



**CAHIER DES CHARGES  
ENERGETIS COLLECTIVITE  
BATIMENT**

**VERSION FEVRIER 2026**

## ***Une mise à jour de notre cahier des charges ENERGETIS Collectivité Bâtiment pour un accompagnement encore plus ambitieux***

La Région Centre Val de Loire a été pionnière dans l'accompagnement des collectivités pour l'amélioration thermique des bâtiments. Elle a apporté un soutien financier majeur aux opérations de rénovation thermique globale et performante du patrimoine des collectivités locales.

Ainsi, le plan isolation régional, soutenu dans le cadre de la contractualisation avec les territoires a permis de soutenir depuis 15 ans près de 1800 bâtiments et logements des collectivités locales, représentant un effort financier de la Région Centre Val de Loire de près de 73 M €.

Pour garantir la performance des opérations et faciliter leur massification, la Région a mis à disposition des collectivités locales un cahier des charges permettant aux décideurs locaux de bénéficier d'un outil d'aide à la décision de qualité et pédagogique s'appuyant sur des simulations techniques et financières.

Cet accompagnement a permis aux collectivités locales les plus petites, dans un principe de solidarité territoriale qui anime la Région d'accéder au dispositif. Les  $\frac{3}{4}$  des communes bénéficiaires comptent moins de 1 000 habitants.

Plus de 40% de l'énergie finale dans notre région est consommée par nos bâtiments. Nos artisans, nos industriels, les acteurs de l'énergie possèdent les savoir-faire pour relever ce défi aux côtés de l'Etat, des collectivités et de la Région

Nous faisons face à plusieurs défis :

### *Un enjeu économique*

Les causes géopolitiques et climatiques des emballements tarifaires se multiplient. Il est hélas logique de considérer que non seulement, l'énergie sera de plus en plus chère, mais qu'en plus la prédictibilité de cette évolution est de plus en plus aléatoire. Qui aurait pu penser que des défauts de soudure dans nos centrales associées à des tensions géopolitiques provoquent une crise aussi forte en 2022, mettant en péril de nombreuses entreprises comme les finances publiques ? La meilleure façon de nous prémunir de ces risques est de limiter nos consommations par la sobriété et l'efficacité de nos bâtiments mais aussi de produire de l'énergie de la façon la plus autonome possible.

### *Un enjeu climatique*

Les raisons du bouleversement climatique que nous vivons sont claires. Chaque gramme de CO2 économisé représente un espoir de limiter les événements climatiques violents. La multiplication des inondations, des canicules, des vents destructeurs n'est pas inéluctable. Notre action individuelle changera-t-elle la donne climatique ? Certes pas. Mais l'addition de nos actions représente, elle, l'espoir majeur pour nous permettre de mieux vivre à l'avenir. L'isolation de nos bâtiments représente une mobilisation vitale pour nos collectivités comme pour nos administrés.

### Un enjeu de santé publique

La température dans les classes de certaines écoles de notre région a dépassé 37°C au mois de juin dernier. Le « stress thermique » (irritabilité, pertes de concentration, difficulté à accomplir des tâches complexes...) est aujourd'hui bien documenté, il touche des milliers de collaborateurs.

Sur le long terme, l'accumulation d'épisodes de forte chaleur entraîne des problèmes de santé graves. La rénovation énergétique est donc aussi et peut-être avant tout un sujet de santé publique. Il existe des moyens de rafraîchissement efficace à très faible impact comme le géocooling, ou la ventilation mécanique nocturne. La mise à jour du document intègre désormais l'adaptation aux épisodes de chaleur.

C'est bien pour vous permettre de répondre à ces enjeux vitaux, pour un meilleur confort et une action de limitation efficace du changement climatique que la Région a mis en place ce cahier des charges ECB. Il s'agit aussi d'une des réponses de long terme aux tensions budgétaires que nous subissons depuis plusieurs années.

Sa mise à jour et son articulation renforcée avec les outils de l'ADEME doivent permettre une meilleure efficacité. Elle est le fruit des retours d'expérience de nombreuses collectivités et de nombreux partenaires et je ne doute pas que cette nouvelle version répondra encore mieux aux besoins de nos territoires.

*Soyez certain de notre engagement à vos côtés pour agir.*

Jérémie GODET,

Vice-Président délégué au Climat,  
aux transformations écologiques et  
sociales des politiques publiques,  
à la transition énergétique,  
à l'économie sociale et solidaire  
et à la vie associative

Dominique ROULLET,

Vice-Président délégué au  
Développement des territoires et à  
la contractualisation

# REMERCIEMENTS

La présente mise à jour du cahier des charges ENERGETIS Collectivité Bâtiment a bénéficié de l'engagement et de l'expertise de nombreux partenaires.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à :

