

*Les missions et les métiers de l'exploitation
et de la maintenance des bâtiments publics*

L'instrumentation : quels enjeux, quels outils, quelle stratégie ?

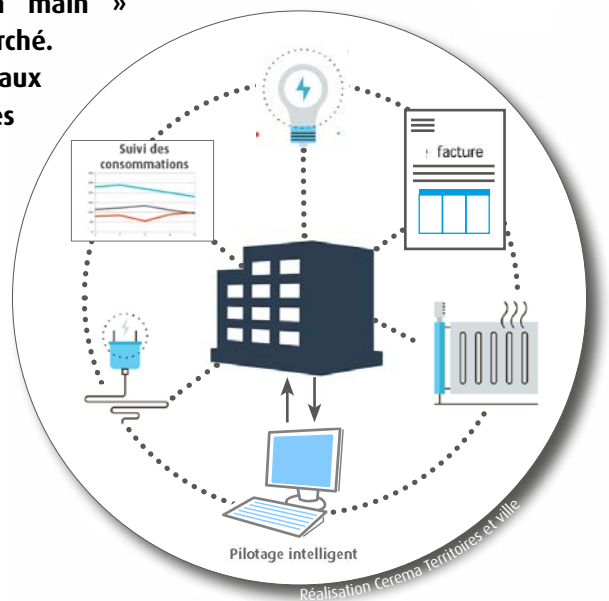
L'exploitation et la maintenance représentent des enjeux économiques, sociaux et environnementaux importants pour tout gestionnaire de bâtiment public. Les organisations actuellement en place ne permettent pas toujours d'y répondre. Cette collection de fiches se propose de présenter les « bonnes pratiques » en la matière, à partir d'exemples issus de collectivités territoriales et de services de l'État.

L'instrumentation des bâtiments est-elle toujours nécessaire ?

Elle consiste à installer des appareils de mesure, pour mieux appréhender les paramètres de fonctionnement du bâtiment (température, consommations, qualité de l'air...).

Des solutions techniques « clé en main » se développent actuellement sur le marché. Peuvent-elles permettre de répondre aux enjeux de la transition énergétique des bâtiments existants ?

Cette fiche se propose d'aborder successivement les enjeux de l'instrumentation et les différents outils de mesure au service de la performance. Elle donne également des repères pour choisir une stratégie adaptée à ses objectifs et ses moyens.



1 Pourquoi instrumenter les bâtiments ?

1.1 Objectiver les paramètres du confort des occupants

Les occupants d'un bâtiment expriment des attentes, qui se traduisent par différents paramètres techniques (température, hygrométrie, niveau d'éclairage, niveau sonore...). Ces paramètres ne sont pas toujours faciles à appréhender de manière objective, faute de mesures suffisamment fiables. Il peut donc être utile de mesurer ces paramètres finement pour pouvoir mieux appréhender les conditions de confort.

Par ailleurs, les occupants expriment une meilleure satisfaction lorsque les paramètres techniques concourant à leur confort leur sont visibles, en temps réel. Leur productivité en est améliorée. Le suivi des conditions de confort permet également de fournir des éléments d'information objectifs sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie. Cette information est essentielle dans la mobilisation permanente des occupants pour des pratiques sobres et respectueuses de l'environnement.

Le suivi des conditions de confort peut permettre également d'être alerté sur des paramètres inconnus de l'exploitant et de travailler à l'amélioration du confort en optimisant le fonctionnement des installations techniques.

Par exemple, lorsque des dysfonctionnements sont constatés et chiffrés (déviations de consommations, températures anormales, etc.), les échanges avec les occupants permettent plus facilement des réajustements compris et partagés des pratiques d'usage des locaux. Cette attention facilitera l'optimisation des consommations d'énergie du bâtiment car ces derniers partageront la connaissance et les caractéristiques de leur bâtiment.

Pour plus d'informations sur cette partie, on pourra se référer au guide « Réduire l'impact environnemental des bâtiments : agir avec les occupants », paru aux éditions du Certu en 2013.

1.2 Mesurer les consommations pour mieux les maîtriser

Le contrôle mensuel des factures du fournisseur d'énergie est le premier outil de suivi à mettre en place. Ce contrôle doit être fait sur le coût mais



Présentation de solutions et d'outils pour conduire des démarches éco-responsables avec les occupants d'un bâtiment

également sur les consommations d'énergie (en faisant par exemple son propre relevé des index des compteurs). 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 associée à un dysfonctionnement permanent.

