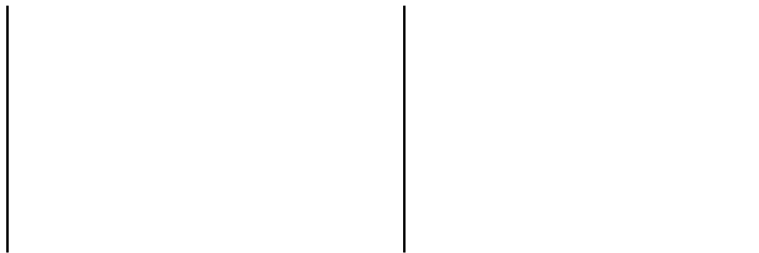




# Audit énergétique

## ETABISSEMENT

### CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES



		Auteurs :	
		Version / indice	
		Date :	
<b>PREAMBULE.....</b>			<b>3</b>
CONTEXTE DE LA MISSION.....			3
DESCRIPTION DU SITE.....			3
OBJECTIF DE LA MISSION.....			3
LES TEXTES DE RÉFÉRENCE.....			4
<b>PRINCIPES DE L'ETUDE.....</b>			<b>5</b>
PRINCIPES GÉNÉRAUX.....			5
DÉROULEMENT DE L'AUDIT.....			5
INTERVENTIONS DU MAÎTRE D'OUVRAGE.....			5
RÉUNIONS DE SUIVI.....			6
RENDU DU TITULAIRE.....			6
DOCUMENTS FOURNIS POUR L'ÉTUDE.....			6
<b>PHASE 1 : INVESTIGATION PRELIMINAIRE.....</b>			<b>7</b>
COLLECTE DES INFORMATIONS.....			7
<i>Entretiens préliminaires.....</i>			7
<i>Investigations préliminaires.....</i>			7
<i>Site, données climatiques locales.....</i>			7
EXAMEN PRÉLIMINAIRE.....			8
<i>Examen et description du bâti.....</i>			8
<i>Zonage, conditions réelles d'utilisation.....</i>			8
RENDU DU TITULAIRE (PHASE1).....			8
<b>PHASE 2 : EXAMEN DU PROCESSUS DU FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION DES BATIMENTS.....</b>			<b>9</b>
PRISE DE DONNÉES.....			9
<i>Les relevés.....</i>			9
<i>Les mesures.....</i>			9
<i>Enregistrements.....</i>			10
AUDITS.....			10
<i>Audit bâtiment.....</i>			10
<i>Audit des équipements techniques.....</i>			10
<i>Démarche générale.....</i>			10
<i>Points techniques particuliers.....</i>			11
Renouvellement d'air.....			11
Production de chaleur et de froid.....			11
Distribution de l'énergie.....			11
Postes de consommation d'électricité.....			11
<i>Audit de gestion.....</i>			12
<i>Audit d'utilisation.....</i>			12
RENDU DU TITULAIRE (PHASE2).....			12
<b>PHASE 3 :EXPLOITATION DES DONNEES – CALCULS ET SIMULATIONS.....</b>			<b>13</b>
CALCUL DES CONSOMMATIONS THÉORIQUES.....			13
<i>Outil informatique.....</i>			13
<i>Calculs à réaliser.....</i>			13
COMPARAISON ET COMMENTAIRES.....			14
RENDU DU TITULAIRE (PHASE 3).....			15

<b>PHASE 4 : ANALYSE ET PRECONISATIONS.....</b>	<b>15</b>
ANALYSE DE LA SITUATION EXISTANTE.....	15
SIMULATION DE DIFFÉRENTES HYPOTHÈSES – PRÉCONISATIONS.....	15
SYNTHÈSE.....	16
<b>PHASE 5 : PRESENTATION ET RAPPORT FINAL.....</b>	<b>17</b>
CONTENU MINIMAL DU RAPPORT.....	17
PRÉSENTATION.....	18

## **PREAMBULE**

### ***Contexte de la mission***

Le projet de loi du 18 octobre 2008 relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement, et plus particulièrement son article 5, fixe un objectif ambitieux de réhabilitation énergétique du patrimoine immobilier de l'Etat :

*« Tous les bâtiments de l'Etat et de ses établissements publics seront soumis à un audit d'ici à 2010. L'objectif est, à partir du diagnostic ainsi établi, d'engager leur rénovation d'ici 2012 avec traitement de leurs surfaces les moins économes en énergie. Cette rénovation aura pour objectif, de réduire d'au moins 40% les consommations d'énergie et d'au moins 50% les émissions de gaz à effet de serre de ces bâtiments dans un délai de huit ans »*

### ***Description du site***

| **Description** sommaire du site à réaliser.

Pour chaque bâtiment, il est fourni en annexes des fiches récapitulatives mettant en valeur leurs caractéristiques essentielles.