- ✚ Particulièrement, les conseillers.ères en énergie partagée et les économes de flux du Pays de la Vallée du Cher et du Romorantinais, de l'Agence Départementale d'Aide aux Collectivités Locales de l'Indre-et-Loire, de Tours Métropole, du Territoire Energie de l'Eure-et-Loir, du Syndicat Mixte du Pays des Châteaux, de l'ADIL 45-28, du Syndicat Départemental d'Energie du Cher, pour leurs nombreuses contributions, leur expertise terrain et leur mobilisation au service de ce document d'aide à la décision des collectivités ;  
L'ADEME pour son appui technique ;
- ✚ L'Agence Régionale Energie et Climat (AREC) Centre-Val de Loire pour sa relecture technique ;
- ✚ L'Association Française des Professionnels de la Géothermie (l'AFPG) pour ses conseils techniques en matière de géothermie ;
- ✚ Fibois Centre-Val de Loire pour ses conseils techniques en matière de bois-énergie ;
- ✚ ENVIROBAT Centre pour la mobilisation de son réseau Beth Centre et de l'antenne régionale de la Fédération CINOV ;
- ✚ Les bureaux d'études volontaires de Beth Centre et de CINOV pour la rigueur de leurs analyses et la qualité de leurs contributions ;
- ✚ L'Action des Collectivités Territoriales pour l'Efficacité Energétique (ACTEE) pour leur retour à cette contribution ;
- ✚ Effinergie pour leurs précieux conseils techniques et réglementaires.

# CAHIER DES CHARGES

## ENERGETIS COLLECTIVITE BATIMENT

Ce cahier des charges ne s'applique pas aux patinoires.

**Région Centre – Val de Loire**  
**Direction Générale Territoires Durables**  
**Direction des Transformations Ecologiques et du Climat**  
**Version février 2026**



Ce cahier des charges constitue un référentiel technique et pédagogique destiné à accompagner les collectivités dans la commande publique d'études énergétiques dans l'optique d'une rénovation performante. Il regroupe de manière exhaustive les préconisations pour une rénovation énergétique performante, dans une logique de sobriété et d'adaptation au changement climatique.

Il appartient à chaque collectivité de l'adapter au contexte spécifique de son bâtiment ainsi qu'aux contextes climatiques de demain, à ses contraintes patrimoniales et aux ressources d'ingénierie qu'elle peut mobiliser localement (CEP, économe de flux, AMO).

Ce document aborde également une première approche des énergies renouvelables, dans une perspective d'approfondissement ultérieur via des études de faisabilité dédiées (géothermie, bois-énergie, solaire thermique).

**L'étiquette énergétique présentée dans ce rapport d'étude énergétique n'est pas une étiquette DPE réglementaire. Cette étiquette ECB est reconnue par la Région Centre-Val de Loire pour l'accès aux aides CRST et FEDER, mais ne remplace pas un DPE réglementaire requis pour la vente ou la location d'un bien.**

# **SOMMAIRE**

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SOMMAIRE.....</b>                                                                                               | <b>6</b>  |
| <b>GLOSSAIRE .....</b>                                                                                             | <b>8</b>  |
| <b>INTRODUCTION .....</b>                                                                                          | <b>9</b>  |
| <b>PARTIE A : Cahier des charges types.....</b>                                                                    | <b>11</b> |
| <b>1- Modalités de réalisation .....</b>                                                                           | <b>11</b> |
| <b>1-1 Méthodes de calculs et outils logiciels .....</b>                                                           | <b>12</b> |
| <b>1-1-1 Principes généraux .....</b>                                                                              | <b>12</b> |
| <b>1-1-2 Choix de la méthode de calcul .....</b>                                                                   | <b>13</b> |
| <b>1-2 Références normatives et réglementaires .....</b>                                                           | <b>13</b> |
| <b>1-2-1 Normes techniques d'audit et de calculs .....</b>                                                         | <b>14</b> |
| <b>1-2-2 Textes réglementaires applicables à la rénovation .....</b>                                               | <b>14</b> |
| <b>1-2-3 Note technique : Surface de Plancher (SDP) vs Surface Thermique (SRT) .....</b>                           | <b>16</b> |
| <b>2- Étapes obligatoires de la restitution avec livrables .....</b>                                               | <b>17</b> |
| <b>2-1 Etapes et livrables.....</b>                                                                                | <b>17</b> |
| <b>2-1-1 Collecte des données par poste d'usages .....</b>                                                         | <b>17</b> |
| <b>2-1-2 État des pathologies, contraintes relevées et déperditions thermiques .....</b>                           | <b>20</b> |
| <b>2-1-3 Etiquettes énergétiques / gaz à effet de serre .....</b>                                                  | <b>22</b> |
| <b>2-2 Préconisations techniques.....</b>                                                                          | <b>23</b> |
| <b>2-2-1 Préconisations techniques avec et sans travaux.....</b>                                                   | <b>23</b> |
| <b>2-2-2 Priorité à l'enveloppe : isolation et menuiseries .....</b>                                               | <b>24</b> |
| <b>2-2-3 Performances thermiques et émetteurs basse température .</b>                                              | <b>24</b> |
| <b>2-3 Ventilation et qualité de l'air intérieur.....</b>                                                          | <b>25</b> |
| <b>2-3-1 Ventilation : état des lieux .....</b>                                                                    | <b>25</b> |
| <b>2-3-2 Surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI) .....</b>                                             | <b>26</b> |
| <b>2-3-3 Confort d'été : mesurer l'inconfort avec les degrés-heures...</b>                                         | <b>27</b> |
| <b>2-3-4 Solutions passives, solutions actives sobres et rafraichissement actif (listes non exhaustives) .....</b> | <b>28</b> |
| <br><b>PARTIE B : OBJECTIFS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET SCÉNARIOS</b>                                            | <b>31</b> |
| <b>3 – Scénarios et analyse financière .....</b>                                                                   | <b>31</b> |
| <b>3-1 Présentation des scénarios de rénovation et aides financières ..</b>                                        | <b>31</b> |
| <b>3-2 Outils d'aide à la décision et analyse financière .....</b>                                                 | <b>33</b> |

