du site (comportements, ressentis et satisfaction) qui apportent beaucoup d'information sur la pratique réelle du bâtiment.

Deux nouveaux décrets relatifs à la qualité de l'air intérieur dans les locaux des établissements recevant du public (ERP) viennent de paraître. La mesure de la qualité de l'air devrait progressivement faire partie de l'instrumentation d'un bâtiment au moins sur 2 polluants que sont le formaldéhyde et le benzène.

Le premier décret²⁰ (N°2011-1727 du 2 décembre 2011) fixe des valeurs de référence en air intérieur, c'est-à-dire un niveau de concentration de polluants dans l'intérieur fixé pour un espace clos donné. Deux polluants sont visés par ce décret :

- **Le formaldéhyde**, gaz principalement utilisé pour la fabrication de colles, liants ou résines
 - >> **limite à 30µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2015**
 - >> limite à 10µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2023)
- **Le benzène**, substance cancérigène aux effets hématologiques issue de phénomènes de combustion (gaz d'échappement, cheminée, cigarette, etc.)
 - >> **Limite à 5µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2013**
 - >> Limite à 2µg/m³ à compter du 1^{er} janvier 2016

Le second décret²¹ (N°2011-1728 du 2 décembre 2011) porte sur l'obligation d'une surveillance périodique de la qualité de l'air dans les établissements recevant du public, comme l'introduisait déjà la loi Grenelle 2. Il concerne en particulier les établissements accueillant des populations sensibles ou exposées sur de longues périodes, comme les crèches, les écoles, les établissements d'accueil de personnes handicapées ou encore les établissements pénitentiaires pour mineurs.

Ce décret précise les conditions de cette surveillance. Entre autres, c'est au propriétaire ou à l'exploitant de l'établissement de s'assurer de l'évaluation des systèmes d'aération et de la mesure des polluants, par des organismes accrédités. **Cette surveillance doit être renouvelée au minimum tous les sept ans et tous les deux ans si l'une des valeurs de référence est dépassée.** Les personnes fréquentant les établissements concernés sont tenues informées des résultats de ces évaluations et mesures.

En cas de dépassement des valeurs de référence, le propriétaire ou l'exploitant est tenu de faire réaliser une expertise afin d'identifier les sources de pollution et d'y remédier. À défaut, cette expertise peut être prescrite par le préfet, aux frais du propriétaire ou de l'exploitant.

Son application suit le planning suivant :

- à compter du 1^{er} janvier 2015 pour les établissements d'accueil collectifs d'enfants de moins de 6 ans
- à compter du 1^{er} janvier 2018 pour les écoles élémentaires
- à compter du 1^{er} janvier 2020 pour les accueils de loisirs et les établissements d'enseignement du second degré
- avant le 1^{er} janvier 2023 pour les autres établissements.

²⁰ Cf. Bibliographie - Réglementation

²¹ Cf. Bibliographie - Réglementation

3.3 En phase conception



Durant la phase conception, vous devez solliciter la maîtrise d'œuvre pour échanger sur le suivi à venir du bâtiment.

Organisez des **réunions spécifiques au suivi** et faites y participer la ou les personnes qui auront en charge le suivi du bâtiment après réception que ce soit en interne ou en externe. Lors de ces réunions, vous devrez obtenir les informations qui sont abordées dans ce chapitre.

Un **AMO QE** ayant une expertise en suivi des performances pourra vous assister dans ce travail (voir chapitre 3.3.5).

3.3.1 Obtention des consommations théoriques de base

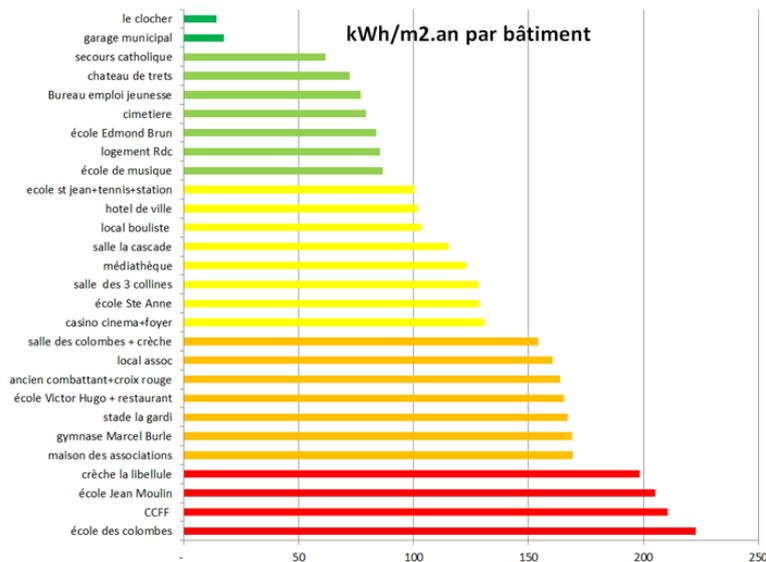
Dans le cahier des charges de la maîtrise d'œuvre, imposer **l'évaluation des consommations théoriques de base** du futur bâtiment qui diffèrent des consommations réglementaires fournies dans le cadre du calcul réglementaire thermique (RT 2012).

Ces valeurs « théoriques », « prévisionnelles » des consommations pour chaque usage peuvent être évaluées en phase conception, **à partir d'hypothèses réelles d'occupation et de climat (scénario)**, grâce à des logiciels de simulation (consommations de chauffage, rafraîchissement, éclairage, conditions de confort thermique et lumineux). Ces calculs simulent en effet les besoins en chauffage et rafraîchissement du bâtiment en fonction du mode d'occupation, des caractéristiques thermiques de l'enveloppe, de la performance de ses équipements, ainsi que des variations climatiques. Les hypothèses d'occupation et d'usage seront à fournir précisément à la MOE.

Ces consommations théoriques peuvent servir de points de départ, d'indicateurs avant le démarrage du suivi. Toutefois, un ajustement des consommations est souvent nécessaire pour tenir compte de l'évolution des conditions d'occupation.

Les économistes de flux travaillent beaucoup avec des **ratios** (ex : kWh/m² et kWh/DJU) afin de catégoriser leurs bâtiments existants entre eux et d'identifier les plus consommateurs, sur lesquels un travail d'optimisation est nécessaire.

Exemples de consommations moyennes de bâtiments dans une commune



Source : ECOPOLENERGIE

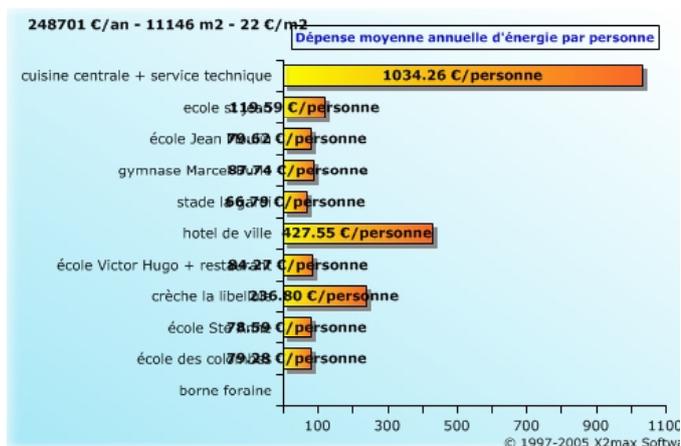
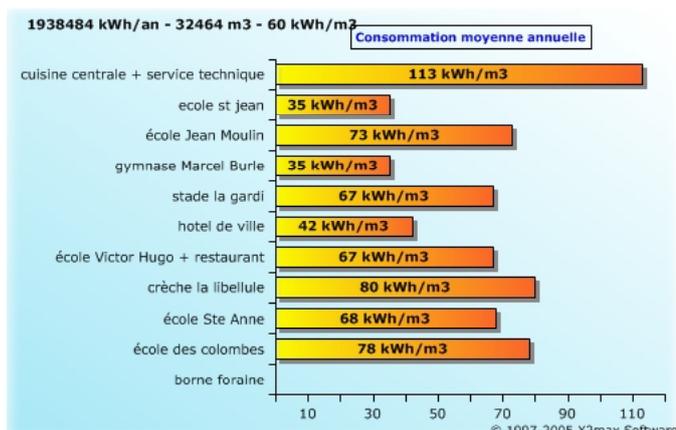
Voici ci-dessous quelques indicateurs qui peuvent être utiles et apportent des éclairages complémentaires lors de l'analyse des informations liées au suivi :

- Consommation moyenne annuelle (en kWh_{EP}/m² SHON et en kWh_{EP}/m³)
- Dépense moyenne annuelle d'énergie par personne (€/personne)
- Consommation d'eau rapportée en L/jour/enfant accueilli (sur un nombre de jours ouverts lissés sur l'année)
- Consommation d'eau d'espaces verts en L/m² sans distinction de saison
- Etc.