D'autre part, les analyses qualitatives et l'établissement de recommandations formalisées dans des audits énergétiques de bâtiments reposent largement sur l'observation et l'expertise de l'auditeur.

Des mesures physiques sont nécessaires dès lors que l'on veut évaluer précisément l'impact de l'usage et de l'exploitation des équipements dans la consommation totale et proposer des pistes d'amélioration en conséquence.

Un suivi par poste de consommation permet de repérer et de comprendre l'origine des écarts pour pouvoir les réduire rapidement. L'identification des consommations électriques évitables est par exemple un gisement d'économies important.



■ Compteur communicant

Le développement des compteurs, dits communicants, permet de faciliter le suivi des consommations d'énergie.

Plusieurs études récentes concernant les bâtiments de bureaux montrent que des équipements électriques fonctionnent en permanence en période d'inoccupation, ce qui est très énergivore.

1.3 Piloter le bâtiment intelligent de demain

Les professionnels du bâtiment sont tous convaincus qu'un bâtiment bien conçu ne garantit pas des charges d'exploitation maîtrisées. Il existe donc souvent une distorsion entre les hypothèses de consommations, simulées en conception et les consommations réelles d'un bâtiment.

Les causes de ces distorsions peuvent être d'origines diverses, par exemple :

- pose de matériaux aux propriétés différentes des prescriptions des concepteurs ;
- mise en œuvre défectueuse ;
- variations météorologiques importantes par rapport au climat « moyen » ;
- conditions d'occupation non prévues initialement,
- mauvais réglages des équipements ;
- comportement des utilisateurs.

Seul un suivi fin du bâtiment en temps réel permettra de déceler et d'expliquer les écarts entre le calcul théorique et sa performance réelle.

Par ailleurs, le bâtiment s'inscrit et s'inscrira de plus en plus dans un réseau de distribution d'énergie, à l'échelle du quartier voire de la ville.

Le bâtiment ne sera plus seulement consommateur mais producteur d'énergie (généralisation des bâtiments à énergie positive à l'horizon 2020). Pour une gestion optimale de l'énergie (produite et consommée), il devient nécessaire de connaître en temps réel de manière la plus détaillée possible les consommations (et bientôt les productions) par usage.



réseau d'énergie, dit intelligent, intégrant les productions et les consommations du bâtiment

(source : Commission de régulation de l'énergie)

2 L'instrumentation ponctuelle : pour affiner la connaissance du fonctionnement des bâtiments

L'instrumentation ponctuelle consiste à mettre en place des appareils de mesure des paramètres de confort (cf. 1,1) et des consommations sur une durée limitée dans le temps.

Cette instrumentation a vocation à affiner l'audit énergétique de son bâtiment. Elle peut également servir à vérifier l'efficacité d'un plan de réduction des consommations.

2.1 L'essor des offres pour l'identification des consommations électriques

Plusieurs types d'offres existent sur le marché (marché en fort développement), notamment pour l'identification des consommations électriques par usage.

■ Par famille d'appareils

Ce type de produit est basé sur la détection des perturbations locales du courant alternatif. Il permet d'identifier l'énergie consommée par famille de poste consommateur, à partir du TGBT¹ :

