

GUIDE A LA REDACTION D'UN CAHIER DES CHARGES

# **CAHIER DES CHARGES AUDIT ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS**

Version 18/12/2020

## TABLE DES MATIERES

1. PREAMBULE .....	3
2. INTRODUCTION .....	3
3. ATTENDUS DE LA PRESTATION A REALISER .....	4
4. DESCRIPTION DE LA PRESTATION .....	5
4.1. Phase 1 : Etat des lieux.....	5
4.2. Phase 2 : Bilan énergétique et préconisations .....	5
4.3. Phase 3 : Programmes d’améliorations.....	7
4.4. Phase 4 : Analyse financière .....	8
5 - MODALITES DE REALISATION DE LA PRESTATION .....	9
5.1 - Avant la prestation : .....	9
5.2 - Pendant la prestation .....	10
5.2.1 - Pour le prestataire .....	10
5.2.2 - Pour le maître d’ouvrage.....	11
5.3 - Après la prestation .....	11
5.3.1 - Restitution .....	11
6 - QUALITES IMPERATIVES .....	11
6.1 - Qualités du rapport .....	11
6.2 - Qualités des méthodes de calcul.....	12
6.3 - Qualités du diagnostiqueur .....	12
7 - SUIVI ET COMPTABILITE ENERGETIQUE .....	12
8 - MODALITÉS DE RÉALISATION DE LA PRESTATION D’ACCOMPAGNEMENT POUR LA MISE EN ŒUVRE DES PRECONISATIONS (Phase optionnelle) .....	13
9 - ANNEXES.....	13
Annexe 1 – guide détaillé de réalisation de l’audit énergétique bâtiment (à l’usage du prestataire) .....	14
Annexe 2 – scénarios d’évolution du prix des énergies .....	27
Annexe 3 – contenu des énergies en kg équivalent CO2 .....	29

## 1. PREAMBULE

L'ADEME souhaite contribuer, avec ses partenaires institutionnels et techniques, à promouvoir la diffusion des bonnes pratiques sur les thématiques énergie et environnement.

### **Les Cahiers des Charges de l'ADEME**

Les cahiers des charges / guide pour la rédaction d'un cahier des charges de l'ADEME définissent une proposition de **contenu d'une étude**. Chaque étude est conduite par une société de conseils ci-après dénommée « le prestataire conseil » ou « Bureau d'études », pour un client ci-après dénommée « le bénéficiaire » ou le « Maître d'ouvrage ».

Il est indispensable que le bénéficiaire s'approprie le Cahier des charges en l'adaptant à ses propres besoins et en ajoutant toute précision susceptible de faciliter le travail du prestataire conseil.

## 2. INTRODUCTION

Le secteur du Bâtiment fait partie des secteurs prioritaires de l'ADEME puisqu'il représente environ 43% de la consommation énergétique nationale et 22% des émissions de gaz à effet de serre. L'objectif national est de diviser par 4 cette consommation du parc de bâtiment d'ici 2050 (par rapport à 1990). Dans ce contexte, le dispositif Eco-Energie Tertiaire (Décret tertiaire) impose aux bâtiments tertiaires de plus de 1000 m<sup>2</sup> de réduire leur consommation d'énergie finale de 60% d'ici 2050 (40% en 2030 et 50% en 2040).

Dans le cadre de la Transition Énergétique et Environnementale, l'ADEME souhaite inciter les maîtres d'ouvrages et gestionnaires de bâtiments à s'engager sur la voie de l'utilisation rationnelle de l'énergie. L'utilisation rationnelle est définie comme l'atteinte des niveaux élevés de performance énergétique, en s'appuyant sur les caractéristiques constructives et architecturales constitutives du bâti. Elle implique un questionnement préalable sur l'opportunité d'une rénovation énergétique croisant intérêt du bâti, qualités d'usages et l'importance de l'investissement énergétique.

Les études d'aide à la décision (pré-diagnostics, audits énergétiques, études de faisabilité) **ont pour objectif de permettre aux gestionnaires et maîtres d'ouvrages d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie rentables économiquement en intégrant la dynamique potentielle d'évolution des prix des énergies sur le moyen terme.**

**Le présent cahier des charges concerne les audits énergétiques des bâtiments. La prestation ici définie s'inscrit en conformité aux normes NF EN 16247-1, EN 16247-2 et NF EN 16247-5.**

Il précise le contenu et les modalités de réalisation de ces études qui seront effectuées par des prestataires techniques extérieurs à l'entreprise ainsi que les modalités d'accompagnement du maître d'ouvrage bénéficiaire pour la mise en œuvre des préconisations. Ce document rappelle notamment les investigations à mener et les données minimales que le prestataire technique doit restituer aux responsables du bâtiment concerné et en particulier les programmes de travaux permettant d'atteindre les objectifs de performance énergétique mentionnés ci-dessus.

Ce document s'adresse donc à la fois :

- aux Maîtres d'ouvrage, gestionnaires de bâtiments
- et aux Bureaux d'études Prestataires conseils.

Pour les Maîtres d'ouvrage :

il permet de spécifier le contenu de la demande de prestation d'audit auprès de prestataires potentiels

Pour les Prestataires Conseil :

il précise ce qu'est une prestation d'audit énergétique de bâtiment telle que le spécifie l'ADEME

### 3. ATTENDUS DE LA PRESTATION A REALISER

L'audit énergétique, objet du présent cahier des charges, doit permettre, à partir d'une analyse détaillée des données du (des) bâtiment(s), de dresser une proposition chiffrée et argumentée de programmes d'économie d'énergie cohérents **avec les objectifs de politique nationale de Transition Énergétique** et amener le maître d'ouvrage à décider des investissements appropriés.

Pour les maîtres d'ouvrage gérant un patrimoine important (collectivités territoriales, foncières, bailleurs sociaux, ...), l'audit énergétique doit s'intégrer dans une stratégie structurante avec une vision à long terme du patrimoine, élaborée grâce à un Schéma Directeur Immobilier et Énergétique.

L'audit s'attache à l'existant mais peut conduire à recommander des études complémentaires pour une modification structurelle importante de l'enveloppe ou d'équipements (étude de faisabilité visant à introduire des énergies renouvelables par exemple).

L'audit doit permettre au maître d'ouvrage de décider, en connaissance de cause, chiffres en main, le programme des interventions que nécessite son (ses) bâtiment(s) pour améliorer sa (leur) performance énergétique.

La prestation d'audit peut comprendre également un accompagnement **permettant de préparer la mission de maîtrise d'œuvre et de valider la conformité des solutions et des équipements mis en œuvre.**

L'audit énergétique est un préalable :

- à un projet sommaire,
- à la consultation d'entreprises pour la mise en œuvre d'un contrat de performance énergétique
- à une mission d'ingénierie,
- à la mise en place d'une comptabilité énergétique.

Il revient ensuite au maître d'ouvrage de choisir des intervenants compétents (soit directement l'entreprise dans les cas simples, soit un maître d'œuvre pour élaborer un projet), de faire réaliser les travaux, les réceptionner et enfin de gérer ses consommations énergétiques.

L'audit énergétique peut constituer une partie de l'étude énergétique que les maîtres d'ouvrage du secteur tertiaire doivent réaliser en préalable à la mise en œuvre du dispositif Eco Energie Tertiaire. L'audit permettra ainsi de fournir au maître d'ouvrage des données utiles pour compléter la plateforme [OPERAT](#):

- Description du bâtiment : surface, bâti, équipements
- Les données associées à l'année de référence choisie (consommations d'énergie, données d'occupation)

- Programme de travaux, le cas échéant

## 4. DESCRIPTION DE LA PRESTATION

### 4.1. Phase 1 : Etat des lieux

Chaque bâtiment fera l'objet d'un examen approfondi en vue de recueillir les éléments nécessaires à la réalisation des phases suivantes de l'audit énergétique<sup>1</sup>.

L'état des lieux comprend :

- Le recueil des informations disponibles auprès du maître d'ouvrage et /ou du gestionnaire de l'établissement (factures, plans de bâtiments, schémas des réseaux électriques et de fluides, données de suivi énergétique, abonnements et contrats d'exploitation, livret de chaufferie).
- Une description du bâtiment ainsi qu'une évaluation de ses caractéristiques architecturales, urbaines, et paysagères ainsi que de ses qualités d'usages tant pour les occupants que pour le public
- Une description synthétique des principes constructifs et le cas échéant des désordres apparents
- La caractérisation des locaux en fonction des facteurs climatiques extérieurs et intérieurs des bâtiments (données météo locales, organisation du site, zonage climatique et utilisation des bâtiments).
- Le relevé sur le site et la description détaillée du bâti et des installations (état du bâti et des installations, plans des réseaux de fluides).
- Un contrôle du fonctionnement des installations avec des outils d'investigations appropriés (débit de ventilation, température de consigne, hygrométrie intérieure, mesures de combustion, éclairage moyen, infiltrométrie de l'enveloppe et des réseaux, etc.).
- Un examen des modes de gestion des énergies (tarification, nature et durée des contrats).