Cependant, il est nécessaire d'adapter ces indicateurs à la typologie des bâtiments suivis.

A titre d'exemple, sur ces graphiques et parmi les bâtiments suivis, on remarque que l'école des colombes est celle qui consomme le plus d'énergie, mais rapporté au nombre d'occupants, elle représente un poste de dépense en énergie relativement faible.

Exemples de consommations moyennes par bâtiment et par personne dans une commune



Source : ECOPOLENERGIE



L'énergie finale (EF) est exprimée en kWh, c'est elle qui est inscrite sur les factures de vos fournisseurs d'énergie et celle qui est relevée par les compteurs dans le bâtiment.

Afin de comparer plus facilement 2 bâtiments entre eux, on convertit cette énergie finale (EF) en énergie primaire (EP). Cette astuce permet de comptabiliser l'énergie qui est réellement consommée lors de la production et du transport de l'énergie jusqu'à son lieu de consommation.

Les coefficients de conversion sont des données définies réglementairement (pour l'électricité = 2,58 ; pour le gaz = 1 ; pour le bois = 1 selon la RT 2012 et = 0,6 selon le label Effinergie BBC).

3.3.2 Identification des contraintes techniques de suivi

Pour les bâtiments neufs, il faudra échanger avec le bureau d'études au sein de la maîtrise d'œuvre sur les contraintes techniques éventuelles :

- au suivi de certains équipements techniques comme les chaudières et poêles à bois, les remontées de comptage gaz, le comptage thermique du fréon ou la mesure sur des gros diamètres dont les consommations sont plus délicates à définir.
- au périmètre d'instrumentation (zones et usages d'énergie) qui implique parfois une complexité assez grande et nécessite de le simplifier.

3.3.3 Définition du plan de comptage

Le respect de la RT 2012 sur le nombre de compteurs à mettre en place dans chaque bâtiment est un travail délicat et assez complexe sur des bâtiments importants.

Par exemple, les schémas électriques n'ont pas la même architecture que celle visée pour le comptage, ce qui ne permet pas toujours de différencier les usages (éclairage, prise électriques) tels que demandé.

Il convient de définir précisément avec la maîtrise d'œuvre quel plan de comptage est réellement envisageable par rapport à la réglementation, en fonction de la configuration des installations (fluides, électricité), des équipements mis en place et du coût que cela entraîne.

3.3.4 Intégration du mode de suivi retenu et du protocole de collecte dans le DCE

Au cours de l'élaboration du dossier de consultation des entreprises, il sera nécessaire de vérifier avec la maîtrise d'œuvre que les informations suivantes ont bien été intégrées :

- le champ de l'instrumentation (énergie, eau, température, ...),
- le plan de zonage et de la répartition des comptages/zone/usage (plan de comptage),
- le descriptif des compteurs à poser et le lien avec les autres équipements techniques,
- le calibrage de l'instrumentation,
- le protocole de collecte et de gestion des données.

3.3.5 Prévoir la mission de suivi

> **Si la mission de suivi est prévue en interne**, il faut s'assurer que le personnel en charge du suivi a les **compétences nécessaires pour analyser les résultats** et déclencher des actions correctives. Dans tous les cas, il est préférable de prévoir un **temps de formation** pour une prise en main du bâtiment à sa réception.

Il devra travailler en étroite collaboration avec le bureau d'études durant la phase conception pour bien comprendre le fonctionnement du système de collecte d'informations retenu.

> **Si la mission est externalisée**, la définition d'un cahier des charges est nécessaire pour définir les attendus en termes de suivi, sa fréquence et la nature des rendus (rapport, graphes, etc.).

A titre d'exemple, la Région Centre a travaillé sur un cahier des clauses techniques particulières spécifiques (**CCTP**) à la **prestation de « suivi, d'analyse et d'optimisation des consommations énergétiques et du confort des usagers²² »**.

Pensez toujours à "garder la main" sur le suivi, connaître le protocole de suivi (fréquence de surveillance, lecture du tableau de bord, des relevés des compteurs, animation et suivi des actions correctives) et de prévoir du temps pour superviser ce suivi.

Quelle que soit l'option retenue, **il est indispensable de prévoir le maintien de la compétence dans le temps** que ce soit par un plan de formations pluriannuelles en interne ou prévu dans le marché d'externalisation. Cette précaution permettra de garantir le maintien de la performance du bâtiment dans le temps. Pour les maîtres d'ouvrages qui auront opté pour un suivi niveau 2+, cela évitera le coût important d'une remise en état d'une GTC/GTB laissée à l'abandon.

Si vous souhaitez être accompagné plus globalement sur les performances du bâtiment, depuis sa genèse jusqu'à sa réalisation et son suivi pendant 2 ans, vous avez la possibilité d'avoir recours à une AMO QE. A titre d'exemple, l'ADEME PACA propose un **cahier des charges AMO QEB²³**.

²² Cf. Bibliographie - Outils

²³ Cf. Bibliographie - Outils

3.4 En phase réalisation

Pendant la phase chantier, c'est la maîtrise d'œuvre qui supervisera la mise en place de l'instrumentation. Le rôle du maître d'ouvrage est de veiller à ce que les étapes suivantes soient bien réalisées.

3.4.1 Vérification du plan de comptage et mise en œuvre de l'instrumentation

En début de chantier, la maîtrise d'œuvre va échanger avec les entreprises concernées (Electricité CFO/CFA²⁴, Fluides CVC Plomberie) sur la **mise en œuvre du plan de comptage** afin de valider sa faisabilité, et de vérifier la nature des produits et systèmes qui seront installés dans le bâtiment. La maîtrise d'œuvre doit également pointer les limites de prestation de chaque entreprise afin de garantir le raccordement effectif de tous les composants qui collecteront les informations. Il s'agit d'un travail de synthèse qui doit être fait durant la phase de préparation de chantier.

Il est conseillé d'associer le futur exploitant et/ou le personnel chargé du futur suivi technique et des performances afin qu'ils se familiarisent avec l'architecture du comptage envisagé et intègrent plus facilement ce travail de suivi dans leur futur travail d'exploitation du bâtiment.

Un guide des bonnes pratiques sur la mise en place de l'instrumentation est en cours de rédaction par le COSTIC (révision des règles de l'art). Il constituera un outil précieux pour les mises au point par la maîtrise d'œuvre et les entreprises. Il s'intitulera « Points de mesure » et aura pour vocation de proposer des recommandations concrètes : choisir, mettre en œuvre des capteurs et des compteurs. Ce guide devrait paraître début 2013 et sera suivi par un deuxième sur la « Gestion Technique ».

3.4.2 Réception des systèmes liés au suivi des performances et formation

Les installations nécessaires au suivi seront réceptionnées comme les autres équipements

²⁴ Courants forts, courants faibles

techniques durant les opérations préalables à la réception (OPR).



Soyez vigilants à ce que le **bureau d'études Electricité vise bien l'ensemble des outils** mis en place pour le suivi.

Cas d'une GTC: la maîtrise d'œuvre ou la personne missionnée pour le suivi doit vérifier que l'ensemble des compteurs sont bien raccordés à la GTC. Pour cela, le relevé manuel des compteurs physiques est nécessaire puis la vérification de leur report sur le système de visualisation des comptages.

Cette vérification sera faite en hiver puis en été pour vérifier la comptabilisation d'équipements spécifiques à ces saisons.

L'instrumentation doit être une aide à la prise en main du bâtiment.

- **Si la mission de suivi est externalisée** et que la personne désignée est extérieure à la maîtrise d'œuvre, elle doit démarrer **avant la réception du bâtiment** pour une meilleure compréhension du système d'instrumentation mis en place et de ses fonctionnalités par le biais d'échanges avec la maîtrise d'œuvre.

- **Si la mission est réalisée en interne**, le futur exploitant et/ou le personnel technique et/ou le personnel chargé du suivi des performances **doivent être présents aux OPR** et recevoir une formation sur l'instrumentation mis en place.

Quel que soit le système d'instrumentation mis en place, l'installateur du matériel doit **programmer une formation** en présence de la maîtrise d'œuvre, de la maîtrise d'ouvrage et du personnel en charge du suivi afin de présenter l'interface qui permet de suivre les consommations, de contrôler les consignes de chauffage, rafraîchissement, ventilation, éclairage et autres paramètres dans le cas d'une GTC (température, alertes, etc.).

Dans le cas d'un accès à distance, le maître d'ouvrage définit les **principaux types d'accès au système**: accès limité pour une simple visualisation du bâtiment et de ses paramètres (souvent pour l'AMO QE, ou les utilisateurs) ou plein accès pour modification des paramètres si besoin (pour le gestionnaire, le MOA si besoin).