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3-2-1 Choix du scénario avec tableau comparatif multicritères.....                                                | 33 |
| 3-2-2 Analyse financière en coût global .....                                                                     | 33 |
| 4- Objectif de décarbonation régional : utilisation massive des ENR....                                           | 35 |
| 4-1 Arbre de décision pour le choix énergétique.....                                                              | 37 |
| 4-2 Organisation territorialisée Chaleur Renouvelable (CCRT).....                                                 | 38 |
| 4-3 Chauffage « bois-énergie » .....                                                                              | 38 |
| 4-4 Géothermie et géocooling .....                                                                                | 39 |
| 5- Matériaux biosourcés et rénovation du patrimoine ancien .....                                                  | 39 |
| 5-1 Identification de la maçonnerie et diagnostic des pathologies....                                             | 40 |
| 5-2 Les matériaux biosourcés : la solution technique privilégiée avec<br>des aides financières (scénario 2) ..... | 41 |
| 6- Cas particuliers et prestation complémentaire .....                                                            | 42 |
| 6-1 Changement d'usage et extension.....                                                                          | 42 |
| 6-2 Prestation optionnelle d'AMO .....                                                                            | 43 |
| ANNEXES .....                                                                                                     | 44 |
| ANNEXE 1 : Aide à la décision pour la méthode de calcul.....                                                      | 44 |
| ANNEXE 2 Aides financières régionales (CRST) et européennes (FEDER)<br>.....                                      | 45 |
| ANNEXE 3 : Points à traiter dans l'état des lieux énergétique.....                                                | 47 |
| ANNEXE 4 : Grille de relevé des données sur site .....                                                            | 50 |
| ANNEXE 5 : Analyse des factures énergétiques (exemple) .....                                                      | 53 |
| ANNEXE 6 : Préconisations enveloppe et systèmes du bâtiment.....                                                  | 54 |
| ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE.....                                                        | 56 |
| ANNEXE 8 : Exemple de fiche de synthèse pédagogique .....                                                         | 58 |
| ANNEXE 9 : Grille d'évaluation des opportunités ENR (bois et<br>géothermie) .....                                 | 59 |
| ANNEXE 10 : Guide technique géothermie : sondes et échangeurs<br>compacts .....                                   | 62 |
| ANNEXE 11 - Modèle d'engagement d'approvisionnement en bois-<br>énergie .....                                     | 64 |
| ANNEXE 12 : Attestation de classe énergétique d'un bâtiment existant                                              | 65 |
| ANNEXE 13 : Attestation de classe énergétique prévisionnelle après<br>travaux .....                               | 66 |
| ANNEXE 14 - Modèle d'engagement de la maîtrise énergétique.....                                                   | 67 |

# **GLOSSAIRE**

BACS : Building Automation and Control System (pilotage des installations techniques)

BBC Réno : Bâtiment Basse Consommation d'énergie en rénovation (selon label Effinergie)

BRGM : Bureau de Recherche Géologiques et Minières

CABS : Méthode du décret tertiaire (consommation en valeur absolue)

CDC : Cahier Des Charges

Cep : Consommation d'énergie primaire

CEP : Conseiller.ère en Energie Partagée

COP : Coefficient de performance d'une pompe à chaleur ou d'un ballon thermodynamique

CCRT : Contrat d'Objectif Territorial des Energies Renouvelables

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

CRELAT : Méthode du décret tertiaire (consommation en valeur relative)

CRST : Contrat Régional de Solidarité Territoriale

CEE : Certificat d'Economies d'Energie

DH : Degrés Heures

ECS : Eau chaude sanitaire

ECB : Etude « Energetis Collectivité Bâtiment »

EP : Energie primaire / EF : Energie finale

GES : Gaz à effet de serre

GTB : Gestion Technique du Bâtiment

kWhEF (énergie finale) : quantité d'énergie livrée pour l'utilisateur final

kWhEP (énergie primaire) : quantité d'énergie brute nécessaire à la production de l'énergie finale