Il revient au prestataire de vérifier la disponibilité des informations nécessaires à la bonne exécution de sa prestation. Il sollicitera le maître d'ouvrage pour organiser une visite préalable des sites avant la formulation de l'offre. Ces vérifications le conduiront à envisager, si nécessaire, une campagne de mesures préalable, ainsi que les relevés utiles au récolement des données. Il s'assurera ainsi que la finesse des informations collectées soit suffisante pour parvenir à des préconisations solides.

Cette démarche de recueil de données se fera en en prévision de l'élaboration d'un dispositif de suivi ou de management de l'énergie à l'usage du maître d'ouvrage, une fois la prestation d'audit terminée.

### 4.2. Phase 2 : Bilan énergétique et préconisations

Les données recueillies seront analysées par le prestataire en procédant aux calculs et aux interprétations qui permettront de mettre en évidence les améliorations à envisager.

Pour ce faire, il réalisera :

- Une analyse critique de la situation existante en s'attachant aux anomalies ou aux déficiences observées sur le site. Ce bilan portera sur les conditions d'occupation et d'exploitation du bâtiment, la qualité de l'enveloppe, le renouvellement d'air, la qualité et le fonctionnement des installations thermiques et des autres équipements consommateurs d'énergie.

---

<sup>1</sup> Voir « Annexe 2 : Guide détaillé de l'audit énergétique bâtiment (à l'usage du prestataire)»

L'analyse des installations soulignera les points défectueux des installations thermiques (génération, distribution, émission, régulation), et l'adéquation avec les différents zonages, la nature et le dimensionnement des équipements, et enfin la configuration des circuits de distribution (y compris électrique).

L'analyse des conditions d'exploitation portera sur l'adéquation des besoins avec les contrats et les tarifs utilisés, la nécessité de mettre en place un suivi des consommations et la vérification des bonnes conditions d'exploitation d'une GTB (quand elle existe).

Le prestataire ne négligera aucun gisement d'économie d'énergie et analysera tous les équipements consommateurs d'énergie (hors process) ayant un impact sur le bilan énergétique du site. Il attachera une attention particulière à l'éclairage artificiel en veillant notamment à une utilisation optimisée de la lumière naturelle. Il vérifiera la pertinence de la régulation et les possibilités de couplages énergétiques des différents usages.

- Un bilan énergétique global du site, bâtiment par bâtiment, en tenant compte des tous les usages importants (consommations de chauffage et de conditionnement d'air, consommations des autres usages thermiques – ECS, refroidissement et cuisson, consommations des usages électriques conventionnels – éclairage et auxiliaires, et consommations des autres usages spécifiques de l'électricité.

Les consommations réelles, issues des mesures, relevés et factures des trois dernières années seront confrontées avec les résultats obtenus par un calcul théorique des consommations. La méthode retenue pour le calcul théorique sera explicitée (durée de chauffe, température de consigne, variations climatiques exceptionnelles, usages intermittents, etc.) et sera fondée sur un découpage cohérent avec celui des relevés de consommation réelle. Les écarts observés avec les consommations réelles seront commentés et s'appuieront sur les anomalies décelées au cours de l'état des lieux. Une analyse critique du dimensionnement des installations par rapport aux besoins réels sera également proposée, surtout en cas de proposition de changement de système.

- Un calcul des consommations réglementaires pour situer la performance initiale du bien selon la méthode de calcul Th C-E ex. **Ce calcul conventionnel ne peut en aucun cas se substituer aux calculs réels et théoriques des consommations précédemment réalisés.**
- Une énumération des améliorations possibles en distinguant les actions correctives permettant un gain immédiat (programmation de l'installation thermique, modification des contrats d'entretien et d'exploitation des équipements, optimisation des tarifications énergétique, remplacement des ampoules, respect des températures de consigne), de celles impliquant un investissement (isolation des murs et des planchers, remplacement des menuiseries, gestion des équipements – y compris de façon centralisée, remplacement d'équipements, substitution d'énergies, etc.).

Le prestataire proposera, si besoin, des évolutions des outils de maintenance, la possibilité immédiate ou à terme de diversification énergétique, de substitution et/ou de l'utilisation de techniques nouvelles.

Il établira un tableau rappelant les paramètres principaux sur lesquels porteront les améliorations (déperditions, consommations, rendements...) et donnera des indications chiffrées sur les objectifs d'amélioration visés pour chaque action.

- Une analyse globale et poste par poste de l'impact énergétique et environnemental des préconisations.

Il est rappelé que l'utilisation des grandeurs physiques, comme les coefficients et les ratios, ne peuvent constituer que des points de repère utiles mais ne peuvent pas remplacer les mesures et calculs, à ce stade de la prestation.

Dans le cas où un pré-diagnostic aurait déjà été réalisé, l'audit devra permettre de valider les préconisations du pré-diagnostic et d'approfondir, notamment grâce à la mesure, les pistes d'investigation identifiées comme prioritaires lors du pré-diagnostic.

L'audit permettra également d'afficher les consommations et les performances en cohérence avec les éléments du DPE<sup>2</sup>.

#### 4.3. Phase 3 : Programmes d'améliorations

Des scénarios de rénovation seront ensuite élaborés sur la base de programmes d'améliorations cohérents et adaptés aux caractéristiques de chacun des bâtiments, pour permettre au maître d'ouvrage d'orienter son intervention dans les meilleures conditions de coût et de délai. Ces programmes seront présentés sous la forme de « bouquets » de réalisations indissociables, correspondant à un niveau de performance énergétique global après travaux. Ces bouquets seront complétés le cas échéant d'autres préconisations de travaux d'amélioration énergétique issues de l'analyse des spécificités du bâti

Plusieurs scénarios de travaux sont à proposer par le prestataire, à minima les scénarios suivants :

Pour les bâtiments résidentiels :

- ➔ Scénario 1 : un gain minimum de 35% d'économie d'énergie primaire pour les 5 usages RT, par rapport à la consommation conventionnelle avant travaux
- ➔ Scénario 2 : un gain minimum de 55% d'économie d'énergie primaire pour les 5 usages RT, par rapport à la consommation conventionnelle avant travaux
- ➔ Scénario 3 : un scénario correspondant au niveau BBC Rénovation, soit  $80 * (a+b)$  kWhEP/m<sup>2</sup>.an)

Pour les bâtiments tertiaires :

- ➔ Scénario 1 : un gain minimum de 40% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010)
- ➔ A minima pour les bâtiments assujettis au dispositif éco énergie tertiaire (obligation issue de la loi Elan du 23 novembre 2018) :
  - Scénario 2a : un gain minimum de 50% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010).
  - Scénario 2b : un gain minimum de 60% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010).
- ➔ Scénario 3 : un scénario correspondant au niveau de performance du label BBC Rénovation (Cep<Cref-40% pour les 5 usages réglementés) ; ce scénario fait l'objet d'un calcul réglementaire mais devra également comprendre un calcul des gains d'économies en énergie finale tous usages.

<sup>2</sup> DPE (Diagnostic de Performance Energétique) : étude réglementaire obligatoire lors de la session ou le changement de locataire du bâtiment. L'ADEME n'en assure pas la promotion via des soutiens financiers. Sa réalisation - parce qu'elle est rendue obligatoire par la réglementation - est exclue de la prestation d'audit énergétique. Le DPE s'appuie sur une méthodologie standardisée qui ne permet pas le même approfondissement que celui apporté par l'audit énergétique, nécessaire pour envisager un vrai plan d'actions d'économie d'énergie. En revanche, l'Audit énergétique peut intégrer la méthodologie de calcul appliquée dans le DPE pour avoir une méthodologie de comparaison avec d'autres bâtiments.

Les obstacles techniques à l'atteinte des objectifs de performance de l'un ou l'autre de ces scénarii devront faire l'objet d'éclaircissements et/ou de justifications. Les programmes d'économies d'énergie ne se limiteront pas aux cinq usages conventionnels.

Le programme d'amélioration portera sur :

- Les actions correctives ne nécessitant pas de travaux et portant sur les conditions d'utilisation et de meilleure exploitation du bâtiment (températures de chauffage et de conditionnement d'air, ralentis de nuit ou d'inoccupation, modification du contrat d'exploitation, révision des organes et durées de programmation minuterie...).
- Les travaux techniquement envisageables sur le bâti, les installations thermiques et les autres équipements ou usages spécifiques, en tenant compte des interactions entre améliorations proposées (par exemple, reprise de l'équilibrage et re-réglage des régulations en cas de travaux d'isolation des parois...).