La maîtrise d'œuvre ne doit pas omettre de fournir, au personnel chargé du suivi, un **tableau avec les principaux indicateurs à vérifier** en fonctionnement (= les consommations

théoriques prévisionnelles) sur les différents usages de l'énergie et de l'eau et sur les confort (acoustique, thermique, visuel, etc.) en fonction du niveau de suivi choisi.

3.4.3 Mise en place d'une information auprès des utilisateurs

Les futurs occupants, suivant leur degré d'implication (défini en phase conception), doivent être informés sur le fonctionnement optimal du bâtiment et les gestes qu'ils doivent effectuer au quotidien pour obtenir un environnement confortable tout en maintenant les performances du bâtiment. Il est souhaitable qu'un **livret d'accueil utilisateurs**²⁵ soit produit par la maîtrise d'œuvre (à demander en mission complémentaire MOE).

Ce livret résumera les principales caractéristiques du bâtiment, présentera les systèmes de chauffage, les actions nécessaires au confort d'été, ainsi que des préconisations en terme de consommations électriques (éclairage, informatique, etc.).

Pour des logements, le livret d'accueil peut être remis aux locataires au moment de la signature du bail, ou pour les acquéreurs au moment de la signature de l'acte de vente.

Pour les bâtiments tertiaires et d'enseignement, il peut être remis à l'occasion d'une réunion d'information peu de temps après l'installation des utilisateurs.

Exemple de livret résidents (OPAC 38)



²⁵ Voir des exemples. Cf Bibliographie - Livrets d'accueil utilisateurs

3.4.4 Encadrer la performance des bâtiments par des contrats d'exploitation spécifiques

Le maître d'ouvrage peut être accompagné par l'exploitant d'un bâtiment réhabilité dans le maintien des performances du bâtiment ; pour cela, il peut définir des contrats d'exploitation spécifiques que sont le contrat de performance énergétique ou le contrat à intéressement.

❖ Le contrat de performance énergétique (CPE)

Pour les bâtiments tertiaires et collectifs réhabilités, un suivi des consommations énergétiques peut être encadré par un contrat de performance énergétique signé entre le maître d'ouvrage et le prestataire. Ce contrat permet d'apporter une **garantie de performance énergétique** (GPE) assurant au propriétaire du bâtiment un niveau de consommation réelle après travaux qui ne dépassera pas une certaine valeur.

En cas de non atteinte de la performance énergétique garantie, les responsabilités sont recherchées, les prestations défaillantes rétablies, le client est dédommagé sur la base de l'écart entre la consommation constatée et la consommation garantie.

Cette GPE permet également de sécuriser la demande de prêt auprès d'organismes bancaires si le maître d'ouvrage supporte les investissements et envisage le recours à l'emprunt pour financer ses travaux.

Le Syndicat du Pilotage et de la Mesure de la performance énergétique a publié un guide gratuit et didactique relatif aux principes d'un plan de mesure et de vérification de la performance énergétique²⁶. Il permet de trouver les termes contractuels appropriés et transparents relatifs à la vérification des économies d'un Contrat de Performance Énergétique (CPE).

❖ Le contrat d'exploitation à intéressement

L'intéressement permet d'intéresser financièrement l'exploitant aux résultats de

l'exploitation : il prend à sa charge tout ou partie des surconsommations par rapport à un objectif, et reçoit une partie des économies engendrées.

La mise en place d'un intéressement nécessite une bonne connaissance préalable des consommations, et la conduite des réglages est obligatoire dans le contrat. Celle-ci peut être difficile à mettre en œuvre (matériel non adapté, sensibilité des utilisateurs qui n'ont plus accès aux réglages) et nécessite une bonne réactivité de l'exploitant, d'où l'importance du matériel de gestion technique centralisée (GTC). Il demande également des **procédures de contrôle des prestations** (par exemple : écarts de températures admissibles) et de systèmes de sous-comptage.

- Marché Température à intéressement - P1 annuel corrigé température
- Marché Comptage à intéressement - P1 unitaire (chaleur) et quantités réelles

→ Pour en savoir plus, consulter le Guide de l'achat public éco-responsable : "L'efficacité énergétique dans les marchés d'exploitation de chauffage et de climatisation pour le parc immobilier existant"²⁷.

L'association RAEE (Rhônalpénergie-Environnement) propose un **exemple de contrat d'exploitation de chauffage avec intéressement**²⁸. 

❖ Autres cas, autre démarche ?

A l'image de la garantie de résultats solaires, par laquelle le soumissionnaire s'engage envers le maître d'ouvrage à ce que l'installation solaire soit capable de délivrer, à l'installation de production d'eau chaude sanitaire, une quantité annuelle moyenne d'énergie thermique d'origine solaire prévue, d'autres approches collaboratives ou plus ciblées que le CPE peuvent être envisagées.

3.5 En phase exploitation

Afin que le suivi du bâtiment se réalise dans la durée, il convient de mettre en place une organisation pérenne pour que la personne chargée du suivi soit bien identifiée et que son

²⁶ Cf. Bibliographie - Guides

²⁷ Cf. Bibliographie - Guides

²⁸ Cf. Bibliographie - Outils

travail soit quantifié et valorisé. Aussi, bien que fait de façon informelle dans la réalité, une procédure à mettre en place est proposée ici.

3.5.1 Définir un organigramme des référents du suivi

Que la mission de suivi des performances du bâtiment se réalise en interne (gestionnaire, référent suivi ou technique) ou en externe (AMO, BET, ...), **la personne référent au suivi doit être identifiée par les utilisateurs**, son rôle défini (suivi du confort, des consommations, pédagogie, etc.) et sa fréquence de présence sur site connue.

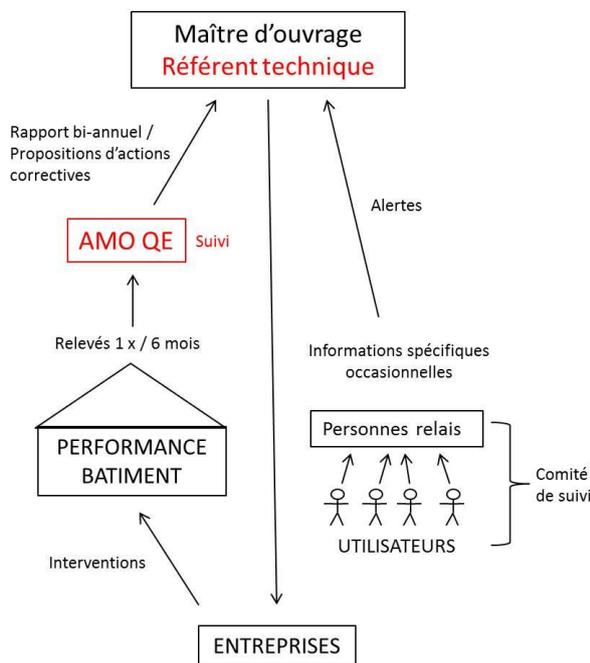
Il sera également intéressant d'identifier la personne chargée du suivi technique, qui peut être la même, mais pas obligatoirement, et de bien différencier son travail de celle qui réalise le suivi des performances. Cette identification des rôles de chacun est importante car durant la première année de fonctionnement d'un bâtiment, nombreux

peuvent être les réglages à effectuer par le personnel technique (ou les entreprises) ; alors que le personnel chargé du suivi des performances s'attachera plus particulièrement à la vérification du système de comptage et à l'observation du bâtiment durant cette première année (en lien avec le personnel technique) avant de travailler sur l'optimisation des performances du bâtiment.

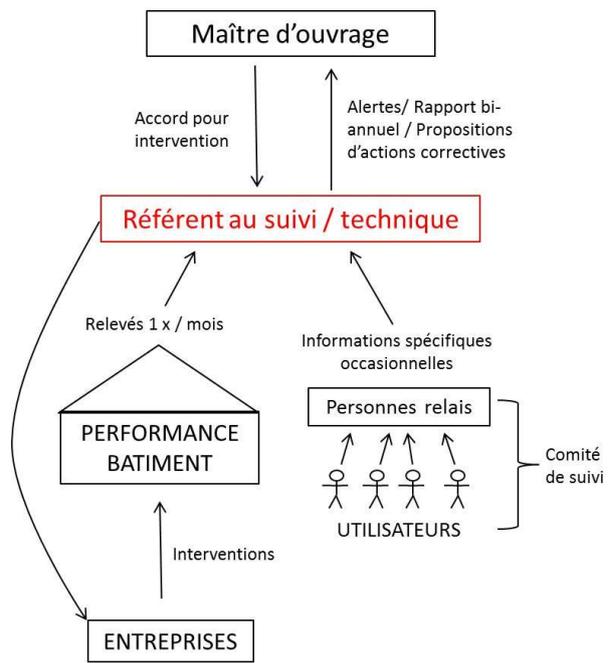
Il conviendra également d'identifier parmi les occupants, **une personne relais** et/ou de mettre en place **un comité de suivi** afin d'organiser la remontée d'informations auprès du personnel technique et du personnel de suivi des performances lorsque des actions correctives doivent être engagées.