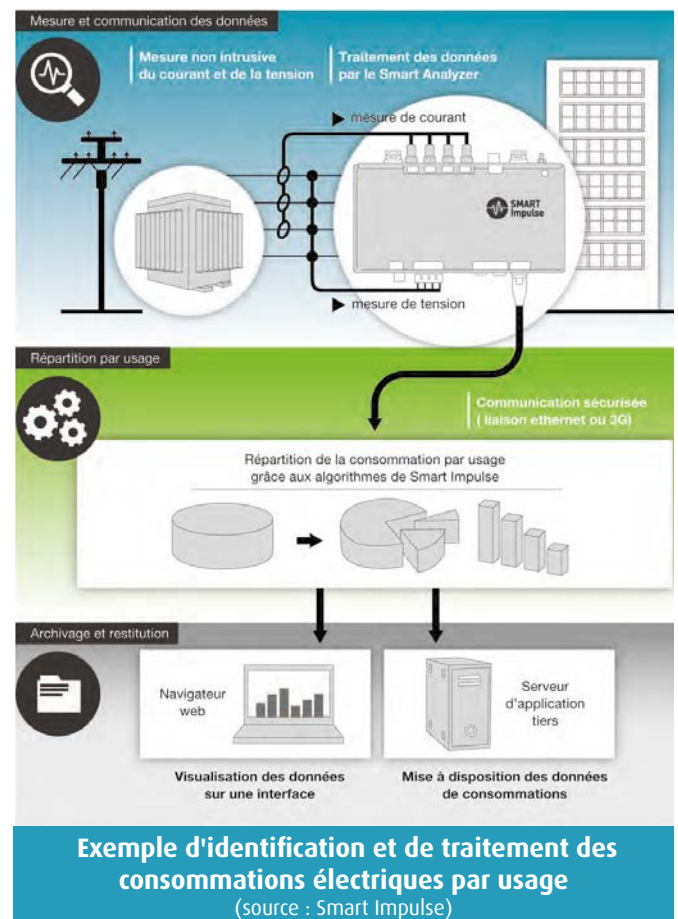
- l'éclairage par tube fluorescent ;
- les motorisations (consommations des équipements auxiliaires des installations de CVC² (groupes froids, climatisation par systèmes splits, ventilo convecteurs, pompes de circulation...)) ;
- les postes munis d'un transformateur pour leur alimentation informatique (ordinateurs, imprimantes, onduleurs) ;
- les équipements dits « résistifs » : cuisson, batteries électriques, ballon d'eau chaude électrique, éclairage incandescent ;
- les autres postes non identifiés (« bruit de réseau ») qui représentent en général moins de 5 % de la consommation totale.

Un boîtier est généralement installé au niveau de l'armoire électrique ou du TGBT.

L'enregistrement des données se fait sur un pas de temps court (généralement 10 minutes). Il permet de faire un traitement des résultats sur différentes périodes en consommation ou en puissance appelée.

■ Par appareil consommateur

Des offres permettent de détecter l'énergie consommée par appareil consommateur à partir de sa signature électrique. Ces offres sont donc plus précises que celle présentée précédemment. Elle sont adaptées pour les bâtiments présentant une part de process importante (ex : ateliers).



1 Tableau Général Basse Tension

2 Chauffage Ventilation Climatisation

L'offre peut être accompagnée de service : les rapports électriques détaillés révèlent des informations inconnues jusqu'alors, permettant la détection d'anomalies (ex : fuite au neutre dans l'atelier), l'optimisation des machines, la maintenance prédictive, etc.

L'approche est plus précise mais beaucoup plus chère que celle présentée précédemment.

Sa mise en œuvre doit donc être accompagnée par des personnes ressources pour pouvoir utiliser au mieux la richesse des données.

■ **Des offres diversifiées en fonction des besoins**

D'autre part, d'autres méthodes existent afin de déterminer le « profil énergétique » de son bâtiment en fonction des données déjà disponibles.

Pour mesurer l'efficacité des réglages de l'installation de distribution de chauffage, on peut par exemple mesurer les températures intérieures et extérieures (efficacité de l'équilibrage et de la loi d'eau de l'installation de chauffage).

Pour vérifier l'adéquation du fonctionnement de l'installation de l'éclairage aux heures d'occupation, on peut faire des mesures de l'éclairement au moyen de lux mètre. Ces systèmes peuvent bien évidemment également être combinés.

2.2 De la sensibilisation à coût maîtrisé...

Les coûts de ces instrumentations ponctuelles sont relativement modérés en comparaison d'une installation permanente (cf. § 3). On peut estimer à environ 5 000 € le coût d'une instrumentation ponctuelle pour identifier la consommation électrique d'un bâtiment tertiaire de taille moyenne (entre 5 000 et 15 000 m², soit moins de 1 € par m²).

Elles permettent de sensibiliser le gestionnaire et les occupants sur les profils de consommation du bâtiment et d'identifier des pistes d'actions simples pour réduire les consommations (par exemple, procéder à l'extinction des équipements en période d'inoccupation). Elles peuvent également permettre de donner des indications sur l'efficacité des systèmes de mesure déjà en place dans le bâtiment.

Retour d'expérience

Le bâtiment du Cerema à Trappes

Le Cerema Île-de-France a conduit une étude de l'installation de chauffage sur son site de Trappes, afin d'identifier des gisements d'économie d'énergie potentiels.

Elle a mesuré sur 3 mois d'hiver les températures intérieure et extérieure afin d'évaluer la performance de la distribution de chauffage.