Le prestataire éclairera le maître d'ouvrage sur les attendus de ces programmes et proposera pour le besoin :

- Une description détaillée des interventions à mettre en œuvre (quantités, type de matériel, performance visée, conditions de mise en œuvre, etc.),
- Une comparaison entre les consommations, avant et après travaux, sur l'ensemble du programme proposé,
- Une évaluation de l'amélioration de la qualité du confort des occupants (confort d'hiver et été, qualité de l'air intérieur, ...)
- Une évaluation des réductions d'émissions de gaz à effet de serre sur la base des contenus CO<sub>2</sub> des énergies indiquées en annexe 3 du document.
- Les gisements d'économies, exprimés en kWh énergie finale et primaire, sur chacun des postes et globalement.

#### 4.4. Phase 4 : Analyse financière

Les scénarios de rénovation énergétique, tels que définis au § « Phase 3 : Programmes d'améliorations », feront l'objet d'une analyse financière détaillée.

Elle sera produite à partir de la méthode en « coût global » et prendra pour hypothèses<sup>3</sup> :

- L'évolution des prix des énergies selon le taux de croissance annuel moyen (TCAM),
- Des périodes d'amortissement de 6, 15 et 30 ans pour le calcul du temps de retour sur investissement (TRI).

Ces estimations seront ensuite comparées à un scénario de base, pour mettre en évidence les économies générées sur les charges d'exploitation et de maintenance, pour chacune des périodes définies.

L'analyse fera ressortir, pour chaque scénario :

- Le coût prévisionnel des travaux (montant prévisionnel par poste et global),
- Le coût d'exploitation pour chacun des usages (usages conventionnels et usages spécifiques d'électricité),

---

<sup>3</sup> Voir Annexe 2 pour des scénarios d'évolutions possibles des coûts des énergies

- Le coût d'entretien des installations (P2), l'identification de la personne à qui est affectée cette charge (locataire, propriétaire, gestionnaire, exploitant...) et les conséquences si ces entretiens ne sont pas réalisés
  - Le coût de renouvellement prévisionnel du matériel lourd sur la durée prise pour l'analyse en coût global,
  - Le temps de retour prévisionnel de l'investissement sur l'ensemble des postes.

Les investissements correspondants et leurs temps de retour seront précisés sur la base d'une estimation budgétaire préliminaire à +/- 20 %.

La source d'information utilisée pour les coûts de référence utilisés sera mentionnée afin de permettre au maître d'ouvrage une actualisation ultérieure du chiffrage proposé. Les interventions complexes feront l'objet d'études plus détaillées, si nécessaire.

Toutefois, pour faciliter la prise de décision, le prestataire mentionnera dans son chiffrage les modalités ou dispositifs de soutien financier applicables selon la situation du maître d'ouvrage: certificats d'économie d'énergie, crédits d'impôts, subventions nationales ou locales...

L'audit énergétique peut, le cas échéant, être suivi **d'une phase d'accompagnement** destinée à appuyer le bénéficiaire dans la mise en œuvre des préconisations formulées. Cette phase comprend quelques jours d'intervention du prestataire après le rendu du rapport final d'audit. **Elle ne doit pas être confondue avec une mission de maîtrise d'œuvre.**

Le prestataire réalisant la prestation d'accompagnement peut aussi être différent de celui ayant réalisé l'audit.

## 5 - MODALITES DE REALISATION DE LA PRESTATION

### 5.1 - Avant la prestation :

Faire une proposition – au besoin basée sur un entretien et/ou une visite préalable du site à diagnostiquer - détaillée et transparente comprenant :

- **Le CV et les références des intervenants faisant ressortir les qualifications professionnelles et/ou diplômes en rapport avec la prestation demandée**  
Certifications / Accréditations / Qualification (notamment obtention ou pas de la qualification OPQIBI 19.05 relative aux audits énergétiques des bâtiments tertiaires et habitations collectives ou équivalence)  
Pour les Architectes, l'inscription à l'Ordre est exigée.
- **Les références de l'équipe :**  
Références d'audits énergétiques comparables à la proposition et/ou attestant des capacités requises des membres de l'équipe.
- **Une proposition technique** définissant les caractéristiques du programme de travail telles que détaillées dans le présent cahier des charges :
  - sa durée (exemple : 4 à 5 mois)
  - son volume (exemple : 5 jours d'accompagnement individualisés)
  - ses modalités (exemple : visites sur site régulières et courtes)

Dans un souci de qualité, le prestataire s'engagera dans sa proposition à respecter les règles suivantes :

- évaluer avec précision les économies d'énergie réalisables sur le bâtiment faisant l'objet d'une étude d'aide à la décision, et en chiffrer les conditions économiques de réalisation ;
- suivre une démarche rigoureuse explicitée et justifiée dans ses rapports d'études ;
- être exhaustif dans ses recommandations et fournir toutes les informations objectives nécessaires au maître d'ouvrage pour décider des suites à donner ;
- ne pas privilégier a priori un type d'énergie ni certaines modalités de fourniture d'énergie ou de tout autre service (vapeur, froid, chaud, air comprimé, électricité...)
- ne pas intervenir dans un établissement vis-à-vis duquel il ne présenterait pas toute garantie d'objectivité, notamment sur des installations conçues, réalisées ou gérées pour l'essentiel par lui-même ;
- n'adjoindre aucune démarche commerciale concernant des biens ou services (ayant un lien avec les recommandations) au cours de son intervention.

Dans tous les cas, la proposition commerciale du prestataire précisera le détail des opérations couvertes par l'audit proposé ainsi que les mesures qui seront effectuées.

Dans ce sens, la proposition établira également la liste des matériels de mesure nécessaires en précisant ceux qui auraient intérêt à être installés à demeure accompagnée le cas échéant d'une proposition financière concernant la fourniture desdits matériels.

- **Une offre financière** Correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître la charge de travail, les coûts journaliers du (ou des) intervenant(s), les frais de déplacements, de mesures et les éventuels frais annexes.

## 5.2 - Pendant la prestation

### 5.2.1 - Pour le prestataire

En matière d'audit énergétique, quatre points méritent d'être soulignés:

- La phase initiale du diagnostic, le relevé (examen et description des locaux, entretien avec le maître d'ouvrage) représente la partie fondamentale de l'étude. La qualité des relevés, l'analyse rigoureuse des informations saisies, la pertinence des observations, la recherche des possibilités d'intervention, déterminent la justesse des calculs et des simulations ultérieures et, par voie de conséquence, l'intérêt des interventions techniques proposées. Le prestataire devra anticiper les éventuelles pathologies ou désordres et proposer des solutions spécifiques de mise en œuvre.
- La phase centrale du diagnostic (exploitation et traitement des données) doit utiliser des méthodes de calcul adaptées aux bâtiments et aux équipements considérés. La méthode de calcul bien maîtrisée, le recours à l'informatique sont pratiquement indispensables
- L'audit ne préconise pas seulement des solutions pour réduire les consommations mais doit également examiner des **substitutions d'énergie** possibles (biomasse, solaire, réseaux, ...) notamment en recourant aux énergies renouvelables.
- Certaines interventions complexes ne sont que globalement évaluées au stade de l'audit énergétique, les études complémentaires nécessaires doivent alors être mentionnées. Lorsque les

actions préconisées consistent à faire réaliser une étude complémentaire, le prestataire établira en outre un court document correspondant au cahier des charges techniques de l'étude proposée.

### 5.2.2 - Pour le maître d'ouvrage

Pour le bon déroulement de la démarche, le maître d'ouvrage :

- mettra en place les moyens nécessaires
  - moyens humains (exemple : 1 jour par semaine pour l'animateur environnement)
  - moyens financiers (pour la mise en place du plan d'actions)
- suivra régulièrement l'avancement de la démarche (exemple : 2 heures par semaine)
- s'impliquera fortement aux étapes-clés (lancement du projet, définition des priorités, élaboration d'une politique environnementale...).

## 5.3 - Après la prestation

### 5.3.1 - Restitution

A l'issue de la mission, le prestataire restitue clairement les résultats de la prestation au commanditaire. Cette restitution doit permettre une appropriation complète des résultats par le maître d'ouvrage.

### **La prestation d'audit peut être prolongée par un accompagnement à la mise en œuvre :**

La prestation peut comprendre un engagement du prestataire (celui ayant réalisé l'audit ou un autre) à accompagner le maître d'ouvrage sur quelques journées pour, par exemple, faire le point sur le planning de réalisation, rechercher de l'information, réaliser des cahiers des charges de consultation... Cette prestation d'accompagnement ne peut pas être confondue avec des missions de maîtrise d'œuvre (Voir ci-après § 8).

## 6 - QUALITES IMPERATIVES

Cette étude préalable doit réunir des qualités indispensables: prise en compte des spécificités architecturales et constructives, prise en compte des qualités d'usages, rigueur du raisonnement et des calculs, exhaustivité des analyses et des propositions et indépendance vis à vis de considérations commerciales, qu'il s'agisse de marques d'équipements ou de nature d'énergie.