### ***Objectif de la mission***

L'établissement souhaite réaliser un audit énergétique (AE) du site. Cet AE comprend des calculs ainsi que des investigations in situ pour procéder à des mesures, enregistrements et relevés. Les sites audités pouvant posséder un cachet architectural fort ou même être classés bâtiments historiques. L'audit énergétique devra intégrer une réflexion sur la spécificité architecturale des bâtiments auditionnés. Pour ce faire, un architecte sera intégré dans l'équipe de l'auditeur. Celui-ci informera l'auditeur sur la valeur architecturale des éléments du bâti, il interviendra dans la décision de conserver ceux-ci, les rénover ou simplement les remplacer.

Cet audit doit permettre d'analyser le bâti afin de comprendre et caractériser son comportement thermique, pour quantifier les économies d'énergie et financières qu'apporteraient des modifications

des bâtiments, des équipements, des consignes et modalités d'exploitation ou des habitudes des usagers.

Lors de la réalisation de l'audit, le titulaire est tenu de faire des propositions additionnelles, en concertation avec l'architecte et de quantifier les économies potentielles.

Le présent audit devra clairement identifier :

- les faiblesses de l'enveloppe des bâtiments (parois opaques, vitrées, isolation, étanchéité, ponts thermiques ...), les contraintes architecturales et les spécificités liées au mode constructif
- l'impact de tous les équipements techniques et activités sur la consommation d'énergie du site.
- le mode de gestion des contrats de fournitures d'énergie, d'exploitation et de maintenance des installations techniques ainsi que le suivi des consommations, pour formuler un avis sur la qualité de la gestion énergétique du site.

Les pratiques d'utilisation pour mettre en évidence les éventuels dysfonctionnements relevés.

### ***Les textes de référence***

L'objet du marché a pour but l'établissement d'un audit énergétique de patrimoine immobilier, incluant la réalisation et l'affichage du DPE conformément aux textes suivants :

- décret n°2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique.
- Arrêté du 18 décembre 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et pour les rénovations de certains bâtiments existants en France métropolitaine.
- Arrêté du 7 décembre 2007 relatif à l'affichage du diagnostic de performance énergétique dans les bâtiments publics en France métropolitaine (publié JO du 20 décembre 2007).
- Arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants proposés à la vente en France métropolitaine.
- Arrêté du 15 septembre 2006 relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments proposés à la vente.
- Arrêté du 16 octobre 2006 définissant les critères de certification des compétences des personnes physiques réalisant le diagnostic thermique et les critères d'accréditation des organismes de certification.

## PRINCIPES DE L'ETUDE

### *Principes généraux*

La prestation comprend :

- Une analyse approfondie de l'existant, visant à décrire la valeur patrimoniale et architecturale du site et de ses équipements, l'état du bâtiment, des installations, ainsi que son mode de gestion et d'utilisation. Il sera notamment pris en compte les modalités d'occupation et d'exploitation des bâtiments et la nature des activités hébergées. Des relevés seront nécessaires afin de compléter les documents et données fournies par le maître d'ouvrage.
- Un traitement des données : calculs, mesures et interprétations de ces derniers pour mettre en évidence les améliorations à envisager. Les mesures doivent être pertinentes et compléter les analyses. Le recours à l'informatique est indispensable pour les calculs.
- Des propositions de scénarios d'améliorations et/ou de travaux, selon les résultats obtenus de l'analyse énergétique et architecturale. Des scénarios seront proposés à partir de différents critères en précisant à chaque fois, le coût de l'opération, la durée des travaux, le délai de retour sur investissement, les économies (énergétiques et financières) réalisées et les études complémentaires à réaliser si besoin. Le prestataire devra, lorsque c'est possible, présenter les solutions envisageables permettant de passer des énergies fossiles aux énergies renouvelables.

Par ailleurs, pour chaque bâtiment audité soumis à cette obligation réglementaire, le prestataire réalisera le diagnostic de performance énergétique, dans les conditions spécifiées par l'arrêté du 7 décembre 2007 relatif à l'affichage du DPE dans les bâtiments publics.

### *Déroulement de l'audit*

L'audit se décompose en 5 phases :

- Investigation préliminaire.
- Examen du processus du fonctionnement et d'exploitation des bâtiments.
- Exploitation des données - calculs et simulations.
- Analyse et préconisations.
- Présentation et rapport final.

### *Interventions du maître d'ouvrage*

Le maître d'ouvrage :

- Accompagne ou fait accompagner le prestataire par la ou les personnes impliquées historiquement au quotidien dans la gestion technique et/ou énergétique du bâtiment considéré. Cet accompagnateur aura une bonne connaissance de l'historique du site pour pouvoir expliquer les modifications et aménagements réalisés mais également des installations techniques et des moyens humains mis en place pour assurer leur fonctionnement et leur maintenance
- Fournit au titulaire un maximum de données utiles sur la construction des ouvrages et les informations sur le fonctionnement réel des bâtiments.
- Vérifie la conformité de la prestation au cahier des charges, valide les hypothèses retenues, valide les rapports fournis.