Ces mesures lui ont permis de déterminer plusieurs pistes d'économie, sans travaux importants, mais seulement des réglages en fonction des plages d'occupation et un meilleur équilibrage de l'installation.

2.3 ...mais des mesures limitées dans le temps

Le caractère ponctuel de la donnée limite le diagnostic aux conditions d'usage dans lequel il a été étudié. Pour pallier cette limite, il est recommandé de faire des mesures sur une durée relativement longue, représentative du fonctionnement du bâtiment suivant les différentes saisons (été/hiver/mi-saison). Ces instrumentations ponctuelles sont adaptées aux bâtiments pour lesquels les conditions d'usage restent relativement similaires dans le temps.

Par ailleurs, les instrumentations ponctuelles permettent de définir des réglages des différentes installations techniques prédéfinies mais ne permettent pas de faire varier ces réglages au plus près des besoins des occupants.

Si l'usage change beaucoup, les mesures ponctuelles ne sont pas adaptées.

Préfecture de la région Rhône-Alpes

Conformément à l'axe stratégique « sobriété énergétique » de la politique immobilière de l'État, le Préfet de la région Rhône Alpes a lancé en 2014 une expérimentation sur 4 bâtiments tertiaires avec le procédé de la société Smart impulse pour recueillir les données de consommations électriques sur une durée de 3 mois (septembre/octobre/novembre).

Cette expérimentation a permis d'identifier pour la première fois la répartition des consommations électriques par usage, les appels de puissances maximales et des dysfonctionnements manifestes en période d'inoctation.

Elle suggère que ce dispositif est adapté à des bâtiments de grande taille et gros consommateurs d'électricité. Un protocole doit néanmoins être mis en œuvre pour profiter pleinement des enseignements du dispositif. Le rôle du service gestionnaire est notamment fondamental pour l'analyse des phénomènes constatés et la mise en œuvre des mesures correctives.

Des actions ont d'ores et déjà été identifiées, comme par exemple l'adaptation des puissances souscrites dans les contrats d'électricité au plus près du besoin.

3 L'instrumentation permanente, vers un pilotage « intelligent » de son bâtiment

Pour adapter les consommations au plus près des besoins des occupants et avec le meilleur optimum économique et écologique, il faut disposer de mesures en temps réel des consommations et des principaux paramètres mesurant le confort des occupants.

Pour cela, des appareils de mesure doivent être installés : c'est ce qu'on appellera dans ce chapitre l'instrumentation permanente.

Un plan de comptage doit par ailleurs être prévu précisant qui va traiter, exploiter les données et mettre en œuvre des actions correctives (sur les équipements, avec les occupants...). Il est également conseillé de s'appuyer sur les réseaux informatiques du gestionnaire pour échanger les données. Ceci permet d'être indépendant des fournisseurs de solutions techniques.

Généralement, les petits bâtiments ne sont pas équipés d'appareils de mesure permettant de suivre de manière distincte les consommations par usage. Les logements sont par exemple équipés d'un compteur mesurant les consommations

électriques du foyer mais sans préciser la nature de la consommation électrique (cuisson, éclairage, ventilation, chauffage...).

La plupart des compteurs électriques³ somment l'ensemble des consommations.

L'instrumentation de certains postes clés, identifiés par exemple lors d'une instrumentation ponctuelle, permettrait de « mettre sous contrôle » les consommations correspondantes, à enjeux.

Plusieurs solutions existent :

- **les compteurs divisionnaires permettent d'isoler les consommations des équipements connectés**

Il s'agit de l'approche classique de mise en place de sous-compteurs électriques en tableaux divisionnaires et de relevés manuels. Cette approche nécessite l'intervention d'un électricien mais présente l'avantage d'un dispositif permanent. Cette approche est intéressante pour suivre des dérives sur des postes sensibles.

3 Les compteurs « Linky » en cours de déploiement par ERDF présentent l'avantage de communiquer les données en temps réel au réseau mais ne distinguent pas les consommations par usage.

▪ **plusieurs solutions de suivi des consommations et de pilotage à distance des installations se développent.**

Ces offres sont généralement composées de modules autonomes (pour le comptage et la programmation) ne nécessitant ni connexion Internet ni transmission radio permanente.

Des boîtiers maîtres de commande et de recueil de données dialoguent avec les modules autonomes selon un protocole propriétaire sécurisé.

Un logiciel de traitement des données permet la programmation des différents équipements reliés et la synthèse des données.