### 6.1 - Qualités du rapport

Le rapport, qui doit comporter deux parties, l'une à destination du Maître d'ouvrage (rapport de synthèse et analyse de propositions) l'autre à destination de son responsable technique (rapport détaillé d'audit, outils de suivi et gestion), devra:

- Être clair et lisible, la forme est importante, elle facilite la décision et incite aux travaux,
- Donner un avis d'expert, un conseil d'individu à individu par quelqu'un qui a passé du temps sur place, qui a rencontré les hommes chargés de l'entretien ou de la gestion,

- Fournir des informations suffisantes pour la réalisation des travaux préconisés et donc pour la consultation d'entreprises devant fournir des devis,
- Comporter des annexes techniques suffisamment complètes (pour vérifier un mètre par exemple),
- Proposer des améliorations conformes aux exigences de performance énergétique réglementaires minimales mais également des programmes plus ambitieux permettant d'atteindre des performances énergétiques renforcées,
- Faire apparaître, selon le projet, l'incidence sur l'enveloppe et la volumétrie du bâtiment, le maintien voire l'amélioration de la qualité d'usage et l'impact sur la valeur patrimoniale d'origine
- Être remis en mains propres et commenté.

## 6.2 - Qualités des méthodes de calcul

Ces méthodes et outils doivent:

- Être **explicites**: on donnera impérativement les références de la méthode, les détails des étapes et des hypothèses de calcul,
- Être **cohérentes et adaptées** : Il est illusoire de traiter tel ou tel point avec force détail, et d'utiliser des éléments forfaitisés par ailleurs,

Les méthodes conventionnelles de type calcul réglementaire ne sont pas adaptées à la phase d'audit du bâtiment existant, elles ne doivent pas être utilisées, sinon en fin de prestation pour vérifier la conformité des programmes de travaux préconisés aux exigences réglementaires et/ou niveaux de labels.

- 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 calculées et pour la simulation des combinaisons d'améliorations possibles,
- Être **automatisées**: sans être impératif, le traitement informatique des données recueillies est plus fiable, plus rapide et plus souple.

## 6.3 - Qualités du diagnostiqueur

Les meilleures méthodes et outils ne sont rien sans le discernement du diagnostiqueur qui doit avoir:

- Une bonne connaissance technique et pratique des bâtiments existants et de leurs équipements techniques, notamment énergétiques
- La compétence, l'esprit critique et une bonne dose d'imagination pour proposer des améliorations opportunes, évoquer les financements et les mécanismes administratifs de prise de décision...
- Un bon contact humain car les données à recueillir sont à la fois qualitatives et quantitatives et cela requière de la psychologie pour ne pas faire naître de conflit avec les interlocuteurs.
- **Enfin, une rigoureuse indépendance de considération commerciale est indispensable.**

## 7 - SUIVI ET COMPTABILITE ENERGETIQUE

Outre des programmes de travaux cohérents, l'audit doit proposer et aider à la mise en place d'une comptabilité énergétique du bâtiment. Cette comptabilité peut prendre différentes formes allant d'un

simple tableau de relevés hebdomadaires et mensuels de compteurs et de factures jusqu'à des outils informatisés de suivi en temps réel et de gestion technique centralisée.

Dans tous les cas, la réalisation du diagnostic doit donner un point "zéro", niveau d'efficacité énergétique de référence, fonction de l'état des équipements et des valeurs cibles dépendantes des travaux prévus et effectivement réalisés.

Enfin, l'audit énergie réalisé doit permettre un **affichage des consommations et des performances** en cohérence avec les éléments du **diagnostic de performance énergétique (DPE)**.

La contribution du prestataire à la mise en place de ce suivi fait partie intégrante de la démarche d'audit (ex: assistance à la renégociation de contrats, à la mise en place du plan de comptage, à l'interprétation des résultats...).

## 8 - MODALITÉS DE RÉALISATION DE LA PRESTATION D'ACCOMPAGNEMENT POUR LA MISE EN ŒUVRE DES PRECONISATIONS (Phase optionnelle)

La phase d'accompagnement à la mise en œuvre des préconisations ne se substitue pas à une éventuelle étude de faisabilité ou d'ingénierie. Le prestataire choisi pourra différer de celui ayant réalisé l'audit.

La mission du prestataire consiste à aider le maître d'ouvrage à mettre en œuvre tout ou partie des préconisations du diagnostic sous forme de journées de conseil. La prestation ne peut pas être confondue avec des missions de maîtrise d'œuvre.

La prestation d'accompagnement sera composée de :

- la validation avec le maître d'ouvrage de la ou des préconisations à accompagner, voire d'actions nouvelles ;
- la définition d'un plan de travail sur la période d'accompagnement choisie et les modalités de l'accompagnement (nombre total des journées d'accompagnement et répartition sur la période choisie) ;
- l'accompagnement proprement dit.

## 9 - ANNEXES

l'ADEME met à disposition des maîtres d'ouvrages ou des prestataires des documents complémentaires pour faciliter la réalisation de la prestation (Annexe 1, 2 et 3): guide détaillé de réalisation de l'audit (à l'usage du prestataire), scénario d'évolution des prix de l'énergie, contenu CO2 des énergies.

## Annexe 1 – guide détaillé de réalisation de l’audit énergétique bâtiment (à l’usage du prestataire)

### 1. Phase 1 : examen et description

Chaque bâtiment fera l'objet d'un examen approfondi en vue de définir par calcul et/ou par mesures, dans certains cas par estimation<sup>4</sup>, les éléments nécessaires à la réalisation des phases 2 (exploitation traitement des données) et 3 (synthèse) de l'audit énergétique.

A cet effet il conviendra de demander, voire retrouver, puis d'exploiter tout document, tel que plans d'ouvrages ou d'installation, livret de chaufferie, ou documents mentionnant “ la vie ” des équipements sur plusieurs années concernant aussi bien la structure, l'enveloppe du bâtiment, la ou les partitions, les réseaux électriques ou de fluides, les équipements, les conditions d'utilisation des locaux. Les plans de recollement, notamment les lots chauffages et électricité, devront être examinés, et si nécessaires modifiés. Faute de mieux, un plan de repérage orienté des lieux sera rapidement constitué et utile pour la suite.

#### 1.1. Caractéristiques spécifiques des locaux

Selon leur vocation, leur site, leur zonage, leurs conditions effectives d'utilisation et d'occupation on détaillera :

##### 1.1.1. Vocation du/des bâtiments

La nature, l'activité générale, publique, privée, ERP (Établissement Recevant du Public...). Il peut en exister plusieurs simultanées auquel cas on précisera la proportion des surfaces affectées à chaque activité (voir aussi 1.1.3 Zonage). Il sera important de noter également un changement plus ou moins récent d'affectation de locaux pouvant prêter à modification de bilan énergétique.

##### 1.1.2. Site, données climatiques locales,

**Chaque site local**, qu'il soit rural ou urbain, possède des caractéristiques propres qu'il est difficile de typifier ou de codifier. Une approche climatique locale la plus réaliste possible doit être effectuée, ce qui est souvent facilité quand le “ diagnostiqueur ” **est de la région**.

C'est dire également que la connaissance des données météorologiques locales\*, et de leur origine, et modes de définition de mesures et de calcul, devront être maîtrisées\*.

Par ailleurs, l'examen de l'orientation du bâtiment, de son ensoleillement\*, l'influence des vents, la forme du bâtiment aideront dans cette véritable enquête. On relèvera notamment les caractéristiques du site au regard de l'ensoleillement, ainsi que les dispositions spécifiques du bâtiment favorables ou défavorables à la mise en place d'équipements solaires, à un recours accru à l'éclairage naturel ou une valorisation des apports solaires. 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 d'audits.

La qualité du site d'un point de vue météorologique, sa rigueur climatique “ extérieure ”, doit faire l'objet d'un passage obligé. Les méthodes utilisant les degrés jours sont souvent les plus connues. D'autres

---

<sup>4</sup> Par exemple la composition d'une paroi multi-matériaux sera parfois déterminée "par expérience" sans procéder à une analyse destructive ou utiliser un K-mètre.

méthodes utilisant les températures moyennes annuelles, mensuelles, décadaires, voire horaires peuvent être utilisées, quand nécessaire.

Pour ce qui concerne les climats –intérieurs- artificiels, le recours, à des méthodologies adaptées est également, si besoin, envisageable.

Il convient également de rappeler que les saisons “ de chauffe ” réelles ne font pas l’objet de textes “ officiels ”, (ce contrairement aux hypothèses de calcul, voire aux outils de calcul réglementant le bâtiment neuf).