Dans une démarche qualité, une procédure peut être définie pour indiquer comment et par qui les informations remontent jusqu'au maître d'ouvrage, qui se charge du traitement de la demande (réponse dans un délai donné), et qui rapporte l'information aux utilisateurs.

Schématisation de l'organisation du suivi en fonction du type de mission (interne ou externe)



Mission de suivi en EXTERNE



Mission de suivi en INTERNE

3.5.2 Définir le cadre d'action du référent suivi

Lorsque le suivi est réalisé en interne, le référent devra être formé par la maîtrise d'œuvre pour qu'il puisse assurer le suivi du bâtiment. Cette action est définie clairement dans sa fiche de

poste ainsi que le temps nécessaire à ce travail (cadrage de sa mission).

Il est soutenu par le maître d'ouvrage afin de déclencher facilement l'intervention des entreprises lors de défauts de fonctionnement. La fréquence de relevés des compteurs peut être calée à une fois par mois. En fonction des relevés

et des désordres éventuels, cette fréquence pourra être augmentée, mais en aucun cas réduite.

3.5.3 Produire des rapports de performance

Pour valoriser le travail de suivi et les résultats obtenus, un **rapport biannuel** doit être établi (par saison). Il comprendra les consommations réelles du bâtiment comparées aux indicateurs, les relevés de température, les autres mesures sur les confort et les résultats du questionnement des utilisateurs. Il rapportera les alertes éventuelles sur les anomalies constatées et indiquera les solutions correctives en cours ou réalisées.

Rapport type pour le suivi énergétique



A titre d'exemple, la Région Centre a rédigé un rapport type²⁹ pour le suivi énergétique ; suivi qu'il faudra élargir aux autres thématiques telles qu'indiquées précédemment (acoustique, éclairage, qualité de l'air intérieur, etc.).

Le référent au suivi sera en contact régulier avec la personne relais parmi les usagers pour organiser régulièrement la sensibilisation des usagers au maintien des performances du bâtiment.

3.5.4 Assurer la maintenance de l'instrumentation

La durée de vie des compteurs est limitée, il faut assurer leur remplacement au même titre que les autres équipements techniques pour éviter de perdre des données de suivi. Ne pas négliger non plus la mise en place de sauvegardes des données et des outils de suivi.

²⁹ Cf. *Bibliographie - Outils*

4/ LES RICHESSES DE L'INSTRUMENTATION ET DU SUIVI DES BÂTIMENTS

Ce chapitre vous présente les principaux dysfonctionnements qui peuvent être rapidement repérés et corrigés grâce à un suivi humain et instrumenté du bâtiment, suivi d'une analyse humaine et technique des informations relevées.

4.1 Principaux dysfonctionnements repérés

Des campagnes de mesures de performances des bâtiments effectuées sur une période de 2 ans nous renseignent sur les principales causes de dysfonctionnements après leur livraison. Les voici listées par grandes familles (liste non exhaustive) :

- **Dysfonctionnements liés à l'enveloppe :**
 - **Défauts d'étanchéité à l'air**
 - Impact sur la perméabilité de l'enveloppe et les consommations de chauffage pour pallier les déperditions d'air non contrôlées.
- **Dysfonctionnements liés aux équipements techniques :**
 - **Défauts d'installation ou de raccordement de certains équipements**
 - Un compteur mal positionné qui n'alerte pas ou fournit une valeur aberrante.
 - Un oubli de câblage du système de ventilation nocturne mécanique avec l'automate qui le pilote, ce qui entraîne une diminution du confort d'été.
 - Un ventilateur tournant en sens contraire qui induit un débit nul mais aussi des consommations électriques inutiles.
 - Un bouclage de l'eau chaude sanitaire mal réalisé (pompe de bouclage mal positionnée, absence de clapet anti-retour) qui altère les performances du système.
 - Une absence de réducteurs de débit sur les points de puisage de l'eau.
 - Une absence de calorifugeage des installations.
 - Problèmes d'équilibrage des fluides.
 - Etc.
- **Mauvais réglages de la programmation**
 - Consignes inexactes.
 - Gestion des arrêts et relances mal programmée.
 - Lois de chauffe erronées au départ ou suite à l'intervention des services d'astreinte qui n'étaient pas au courant des paramètres spécifiques de l'installation.
 - Système de gestion des protections solaires non affiné.
 - Etc.
- **Conséquences de certains choix de conception**
 - En logements collectif, les compteurs placés dans les logements permettent aux occupants de contrôler plus facilement leurs consommations mais peuvent entraîner des difficultés d'accès aux informations lorsqu'il faut faire des relevés.
 - Etc.
- **Dysfonctionnements liés à des équipements gourmands en énergie :**
 - Un ascenseur qui reste allumé en permanence (armoire de contrôle commande et éclairage) sans asservissement à l'usage.
 - Le surdimensionnement des chaufferies existantes en rendement saisonnier.
 - Des températures de retour non adaptées au fonctionnement de la chaudière.
 - Des ajouts ultérieurs d'équipements non performants et énergivores (lampes de bureau, convecteurs électriques, lampes halogènes, ...).
 - Etc.
- **Dysfonctionnements liés à des défauts d'entretien/de gestion :**
 - Encrassement des filtres des réseaux de ventilation (soufflage et extraction).
 - Entretien de la ventilation par les utilisateurs non formés (risque de confinement, hygrométrie importante qui implique un sur-fonctionnement du réseau de

ventilation et un risque pour la santé).

- *Le personnel ne sait pas se servir de la GTC³⁰.*
 - *Embouage des réseaux : La qualité de l'eau circulant dans le système de chauffage est essentielle pour son bon fonctionnement et son rendement énergétique. Au fil du temps, l'embouage et l'entartrage d'un circuit entraînent l'obstruction partielle ou complète du réseau ; le mauvais fonctionnement des corps de chauffe emboués, qui s'ils sont situés dans des locaux défavorisés empêchent l'optimisation des lois de chauffe (limitation par le cas le plus défavorable ; et également la corrosion de certains composants, notamment des émetteurs en tôle d'acier).*
 - *Etc.*
- **Dysfonctionnements liés à des hypothèses d'usages fausses :**
 - *Une ventilation nocturne non actionnée dommageable au confort estival.*
 - *Des protections solaires non utilisées au moment voulu.*
 - *Le mauvais entretien de la végétation qui a une fonction pour le confort estival.*
 - *Des grilles de ventilation bouchées.*
 - *Un mode d'occupation sous-estimé (2 personnes au lieu d'une dans un bureau) d'où une mauvaise appréciation des conditions de confort d'été.*
 - *Un usage estival non prévu initialement (utilisation d'une école en centre aéré l'été).*
 - *Des fenêtres qui restent ouvertes été comme hiver et qui faussent les estimations de consommations.*
 - *Des apports électrodomestiques (sous forme de chaleur) qui ont été soit surestimés (mise en veille des appareils non prise en compte) ; soit sous-estimés par un usage sans contrôle et excessif (présence d'une télévision par chambre par exemple).*
 - *Etc.*

Ces phénomènes d'inconfort, s'ils ne provoquent pas de surconsommations immédiates, peuvent dans un premier temps, créer des plaintes, parfois solutionnées par l'ajout d'équipements gourmands en énergie (ex : pour le confort d'été, une climatisation est ajoutée). La mise en place d'un suivi permet d'analyser d'où vient l'inconfort et de le résoudre, parfois à moindre coût.

4.2 Optimisations réalisées

Des bâtiments ont été équipés d'appareils de mesures rendant possible le suivi en début de vie du bâtiment. Les résultats de ce suivi sont présentés ici pour donner des échelles d'économies envisageables liées au repérage de défauts de fonctionnement et de leur résolution.

4.2.1 Dans l'existant

Il est bien entendu que la méthode de suivi abordée dans ce guide concerne avant tout les bâtiments neufs ou réhabilités afin de garantir que les performances attendues soient atteintes. Toutefois, les retours d'expériences étant encore rares, des exemples de bâtiments existants, avec mise en place d'un suivi à posteriori, sont donnés ici pour exposer des optimisations possibles grâce à un suivi des consommations et des températures.

Dans ce guide, l'accent est mis sur l'importance du choix du type de suivi à mettre en place dès la phase de conception d'un projet performant neuf ou rénové.

A titre d'exemple, les bureaux VERITAS à Neuilly ont fait l'objet d'un suivi des consommations d'électricité et d'eau ainsi qu'un suivi de la température intérieure et extérieure et de mesure de l'ensoleillement. La gestion technique du bâtiment est assurée par une Gestion Technique Centralisée (logiciel de centralisation des automates des équipements techniques, de leur pilotage, d'affichage des relevés des compteurs et des températures enregistrées par des sondes).