Cette approche innovante ne vise pas l'exhaustivité des consommations mais est particulièrement adaptée aux usages spécifiques des activités tertiaires avec une programmation fine sans travaux de restructuration des réseaux électriques.

Ces données peuvent ensuite être collectées et transmises à des réseaux de collecte de données (réseaux intelligents).

Ces systèmes d'instrumentation, dite légère, peuvent être adaptés aux petits bâtiments pour lesquels le déploiement d'une GTB⁴ s'avérerait trop coûteuse.

▪ **La gestion technique du Bâtiment**
(cf. fiche n° 6)

Il s'agit d'une solution globale permettant un suivi central du bâtiment (généralement avec un réseau local).

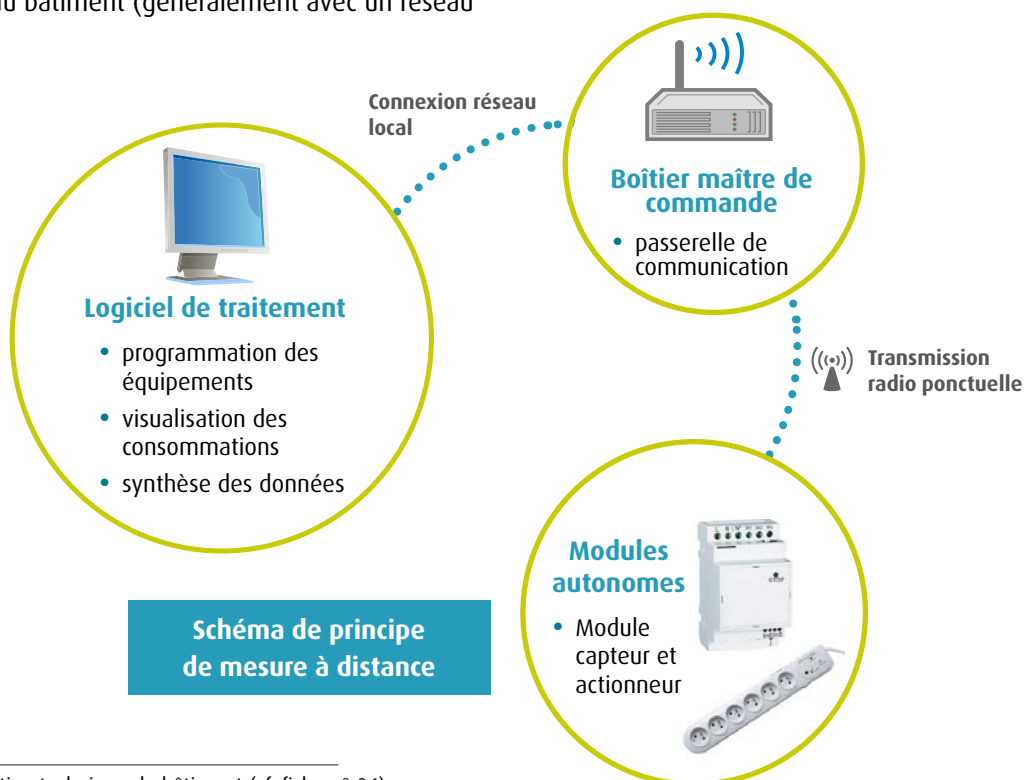


Schéma de principe de mesure à distance

Retour d'expérience

Le Syndicat de gestion des énergies de la région lyonnaise (SIGERLY) a déployé dans ses bureaux de Villeurbanne l'offre proposée par la société « Greenpriz », pour l'ensemble des installations du 2^e étage, hors serveur informatique.

Elle a mis en place une vingtaine de modules « prise » et une dizaine de modules « éclairage » de manière à identifier finement les consommations de chaque équipement.

Les résultats, encore partiels, montrent des économies potentielles.

Néanmoins, plusieurs pré requis sont nécessaires pour garantir la rentabilité de l'investissement :

- le nombre de modules installés doit être ajusté en fonction des gains attendus ;
- le schéma de l'armoire électrique doit être connu précisément pour garantir que les consommations identifiées correspondent bien à l'usage prévu ;
- l'ensemble des utilisateurs du bâtiment (y compris les prestataires extérieurs) doivent être informés du dispositif pour garantir l'efficacité des réglages.