La responsabilité de la durée de chauffage relève, en général, du Maître d’Ouvrage, ou de son mandaté. La variation des durées de chauffage d’un bâtiment existant doit être examinée sur trois à cinq années environ pour être jugée comme représentative.

**Les possibilités de recours aux énergies renouvelables seront, dès que possible, recherchées.**

On précisera la disponibilité, donc les possibilités d’approvisionnement en ressources locales telles que bois, réseaux de chaleur, géothermie, solaire, récupération de chaleur fatale, ...

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

Un zonage reflétant les conditions réelles d’utilisation et d’occupation sera établi en fonction:

- De l’orientation des bâtiments, par exemple si des apports solaires conséquents induisent des différences, voire des conditions de déséquilibre thermique.
- De climats intérieurs différents dus à des usages permanents ou intermittents,
- De conditions, et durées d’utilisations et d’occupation, pour le chauffage, mais aussi la ou les ventilations mécanisées, et l’éclairage artificiel,
- Des “ comportements ” particularisés des différents utilisateurs
- De la nature des locaux (logement de gardien...)
- Des apports internes, globaux (solaires, ou des occupants, donc également de leur nombre, ou des équipements d’éclairage) et/ou particularisés (cuisine, salle informatique, restaurant) à préciser, en indiquant le mode et le taux de récupération des “ apports libres ”
- Des locaux non chauffés (réserves, archives, parkings.), ou peu chauffés
- Des volumes particuliers (salle de cinéma, de conférence, d’audience, cafétéria)

Ainsi, pour chacune des zones, on fera la description nécessairement détaillée des apports, en occupation comme en inoccupation, des volumes, des températures, voire de “ surchauffes ” ou déséquilibres, du fonctionnement, des horaires...

Pour les surchauffes d’été on précisera particulièrement pour les zones et périodes critiques d’inconfort, les températures atteintes, la durée de ces températures.

Toutes ces données rassemblées, puis analysées en 5.2.1, devront permettre la définition pratique de véritables données climatiques intérieures, aidant à la structuration d’un ou plusieurs scénarios d’occupation.

## **1.2. Examen du / des bâtiment(s)**

### **1.2.1. Description de la construction**

Pour chaque bâtiment on relèvera la **date de construction** et des éventuelles modifications ou extensions, les procédés mis en œuvre (construction traditionnelle, industrialisée, panneaux de façade, VEC...). Pour les

bâtiments les plus récents, on vérifiera leur adéquation aux règlements, notamment thermiques, des années 70, 80, 90.. On établira un ou plusieurs plan(s) de masse schématique(s), indiquant notamment l'orientation, auquel pourront être joints tous documents utiles (coupes, élévations, photos...) pour identifier et caractériser les différentes zones précédemment établies. On relèvera toutes les caractéristiques dimensionnelles utiles (périmètres, surfaces, hauteur(s), niveaux ou étages, nombre de zones, volumes non chauffés, ...), ou qui seront nécessairement instrumentées (équilibre ou déséquilibre thermique).

On recensera les études et travaux récents réalisés ou en cours et on fera un inventaire des documents divers mis à disposition par le maître d'ouvrage (plans, documents de recollement...)

### 1.2.2. Examen du bâti

Pour chaque bâtiment cet examen (nature, état, caractéristiques...) portera sur:

- L'état général de l'étanchéité: vieillissement, infiltrations, humidité, condensations...
- Ouvertures: nature, étanchéité des ouvrants (Types de vitrage, menuiseries utilisées, aspect, facilité de manœuvre, ...), dimensionnement, orientation, occultations et protections solaires.
- Nature et état des parois (préciser épaisseur, composition), surface par type des parois opaques (simples, composées, éléments préfabriqués, des allèges, des parois transparentes ou translucides, des planchers bas (sur terre-plein, sur vide sanitaire, sur locaux non chauffés...), des toitures, type et état de l'isolation thermique.
- Examen des points singuliers (possibilités de liaisons diverses parasites, coffres de volets roulants, boîtiers de prises électriques perméables...) et de l'existence et/ou le traitement des ponts thermiques.

Le relevé ainsi réalisé devra permettre de calculer ensuite les pertes dues au bâti. L'utilisation de méthodes simplifiées sera utilement référencée.

### 1.2.3. Renouvellement d'air

L'examen des dispositifs spécifiques de renouvellement de l'air dans les bâtiments participe pleinement à la bonne appréciation du bilan énergétique. Dans ces conditions, les éléments nécessaires à l'analyse spécifique prévue en Phase 2 doivent être rassemblés.

On recensera les aérations, les dispositifs existants de ventilation, en distinguant la ventilation naturelle, et la ventilation mécanique, les bouches d'entrée (vérifier le débit), les extracteurs (plaque signalétique indiquant la puissance), les conditions de fonctionnement et de modulation, l'entretien réalisé ou les encrassements), la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, donc la possibilité de ventilation parasite, et on 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 par renouvellement d'air.

Ce poste souvent considéré comme "énergivore" doit également apporter aux occupants le meilleur confort pour le meilleur coût, donc la plus exacte ventilation possible pour mériter son nom de mécanique contrôlée. On jugera donc rapidement, de son bon (ou mauvais) fonctionnement, dans la phase d'entretien avec les usagers. Une fois encore, deux paramètres "naturels" sont fondamentaux : le site, par rapport aux contraintes imposées au bâtiment, et le comportement des occupants (ceux qui sont à l'intérieur, ou qui entrent et sortent), enfin, le mode de ventilation est lié à la vocation du bâtiment (cf R.S.D.T.), à sa hauteur, et à sa date de construction.

Dans les bâtiments récents, compte tenu des différentes contraintes réglementaires, la V.M.C. a fait l'objet d'une étude spécifique (les plans du lot Ventilation sont disponibles...). Dans ces conditions, on vérifiera que l'installation, en général convenablement dimensionnée, est bien utilisée par ses occupants, en particulier que l'installation a bien été mise en route ..., voire que les notices de fonctionnement ont bien

été remises aux utilisateurs... On veillera également, si nécessaire, à s'assurer de la bonne mise en place des contrats d'entretien et du respect de leur prestation (nettoyage et remplacement des filtres provocateurs de baisse de charge, bouches et grilles, re-réglage des débits d'air, équilibrage des réseaux de distribution, remise à l'heure des horloges en vérifiant que la fonction zonage est bien appliquée...). On vérifiera donc les débits, l'étanchéité des réseaux,

Pour les bâtiments des années 70, on procédera de la même façon, mais en approfondissant la requête par zone, volume ...

On vérifiera le débit des bouches d'entrée, les extracteurs ( les extracteurs doivent être accessibles, en combles, en terrasse, en local technique réservé à la ventilation, la plaque signalétique indiquant généralement la puissance..), les conditions de fonctionnement et de modulation , l'entretien réalisé ou les encrassements), la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, donc la possibilité de ventilation parasite, et on indiquera de manière précise les zones de fonctionnement et les volumes traités (humidité, température, débits, équilibre ou au contraire déséquilibre.), les dysfonctionnements et pathologies éventuelles devant être signalées et prises en compte.

Quand le renouvellement d'air est assuré par ventilation " naturelle ", On distingue les conditions du tirage thermique : C'est le cas de bâtiments des années 50-60.

Il conviendra de distinguer plusieurs effets combinatoires : le tirage, le vent, mais également les effets parasites dus, soit à une perméabilité défectueuse, soit au contraire à une production de condensation sur les parois froides, pouvant mener au développement de moisissures, et à une détérioration du bâtiment.

L'investigation devra reposer sur un examen mentionnant la présence (ou l'absence), et l'inventaire de bouches et conduits divers..., des points singuliers, par exemple des menuiseries, ce sans préjuger de la ventilation par l'ouverture des fenêtres. La présence d'entrées d'air et d'un ou plusieurs conduits, individuels ou " shunt ".

Pour ce qui concerne les bâtiments plus anciens, s'ils n'ont pas été " retouchés ", ils devraient, hors ventilations parasites, garder leur efficacité d'un volume/ heure.

Autant que faire se peut, il conviendra de distinguer le relevé des consommations " hiver " du relevé de ces consommations en " été ". en essayant de veiller au bon couplage chauffage/ éclairage- ventilation.

Dans ces conditions, les éléments nécessaires à l'amélioration de l'efficacité de la ventilation seront systématiquement relevés, puis analysés spécifiquement en Phase 2.

### **1.3. Examen et description des installations climatiques**

Il ne saurait être question dans ce document, dont la vocation est la constitution d'un cahier des charges, de vouloir pallier à un ouvrage, voire un mémento, de thermique ou d'énergétique du bâtiment.

#### **1.3.1. Schéma de principe des installations**

On établira un ou plusieurs schémas recensant les dispositifs et leur participation aux fonctions de bâtiment, y compris les équipements de secours. Attention à la responsabilité ERP du " sachant ", et code des assurances.