La lecture des consommations électriques a pu alerter le maître d'ouvrage sur des puissances appelées en pleine nuit qui étaient liées à des sondes défectueuses liées à la GTC. Le redémarrage du chauffage se faisait alors de

³⁰ Voir définition en annexe 4

façon intempestive une heure après l'ordre d'arrêt. Les sondes ont été changées et la programmation du chauffage redéfinie avec une demande d'arrêt totale le week-end. Cette action a permis une économie de 29 % sur le poste chauffage soit une économie de 11 000 €/an pour le maître d'ouvrage.

L'analyse des courbes de température intérieure et extérieure a montré également que la consigne de nuit à 15°C n'était pas respectée, les bureaux restant à plus de 21°C toute la nuit. Les paramétrages de l'installation de chauffage n'étaient pas calés sur les rythmes d'occupation. La rectification des consignes de nuit a permis de faire économiser 8 000 €/an au maître d'ouvrage.

Enfin, l'éclairage des bureaux restait allumé en permanence malgré la mise en place de détecteurs de présence. La temporisation de l'éclairage a été réglée.

Au final, la correction de ces dysfonctionnements a fait chuter les consommations électriques de 15 % avec une économie financière de 28 000 €/an au total.

Autre exemple, le travail des économistes de flux de la région PACA dans différentes collectivités locales a montré (campagnes de mesures à l'appui) que l'ajustement des régulations dans les bâtiments tertiaires existants permettait d'économiser généralement entre 17 et 22 % de la facture énergétique sur le poste chauffage. La régulation du chauffage passe souvent de 24h sur 24 et de 7j/7 à un programme de chauffe de 7h à 18h du lundi au vendredi avec arrêt complet du chauffage en période d'inoccupation. Ce temps passé ne doit pas être négligé en termes de ressources humaines.

Sur la crèche multi-accueil « Li Pichots » de Lagnes (84), la molette de sélection des radiateurs électriques était placée sur le mauvais mode et le simple réglage de cette molette a permis de rétablir la communication avec l'horloge de programmation. Un thermomètre a été posé pour vérifier que le réduit de nuit à 17°C était actif. L'économiste de flux a été vigilant sur la nécessité d'anticiper le changement d'heure été/hiver sur la programmation des radiateurs électriques. Ces actions presque gratuites en termes d'investissement ont permis sur une saison de chauffe d'économiser 21 % de la facture électrique (corrigée au climat).

4.2.2 Dans les bâtiments neufs et réhabilités

Progressivement, des retours d'expériences arrivent sur les instrumentations des bâtiments performants réhabilités ou neufs. Afin de faciliter la lecture de ce guide, 4 exemples différents de bâtiments BBC instrumentés ainsi que les optimisations réalisées grâce au suivi, sont présentées en annexe 3.

Les fiches proposées concernent :

Pour la réhabilitation :

- Les bureaux du Syndicat intercommunal des Eaux de la Région Grenobloise (SIERG) à Echirolles (38) / Maîtrise d'ouvrage : SIERG / Maîtrise d'œuvre : Tomasini Design / Métrologie : BE ADRET
- Les logements des années 1850 et 1910 rénovés en basse consommation (2004-2010) du quartier Franklin à Mulhouse (68)³¹ / Maîtrise d'ouvrage : privée / Maîtrise d'ouvrage déléguée : IB Tech / Maîtrise d'œuvre : Atelier d'architecture Colombo, Factory Architecture et MGD Architecture / Métrologie : 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 : BE ADRET
- Les logements Le Pérenne à Epagny (74)³² / Maîtrise d'ouvrage : OPAC 74 / Maîtrise d'œuvre : Atelier GALBE / Métrologie : BE ENERTECH

³¹ Cf. Annexe 3 et bibliographie - Etudes

³² Cf. Annexe 3 et bibliographie - Etudes

BIBLIOGRAPHIE

Réglementation

- [Arrêté du 24 mai 2006](#) relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments
- [Arrêté du 3 mai 2007](#) relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants
- [Arrêté du 13 juin 2008](#) relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants
- [Loi n°2009-323 du 25 mars 2009](#) de mobilisation pour le logement et la lutte contre l'exclusion (1)
- [Arrêté du 26 octobre 2010](#) relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments
- [Décret N°2011-1727 du 2 décembre 2011](#) relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène
- [Décret n° 2011-1728 du 2 décembre 2011](#) relatif à la surveillance de la qualité de l'air intérieur dans certains établissements recevant du public
- [Arrêté du 27 août 2012](#) relatif à la répartition des frais de chauffage dans les immeubles collectifs à usage principal d'habitation

Outils proposés

- Cahier des charges type pour la gestion technique des immeubles de bureaux climatisés : volet gestion technique et volet système de Gestion Technique du Bâtiment GTB (COSTIC, ADEME Réunion – avril 2010)
<http://www.costic.com/le-costic/telechargements/cahier-des-charges-type-pour-la-gestion-technique-des-immeubles-de-bureaux-climatises.html>
- Exemple de cahier des clauses techniques particulières spécifiques (CCTP) pour une prestation de « suivi, d'analyse et d'optimisation des consommations énergétiques et du confort des usagers ».
<http://www.enviroboite.net/spip.php?article205>
- Cahier des charges AMO QEB (ADEME PACA)
www.ademe.fr/paca/Pdf/cahier_des_charges_AMO_QEB.pdf
- Rapport type de suivi énergétique d'un bâtiment
<http://www.enviroboite.net/spip.php?article205>
- Les contrats d'exploitation : exemple de contrat d'exploitation de chauffage avec intéressement (Agence Régionale de l'Énergie et de l'Environnement Rhône Alpes)
http://www.raee.org/pubenefs_cdr/html/contrats_exploitation_index.html

Guides

- Guide « Les éléments essentiels d'un plan de mesure et vérification (pmv) de la performance énergétique selon l'ipmvp » (SYPIM Syndicat du Pilotage et de la Mesure de la performance énergétique - mai 2012)
http://www.fedene.fr/sites/default/files/actualites/FEDENE_SYPIM_BROCHURE_PMVmai2012.pdf
- "Guide de l'achat public éco-responsable : L'efficacité énergétique dans les marchés d'exploitation de chauffage et de climatisation pour le parc immobilier existant" (Groupe Permanent d'Étude des Marchés « Développement Durable, Environnement » GPEM/DDEN - Comité permanent n° 1 « Conception, ressources » - Version 2, avril 2006)
http://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/marches_publics/oeap/gem/efficacite_energetique_chauffage_climatisation/efficacite_energetique_chauffage_climatisation.pdf

Études

- "Ouvrages publics et Coût global - Une approche actuelle pour les constructions publiques" (Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques - janvier 2006)
http://www.archi.fr/MIQCP/IMG/pdf/COUT_GLOBAL_p.1_A_p.100-2.pdf
- "Retours d'expériences dans les bâtiments à basse consommation et risques de non qualité - Résultats 2011", réalisée dans le cadre du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » (Agence

Qualité Construction - Juin 2012)

<http://www.qualiteconstruction.com/observation/enquetes-pathologie.html>

- "Evaluation technico-économique de réhabilitations « basse consommation » - immeubles d'habitation quartier Franklin à Mulhouse (2008-2010)" (BE ENERTECH – mars 2010)

<http://www.enertech.fr/rubrique-Le+r%C3%A9sidentiel+ancien+ou+r%C3%A9nov%C3%A9-68-124.html#page>

- "Evaluation des performances énergétiques et environnementales de bâtiments démonstrateurs à haute performance énergétique en région Rhône Alpes" - OPAC 74 / Epagny (74) - Bâtiment Le Pérenne (BE ENERTECH – janvier 2012)

<http://www.enertech.fr/rubrique-Le+r%C3%A9sidentiel+neuf-66-214.html#page>

Livrets d'accueil utilisateurs

Disponibles sur l'enviroBOITE : <http://www.enviroboite.net> (en accès réservé)

- Livret résident : exemple de la Résidence Maréchal Leclerc à Bourgoin Jallieu (juillet 2011)

- Livret d'accueil pour les usagers - Bâtiment de bureaux BBC à Villeneuve d'Ascq (septembre 2010)

- Livret utilisateurs - Le Grand Tissage - Bourgoin-Jallieu (mars 2006)

Autres sources

- Energie et géopolitique : données de base sur l'énergie dans le monde (Assemblée Nationale - 2006)

<http://www.assemblee-nationale.fr/12/mieg/donnees.pdf>

- [Performances énergétiques dans le tertiaire : l'apprentissage des occupants est l'enjeu majeur](#) (Crédoc, EDF R&D – mai 2012)

- Etude : "[Comportement des occupants et performance énergétique des bâtiments](#)" (Utopies - avril 2012)