MOA : Maîtrise d'Ouvrage

MBS : matériaux biosourcés

PAC : Pompe à chaleur

R : Résistance thermique

RT/RE : Réglementation Thermique/Environnementale

STD : Simulation Thermique Dynamique

Th-C-E-ex : Méthode de calcul réglementaire dans le cadre de la RT existante globale

Th-BCE 2020 : Méthode de calcul réglementaire pour les bâtiments neufs RE2020

U : Coefficient de transfert thermique d'une paroi

Uw : Coefficient de transfert thermique d'une menuiserie

VMC : Ventilation mécanique contrôlée



# **INTRODUCTION**

## **1) Qu'est-ce que l'ECB ?**

L'ENERGETIS Collectivité Bâtiment (ECB) est une étude énergétique renforcée, destinée aux bâtiments publics existants, éventuellement assortis d'extensions. L'ECB vise à établir un état des lieux énergétique d'un bâtiment ou ensemble de bâtiments tertiaires, hors patinoires. L'ECB propose également des pré-études et préconisations regroupées en scénarii technico-économiques pour la rénovation énergétique du bâtiment concerné.

Il a quatre finalités principales :

- établir une étude énergétique et de confort de l'état initial (consommations, déperditions, ventilation, confort d'été) ;
- proposer au moins trois scénarios de rénovation techniquement cohérents et chiffrés, en intégrant les aides financières mobilisables ;
- fournir une trajectoire de réduction des consommations compatible avec les obligations réglementaires (décret tertiaire, décret BACS, RT pour l'existant, RE2020 pour les extensions) ;
- fournir une première approche d'opportunité pour l'intégration d'ENR, de MBS et d'adaptation au changement climatique.

L'objectif est double : permettre à la collectivité d'identifier les différentes pistes d'amélioration énergétiques du bâti support de l'étude d'une part, et de disposer de scénarii permettant de respecter les écoconditions des aides d'autre part avec une estimation financière.

## **2) Articulation avec les Conseillers en Énergie Partagée (CEP) et Économes de flux ACTEE**

De nombreuses collectivités Centre-Val de Loire adhèrent à un service CEP (Conseiller.ère en Energie Partagée) ou économe de flux dans le cadre du programme ACTEE (Action des Collectivités Territoriales pour l'Efficacité Énergétique). Le.la CEP/économe de flux est l'interlocuteur.trice énergie de la collectivité : il.elle connaît le patrimoine, les consommations historiques, les projets en cours.

Le prestataire doit s'assurer au préalable que la collectivité adhère ou non à ce service de conseil en énergie. Si la collectivité bénéficie d'un tel accompagnement, le prestataire devra se mettre systématiquement en relation avec le.la conseiller.ère, qui pourra encadrer la prestation pour le compte de la collectivité.

Cette coordination garantit :

- La cohérence entre l'audit ECB et les actions déjà engagées par la collectivité (suivi énergétique, sobriété, travaux antérieurs)
- Le respect des exigences du programme ACTEE (si applicable) pour mobiliser les financements associés
- Un accompagnement technique renforcé tout au long de la démarche

Le cahier des charges ECB est compatible avec le cahier des charges d'audit énergétique ACTEE, permettant de mobiliser son financement lorsqu'applicable.

Il est conçu pour être cohérent, tant sur le plan technique (méthodes de calcul, niveaux de performance, périmètre des scénarios), que réglementaire (décret tertiaire, RT Existant/RE2020, décret BACS, surveillance QAI) et financier (intégration systématique des aides Fonds Vert, CRST, FEDER, CEE dans les plans de financement).

### **3) Contexte régional et aides mobilisables**

La Région Centre-Val de Loire propose des aides financières aux collectivités au titre du Plan Isolation des Contrats Régionaux de Solidarité Territoriale (CRST). Elle mobilise également les aides européennes du Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) pour rénover énergétiquement leur patrimoine.

Par ailleurs, la Région soutient les installations d'énergies renouvelables thermiques et mobilise également le FEDER en étroite collaboration avec l'ADEME et son Fonds Chaleur. Enfin, la Région a créé la SEM et la SPL AREC CVL pour accompagner techniquement et via un fonds d'investissement les collectivités dans l'efficacité de leur patrimoine et la mise en œuvre d'énergies renouvelables.

### **4) Articulation avec le Fonds Chaleur**

Ce cahier des charges ECB a vocation à être utilisé en articulation avec les cahiers des charges du Fonds Chaleur de l'ADEME, il correspond ainsi à la première étape conduisant à plusieurs scénarii de rénovation énergétique portant sur l'isolation et la ventilation, et qui peuvent être combinés à des scénarii de production d'énergies renouvelables ainsi qu'à l'utilisation des matériaux biosourcés. Ils seront présentés et détaillés dans la section **3-1 Présentation des scénarios de rénovation et aides financières**.