#### **1.3.2. Chauffage conditionnement d'air**

##### **1.3.2.1. Emplacement chaufferie**

Préciser l'emplacement (sous-sol, terrasse) et les caractéristiques du local y compris la possibilité ou non d'installer des équipements complémentaires.

### 1.3.2.2. Stockage

Répertorier l'âge, le volume, l'état d'entretien, les dispositifs de comptage des équipements de stockage d'énergie

### 1.3.2.3. Générateur(s)

On relèvera toutes les informations relatives à :

- Nature de l'énergie, utilisation éventuelle pour production d'ECS, date de mise en service, réparation et modification récente, état de conservation (détérioration, corrosion...)
- Marque, type et puissance des générateurs, dimensionnement, calorifugeage
- Brûleurs (âge, type, date du dernier réglage ou changement), pertes à l'arrêt
- Evacuation des produits de combustion et organes annexes
- Régulation de puissance et nombre d'heures de fonctionnement annuel, description du fonctionnement ainsi que les mises hors circuit pendant des périodes d'arrêt, cascades de chaudières
- Mesures faites sur place et périodicité de ces mesures (fumées, CO<sub>2</sub>, pertes fumées, pertes annexes...) sur la base du livret de chaufferie. L'absence de ces éléments importants devra être signalée et on réalisera donc des mesures de rendement de production instantané à la date de la **visite qui devra donc intervenir pendant une période de fonctionnement de l'installation.**

Dans le cas de production de froid (groupes frigorifiques, pompes à chaleur) relevé de la nature des fluides et de la charge, examen approfondi du confinement de l'installation et des dispositifs permettant une récupération des fluides dans le cas où l'entretien le nécessite, inspection des condenseurs ou tours de refroidissement, relevé des caractéristiques physiques de fonctionnement, détail de la nature des compresseurs, des organes de détente et de régulation, dispositif de récupération de lubrifiant,....

Pour tous les types de générateurs, détermination du rendement de production (rendement d'exploitation + rendement saisonnier selon l'arrêté en vigueur).

### 1.3.2.4. Distribution

Pour chaque zone de distribution (à repérer précisément par rapport au zonage évoqué précédemment)

Schéma de l'installation, nature du fluide calo ou frigo porteur, températures réelles de départ/retour par rapport à la température extérieure

Mode de distribution (horizontale, verticale), diamètre, longueur des canalisations

Caractéristiques des organes de circulation, débit...

Calorifugeage: existence, nature, épaisseur, longueur, passage dans locaux chauffés ou non chauffés...

Galeries techniques, caniveaux

Sous stations : état de fonctionnement des vannes, entartrage, embouage du réseau, examen des échangeurs (description, type, caractéristiques...) et pertes des réseaux

Rendement de distribution: bases et méthodes du calcul...

Adaptation du réseau de distribution aux conditions d'utilisation et aux besoins thermiques des locaux

Equilibrage: organes de réglage (nature, nombre, emplacement, ...)

#### **1.3.2.5. Émetteurs**

Description des émetteurs: nature (plancher, radiateur, ventilo convecteur, aérothermes, convecteurs électriques...) dimensionnement, nombre, appareils de réglage, puissance, adéquation n aux besoins

#### **1.3.2.6. Régulation**

Pour chaque zone, on s'assurera du bon fonctionnement des différents éléments régulateurs:

Type (thermostat intérieur, sonde de température extérieure...) ainsi qu'implantation et emplacement des éléments sensibles

Réglage (points de consigne...), pente de régulation (commentaires)

Robinets thermostatiques

#### **1.3.2.7. Programmation**

Périodes de chauffage, de ralenti ou d'arrêt, gestion de l'intermittence

#### **1.3.2.8. Optimiseurs**

Description de la logique d'optimisation (tarifaire, énergétique...) et de la méthode de choix des horaires d'effacement ou de relance en marche forcée, appréciation de l'adéquation à l'inertie du bâtiment

#### **1.3.2.9. Rendement global**

Après relevé et mesures, méthode de calcul des différents rendements et du rendement global

### **1.3.3. Eau chaude sanitaire**

Indication des éléments fondamentaux sur les volumes journaliers d'eau consommée, les profils de puisage et la température de l'eau froide (en tenant compte du climat local).

#### **1.3.3.1. Générateur**

Pour les générateurs spécifiques d'ECS en production centralisée, on précisera si la préparation est instantanée, semi instantanée ou à accumulation, par appareils indépendants, la nature de l'énergie, le nombre de générateurs et les dates de mise en service, les marques et types, la température de production d'ECS et les rendements de production (mesurés; calculés...)

Dans le cas d'un générateur double service en production centralisée on analysera le fonctionnement du générateur pour l'ECS seulement et notamment son rendement hors saison de chauffe.

#### **1.3.3.2. Stockage**

On indiquera:

La capacité et l'adaptation aux besoins

L'existence ou non d'un comptage, son état,

Le rendement de stockage

La qualité de l'isolation thermique

#### **1.3.3.3. Distribution**

Décrire:

Le mode de distribution, et le cas échéant, le maintien de la boucle en température

L'existence et la nature du calorifugeage

La (les) température(s) de puisage et leur adaptation aux différents usages

Les pertes du réseau et la constance du niveau de température

La présence de compteurs

On déterminera un rendement de distribution en indiquant la méthode et les paramètres pris en compte

#### **1.3.3.4. Régulation**

Description du type de régulation et de son état d'entretien.

#### **1.3.3.5. Programmation**

Selon le cas, fonctionnement de la boucle de distribution, adaptation aux horaires de puisage et aux usages.

#### **1.3.3.6. Rendement global**

Méthode de calcul adoptée et résultats

### **1.4. Exploitation des Installations thermiques**

Conduite, suivi et périodicité de l'entretien

Mode d'exploitation (salarié du maître d'ouvrage, de l'occupant, exploitant...)

Type de contrat

Livret de chaufferie

Dans le cas de l'utilisation de l'énergie électrique pour les usages thermiques, doivent être exploités tous les éléments " d'exploitation " de ces équipements, leur absence, souvent cause de " déséquilibre thermique ", voire de perturbation et dysfonctionnements divers dus au manque d'entretien, doit être signalée.

### **1.5. Usages spécifiques de l'électricité**

#### **1.5.1. Eclairage**

Dans le cadre du relevé du bâtiment, le diagnostiqueur aura déjà en tête les premiers éléments nécessaires à juger de la bonne adéquation entre l'éclairage naturel et l'éclairage artificiel, ce en fonction des caractéristiques architecturales du bâtiment, par exemple pour ce qui concerne l'exposition, et la conception intérieure et extérieure des locaux.

L'examen des équipements d'éclairage doit permettre de veiller à une utilisation rationnelle de l'énergie électrique.

Description des équipements d'éclairage intérieur en distinguant l'éclairage regroupé et l'éclairage ponctuel, seront précisés la nature des sources, les types de luminaires, les accessoires d'alimentation.

Modifications récentes des installations électriques, par exemple modifications des circuits de distribution

Existence d'un zonage

Existence d'un éventuel déséquilibre thermique, ou " pertes de surchauffe " dû à des équipements désuets

Programmation, contrôle de l'éclairage

Détection de présence, minuteries, autres systèmes de commande

Eclairage des espaces extérieurs, des parkings et circulations

Les possibilités de recours à l'éclairage naturel seront systématiquement examinées. Les modifications possibles d'ouvrants, la création de parois translucides, la possibilité de percement de " puits de lumière" ..., seront répertoriées en fonction des volumes visités.

#### **1.5.2. Moteurs, pompes, auxiliaires**

L'ensemble des équipements consommateurs d'électricité pour la force seront répertoriés avec indication des puissances appelées et des logiques de commande. Les possibilités de délestage seront envisagées ainsi que l'intérêt de substitution par des moteurs plus efficaces, pompes à vitesse variable etc...

#### **1.5.3. Ascenseurs**

Une attention particulière sera portée aux ascenseurs et monte-charge: on vérifiera la bonne adéquation des dimensionnement et vitesse de desserte au trafic réel. La logique de commande dans le cas d'ascenseurs en batterie sera examinée et commentée.

#### **1.5.4. Facteur de puissance**

Le facteur de puissance de l'installation électrique sera examiné (au besoin en liaison avec l'examen des factures préconisé ci-après) et dans le cas où il entraînerait des facturations, on s'attachera à déterminer les équipements incriminés pour pouvoir ultérieurement préconiser les remédiations appropriées (changement d'appareil, correction par batterie de condensateurs...)

### **1.6. Examen des équipements particuliers**

Nombre d'établissements tertiaires abritent des activités annexes ou liées à l'usage professionnel principal du bâtiment, exemple: la restauration, la blanchisserie, l'informatique centralisée, la reprographie etc..., qui peuvent être le siège de consommations énergétiques considérables et de gisement d'économies d'énergie et de charges non moins importants.