4 Gestion technique du bâtiment (cf. fiche n° 06).

Retour d'expérience

■ Suivi des Centrales de Traitement d'Air

Le sous-comptage présente l'avantage de mieux connaître le fonctionnement des batteries électriques, d'identifier les surconsommations liées à l'encrassement des filtres, d'identifier la programmation des débits d'aération et d'attribuer un poids aux consommations de chauffage associées au renouvellement d'air (moyennant une estimation de l'écart entre température intérieure et extérieure) : beaucoup d'avantages pour peu de frais.

■ Suivi du local serveur

(climatisation + baie de brassage, serveur, téléphonie) : c'est en principe une consommation de fond incompressible car les services sécurisés doivent être assurés. Il s'agit d'identifier son évolution sur le long terme avec celle des besoins informatiques.

Retour d'expérience

Le système « ThingPark Wireless » est développé par le spécialiste de réseaux intelligents Actility et le CSTB dans le cadre d'un programme de recherche : des capteurs (technologie Watteco) installés dans des logements envoient à un concentrateur (via une antenne placée sur le toit) des données sur la température, la consommation d'électricité et de gaz, l'énergie thermique, la luminosité, l'hygrométrie. Elles sont ensuite envoyées à une plate-forme applicative « Smart-EPC » (Smart-Energy performance control), qui effectue un audit énergétique et thermique des bâtiments.

Cette approche est adaptée au logement car elle apporte beaucoup de souplesse dans l'accès aux parties privatives mais elle peut être développée en secteur non résidentiel.

Elle est utilisée par Habitat Toulouse et I3F pour mesurer l'impact énergétique réel d'un programme de rénovation de logements selon la méthode « REPERE » du CSTB.

4 Une stratégie d'instrumentation à définir

Avant de bâtir une stratégie d'instrumentation, il faut avoir à l'esprit que celle-ci est un outil (et non un objectif) pour suivre et maîtriser divers indicateurs et identifier des dysfonctionnements.

Le suivi du comptage (relevé, Internet, GTB) nécessite des moyens humains qu'il ne faut pas sous-estimer au risque de disposer d'une installation de mesure inefficace.

Il faut finalement viser une adéquation entre les moyens humains (suivi, exploitation/maintenance des systèmes), techniques (comptage, supervision) et financiers (investissement, fonctionnement) disponibles et intégrer pleinement l'instrumentation dans un Système de management de l'énergie (sur le modèle de la norme ISO 50 001 par exemple).

Nous proposons dans ce paragraphe quelques repères pour aider le gestionnaire de patrimoine à bâtir sa stratégie, en prenant le parti de les présenter par équipement consommateur d'énergie.

Retour d'expérience

La Direction du patrimoine immobilier de l'université d'Angers, qui gère un Parc d'environ 170 000 m², a mis en place une stratégie d'instrumentation adaptée à ses objectifs de performance énergétique. Pour cela, elle a :

- identifié les besoins en instrumentation et les consommations générales des bâtiments ;
- identifié les usages et les impacts des usages sur l'instrumentation et sur les consommations ;
- affecté et analysé les indicateurs de qualité d'usage (température moyenne en mode occupation et inoccupation) et de performance énergétique (en fonction par exemple d'une surface en m² ou d'une rigueur climatique en °C ou en DJU) ;
- réalisé les besoins en instrumentation sur un local ou un équipement et un plan de comptage approprié à l'ensemble du bâti ;
- fait des actions et des mesures ciblées puis évalué l'impact des actions planifiées et réalisées ;
- appliqué à l'ensemble du parc immobilier, les actions les plus efficaces localement.



Éclairage

La première chose à faire est de vérifier l'extinction de l'éclairage en période d'inoccupation. Pour cela, la mise en place d'une instrumentation ponctuelle peut être adaptée (cf. paragraphe 2,1). La mise en place de sous-compteurs sur l'éclairage en tableau électrique divisionnaire visera ensuite à affiner la gestion pendant les heures d'occupation et à observer des dérives dans les comportements ou les réglages des automatismes (gradateurs).

L'évolution récente vers les LED devrait conduire à une forte réduction des consommations : l'inventaire détaillé des points lumineux à longue utilisation (locaux à faible lumière du jour occupés sur une durée importante) ou dans des locaux climatisés est à considérer comme prioritaire dans la gestion énergétique d'un parc de bâtiments. L'instrumentation ponctuelle sur la base de l'analyse du courant alternatif est adaptée pour le moment aux lampes fluorescentes (effet selfique du starter) et a priori pas encore aux LED.