### **5) Matériaux biosourcés : un atout régional**

La région Centre-Val de Loire dispose d'un potentiel important pour le développement et l'exploitation des matériaux biosourcés en raison de sa géographie, de sa production agricole et de ses ressources forestières.

Le bois et ses produits dérivés, le chanvre, la paille, le lin, les fibres de miscanthus, le liège, la terre crue ainsi que les enduits biosourcés sont autant de matériaux particulièrement adaptés pour la rénovation énergétique des bâtiments anciens. Ils permettent de réduire l'empreinte carbone, de dynamiser l'économie locale et d'améliorer significativement le confort hygrothermique et la qualité de l'air intérieur. De plus, l'utilisation et la mise en œuvre de ces matériaux biosourcés donnent droit à des bonifications au titre du CRST et du FEDER.

#### **À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

L'audit ECB est une étude réalisée par un bureau d'études qualifié OPQIBI 19.05, qui ne remplace pas une mission de maîtrise d'œuvre complète (DCE, ACT, suivi de chantier).

Il est recommandé de prévoir une articulation forte du prestataire avec un.e Conseiller.ère en Énergie Partagée (CEP) ou d'un.e économe de flux ACTEE, le prestataire devra se coordonner avec lui.elle. L'étude ECB alimentera le passeport de votre bâtiment (historique interventions + études) et constitue la base pour déclarer vos consommations sur OPERAT (décret tertiaire  $\geq 1000 \text{ m}^2$ ). Vous pouvez compléter l'ECB par des prestations optionnelles : assistance dossiers de subvention, suivi de performance, étude de faisabilité ENR (CdC de l'ADEME).

# **PARTIE A : Cahier des charges types**

## **1- Modalités de réalisation**

L'ECB constitue le socle technique et financier pour décider et programmer les travaux de rénovation. Il pourra être complété par des études approfondies (faisabilité ENR, AMO). Le prestataire réalisant l'ECB doit être titulaire de la qualification OPQIBI 19.05 "Audit énergétique des bâtiments (tertiaires et/ou habitations collectives)". Cette qualification garantit les compétences techniques nécessaires pour conduire un audit énergétique rigoureux et conforme aux normes en vigueur.

 *Le prestataire doit fournir son certificat de qualification OPQIBI 19.05 en cours de validité (renouvelé tous les 3 ans). Ce document sera à demander impérativement lors de la consultation.*

### **Cette qualification atteste que le prestataire :**

- ✓ Maîtrise les normes NF EN 16247-1 et 16247-2 (audits énergétiques bâtiments)
- ✓ Dispose de références attestées (minimum 3 audits similaires <3 ans)
- ✓ Possède les moyens humains qualifiés (réfèrent technique formé)
- ✓ Souscrit une assurance responsabilité civile professionnelle

Cette étude doit pouvoir constituer le socle de base pour l'élaboration du « passeport » du bâtiment qui doit permettre de répertorier toutes les interventions qui ont eu lieu sur le bâtiment, ainsi que les différentes études réalisées. Il sera donc nécessaire de récupérer, en lien avec les services de la collectivité, toute la ressource documentaire relative à l'historique du bâtiment. Cette mission sera soit intégrée/matérialisée par la collectivité.

### **Exemple de coordination avec le.la Conseiller.ère en Énergie Partagée (CEP) / Econome de flux**

| <b>Étape</b>                    | <b>Actions du prestataire</b>                                                    | <b>Rôle CEP</b>                                                                                                           |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Avant visite sur site</b>    | Prestataire contacte le.la CEP (nom/contact fourni par collectivité)             | La collectivité ou le.la CEP transmet l'historique des consommations, des travaux antérieurs, du contexte projet          |
| <b>Pendant la visite</b>        | Prestataire invite le.la CEP à visite site                                       | CEP valide relevés, signale les points attention (pathologies, dysfonctionnements)                                        |
| <b>Rapport provisoire</b>       | Prestataire envoie le rapport provisoire au.la CEP pour relecture                | CEP vérifie la cohérence des données, le réalisme des scénari, la faisabilité organisationnelle                           |
| <b>Rapport définitif</b>        | Prestataire intègre les remarques du.de la CEP (ou justifie non-prise en compte) | CEP valide version définitive                                                                                             |
| <b>Restitution collectivité</b> | Prestataire + CEP présentent conjointement les scénarios aux élus                | Le.la CEP est présent.e lors de la restitution et accompagne la décision politique (priorisation, calendrier pluriannuel) |

### **L'ECB s'arrête à la décision d'effectuer les travaux.**

Pour la phase conception/chantier, la collectivité doit commander une mission MOE séparée, ce pourra être le même prestataire retenu mais sous contrat distinct et assurance décennale)

| <b>Critère</b>           | <b>ECB (étude)</b>                               | <b>MOE</b>                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objet</b>             | Diagnostic + préconisations + scénarios chiffrés | Conception + direction exécution travaux                                                                                              |
| <b>Phases</b>            | État des lieux + scénarios                       | Etudes d'esquisse, avant-projet définitif, dossier consultation des entreprises, direction de l'exécution des marchés de travaux etc. |
| <b>Assurance</b>         | Responsabilité civile professionnelle            | RC + Assurance décennale                                                                                                              |
| <b>Livrables</b>         | Rapport audit                                    | Plans d'exécution, CCTP, suivi chantier                                                                                               |
| <b>Lien avec travaux</b> | Aucun lien contractuel avec les entreprises      | Direction et contrôle entreprises                                                                                                     |