## ***Réunions de suivi***

Le titulaire précisera en début de chaque phase, la méthodologie employée pour son déroulement.

A la fin de chaque phase, des réunions entre le maître d'ouvrage et le titulaire auront lieu afin de faire un bilan sur la phase réalisée et pour préparer la phase suivante.

Il sera notamment présenté lors de ces réunions, les rendus du titulaire.

Le maître d'ouvrage fera part de ses remarques et demandes de correction du rapport dans un délai de 15 jours à l'issue de cette réunion. Le rapport final sera à fournir au plus tard 15 jours après l'envoi des demandes de correction.

Des réunions supplémentaires pourront être organisées si besoin.

## ***Rendu du titulaire***

Le titulaire devra remettre trois rapports papier.

Le premier est destiné au chef d'établissement (rapport de synthèse et analyse des préconisations avec des fiches d'actions).

Les deux autres seront à destination de son responsable technique (rapport complet et détaillé).

Les rapports devront :

- Etre clairs et lisibles, rédigés dans un souci pédagogique ; la forme est importante, elle facilite la décision et incite aux travaux.
- Donner l'avis de l'énergéticien et de l'architecte, les conseils d'un spécialiste qui a passé du temps sur place, qui a pris la mesure du terrain et des hommes.
- Fournir des informations suffisantes pour la réalisation des solutions préconisées, pour la consultation d'entreprises devant les chiffrer ou pour la consultation de bureaux d'études dans le cadre des études complémentaires.
- Comporter des annexes techniques suffisamment complètes.
- Etre présentés et commentés de manière à faciliter la compréhension des destinataires.

Le titulaire devra aussi remettre une version informatique sur (CD-ROM).

## ***Documents fournis pour l'étude***

### **Indiquer une liste des documents fournis**

Le titulaire devra compléter ou modifier les données et documents fournis si elles sont incomplètes ou inexactes.

## PHASE 1 : INVESTIGATION PRELIMINAIRE

Les bâtiments feront l'objet d'un examen approfondi en vue de définir par calcul et/ou par mesure, dans certains cas par estimation, les éléments nécessaires à la réalisation des calculs et des simulations demandées.

### ***Collecte des informations***

L'énergéticien et l'architecte, en liaison permanente avec le responsable désigné du maître d'ouvrage, effectueront toutes visites, mesures et entretiens nécessaires au bon déroulement de l'étude et bénéficieront des possibilités d'accès aux espaces.

Dans le respect des règles de sécurité, le responsable du maître d'ouvrage facilitera les accès nécessaires à une complète investigation. Il accompagnera le titulaire. Les visites seront effectuées pendant les périodes d'ouverture et de fonctionnement en exploitation normale des bâtiments.

### ***Entretiens préliminaires***

La collecte des informations comportera des entretiens qui devront avoir été préparés par le titulaire au cours des visites des sites suivant un ordre du jour qu'il aura établi. Il pourra s'agir d'entretiens courts ou de plusieurs entretiens et réunions selon la taille du site et l'organisation administrative.

Au cours des entretiens, le titulaire s'attachera à comprendre l'organisation de l'exploitation et de la fourniture des énergies.

Le titulaire sera attentif à l'opinion des utilisateurs et leur confort. Il devra en outre être sensible aux comportements qui peuvent avoir une influence sur les consommations et devra en détecter les causes connues et cachées.

Au cours des entretiens, le titulaire devra expliciter sa procédure d'investigation.

### ***Investigations préliminaires***

Le maître d'ouvrage met à disposition du prestataire un certain nombre de documents tels que les factures de consommation d'énergie sur les 3 dernières années, les plans DOE, les contrats de maintenance en cours et tout autre document pouvant faciliter le travail du prestataire. (cf : article 2.6). Le titulaire devra compléter ou modifier les données et documents fournis si elles sont incomplètes ou inexactes.

Le titulaire collectera tous les documents supplémentaires nécessaires à la réalisation de sa mission. Il devra préparer la liste des documents demandés et reçus et en noter les mouvements afin d'éviter toute perte.

### ***Site, données climatiques locales***

Une approche climatique locale la plus réaliste possible, doit être effectuée.

Pour ce qui concerne les données météorologiques, il est souvent fait état de données climatiques « réglementaires », donc nécessairement conventionnelles, qui ne sont pas de mise dans le cadre de l'audit énergétique lequel nécessite une simulation informatique détaillée avec comparaison aux

consommations réelles. L'environnement du site, les masques solaires, la protection apportée par la végétation environnante, seront intégrés dans la simulation.

## ***Examen préliminaire***

### ***Examen et description du bâti***

S'il n'existe pas, le titulaire établira un premier descriptif du profil des bâtiments. Ce profil décrira le bâti les installations techniques, les modes de gestion et d'utilisation. Ce descriptif sommaire permettra de faire un premier état des lieux des bâtiments.