Le suivi par GTB semble encore peu adapté à la plupart des bâtiments car la centralisation d'une donnée dispersée pose des problèmes de maintenance, d'exhaustivité, de fiabilité et des compétences d'analyse.



Bureautique

La mise en place de sous-compteurs sur le circuit prise en tableau électrique divisionnaire et leur relevé en week end permet d'identifier l'arrêt des postes informatiques pendant les heures d'inoccupation.

Le service informatique peut avoir un rôle à jouer en identifiant les postes qui peuvent être éteints de manière automatique, en association avec les occupants.



Équipements spécifiques électriques

Les équipements spécifiques électriques (cafetières, bouilloires, chauffage d'appoint...) peuvent être une source importante de consommation (1 kW par cafetière par exemple). Outre les campagnes de sensibilisation auprès des occupants, le gestionnaire doit s'assurer que ces équipements sont bien éteints en période d'inoccupation.

Pour cela, les différents types d'instrumentation permanente présentés dans les chapitres précédents sont adaptés. Ils doivent être choisis en fonction des besoins et des objectifs du gestionnaire (centralisation des données, pilotage à distance, vérifications ponctuelles...).



Ventilation mécanique

Le poste ventilation mécanique est très important car il a une influence sur :

- les consommations des auxiliaires de ventilation ;
- les consommations de chauffage et de climatisation ;
- la qualité de l'air.

La pose d'un compteur horaire ou d'un compteur électrique sur les VMC⁵ et les CTA⁶ est fortement rentable. Le suivi par GTB apporte une plus grande finesse et réactivité mais est nettement plus onéreux. L'instrumentation ponctuelle manque de précision sur ce poste qui dépend de nombreux paramètres (température extérieure, conditions d'occupation, qualité de l'air...).

5 Ventilation mécanique contrôlée.

6 Centrale de traitement d'air.



Ventiloconvecteurs

Le suivi des consommations des moteurs des ventilo-convecteurs permet également de suivre indirectement la fourniture de chauffage. L'approche complémentaire par le comptage thermique en suivi global permet de préciser le suivi de la fourniture de chauffage mais présente un coût significatif pour la mise en œuvre des compteurs thermiques. Dans une approche de gestion d'un parc, on lui préférera une instrumentation légère (compteurs divisionnaires), qui présente une bonne efficacité économique.

Le suivi des commandes des automates des ventiloconvecteurs (vitesse moteur, ouverture de la vanne chaud/froid) peut également avoir un rôle important, en association avec différents paramètres d'ambiance (température intérieure, extérieure).



Systèmes de production de chaleur ou de froid

Beaucoup de paramètres interagissent (T° de consigne, rendement des pompes, équilibrage des réseaux). Le suivi global par GTB de l'ensemble des paramètres est indispensable pour un pilotage satisfaisant de l'installation.

Le suivi des consommations des moteurs des pompes en chaufferie ne permet pas d'établir un lien avec les besoins de chaud ou de froid. Seule l'approche par comptage thermique permet de suivre la fourniture de chauffage ou de climatisation.



Eau chaude sanitaire

La mise en place de compteurs divisionnaires permet d'identifier les consommations sur ce poste. En tertiaire, ce poste n'est en général pas très important.

Cependant, l'identification des consommations peut permettre de conduire des campagnes de sensibilisation et d'accompagnement des occupants. Ces campagnes pourront par exemple permettre de couper le fonctionnement de l'eau chaude sanitaire durant la période estivale, ou d'envisager un système de production spécifique.

	Instrumentation Ponctuelle	Instrumentation permanente	
		Compteurs	Gestion Technique du Bâtiment
Éclairage	x	x	
Bureautique	x	x	
Équipements spécifiques électriques		x	
Ventilation mécanique		x	
Ventilo convecteurs	x	x	
Systèmes de chauffage et de refroidissement			x
Eau chaude sanitaire		x	

Type d'instrumentation préconisée pour les bâtiments tertiaires de taille moyenne (entre 1 000 et 5 000 m²)

5 Conclusion

Les outils relatifs à l'instrumentation des bâtiments sont de plus en plus nombreux et permettent de s'adapter de mieux en mieux aux besoins des gestionnaires. Pour garantir l'efficacité des mesures, le gestionnaire doit s'organiser, assurer une connaissance suffisante de ses équipements et des usages et se former à l'utilisation et l'exploitation des outils.