- [Performance énergétique et environnementale: Comment impliquer les occupants de vos bâtiments ?](#) (Ubigreen - mai 2012)

- [RT2012 : le comportement des occupants est essentiel](#) (Stéphane Grenier, Actu-environnement - avril 2012)

- [Les solutions actives : un audit détaillé pour mieux piloter les bâtiments tertiaires](#). Interview de Christophe Delachat, responsable KNX chez ABB (CleanTech Republic – 3 juillet 2012)

- [Gestion technique : un cahier des charges fonctionnel](#) (René CYSSAU, XPAIR.com - 1^{er} juin 2012)

- [Les outils de la garantie de performance énergétique se mettent en place](#) (Le Moniteur – 19 septembre 2012)

- "[Mesures électriques : Comment bien choisir ses capteurs de courant ?](#)" (Mesures.com - mai 2010)

Logiciels

- Simulation thermique dynamique (STD) : PLEIADES COMFIE, EQUER, TRNSYS, ECOTECT, IESVE Virtual Environment, TAS,

GLOSSAIRE

- ACR : Syndicat des Automatismes du Génie climatique et de la Régulation pour l'efficacité énergétique des bâtiments
- ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- AMO QE : Assistant à Maîtrise d'Ouvrage en Qualité Environnementale
- AMO QEB : Assistant à Maîtrise d'Ouvrage en Qualité Environnementale du Bâtiment
- AQC : Agence Qualité Construction
- ARRA HLM : Association Régionale des organismes d'HLM de Rhône-Alpes
- BBC : Bâtiment Basse Consommation
- CEP : Conseiller en Energie Partagée
- CETE : Centre d'Études Techniques de l'Équipement
- CFA : Courants Faibles
- CFO : Courant Forts
- COSTIC : Centre d'études et de formation pour le génie climatique et l'équipement technique du bâtiment
- COV : Composés Organiques Volatils
- CPE : Contrat de performance Energétique
- CREDOC : Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie
- CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- CTA : Centrale de Traitement d'Air
- CVC : Chauffage Ventilation et Climatisation
- DHUP : Direction de l'Habitat de l'Urbanisme et des Paysages
- DJU : Degrés Jour Unifiés
- DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- ECS : Eau chaude Sanitaire
- EF : Energie Finale
- EP : Energie Primaire
- FLJ : Facteur de Lumière du Jour
- GPE : Garantie de Performance Energétique
- GTB : Gestion Technique du Bâtiment
- GTC : Gestion Technique Centralisée
- INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
- kWh : kilo Watt heure
- MOA : Maîtrise d'Ouvrage
- MOE : Maîtrise d'Œuvre
- OPAC : Organisme Public d'Aménagement et de Construction
- OPR : Opérations Préalables à la Réception
- RT : Réglementation Thermique
- SIERG : Syndicat Intercommunal des Eaux de la Région Grenobloise
- VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

ANNEXE 1 : LES ÉTAPES « À NE PAS RATER »

Les étapes à considérer pour la définition d'un suivi instrumenté de bâtiment

	ETAPES	PERSONNE RESSOURCE* (à renseigner)
PHASE PROGRAMMATION	1. Définir une stratégie de gestion technique	
	<ul style="list-style-type: none"> - Qui assure la gestion technique des bâtiments ? - Qui bénéficie des économies liés à la surveillance des équipements ? - Qui analyse les informations collectées ? - Quelle est la disponibilité de la personne en charge de la gestion technique ? - Peut-elle consulter facilement les factures d'énergie et d'eau ? 	
	2. Définir une stratégie d'instrumentation	
	<ul style="list-style-type: none"> • Définir les enjeux liés au suivi en fonction de la typologie du bâtiment à instrumenter : <i>(cocher les cases utiles)</i> 	
	<p>> Intérêts pour le GESTIONNAIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les risques de dérives de consommations liées à l'usage du bâtiment <input type="checkbox"/> - Identifier le niveau de performance énergétique atteint en condition réelle <input type="checkbox"/> - Connaître les consommations réelles par usages de l'énergie et de l'eau <input type="checkbox"/> - Maîtriser les charges <input type="checkbox"/> - Identifier les dérives de fonctionnement <input type="checkbox"/> - Garantir le retour sur investissement des surcoûts liés à la maîtrise de la demande en énergie <input type="checkbox"/> - Sensibiliser les utilisateurs à la maîtrise de l'énergie et de l'eau, à confort égal <input type="checkbox"/> - Améliorer la productivité des occupants (tertiaire, scolaire) <input type="checkbox"/> - Sectoriser les bâtiments en fonction de leurs usages (restauration, chambres et logements de fonction pour une hôtellerie) <input type="checkbox"/> - Aider à l'exploitation <input type="checkbox"/> - Optimiser les coûts d'exploitation dans des conditions de confort satisfaisantes <input type="checkbox"/> - Cerner les comportements des utilisateurs et les sensibiliser à un usage adapté du bâtiment <input type="checkbox"/> - Améliorer le service rendu aux utilisateurs (plus de confort) <input type="checkbox"/> 	
	<p>> Intérêts pour les UTILISATEURS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maîtriser et optimiser les confort : thermique, visuel, acoustique, sanitaire , ... <input type="checkbox"/> - Evoluer dans un environnement sain et confortable <input type="checkbox"/> - Comprendre les caractéristiques et le fonctionnement du bâtiment <input type="checkbox"/> 	
	Choisir un niveau de suivi : <i>(cocher les cases utiles)</i>	
	<p>Suivi des consommations : réglementaire <i>Identifier les consommations par usage d'énergie et par partie de bâtiment</i></p> <p>Suivi 1+ : simplifié (suivi thermique global) <i>Identifier les besoins thermiques réels et l'efficacité moyenne des systèmes</i></p> <p>Suivi 2+ : analytique (suivi thermique précis et suivi des équipements)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Identifier les causes des dérives des consommations par le suivi du fonctionnement réel des systèmes énergétique et du comportement des usagers</i> <input type="checkbox"/> 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Définir un périmètre de suivi Par bâtiment, par étage, par zone, par service 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Choisir un système de collecte des données En local, consultable à distance, en externe 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier le personnel en charge du suivi Collecte des informations, analyse, rapport et/ou actions correctives Redéfinition de fiches de poste, temps alloué 	
	Vérifier la cohérence financière du suivi envisagé	
	<ul style="list-style-type: none"> • Elargir le suivi à d'autres thématiques (ponctuellement) Confort (hygro-thermique, visuel, acoustique, olfactif) Qualité (eau, air intérieur) Ressenti thermique des usagers (questionnaires) Etanchéité à l'air dans le temps (test) 	

	ETAPES	PERSONNE RESSOURCE* (à renseigner)
CONCEPTION	1. Echanger avec la maîtrise d'œuvre pour :	
	<ul style="list-style-type: none"> • L'obtention des indicateurs qui vous permettront de comparer les consommations réelles du bâtiment à des consommations théoriques de base (obtenues par simulation) 	
	<ul style="list-style-type: none"> • L'identification des contraintes techniques de suivi de certains équipements et vérifier la faisabilité du périmètre d'instrumentation 	
	<ul style="list-style-type: none"> • La définition du plan de comptage 	
	<ul style="list-style-type: none"> • L'intégration du mode de suivi et le protocole de collecte dans le Dossier de Consultation des Entreprises 	
	2. Prévoir la mission de suivi	
	En interne, en externe Supervision	
	3. Cas d'une GTC : Penser à l'ergonomie et l'évolutivité du système de collecte	

CHANTIER	1. Superviser	
	<ul style="list-style-type: none"> • la validation du plan de comptage Travail de synthèse avec les entreprises concernées et la personne chargée du suivi 	
	<ul style="list-style-type: none"> • la mise en œuvre de l'instrumentation A vérifier au moment des opérations préalables à la réception (OPR) 	
	<ul style="list-style-type: none"> • la mise en place d'une formation au suivi 	
	<ul style="list-style-type: none"> • la mise en place d'une information auprès des utilisateurs 	
	2. Encadrer la performance du bâtiment par un contrat d'exploitation spécifique	
	Optionnel, pour la réhabilitation	

FONCTIONNEMENT	1. Définir un organigramme des référents du suivi	
	2. Définir le cadre d'action du référent suivi	
	3. Définir la fréquence de suivi	
	4. Produire des rapports de performance	
	5. Assurer la maintenance de l'instrumentation	

*liste des personnes ressources : Service technique, CEP, économiste de flux, gestionnaire, exploitant, AMO QE, BE thermique, prestataire extérieur

ANNEXE 2 : EXTRAITS DE LA REGLEMENTATION THERMIQUE

Au niveau du suivi RT 2005 Neuf

La RT2005 prévoyait déjà un suivi des consommations dans l'arrêté du 24 mai 2006 qui impose la mise en place de dispositifs.