## **1-1 Méthodes de calculs et outils logiciels**

### **1-1-1 Principes généraux**

Le prestataire utilise des outils logiciels permettant d'adapter les scénarios aux conditions d'occupation et d'utilisation des locaux afin de représenter l'usage réel et d'estimer précisément les **besoins** de chauffage et de rafraîchissement.

**Deux méthodes de calcul peuvent être utilisées :**

#### **A) Méthode comportementale - Simulation Thermique Dynamique (STD)**

**Objectif** : Représenter le fonctionnement thermique réel du bâtiment en tenant compte des conditions d'occupation, des scénarios d'usage et des variations horaires/journalières.

**Principe** : La STD modélise heure par heure le comportement thermique du bâtiment sur une année complète.

☐ **On entend ici une méthode comportementale, et pas forcément une simulation thermique complète** (à adapter en fonction du bâtiment).

Paramètres de calcul STD : températures de consigne

Pour la STD, la température de consigne à utiliser pour les calculs est :

- 20°C en période d'occupation des locaux
- 17°C en période d'inoccupation des locaux (nuits, weekends, vacances scolaires...)

Ces consignes doivent être adaptées selon la typologie de bâtiment (écoles, mairies, gymnases, piscines...) et validées avec la collectivité lors de la visite sur site.

**⚠ Dans le cas de rénovations énergétiques d'équipements nautiques, une étiquette énergétique spécifique est utilisée (en kWh/m<sup>2</sup>bassin par an). Cf annexe 5.**

## **B) Th-C-E ex – Méthode conventionnelle**

**Objectif** : Cette méthode permet de comparer les scénarios en Cep (Consommation d'énergie primaire) et Ubat (coefficient de pertes) et de produire l'étiquette énergétique avant et après travaux, sans exigence de rapprochement direct aux factures.

Les usages spécifiques (informatique, cuisine...) sont exclus du calcul d'étiquette et quantifiés séparément.

**Principe** : Calcul réglementaire fournissant les indicateurs conventionnels sur les cinq usages réglementaires : chauffage, ECS (Eau Chaude Sanitaire), refroidissement, auxiliaires, éclairage.

**⚠ Outils exclus** : Les outils utilisant d'autres moteurs de calcul (exemple : 3CL-DPE 2021) ou des méthodes similaires basées sur des jeux d'hypothèses conventionnelles non paramétrables sont exclus. Ces outils ne permettent pas l'adaptation aux conditions réelles d'usage des bâtiments tertiaires.

### **1-1-2 Choix de la méthode de calcul**

Au regard des retours d'expérience et des spécificités en Région Centre-Val de Loire, l'ECB privilégie une approche flexible permettant aux bureaux d'études d'adapter leur méthodologie selon les caractéristiques du bâtiment audité.

**Critères de décision** : Le choix entre priorité STD ou priorité Th-C-E ex se fonde sur des critères observables : typologie et usage du bâtiment, durée et régularité d'utilisation, surface et complexité (multizones, Chauffage Ventilation Climatisation, GTB - Gestion Technique du Bâtiment), qualité des données disponibles (factures, sous-comptages), enjeux de confort d'été et dimensionnements ENR (Énergies Renouvelables).

**Une matrice de décision détaillée, croisant ces critères avec les méthodes privilégiées, les mesures optionnelles et les livrables attendus, est fournie en [ANNEXE 1 : Aide à la décision pour la méthode de calcul](#)**

#### **✦ À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

Le prestataire peut utiliser 2 méthodes complémentaires, la STD : le bureau d'études programme heure par heure toute une année de fonctionnement du bâtiment dans son logiciel, et vérifie que le résultat s'écarte de moins de 10% de vos factures réelles. Cela garantit que les économies prévues après travaux sont réalistes ; et la Th-C-E ex (méthode réglementaire conventionnelle, produit l'étiquette énergétique, pas de rapprochement aux factures).

Le prestataire doit justifier son choix méthodologique selon la complexité de votre bâtiment (matrice de décision, qui n'est qu'indicative). Pour le bâti ancien (pierre, tuffeau, terre crue...), une approche spécifique est nécessaire : simulations hygrothermiques pour éviter les pathologies (condensation, moisissures), en utilisant des matériaux biosourcés perspirants qui sont à privilégier.

## **1-2 Références normatives et réglementaires**

L'outil logiciel utilisé par le prestataire doit se conformer aux méthodes, normes en vigueur et bases de données définies par les textes de référence. Ces références garantissent la

robustesse technique de l'audit, sa comparabilité avec d'autres études et sa conformité aux exigences réglementaires applicables aux bâtiments existants.