### ***Zonage, conditions réelles d'utilisation***

Un zonage reflétant les conditions réelles d'utilisation et d'occupation sera établi par le prestataire en fonction :

- de l'orientation des bâtiments, par exemple, si des apports solaires conséquents induisent des différences voire des conditions de déséquilibre thermiques,
- de climats intérieurs différents dus à des usages permanents ou intermittents,
- des apports internes globaux (solaires, ou des occupants, donc également de leur nombre, ou des équipements techniques) et/ou particularisés (cuisine, salle informatique, restaurants...).
- Etc...

Ainsi, pour chacune des zones, le titulaire fera la description nécessairement détaillée des apports en occupation comme en inoccupation des volumes, en termes de températures, voire de zones de « surchauffes » ou de déséquilibres de fonctionnement.

Selon leur vocation, leur situation, leurs conditions effectives d'utilisation et d'occupation, le titulaire justifiera les choix retenus pour le zonage.

Toutes ces données rassemblées devront permettre la définition pratique de véritables données climatiques intérieures.

## ***Rendu du titulaire (Phase1)***

À l'issue des visites, entretiens, investigations documentaires, le titulaire établira un compte-rendu dans lequel il développera sa première analyse ainsi que le programme d'étude concernant les problèmes à traiter, perspectives d'étude et les contraintes architecturales.

Le titulaire dressera un programme de relevés et de mesures pour lesquels il précisera :

- le calendrier d'intervention en tenant compte de l'exploitation des bâtiments et de leurs équipements,
- les mesures à réaliser : mesures ponctuelles, mesures en continu,
- la liste du matériel de mesure utilisé.

Cette approche devra être validée par le maître d'ouvrage.



## PHASE 2 : EXAMEN DU PROCESSUS DU FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION DES BATIMENTS

Cette phase est destinée à réaliser une analyse plus approfondie des bâtiments en faisant un audit du bâti, des équipements techniques, des modes de gestion et d'utilisation.

### ***Prise de données***

Les relevés, enregistrements et mesures ont pour but d'aider le titulaire à caractériser la situation et à servir d'illustration dans le rapport technique de la phase 2. Ils devront pouvoir venir à l'appui d'une justification ou d'une démonstration. Le titulaire devra remettre au maître d'ouvrage les documents qui en découlent.

Le titulaire, dans le rapport technique de la phase 2, devra faire apparaître les dispositions qu'il aura prises pour les relevés, les mesures et enregistrements :

- marque, type, modèle, référence... des appareils utilisés (homogénéité des types d'appareils et homologation),
- schémas de principe de raccordement des appareils aux circuits mesurés (préciser si un raccordement particulier a été utilisé),
- nature de la mesure (instantanée, échantillonnée ou enregistrée),
- paramètres de la mesure (période des échantillons, résolution des enregistreurs,...).

Il devra être possible, a posteriori, de retrouver les incertitudes éventuelles et les approximations attachées à chaque relevé, mesure ou enregistrement.

### ***Les relevés***

Les relevés exécutés sur place permettront :

- de compléter et corriger les informations des plans et schémas fournis par le maître d'ouvrage.
- d'identifier les faiblesses de l'enveloppe des bâtiments.
- de caractériser les équipements installés.

Le titulaire notera aussi les valeurs des réglages, l'état et la durée de vie restante des installations de production et de distribution d'énergie. Il identifiera les rattachements à un compteur ou à un sous compteur d'énergie.

Les relevés incluront la caractérisation du degré de vétusté du matériel avec une échelle de valeur et une illustration photographique (ou autre forme d'exemple permettant d'annexer la définition de l'échelle adoptée).

Le degré de vétusté constaté sera complété par des appréciations concernant l'attention apportée à la maintenance et à l'exploitation.

Les relevés sur site seront mis en regard des informations collectées.

### ***Les mesures***

En fonction des problèmes à traiter, identifiés et validés, le titulaire sera amené à réaliser des enregistrements en continu ou des mesures ponctuelles, notamment :

- des températures intérieures, air soufflé, air repris, etc...
- des débits d'air,
- des hygrométries,
- de l'énergie électrique,
- des rendements.

Sous réserve de l'acceptation du maître d'ouvrage, le titulaire pourra lui soumettre l'opportunité de réaliser une mesure (au wattmètre) de puissance réellement absorbée pour les moteurs électriques de forte puissance lorsqu'il le juge utile.

### **Enregistrements**

Les enregistrements présentent l'avantage majeur de décrire les consommations réelles sur une période de temps assez longue pour être significative. En outre, ils fournissent les données nécessaires à l'établissement des profils horaire de consommation « dans le temps » et à la mise en regard des événements des sites et des plages horaires tarifaires. Cette méthode de mesure sera donc privilégiée.

Il appartiendra au titulaire de déterminer et choisir la meilleure méthode et les meilleurs paramètres. Il sera responsable de la représentativité des durées des enregistrements, en fonction de l'appareil consommateur examiné, en fonction des rythmes du site et de l'échelle de temps sur laquelle il fera les analyses.