Ces activités feront l'objet d'un examen selon une méthodologie similaire à celle préconisée ici pour les usages thermiques - relevés, analyse, préconisations - mais adaptée à la situation rencontrée. Ces activités devront avoir été clairement identifiées dès le début de l'audit et prises en compte pour la définition du zonage notamment. On distinguera en particulier les équipements de :

- Cuisson
- Froid alimentaire
- Equipements informatiques ou électroniques (y compris les dispositifs d'alimentation de type onduleur par exemple)
- Lavage (traitement du linge, équipements de cuisine et restauration)
- Divers usages de force motrice (presses à compacter, rechargement de batterie de véhicules électriques, ...)
- ...

On s'attachera également à analyser le foisonnement et à recenser les usages électriques qui peuvent être la cause d'une facturation de dépassement de puissance ou d'un surcroît d'abonnement ou plus généralement d'une consommation d'énergie pendant les heures les plus chargées et qui pourraient faire l'objet d'un délestage, d'un décalage dans le temps voire d'une substitution à une autre énergie, ou, enfin, source d'économies d'électricité.

Ces équipements sont très évolutifs et ont une durée de vie notablement inférieure à celle des éléments constitutifs du bâtiment. Il appartiendra à l'expert chargé de l'audit de porter son attention aussi bien sur les évolutions intervenues depuis un examen précédent, que sur celles probables dans les trois ans à venir et à toutes leurs conséquences sur l'ensemble des flux énergétiques du bâtiment concerné (augmentation d'apports internes, génération de vapeur, modification de débits de ventilation...).

## **1.7. Consommations énergétiques**

Pour établir les éléments nécessaires à l'établissement du bilan énergétique, on procédera schématiquement de la façon suivante : relevés, instrumentations, mesures, et factures permettront de constituer, autant que faire se peut, des consommations dites "réelles". Ces premiers résultats seront confrontés avec ceux obtenus par les calculs de consommations, qui seront appelés théoriques. La recherche des consommations probables, fruit d'une comparaison entre les consommations réelles et calculées, demande une bonne appréciation, le recours à un bouclage hâtif, facteur d'erreurs sérieuses, est peu recommandé.

### **1.7.1. Consommations de chauffage et de conditionnement de l'air**

#### **1.7.1.1. Relevé(s)**

On relèvera les consommations liées au chauffage et au conditionnement d'air (à condition de pouvoir les séparer selon le type de facturation ou d'énergie!) sur les trois années écoulées en tenant compte de la représentativité de la période choisie comme référence, par exemple la durée de chauffage, exprimée en jours par année, et en faisant toutes observations utiles sur ce relevé en particulier en matière de fonctionnement "normal" ou non de l'établissement, de variations climatiques exceptionnelles,...etc

#### **1.7.1.2. Calcul de la consommation théorique**

La méthode retenue pour les calculs sera explicitée et les résultats seront disponibles selon un découpage cohérent avec celui des relevés de consommation réelle disponibles (voir plus loin "consommations d'électricité")

#### **1.7.1.3. Comparaison et commentaires**

Les relevés et calculs précédents donneront lieu à comparaison, analyse (et explication éventuelle) des écarts, les commentaires devront s'appuyer sur les anomalies décelées au cours des relevés. Les modifications intégrées, le cas échéant, dans le calcul pour "recaler" les valeurs calculées et les valeurs réelles seront explicitées.

### **1.7.2. Autres consommations à usage thermique (ECS, cuisson)**

#### **1.7.2.1. Relevé(s)**

Si des relevés sont disponibles on pratiquera comme précédemment, sinon on pourra être amené à installer, à titre provisoire dans le cadre d'une nécessaire instrumentation ou définitif, des sous-comptages pour des usages particuliers les plus importants d'une même énergie.

#### **1.7.2.2. Calcul(s), Comparaisons et commentaires**

On procédera comme ci-dessus, pour les usages liés au chauffage et au conditionnement d'air.

### **1.7.3. Consommations d'électricité à usages spécifiques**

#### **1.7.3.1. Relevé(s)**

On utilisera l'ensemble des factures électriques ainsi que, pour les clients en tarif jaune ou vert, les récapitulatifs annuels mois par mois. Au-delà des simples relevés de consommations selon les tranches horo-tarifaire, on portera une extrême attention à l'ensemble des informations figurant sur ces factures (version tarifaire, puissance souscrite, dépassement de puissance, facturation d'énergie réactive, pertes transformateurs...)

Si des relevés sont disponibles on pratiquera comme précédemment, sinon on pourra être amené à installer, à titre provisoire ou définitif, des sous-comptages pour des usages particuliers les plus importants d'une même énergie.

#### **1.7.3.2. Calcul(s)**

Pour les consommations d'électricité on devra bien évidemment effectuer les calculs de consommations théorique de manière à obtenir des résultats directement comparables aux relevés, c'est à dire selon la même décomposition horo-saisonnaire. La méthode de calcul retenue sera décrite.

### 1.7.3.3. Comparaison et commentaires

Les chiffres seront analysés et commentés et les écarts éventuels entre calculs et relevés seront explicités; au besoin donneront lieu à des modifications dans les étapes du calcul: celles-ci devront être signalées et expliquées.

### 1.7.4. Récapitulatif

Une fois l'ensemble des calculs effectués et les résultats validés par rapport aux consommations réelles observées on établira, pour chaque zone ou activité, un (ou des) tableau(x) récapitulatif(s) qui donnera (donneront) également la décomposition des consommations par énergie et selon les usages (chauffage, conditionnement d'air, ventilation, éclairage, ECS, auxiliaires, cuisson, autres usages spécifiques à détailler...).

## 1.8. Bilan énergétique, niveau initial à la date du relevé

L'agrégation de ces tableaux constituera le bilan énergétique initial de l'établissement.

Ce regroupement de données, qui peut être ordonnancé schématiquement, préjugera des interactions entre les différents postes consommateurs, et donc des impacts, modifications, et changements éventuels intervenant lors des prévisions d'interventions sur différents postes consommateurs, en servant utilement de pense-bête, voire de " contrôleur de démarche ".

## 2. Phase 2 : Exploitation et traitement des données

### 2.1. Analyse critique de la situation existante

Les éléments précédemment établis ainsi que les anomalies ou déficiences observées sur le site, doivent permettre de procéder à une analyse critique approfondie portant sur les points suivants:

**Analyse des conditions d'utilisation :** Cette analyse débouchera rapidement sur des conseils d'utilisation immédiats, par exemple en montrant qu'une meilleure utilisation de l'éclairage naturel est immédiatement possible, ou sur l'organisation des services, et la définition des objectifs d'implantation de système, une sensibilisation au suivi énergétique, ou bien une sensibilisation à l'établissement de cahier des charges d'une GTB.

**Analyse de la qualité du bâti et du renouvellement de l'air:** cette analyse mettra en évidence les qualités ou défauts thermiques du bâtiment tant pour ce qui concerne son enveloppe que pour ce qui a trait au renouvellement d'air( par exemple une perméabilité excessive des parois fixes, couplée à des ouvertures parasites, ou en réenclenchant simplement une horloge de ventilation dans des locaux à occupation régulière); cette analyse intégrera la programmation de travaux prévus sur le gros œuvre ou les menuiseries par exemple, pour des raisons de réfection d'étanchéité, de traitement de pathologie du bâtiment (condensations, moisissures) ou de corrections de nuisances acoustiques, pour y associer des travaux d'amélioration thermique.

**Analyse de la qualité des installations thermiques:** cette analyse montrera au maître d'ouvrage les points défectueux concernant tout ou partie des installations thermiques: génération, distribution, émission, régulation. Adéquation des différents zonages, chauffage, et circuits de distribution de l'énergie électrique.

### **Analyse des autres équipements consommateurs d'énergie :**

Une attention particulière sera portée à l'éclairage artificiel

**Adaptation d'ensemble du bâtiment et de ses installations vis à vis de la maîtrise de l'énergie** (par exemple l'inertie du bâtiment par rapport à la régulation. Amélioration rapidement possible de l'éclairage naturel), Couplages énergétiques des différents usages.

### **Analyse des conditions d'exploitation :**

Par exemple adéquation des contrats et tarifs,

Validation des suivis de comptages

Validation des bonnes conditions d'exploitation d'une GTB (quand elle existe), ou au contraire indication de réglages voire préconisation de modification.

Evolution des outils de maintenance, **Possibilité immédiate ou à terme de diversification énergétique**, de substitution et/ou de l'utilisation de techniques nouvelles: dans ce cas une analyse précise des possibilités d'approvisionnement ou disponibilités sur le site devra être faite.

## **2.2. Tests et exploitation**

On établira ensuite, pour chaque bâtiment ou équipement:

Un tableau rappelant les paramètres principaux sur lesquels porteront les améliorations (déperditions, consommations, rendements...