La présente section distingue les normes techniques volontaires (élaborées par AFNOR/CEN) des textes réglementaires obligatoires (décrets, arrêtés).

### 1-2-1 Normes techniques d'audit et de calculs

#### **A) Normes d'audit énergétique et des déperditions thermiques**

Le cadre méthodologique de l'audit ECB s'appuie sur les normes européennes de la série NF EN 16247 élaborées par le CEN (Comité Européen de Normalisation) et transposées en normes françaises par l'AFNOR (Association Française de Normalisation).

Le dimensionnement des installations de chauffage et le calcul des besoins énergétiques s'appuient sur les normes NF EN 12831 complétées par leur annexe nationale française.

Ces normes permettent de dimensionner correctement les générateurs de chaleur (chaudières, pompes à chaleur...) et les émetteurs (radiateurs, planchers chauffants...) dans les scénarios de rénovation.

#### **À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

Le prestataire doit utiliser les normes européennes d'audit énergétique NF EN 16247 pour garantir la rigueur de l'étude. Les déperditions thermiques sont calculées selon la norme NF EN 12831 + l'annexe française NF P52-612/CN pour les données climatiques locales.

Les consommations devront être comparées aux moyennes nationales ADEME pour identifier si votre bâtiment est très énergivore, dans la moyenne ou s'il est performant.

### 1-2-2 Textes réglementaires applicables à la rénovation

Les audits ECB doivent intégrer le respect des exigences réglementaires applicables aux bâtiments existants rénovés. **Attention : ces textes fixent des obligations légales minimales, distinctes des normes techniques volontaires.**

#### **A) Articulation avec le décret tertiaire et OPERAT**

L'étude ECB s'inscrit dans un contexte réglementaire structuré par plusieurs textes qui encadrent la performance énergétique et environnementale des bâtiments publics. Le prestataire doit connaître ces réglementations pour adapter sa méthodologie et pour que l'audit réponde aux obligations légales de la collectivité.

 **Le Décret tertiaire** [N° 2019-771 du 23 juillet 2019](#) impose aux bâtiments publics  $\geq 1\,000\text{ m}^2$  de réduire leurs consommations énergétiques :

⇒ **-40% en 2030 / -50% en 2040 / -60% en 2050**

[L'arrêté du 1er août 2025](#) précise les modalités d'application des dispositions prévues aux articles R.174-22 à 174-32 du code de la construction et de l'habitation (modifié par [l'arrêté du 5 juillet 2024](#)). La réduction est calculée par rapport à une année de référence 2010-2022.

La plateforme OPERAT de l'ADEME est obligatoire et permet de déterminer :

- Consommations réelles corrigées du climat
- Identification année de référence pertinente
- Choix méthode CRELAT ou CABS selon contexte
- Programme de travaux pour atteindre objectifs 2030/2040/2050
- Gains énergétiques prévisionnels après travaux

 **Le Décret BACS** : automatisation et contrôle des bâtiments

Le Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 impose l'installation de systèmes d'automatisation et de contrôle (GTB/GTC) pour optimiser la gestion énergétique des installations techniques des bâtiments non résidentiels.

Bâtiments concernés :

Bâtiments tertiaires équipés de systèmes de chauffage, refroidissement ou ventilation mécanique de puissance nominale supérieure à 290 kW (au 01/01/2025) ou à 70kW (au 01/01/2030)

⇒ **Stratégie pluriannuelle décret tertiaire et OPERAT**

Afin de répondre aux objectifs du décret tertiaire et être utilisable directement sur la plateforme OPERAT ; le prestataire devra établir un plan d'actions pluriannuel compatible avec :

- la déclinaison des scénarios de rénovation en jalons 2026/2030/2040/2050 (phases de travaux, gains cumulés, indicateur kWhEF/m².an et kgCO₂/m².an à chaque étape) ;
- la production d'un tableau récapitulatif des données nécessaires au dossier technique OPERAT (consommations de référence, données de surfaces, usages, modulations éventuelles) ;

## **B) Réglementation Thermique pour l'Existant (RT Existant)**

| Texte                                                                                                                                                  | Champ d'application                                                           | Exigences principales                                                                                                              | Impact audit ECB                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arrêté du 3 mai 2007</b> relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique « exigences par élément, pour tous les bâtiments » | Rénovations de bâtiments existants applicables à tous les bâtiments existants | Exigences par élément : Chaque élément rénové (paroi opaque, menuiserie, système CVC...) doit respecter des performances minimales | Garde-fous minimaux scénarios ECB (<br><a href="#"><u>ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE</u></a> ) |
| <b>Arrêté du 13 juin 2008</b> relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de                                                          | Rénovation avec travaux lourds                                                | Exigences globales : Le bâtiment rénové doit respecter des performances énergétiques globales                                      | Vérification compatibilité scénarios avec                                                                             |

| Texte                                     | Champ d'application | Exigences principales                                                            | Impact audit ECB      |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| surface supérieure à 1 000 m <sup>2</sup> |                     | (Cep max, Ubât max) calculées selon méthode Th-C-E ex<br>+ Exigences par élément | seuils réglementaires |

**SDP** = Surface de Plancher (Code urbanisme R.112-2) | **Cepmax** = Consommation énergie primaire maximale | **Ubâtmax** = Coefficient déperditions maximal

### **C) Réglementation Environnementale RE2020**

La RE2020, entrée en vigueur progressivement depuis 2022, remplace la RT2012 pour les bâtiments neufs. Elle vise à améliorer la performance énergétique, réduire l'impact carbone de la construction et garantir le confort d'été des occupants.