### **Audits**

Pour chaque bâtiment, cette étape d'analyse portera sur les éléments suivants :

- enveloppe (parois opaques, vitrées, l'isolation, l'étanchéité...)
- équipements techniques (thermique, hygrométrique, ventilation...)
- conditions de gestion,
- conditions d'utilisation.

### **Audit bâtiment**

Le titulaire décrira les caractéristiques thermiques et géométriques du clos, du couvert et des menuiseries extérieures du bâtiment. Cette description fera apparaître les éléments liés à l'isolation du bâtiment tels que les parois opaques en précisant qualitativement (**nature et degré de vétusté**) et **quantitativement (épaisseur)** les matériaux les composant,, les parois vitrées, les linéaires de liaisons et les ponts thermiques qui pourront être exprimés de manière forfaitaire mais seront clairement décrits. La dépose de prises électriques ou d'interrupteurs sera à envisager pour déterminer le plus précisément possible la nature des murs.

Le titulaire comparera les caractéristiques de l'enveloppe aux caractéristiques thermiques minimales de la réglementation thermique en vigueur et il en fera de même pour les objectifs fixés jusqu'à 2020.

### **Audit des équipements techniques**

#### **Démarche générale**

Cette partie concerne les équipements de chauffage, ventilation, ECS, refroidissement, éclairage, bureautique.

Pour chacun de ces systèmes, le titulaire réalisera un état des lieux de l'installation (système principal et système d'appoint s'il y en a un). Il décrira notamment :

- le type d'énergie utilisée,

- le mode de fonctionnement (production de chaleur centralisée, ventilation naturelle...),
- les équipements de production, distribution, d'émission et de régulation. Pour chaque équipement, le prestataire indiquera son état général, son rendement, sa date de mise en œuvre et sa durée de vie restante.

Il décrira également les équipements consommateurs d'électricité installés dans le bâtiment (électroménager, bureautique, éclairage ...) en précisant les puissances installées et en évaluant les consommations correspondantes en fonction d'hypothèses à préciser. Le niveau de précision attendu est par exemple pour la bureautique : le type d'écran (plat, cathodique et sa taille) et d'unité centrale.

Toutes les informations issues de l'audit seront synthétisées dans des fiches.

Pour chaque bâtiment, le titulaire réalisera ainsi une fiche sur les éléments du bâti et une fiche par système énergétique (chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, ventilation, éclairage, bureautique). La fiche sur les éléments du bâti sera accompagné d'un plan permettant de repérer les différents éléments décrits.

### **Points techniques particuliers**

Certains points particuliers nécessitent une attention spécifique de la part du titulaire.

#### **Renouvellement d'air**

Le titulaire recensera les aérations, les dispositifs existants de ventilation, les conditions de fonctionnement et de modulation, la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, donc la possibilité de ventilation parasite. Il indiquera de manière précise les zones et les volumes traités (humidité, température, débits, équilibre ou au contraire déséquilibre) ainsi que la ou les méthodes utilisées pour appréhender les déperditions thermiques par renouvellement d'air.

#### **Production de chaleur et de froid**

Le titulaire procédera à l'inventaire des caractéristiques physiques de fonctionnement des systèmes de production de chaleur et de froid et déterminera les rendements de production.

#### **Distribution de l'énergie**

Pour chaque zone de distribution (à repérer précisément par rapport au zonage évoqué précédemment), le titulaire relèvera les informations suivantes :

- Rendement de distribution : le titulaire précisera ses méthodes pour les calculs...
- Isolation du système de distribution (canalisations, vanne...)
- Adaptation des réseaux de distribution aux conditions d'utilisation et aux besoins thermiques des locaux.
- Équilibrage : organes de réglage (nature, nombre, emplacement...)

#### **Postes de consommation d'électricité**

L'audit des équipements techniques consommateurs d'électricité devra permettre de réaliser le profil horaire annuel de consommation en électricité. Il est ainsi demandé d'étudier la part de consommation de tous les équipements techniques en électricité, et de mettre en valeur les activités consommant le plus d'électricité.

### **Contrôle hygrométrique**

Certains locaux nécessitent un contrôle strict de l'hygrométrie qui impose une humidification en hiver et une déshumidification en été. Ces locaux sont précisés sur la liste des locaux fournis en annexes. Les consommations énergétiques ainsi que les coûts de ce contrôle d'hygrométrie devront être établis.

## **Audit de gestion**

Le prestataire étudiera les contrats d'exploitation des installations : durée, type, prestations particulières, anomalies, tenue des pièces. Les livrets de suivi seront mis à la disposition de l'auditeur.

Le prestataire s'entretiendra avec le maître d'ouvrage et le responsable de l'exploitation et de la maintenance.

Le prestataire appréciera ce mode de gestion, par poste de dépenses énergétiques et formulera un avis général sur la qualité de la gestion énergétique du bâtiment et sur les marges de manœuvre possibles.

La pertinence et la qualité des contrats de fourniture d'énergie et de maintenance des installations ainsi que la qualité du suivi de ceux-ci sera analysée et fera l'objet de propositions d'amélioration.