Concernant les bâtiments à usage d'habitation, la seule obligation est relative au comptage des consommations d'éclairage lorsque le bâtiment dépasse les 1000m² de surface.

Concernant les bâtiments à usage autre que d'habitation :

CHAPITRE VIII

Suivi des consommations

Art. 73. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface chauffée dépasse 400 mètres carrés, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre la durée de fonctionnement de chacune des centrales de ventilation de l'installation.

Art. 74. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface chauffée dépasse 400 mètres carrés, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de chauffage, éventuellement confondues avec celles d'eau chaude sanitaire, et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de chaud.

Art. 75. – Si un bâtiment comporte des locaux ou un ensemble de locaux destinés à recevoir plus de 40 lits ou destinés à servir plus de 200 repas par jour, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations volumiques ou calorifiques d'eau chaude sanitaire des équipements centralisés.

Art. 76. – Si la surface éclairée dépasse 1 000 mètres carrés, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations d'éclairage.

Art. 77. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface refroidie dépasse 400 mètres carrés, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de refroidissement et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de froid.

Au niveau du suivi RT 2005 Existant

Concernant la RT bâtiments existants :

- la RT existant par éléments l'arrêté du 3 mai 2007 ne prévoit effectivement pas de dispositifs de suivi,
- la RT existant globale, l'arrêté du 13 juin 2008 prévoit les mêmes dispositions que pour les bâtiments neufs soumis à la RT 2005, avec en supplément pour les bâtiments à usage d'habitation munis d'un système de chauffage ou de production d'ECS collectif, le suivi des consommations de chauffage et d'ECS (éventuellement confondues) par logements.

Ci-après rappel des articles correspondants :

CHAPITRE VIII

Suivi des consommations

Art. 79. – Pour les bâtiments à usage d'habitation, munis d'un système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire collectif desservant les logements en distribution horizontale, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire, éventuellement confondues, de chacun des logements.

Art. 80. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface chauffée dépasse 400 m², un ou des dispositifs doivent permettre de suivre la durée de fonctionnement de chacune des centrales de ventilation de l'installation.

Art. 81. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface chauffée dépasse 400 m², un

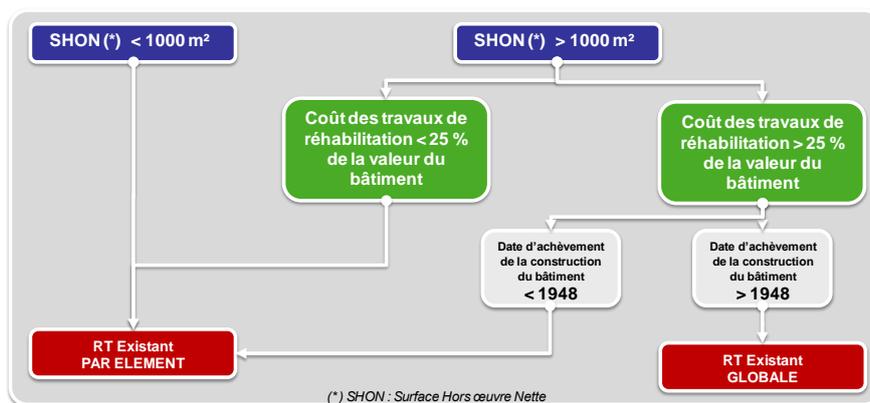
ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de chauffage, éventuellement confondues avec celles d'eau chaude sanitaire, si le générateur est commun, et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de chaud.

Art. 82. – Si un bâtiment comporte des locaux ou un ensemble de locaux destinés à recevoir plus de 40 lits ou destinés à servir plus de 200 repas par jour, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations volumiques ou calorifiques d'eau chaude sanitaire des équipements centralisés.

Art. 83. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface éclairée dépasse 1 000 m², un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations d'éclairage, sauf dans le cas où le réseau électrique n'est pas modifié et ne permet pas la mise en place du comptage.

Art. 84. – Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, si la surface refroidie dépasse 400 m², un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de refroidissement, éventuellement confondues avec celles de chauffage si le générateur est commun, et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de froid

RT Existant par élément et RT Existant globale : Quand les appliquer ? (source CETE Méditerranée)



Au niveau du suivi RT 2012

L'arrêté du 26 octobre 2010 indique clairement l'obligation de mettre en place des dispositifs pour le suivi des consommations par usage. Ci-dessous les extraits des articles correspondants :

Art. 23. - Les maisons individuelles ou accolées ainsi que les bâtiments ou parties de bâtiments collectifs d'habitation sont équipés de systèmes permettant de mesurer ou d'estimer la consommation d'énergie de chaque logement, excepté pour les consommations des systèmes individuels au bois en maison individuelle ou accolée.

En cas de production collective d'énergie, on entend par énergie consommée par le logement la part de la consommation totale d'énergie dédiée à ce logement selon une clé de répartition à définir par le maître d'ouvrage lors de la réalisation du bâtiment.

Ces systèmes permettent d'informer les occupants, a minima mensuellement, de leur consommation d'énergie.

Cette information est délivrée dans le volume habitable, par type d'énergie, à minima selon la répartition suivante : chauffage / refroidissement / production d'eau chaude sanitaire / réseau prises électriques / autres.

Toutefois, dans le cas d'un maître d'ouvrage qui est également le futur propriétaire bailleur du bâtiment construit, notamment les maîtres d'ouvrage de logements locatifs sociaux, cette information peut être délivrée aux occupants, a minima mensuellement, par voie électronique ou postale et non pas directement dans le volume habitable.

Cette répartition peut être basée soit sur des données mesurées, soit sur des données estimées à partir d'un paramétrage préalablement défini.

Art. 31. - Les bâtiments ou parties de bâtiment à usage autre que d'habitation sont équipés de systèmes permettant de mesurer ou de calculer la consommation d'énergie :

- pour le chauffage : par tranche de 500 m² de SURT concernée ou par tableau électrique, ou par étage,

ou par départ direct ;

- pour le refroidissement : par tranche de 500 m² de SUUT concernée ou par tableau électrique, ou par étage, ou par départ direct ;
- pour la production d'eau chaude sanitaire ;
- pour l'éclairage : par tranche de 500 m² de SURT concernée ou par tableau électrique, ou par étage ;
- pour le réseau des prises de courant : par tranche de 500 m² SURT concernée ou par tableau électrique, ou par étage ;
- pour les centrales de ventilation : par centrale ;
- par départ direct de plus de 80 ampères.

ANNEXE 3 : PRÉSENTATION DE SUIVI ET D'INSTRUMENTATION DE BÂTIMENTS RÉHABILITÉS ET NEUFS

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 Syndicat intercommunal des Eaux de la Région Grenobloise (SIERG) à Echirolles (38)** / Maîtrise d'ouvrage : SIERG / Maîtrise d'œuvre : Tomasini Design / Métrologie : 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 : 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 : BE ADRET
- **Les logements Le Pérenne à Epagny (74)** / Maîtrise d'ouvrage : OPAC 74 / Maîtrise d'œuvre : Atelier GALBE / Métrologie : BE ENERTECH

Nota : Les 2 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 internet 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 du 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 :

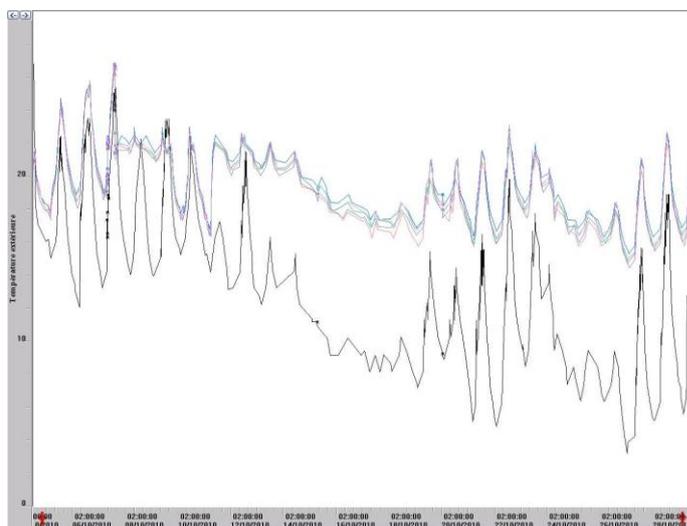
Afin d'assurer la transition entre le chantier et la mise en service du bâtiment et de réaliser le suivi en fonctionnement du bâtiment, le maître d'ouvrage a mis en place :

- 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, climatisation 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.

RÉHABILITATION : LOGEMENTS COLLECTIFS



Crédits : ALME Mulhouse Sud Alsace

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 %)

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</p> <p>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 continue ?</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</p> <p>Surreprésentation par rapport aux consos élec logement (plus faibles que prévu donc moins d'apports internes)</p> <p>Chaudières surdimensionnées</p>		Moins cher d'installer des chaudières bien dimensionnées et plus performantes

NEUF : TERTIAIRE



Crédits : Atelier 5



Crédits : Envirobot 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 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'une toiture plantée 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 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.