La liste des améliorations possibles au niveau de l'exploitation (conduite des installations, entretien des équipements, respect des températures...)

Le résultat du test des améliorations envisageables (amélioration du bâti et des installations thermiques, modification d'équipements ou de commandes, utilisation des énergies renouvelables, renégociation de contrat de fourniture d'énergie, de contrats de maintenance, modification d'abonnements...

Pour chaque intervention envisagée on donnera :

- la description détaillée de la mise en œuvre des travaux (surface, longueur, épaisseur, matériels...)
- les coûts (unitaires et quantitatifs) correspondants en précisant la source d'information pour les prix
- un calcul de rentabilité adapté au maître d'ouvrage. Ainsi il devra être précisé, à minima le temps de retour brut en relation avec la durée de vie estimée du matériel ou de l'équipement mis en œuvre, et préférentiellement, un calcul de coût global actualisé. Ce calcul intégrera des hypothèses d'évolution de prix des énergies.
- pour faciliter la prise de décision, le prestataire intégrera dans son chiffrage les modalités ou dispositifs de soutien financier applicables selon la situation du maître d'ouvrage: certificats d'économie d'énergie, crédits d'impôts, subventions nationales ou locales...

## **3. Phase 3 : Synthèse**

A partir de cette étude il sera proposé plusieurs programmes cohérents d'améliorations :

- sur les conditions d'utilisation et de meilleure exploitation du bâtiment (températures de chauffage et de conditionnement d'air, ralentis de nuit ou d'inoccupation, modification du contrat d'exploitation, révision des organes et durées de programmation minuterie...),

- de travaux techniquement envisageables tant pour ce qui concerne le bâti que les installations thermiques et les autres équipements ou usages spécifiques, en tenant compte des interactions entre améliorations proposées (par exemple, reprise de l'équilibrage et re-réglage des régulations en cas de travaux d'isolation des parois...),

avec:

- Descriptions des interventions à mettre en œuvre,
- Détermination de l'enveloppe financière
- Comparaison entre la consommation avant et après travaux en tenant compte de l'ensemble du programme proposé, **et évaluation des réductions d'émissions de gaz à effet de serre avec les contenus CO2 des énergies indiqués en annexe**
- Un calcul de rentabilité adapté au maître d'ouvrage, avec des hypothèses d'évolution des prix des énergies comme indiqué en annexe
- Une proposition si nécessaire d'études plus détaillées pour des interventions complexes

Ces différents programmes cohérents de travaux devront permettre d'atteindre les objectifs des scénarios suivants :

Pour les bâtiments résidentiels :

- Scénario 1 : un gain minimum de 35% d'économie d'énergie primaire pour les 5 usages RT, par rapport à la consommation conventionnelle avant travaux
- Scénario 2 : un gain minimum de 55% d'économie d'énergie primaire pour les 5 usages RT, par rapport à la consommation conventionnelle avant travaux
- Scénario 3 : un scénario correspondant au niveau BBC Rénovation, soit  $80 * (a+b)$  kWhEP/m<sup>2</sup>.an

Pour les bâtiments tertiaires :

- Scénario 1 : un gain minimum de 40% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010)
- A minima pour les bâtiments assujettis au dispositif éco énergie tertiaire (obligation issue de la loi Elan du 23 novembre 2018) :
  - Scénario 2a : un gain minimum de 50% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010).
  - Scénario 2b : un gain minimum de 60% d'économie d'énergie finale tous usages confondus par rapport à l'année de référence (qui ne peut être antérieure à 2010).
- Scénario 3 : un scénario correspondant au niveau de performance du label BBC Rénovation (Cep < Cref-40% pour les 5 usages réglementés) ; ce scénario fait l'objet d'un calcul réglementaire mais devra également comprendre un calcul des gains d'économies en énergie finale tous usages.

**Le rapport d'audit énergétique remis au maître d'ouvrage doit comprendre:**

- La phase de description et d'examen
- Les analyses et résultats
- La synthèse permettant au client d'apprécier l'intérêt technique et économique des programmes d'améliorations préconisées
- Un tableau de mise en place d'une comptabilité énergétique mensuelle, par énergie et récapitulatif, avec indications de valeurs cibles correspondant à une gestion optimisée et intégrant les effets des travaux.
- Les éléments permettant un affichage des consommations d'énergie

#### 4. Présentation du rapport

Il est recommandé d'adopter une présentation du rapport permettant sa lecture à plusieurs niveaux:

Celui du décideur, qui sera intéressé par les informations de synthèse, les programmes de travaux, les éléments conclusifs,

Celui du technicien qui aura à utiliser le document dans le temps, pour en faire vivre les recommandations ou s'y référer lors de l'évaluation des améliorations mises en œuvre.

## 5. Conclusion

Le présent cadre d'audit n'est pas un formulaire à remplir mais un document servant de guide pour la réalisation d'un audit de qualité. Il fait partie intégrante du présent cahier des charges.

## Annexe 2 – scénarios d'évolution du prix des énergies

### IMPORTANT – A USAGE DES BUREAUX D'ETUDES

Les résultats de l'analyse d'un audit énergétique doivent nécessairement projeter dans le futur les actions d'amélioration identifiées. Pour ce faire, afin de donner une visibilité au maître d'ouvrage, l'évolution des prix des énergies est un élément fondamental.

Il est donc important de proposer plusieurs scénarios telles que :

- une évolution tendancielle des énergies basée sur un historique long
- une évolution basée sur les évolutions récentes
- etc.

Les données indiquées ci-dessous peuvent servir pour les scénarios.

Dans un contexte de renforcement des politiques énergétiques et climatiques mondiales, voici les projections de prix des différentes formes énergétiques qu'il est proposé de retenir pour le calcul économique ou financier relatif à l'analyse de projet menée par l'ADEME :

*Evolution des prix de l'énergie, taux de croissance annuel moyen 2020-2040*

	TCAM du prix en euros constants	TCAM du prix en euros courants <sup>5</sup>
Essence	1.7%	3.6%
Gazole	2.0%	3.9%
Fioul domestique et GPL	2.8%	4.7%
Gaz nat - industrie	2.9%	4.8%
Gaz nat - bâtiment	2.2%	4.1%
Elec - industrie	1.2%	3.0%
Elec - bâtiment	1.1%	3.0%
Biomasse (dont bois) - industrie	1.2%	3.0%
Biomasse (dont bois) - bâtiment	1.2%	3.1%

*Source : Calculs ADEME (SEP) d'après sorties modèle POLES (Enerdata)*

*N.B. : ces données seront actualisées mi 2021.*

<sup>5</sup> Pour obtenir l'évolution en euros courants (i.e. le prix qui apparaît sur la facture), nous avons pris les projections d'inflation de la Banque Centrale Européenne, qui réalise des projections d'inflation à 1 an, 2 ans et 5 ans. Les dernières disponibles au 1<sup>er</sup> octobre 2015 sont : 1,2% à un an ; 1,5% à 2 ans et 1,9% à 5 ans, cf [https://www.ecb.europa.eu/stats/prices/indic/forecast/html/table\\_hist\\_hicp.en.html](https://www.ecb.europa.eu/stats/prices/indic/forecast/html/table_hist_hicp.en.html). En l'absence de projections postérieures, le taux d'inflation à 5 ans a été appliqué aux années suivantes. Cela fait un taux d'inflation annuel moyen de 1,85%. A noter que certaines différences entre les deux colonnes sont liées à des effets de troncature.

Ces données ne constituent pas une recommandation ou prise de position de l'ADEME sur ce que devrait être ces prix à l'avenir. Les données proposées ne sauraient non plus être considérées comme des préconisations ou prévisions de la part de l'ADEME.

A partir de cette projection de coût de l'énergie, 2 variantes sont proposées pour les scénarios de calcul économique :

- variante 1 : projection -20%
- variante 2 : projection +20%

### Annexe 3 – contenu des énergies en kg équivalent CO2

En kilogramme de CO2 par kilowattheure PCI d'énergie finale :

Électricité, usage chauffage *	0,079
Électricité, autres usages *	0,064
Électricité d'origine renouvelable utilisé en autoconsommation	0
Gaz méthane (naturel) issu des réseaux	0,227
Gaz butane ou propane	0,273
Fioul domestique	0,324
Charbon (anthracite)	0,387
Bois, biomasse - Plaquettes forestières (25% humidité)	0,0244
Bois, biomasse - Granulés (pellets) ou briquettes (8 % humidité)	0,0304
Bois, biomasse - Buche (20 % humidité)	0,0295
Autres combustibles fossiles	0,324
Réseaux de chaleur	Valeur fixée dans l'arrêté annuel modifiant l'annexe 7 de l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au DPE

\*ces valeurs seront susceptibles d'être modifiées en 2021.

## L'ADEME en bref

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.