## **Audit d'utilisation**

Le prestataire décrira l'utilisation générale du bâtiment. Il décrira les pratiques d'utilisation du chauffage, de l'eau chaude sanitaire, de l'éclairage, de la ventilation... Pour ce faire, le prestataire rédigera un questionnaire qui pourra être diffusé à un échantillon d'utilisateurs (à définir plus précisément), permettant d'effectuer une synthèse des conditions d'utilisation de chaque bâtiment.

Il appréciera ces pratiques et mettra en évidence les éventuels dysfonctionnements et inconforts relevés.

## ***Rendu du titulaire (Phase2)***

Ce rapport devra comporter l'ensemble des informations collectées ainsi que les résultats des audits menés.

Le chapitre consacré aux audits devra comporter une partie pour chaque bâtiment où il sera détaillé respectivement les résultats de l'audit du bâti, des équipements techniques, des modes de gestion et d'utilisation. Enfin pour chaque bâtiment, il sera réalisé une fiche récapitulative des résultats de chaque audit le concernant.

Le cas échéant, pour les bâtiments soumis à cette obligation le prestataire remettra en outre le DPE réglementaire à afficher dans les bâtiments concernés, au format papier et informatique.

## PHASE 3 :EXPLOITATION DES DONNEES – CALCULS ET SIMULATIONS

L'objectif de cette phase est d'obtenir les consommations dites « théoriques » pour les comparer aux consommations dites « réelles ».

Pour ce faire, le titulaire procédera schématiquement de la façon suivante : relevés, instrumentations, mesures et factures permettront de reconstituer les consommations dites « réelles ». Ces premiers résultats seront confrontés avec ceux, dits « théoriques », obtenus par les calculs informatiques.

### ***Calcul des consommations théoriques***

La méthode informatique retenue pour les calculs des consommations théoriques sera explicitée. Les résultats seront présentés selon un découpage cohérent avec le zonage réalisé, et si possible, avec celui des relevés de consommations réelles disponibles. Les hypothèses de calculs et les approximations réalisées devront être impérativement fournies et justifiées.

Les résultats horaires et annuels des calculs et des simulations seront exprimés en puissance (KW) ?, en énergie (KWh) et en coût (€ TTC).

Une Simulation Thermique Dynamique est exigée dans les cas suivants :

- bâtiment climatisé
- contrôle de l'hygrométrie

### **Outil informatique**

Ces méthodes et outils doivent :

- Etre explicites : on donnera impérativement les références de la méthode, les détails des étapes et des hypothèses de calcul. Concernant les calculs thermiques, le titulaire précisera la méthode et le logiciel retenu (COMFIE, DEL6, TRNSys, TAS ...).
- Etre cohérents et adaptés : il est illusoire de traiter tel ou tel point avec force détails et d'utiliser des éléments forfaitisés par ailleurs.
- Utiliser des grandeurs physiques : coefficients et ratios peuvent constituer des points de repère utiles mais ne peuvent remplacer mesures et calculs.
- Offrir la rigueur et la souplesse nécessaires pour permettre d'effectuer une comparaison des consommations dites « réelles » (celles facturées ou mesurées), avec les consommations dites « théoriques » (celles calculées) et pour la simulation des combinaisons d'améliorations possibles.

### **Calculs à réaliser**

#### **Calcul des consommations annuelles d'énergie**

Ce calcul devra tenir compte de toutes les sources de consommation d'énergie. Il est attendu une présentation de la répartition des consommations par type d'énergie et par type de poste de consommation.

#### **Calcul des consommations annuelles en chauffage et refroidissement**

Calcul de la consommation annuelle en chauffage et en refroidissement en KWh, dans les conditions intérieures thermiques réelles pour toutes les zones de calcul.

### **Calcul des puissances en chauffage et refroidissement**

Le titulaire calculera la puissance nécessaire en chauffage et en refroidissement pour chaque local ou groupe de locaux identiques en fonction du zonage.

Ce calcul sera fait heure par heure sur une année complète afin de tenir compte des variations des conditions intérieures et extérieures dans le temps.

Il permettra les comparaisons avec l'installation technique telle qu'elle a été dimensionnée pour chaque local.

Il tiendra compte des conditions intérieures réelles ainsi que des conditions d'exploitation.

Paramètres à utiliser :

- Les caractéristiques techniques constructives du bâtiment et de son environnement (constitution des parois, renouvellement d'air, ensoleillement, juxtaposition de locaux à usages différents.....)
- Pour les conditions extérieures, l'année de référence sera choisie d'un commun accord entre le titulaire et le représentant de l'établissement.

### **Calcul des puissances totales horaires foisonnées**

Les puissances horaires, par module, données par le calcul « puissance en chauffage et en refroidissement », seront additionnées heure par heure afin d'établir le profil global du bâtiment.

Ce calcul permettra la comparaison avec le dimensionnement de l'installation de production installée en chauffage et en refroidissement.