Mise en place du suivi :

Pour maîtriser les confort et les consommations du bâtiment, la ville de Six-Fours a confié une mission de suivi sur 2 ans à l'AMO QEB de l'opération, ACCENT Environnement.

Type de métrologie (BE ADRET) :

> Pour le suivi des consommations électriques : compteur général + 8 sous-compteurs (VMC, éclairage intérieur par niveau, bureautique, pompe à chaleur, force motrice sous-sol, éclairage extérieur)> Pour le suivi de l'installation photovoltaïque : 1 compteur kWh produits> Pour le suivi des consommations d'eau : 4 compteurs (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 : 3 sondes de température (accueil, bureau Est, bureau Ouest)

Les compteurs et sondes sont reliés à la GTB.

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

Usage évalué	Observations	Causes	Actions correctives	Gains
Pompe à chaleur	Consommations très supérieures aux prévisions.	T° constante dans les bureaux (absence de réduit nuit et WE). Fonctionnement de la ventilation la nuit et le WE. Non fonctionnement de la surventilation nocturne la première année	Mise en place des programmations horaires. Mise en service de la surventilation nocturne.	ND
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	ND
Ascenseur	Surchauffe dans la cabine	Fonctionnement permanent de l'éclairage	Asservissement de l'éclairage à la présence.	-
Bureautique	Consommations importantes.	Consommation de l'onduleur (27% de la consommation d'électricité)	-	-
Températures intérieures	Faible rafraîchissement nocturne en été	Défaut de raccordement Le raccordement nécessaire de l'installation à la GTC n'a pas été fait.	Révision des limites de prestations des 2 entreprises concernées (fluides et électricité) et branchement effectué.	-
	T° 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.	Economie d'eau potable
Eau d'arrosage	Consommations très importantes	Usages inattendus Les plantes adaptées au climat méditerranéen ont été trop arrosées. Le bassin décoratif est très gourmand en eau lors de la mise à niveau tout l'été.	Arrêt complet de l'arrosage / Surveillance estivale pour arrosage ponctuel Constat	ND



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. Le traitement des données se fait par base de données relationnelle avec outil de traitement puissant.

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	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 % concerne 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>

ANNEXE 4 : QU'EST QU'UNE GTB ?

> Définition

La **Gestion technique du bâtiment (GTB)** consiste est un ensemble de services destinés à assurer la surveillance, la supervision et le suivi des consommations des équipements du bâtiment afin de satisfaire les objectifs de sécurité, d'usage, d'économie et de protection de l'environnement. Pour assurer ces services, les techniciens et gestionnaires doivent disposer des moyens pour acquérir les données distantes, les traiter, les transmettre, les présenter.

Le **Système de Gestion Technique du Bâtiment (SGTB^{*33})** est l'outil nécessaire pour mener efficacement ces tâches, il assure aussi l'automatisation des différents équipements techniques du bâtiment, consommateurs d'énergie, pour le chauffage, la climatisation, la ventilation, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et autres usages de l'électricité. Pour utiliser au mieux l'énergie, ces équipements doivent être pilotés en cohérence, par un système qui intègre les fonctionnements en tenant compte des contraintes de la fourniture d'énergie et, d'un autre côté, des conditions d'usage du bâtiment pour satisfaire le besoin de confort. Les équipements tels que : ascenseurs, contrôles d'accès, vidéo surveillance, protection contre l'effraction, contre l'incendie, pour le désenfumage, peuvent être aussi intégrés ou associés au système de GTB.

Un ensemble de normes, références pour les marchés de la régulation, l'automatisation et de la gestion technique est maintenant disponible (un CD-Rom édité par l'AFNOR qui reprend ces normes est disponible sur leur site web).

Deux normes récentes sont particulièrement utiles, destinées aux professionnels de la chaîne des intervenants de la construction, du maître d'ouvrage au service technique qui aura en charge la gestion technique :

- **La norme NF EN 15232** permet de guider les choix des fonctionnalités, en qualifiant l'impact de la régulation et de l'automatisation sur la performance énergétique des bâtiments, sans exclure les fonctions de base des systèmes de GTB. Elle est destinée aux concepteurs qui ont à décider du niveau de performance du système, en relation avec les systèmes énergétiques prévus et avec la performance globale du bâtiment visée.

- **La norme NF EN 16484-1** présente une organisation des tâches pour mettre en place les systèmes de GTB, une installation menée avec de la préoccupation de la qualité est nécessaire pour une exploitation efficace. Cette norme décrit en particulier les opérations de commissionnement du système de GTB afin de s'assurer que les qualités atteintes sont conformes aux attentes du maître d'ouvrage.

> Choix des réseaux de communication et câblages nécessaires pour le fonctionnement de la GTB

Lorsque l'on choisit de mettre en place un système de GTB/GTC, il faut s'assurer également que les informations produites puissent être exploitées de différentes façons, par différents services techniques répartis dans divers lieux géographiques. Les interfaces doivent être évolutives, pouvoir être reliées à des systèmes de gestions administratifs (par exemple suivi des présences), être consultables à distance... Un réseau ouvert de communication peut garantir cette exploitation des informations issues du système de GTB par des systèmes tiers. Pour construire un réseau ouvert, il faut s'assurer que les protocoles choisis pour chaque niveau de gestion du bâtiment (management/automatismes/terrain) soient des protocoles ouverts aux différents fournisseurs des équipements communicants pour le génie climatique et les équipements techniques. Dans un cahier des charges, on peut spécifier que des produits devront interfonctionner et pour cela bénéficier d'un certificat de conformité à un de ces protocoles ouverts. Il faut

³³ *Le sigle GTC - Gestion Technique Centralisée - est parfois utilisé pour désigner ces systèmes. La centralisation n'étant pas la règle pour tous ces systèmes, mais leurs fonctionnalités étant dédiées au bâtiment, il est généralement peu pertinent de faire cette distinction. Le double sigle GTB/GTC est parfois utilisé.

également s'assurer que les câblages qui supporteront les différents protocoles soient bien prévus dès la phase conception.



Penser à l'ergonomie et l'évolutivité du système d'instrumentation

IMPORTANT : Dans le cas d'un suivi 2+ nécessitant la mise en œuvre d'une GTC (minorité des cas), il est important d'échanger avec la maîtrise d'œuvre à ce sujet pour obtenir un système cohérent avec la structure existante.

En effet, le dimensionnement et les fonctionnalités de l'installation doivent pouvoir tout au long de son exploitation être en parfaite adéquation avec les besoins, les capacités et les moyens des utilisateurs (qui ne manqueront pas d'évoluer et de changer au cours du temps).

L'architecture du réseau de communication est essentielle ; c'est la colonne vertébrale du système sur laquelle viendront se greffer les différents organes de comptage. A partir de ce réseau pourront être installés des comptages simples ou plus complexes suivant **l'évolution des besoins et de la structure de l'exploitant** quel qu'il soit.

L'accès aux données

La collecte des données doit donc se faire à partir d'un **réseau de communication ouvert et évolutif**. L'ergonomie de la collecte des informations doit être adaptée au niveau de compétence de la ou des personnes qui auront accès et utiliseront les résultats des comptages. Les fonctionnalités des programmes d'accès, de sauvegarde, compilation, agrégation, comparaison, analyse des données collectées devront être rapidement et facilement accessibles à des "non informaticiens".

Les menus devront être **intuitifs et conviviaux**, ce qui devrait permettre d'éviter les formations lourdes et offrira une appropriation simple et rapide par n'importe quel utilisateur.

Attention : Certains retours d'expériences sur des missions de suivi ont fait état de difficultés avec des compteurs à impulsion (comptabilisation aléatoire des consommations). Ce choix doit donc être bien réfléchi en phase conception (notamment par rapport à des compteurs en mode BUS).

Le réseau de communication (ouvert)

Il est préférable de choisir les bus et organes de connexion compatibles avec la plupart des différents compteurs ou interfaces de communication. Exiger un **protocole de collecte d'information ouvert** (et non propriétaire). Sur ce réseau, des compteurs complémentaires ou provisoires devront pouvoir être installés, déplacés ou supprimés en fonction de l'évolution des besoins par toutes entreprises qualifiées et pas uniquement par le concepteur du système de comptage (client captif).

Ce guide est le fruit d'une **action collective Effnergie**, animée par Envirobat Méditerranée, associant à la fois des acteurs de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et des adhérents du collectif Effnergie.

Il s'agit d'une première version (janvier 2013) ayant vocation à évoluer et à se nourrir des retours des professionnels. **Vous êtes invités à transmettre vos remarques** sur ce document afin de participer à son amélioration, à l'adresse suivante : contact@envirobat-med.net. Merci d'avance !