C'est à ce prix que le bâtiment sera performant, c'est-à-dire répondant aux attentes des occupants tout en respectant l'environnement.

L'instrumentation est et sera un outil incontournable pour répondre aux défis du bâtiment de demain : le bâtiment intelligent, producteur et consommateur (consom'acteur), intégré dans son quartier.

Pour en savoir plus

- Réglementation Thermique 2012 (Décret n° 2012-1530 du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions de bâtiments)
- Ademe, L'instrumentation des bâtiments pour un suivi des consommations énergétiques, janvier 2015, ISBN 978-2-35-838-781-1
- Effinergie - Envirobat BDM, *Guide méthodologique : comment suivre la performance d'un bâtiment ?*, 2016
- **Sites internet** : www.smart-impulse.com - www.qualisteo.com - www.greenpriz.com - www.thingpark.com

Publications du Cerema

- **Ouvrage** - *Réduire l'impact environnemental des bâtiments : agir avec les occupants*, 2013, 144 p.
- **Fiche** - *Prise en compte des usages dans la gestion patrimoniale des bâtiments*, collection de fiches n° 01 à 05.
- **Fiche** - *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie : enseignements opérationnels - évaluations de 2012 à 2015*, 6 p.
- **Rapport** - *Bâtiments démonstrateurs à basse consommation d'énergie - Enseignements opérationnels tirés de 60 constructions et rénovations du programme PREBAT - 2012-2015*, 142 p.
- **Ouvrage** - *L'exploitation, l'entretien et la maintenance des bâtiments publics - quels enjeux, quelles organisations ?*, 2014, 58 p.

Série de fiches « Les missions et les métiers de l'exploitation et de la maintenance des bâtiments publics »

Fiche n° 01 La maîtrise des consommations d'énergie : les missions des économes de flux et des conseillers en énergie partagés	Fiche n° 02 L'entretien et l'exploitation des installations de chauffage (CVC): quel contrat choisir ?	Fiche n° 03 Des repères pour optimiser ses contrats
Fiche n° 04 Le contrat de performance énergétique (CPE) : une solution à la carte	Fiche n° 05 L'instrumentation : quels enjeux, quels outils, quelle stratégie ?	Fiche n° 06 La gestion technique du bâtiment (GTB) : quel système choisir ?

Fiche élaborée par Vincent Billon (Cerema Territoires et ville) sur la base d'un rapport de Jean-Alain Bouchet (Cerema Méditerranée) intitulé « *Instrumentation légère d'un patrimoine pour une meilleure maîtrise des consommations* ».

Remerciements pour l'ensemble des contributeurs : Camille Patard (Cerema Ouest), François Marconot (Cerema Île-de-France), Martial Pellegrinelli (Département de la Guadeloupe), David Pelluau (Université d'Angers) et Philippe Balloffet (Université de Bordeaux).

Remerciements également à Florence Mallein (Sigerly), Pierre-Jean Mougel (Université de Lorraine), Bruno Coutelier (SGAR ARA), Pierre Boisson (CSTB) et Florence Briand (Amue).

Contacts

Cerema Territoires et ville
Mél : BD.DTecTV@cerema.fr

Maquettage :
Cerema Territoires et ville
Service édition

Impression :
Jouve
1 rue du Docteur Sauvé
53100 Mayenne

Crédit photo :
pictogrammes p. 1 :
© 123RF/Bloomua
pictogrammes p. 9 et 10 :
© 123RF, © 123RF/
Viacheslav Irtyshchev

© 2017 - Cerema
La reproduction totale ou
partielle du document doit
être soumise à l'accord
préalable du Cerema.

Boutique en ligne: catalogue.territoires-ville.cerema.fr

Collection
Expériences et pratiques

La collection « Expériences et pratiques » du Cerema

Cette collection regroupe des exemples de démarches mises en œuvre dans différents domaines. Elles correspondent à des pratiques jugées intéressantes ou à des retours d'expériences innovantes, fructueuses ou non, dont les premiers enseignements pourront être valorisés par les professionnels. Les documents de cette collection sont par essence synthétiques et illustrés par des études de cas.

ISSN : en cours
2017/02

Aménagement et développement des territoires - Ville et stratégies urbaines - Transition énergétique et climat - Environnement et ressources naturelles - Prévention des risques - Bien-être et réduction des nuisances - Mobilité et transport - Infrastructures de transport - Habitat et bâtiment