Il sera communiqué les programmes horaires de chauffage et refroidissement des zones d'occupation.

### **Calcul des consommations électriques**

Un premier calcul devra permettre d'estimer la consommation annuelle d'électricité. Les résultats devront être présentés par type de poste de consommation, par type de locaux et par type d'activités.

Un second calcul sera destiné à déterminer le profil horaire de la consommation moyenne en électricité du site. Il devra la décomposition des consommations par type de poste de consommation électrique.

### **Calcul des pertes de réseaux de distribution**

A partir des plans des installations, le titulaire calculera les pertes thermiques des réseaux de distribution.

Le calcul sera fait sur plans en estimant une longueur moyenne sur quelques éléments d'une famille puis en extrapolant. Les températures théoriques des fluides seront utilisées.

### **Comparaison et commentaires**

Une confrontation des résultats « théoriques » et « réels » sera réalisée.

Si la comparaison des résultats dits « réels » et « théoriques » révèle une consommation réelle anormalement supérieure ou inférieure à la consommation théorique, alors des investigations complémentaires (comme la thermographie infrarouge) pourront être proposées.

Ces investigations auront pour objectif de mettre en valeur les points sensibles et les explications envisageables. Les investigations seront complétées d'une étude des solutions envisageables, dans laquelle il devra être mis en valeur pour chaque calcul et simulation, la méthodologie employée, les

moyens utilisés (logiciels, calculateurs...) et également les limites implicites des résultats et leur comparaison avec les mesures ou enregistrements sur site.

### ***Rendu du titulaire (Phase 3)***

Il sera réalisé un rapport détaillant les calculs réalisés et illustrant les résultats obtenus. Il est attendu pour les calculs des consommations, une présentation de leur répartition selon le type de poste de consommation, de locaux et d'activités.

Le rapport devra comporter les résultats de la comparaison des résultats dits « réels » et « théoriques ». En cas de nécessité de réaliser des investigations complémentaires il devra être indiqué un descriptif de l'investigation précisant le motif, le lieu, le coût et les moyens nécessaires à la mise en œuvre de l'opération.

## **PHASE 4 : ANALYSE ET PRECONISATIONS**

À partir des études réalisées au cours des phases précédentes, le titulaire réalisera une analyse critique de la situation existante et proposera des actions d'amélioration.

### ***Analyse de la situation existante***

Les résultats obtenus devront permettre au titulaire d'établir une analyse critique approfondie portant sur les points suivants :

- Analyse de la qualité du bâti et du renouvellement de l'air : cette analyse mettra en évidence les qualités ou défauts thermiques des bâtiments tant pour ce qui concerne leur enveloppe que pour ce qui a trait au renouvellement d'air.
- Analyse de la qualité du processus thermique : cette analyse montrera au maître d'ouvrage les points défectueux concernant tout ou partie des installations thermiques : génération, distribution, émission, régulation.
- Adaptation d'ensemble des bâtiments et de leurs installations vis-à-vis de la maîtrise de l'énergie (consommation, régulation, programmation, zonage).
- Analyse des conditions d'exploitation :
  - o validation des suivis de comptages.
  - o validation des bonnes conditions d'exploitation et conduite, ou au contraire indication de réglages, ou orientation vers une étude complémentaire.
- Évolution des outils et processus de maintenance.
- Analyse des conditions d'utilisation ,
- Possibilité immédiate ou à terme de diversification énergétique, de substitution et/ou d'utilisation de techniques nouvelles. Dans ce cas une analyse précise des potentiels et faisabilités sur les sites devra être faite par le titulaire en concertation avec le maître d'ouvrage.
- Analyse des moyens de gestion de l'énergie mis en place.

### ***Simulation de différentes hypothèses – préconisations***

Pour chaque bâtiment, le titulaire fournira une liste d'améliorations envisageables.

Ces améliorations seront classées selon leur nature :

- Bâtiment : améliorations portant sur le bâtiment.
- Equipements : améliorations portant sur les équipements.
- Gestion/Utilisation: améliorations portant sur l'occupation, la régulation ou la gestion du bâtiment. Ces mesures pourront porter aussi sur les mesures d'éco-responsabilité tels que les propositions d'achat de matériel informatique à faible consommation d'énergie.

Pour chacune des améliorations proposées :

- le titulaire établira une estimation des gains de consommation d'énergie (en kWhep/m<sup>2</sup>.an) et d'émission de gaz à effet de serre (en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an). Cette estimation sera justifiée par un calcul théorique. Ce calcul devra notamment prendre en compte les caractéristiques techniques, le climat, un scénario d'occupation à définir et les besoins des utilisateurs (température intérieure de consigne, quantité d'eau chaude utilisée...). Il sera tenu compte des variations climatiques durant une année (variation de température extérieure, des apports solaires thermiques et en terme d'éclairage...). Le titulaire justifiera les hypothèses de calcul utilisées et l'emploi d'un modèle de calcul adapté. Pour ce faire, il vérifiera notamment que le modèle est cohérent avec les consommations réelles. Dans sa note méthodologique, le titulaire explicitera donc clairement les hypothèses retenues pour l'évaluation des différents postes : chauffage, éclairage, production d'eau chaude sanitaire, ... Il indiquera en particulier clairement les normes réglementaires de référence pour sa méthode (par exemple norme NF EN ISO 13790, règles Th-C-E ex,...).
- Le titulaire fournira également :
  - o Un descriptif récapitulant les caractéristiques du système à mettre en place (lieu d'implantation, volume, durée de vie ...), les gains énergétiques et financiers qui seront réalisés, l'impact sur l'exploitation et la maintenance (avantages/inconvénients),
  - o un descriptif détaillé de la mise en œuvre des travaux et/ou des études complémentaires à réaliser,
  - o une évaluation financière de la réalisation,
  - o une évaluation du temps de retour sur investissement,
  - o une évaluation du délai de mise en œuvre.
  - o Une estimation de coût global (coûts d'investissements, remplacement, maintenance, d'exploitation...).

Le titulaire indiquera de la même manière, les solutions envisageables permettant de passer des énergies fossiles aux énergies renouvelables. Il procédera à une analyse critique du principe de production, de distribution et de contrôle des énergies. Il développera les possibilités de remplacement des systèmes de production au profit d'énergie renouvelable.

Le maître d'ouvrage attachera une importance particulière à la cohérence des propositions au regard d'autres enjeux de gestion patrimoniale pour le bâtiment lié à son état technique, fonctionnel et réglementaire. Le prestataire précisera donc autant que possible l'intérêt des solutions proposées au regard de ces critères.

## Synthèse



Le titulaire proposera un ou plusieurs schémas directeurs cohérents des interventions envisageables, organisés selon les axes suivants :

- **Actions immédiates** : actions permettant une réduction des GES et une réduction des consommations énergétiques en optimisant l'investissement économique initial,
- **Actions prioritaires** : actions à mener à court terme car ayant un fort potentiel de réduction d'émission et de consommation. Elles seront hiérarchisées selon des niveaux de priorité.
- **Actions ultérieures**: actions à mener qui demandant un investissement financier important et/ou une faisabilité technique complexe.
- **Actions organisationnelles** : actions engageant une modification notable de l'activité, évolution des principes de gestion, avec l'optimisation et la mutualisation d'actions sur l'ensemble du parc immobilier afin de faciliter les opérations de maintenance ultérieure.

Les propositions ci-dessus peuvent être adaptées par le titulaire en accord avec le maître d'ouvrage.

Les propositions du titulaire devront correspondre à la stratégie immobilière de réhabilitation énergétique cohérente, visant à répondre au minimum aux objectifs suivants :

- réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (exprimées en Kg eqCO<sub>2</sub>) de 50% conformément à l'objectif de 2020.
- réduction des consommations d'énergie de 40% conformément à l'objectif de 2020.

Les propositions seront classées selon un ordre de priorité d'actions à effectuer de façon à mettre en évidence le programme d'actions le plus efficace sur le site. Il sera mis en valeur à minima le coût de l'investissement, des gains énergétiques, GES et financiers annuels ainsi que le délai de retour sur investissement. Un planning prévisionnel des opérations sera à effectuer en y indiquant les délais et coûts.

## PHASE 5 : PRESENTATION ET RAPPORT FINAL

### *Contenu minimal du rapport*

**Chapitre 1** – Investigations préliminaires (Phase1)

**Chapitre 2** – Dossier des relevés/mesures/enregistrements in situ (Phase2)

**Chapitre 3** – Audits (Phase2)

**Chapitre 4** – Exploitation des données – Calculs et simulations (Phase3)

**Chapitre 5** – Analyse de la situation existante (Phase4)

**Chapitre 6** – Propositions d'améliorations (Phase4)

**Chapitre 7** – Dossier de synthèse (Phase5)

Le rapport complet sera remis en 2 exemplaires sur support papier et un exemplaire sur CD-ROM. Un rapport synthétique contenant principalement le dossier de synthèse sera remis à l'attention de la direction générale.

Le rapport devra être clair, lisible et comporter toutes les informations nécessaires à l'élaboration des projets de réalisation des travaux.

Les annexes techniques devront permettre la reprise ou la vérification d'un calcul.

Il sera présenté et commenté aux responsables techniques en expliquant les choix et les résultats des analyses.

Les données saisies seront fournies sur format informatique afin d'être, le cas échéant, réintroduite dans une autre méthode de calcul dans des années futures.

## ***Présentation***

Le dossier de synthèse fera l'objet d'un tirage à part à remettre à l'établissement en 3 exemplaires. Ce document sera clair et concis, rédigé dans un souci pédagogique d'aide à la décision, soulignant les points clés indépendamment des notes de calculs et autres analyses.

| Le rapport sera présenté et commenté à la direction générale par le titulaire.