La RE2020 ne s'applique pas directement aux rénovations de bâtiments existants sans extension significative. Les travaux de rénovation sont encadrés par la réglementation thermique « RT existant » (arrêté du 3 mai 2007 modifié) qui impose des performances minimales par élément (isolation, menuiseries, systèmes). L'ECB s'inspire des principes de la RE2020 (sobriété énergétique, réduction de l'empreinte carbone, confort d'été), sans imposer les seuils RE2020 aux bâtiments existants soumis à la RT Existant Pour les

#### **✦ À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

**Rénovation = RT existant** : Chaque élément remplacé (isolation, menuiseries, chaudière...) doit respecter des **performances minimales réglementaires**. L'ECB intègre ces seuils dans tous les scénarios.

**Décret tertiaire (bâtiments ≥ 1 000 m<sup>2</sup>)** : Objectifs **-40%/-50%/-60%** en 2030/2040/2050. L'ECB fournit l'année de référence, les scénarios compatibles et les données pour la plateforme OPERAT.

#### **Comment savoir si votre bâtiment est concerné par le décret BACS ?**

**Vérifier la puissance de la chaudière/PAC sur la plaque signalétique (en kW), le bureau d'études doit vérifier et signaler l'assujettissement dans son rapport**

**Décret BACS (puissance CVC > 290 kW)** : Installation **GTB obligatoire depuis 01/01/2025**. L'ECB vérifie l'assujettissement, signale toute non-conformité et intègre la GTB dans les scénarios si nécessaire.

**Compatibilité avec autres réglementations** : L'ECB signale les contraintes (patrimoine, ERP, accessibilité, sécurité incendie, amiante) mais ne remplace pas les études réglementaires spécifiques.

Il est fortement recommandé de **s'appuyer à minima sur les garde-fous listés**, calés sur les fiches CEE en

**ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE** pour élaborer les préconisations, supérieurs aux niveaux de la réglementation de l'existant. Pour les logements communaux, le prestataire est invité à se référer aux garde-fou CEE propres aux logements.



bâtiments avec **extensions  $\geq 150 \text{ m}^2$  ou si extension  $\geq 50 \text{ m}^2$  et représentant plus de 30% de la SDP existante**, la RE2020 demeure pleinement applicable et n'est pas modifiée par le présent cahier des charges. L'audit ECB peut, à titre informatif, proposer un scénario évaluant l'impact carbone selon les indicateurs de la RE2020 pour les collectivités qui souhaitent aller au-delà des obligations minimales.

⇒ Voir la section [\*\*6-1 Changement d'usage et extension\*\*](#)

### **1-2-3 Note technique : Surface de Plancher (SDP) vs Surface Thermique (SRT)**

La **Surface de Référence Thermique (SRT)** était la surface utilisée dans la RT2012 (réglementation thermique des constructions neuves 2012-2022, désormais abrogée et remplacée par la RE2020).

Définition RT2012 : Surface de plancher construite après déduction des surfaces non chauffées (sous-sols, garages, remises, locaux techniques...) + majoration surfaces vitrées.

La **Surface de Plancher (SDP)** est la surface définie par le **Code de l'urbanisme (article R.112-2)**, utilisée pour les autorisations d'urbanisme (permis de construire, déclarations préalables...) correspondant à la « somme des surfaces de plancher closes et couvertes, sous hauteur de plafond supérieure à 1,80 m, calculée à partir du nu intérieur des façades. »

Déductions possibles : Circulations verticales (escaliers, ascenseurs), locaux techniques (chaufferie, local TGBT...), surfaces de stationnement intérieur, combles non aménageables (hauteur < 1,80 m).

Pour garantir la cohérence avec le cahier des charges ACTEE et les dispositifs Fonds Vert, tous les ratios de performance, de consommation et d'émissions de GES sont **exprimés par  $\text{m}^2$  de Surface de Plancher (SDP)**. Lorsque des outils de calcul internes continuent d'utiliser la SRT héritée de la RT2012 (ex : moteur ThCEex), le prestataire devra documenter clairement la conversion SRT → SDP et présenter les résultats finaux uniquement en SDP.

## **2- Étapes obligatoires de la restitution avec livrables**

### **2-1 Etapes et livrables**

À l'issue de la visite d'investigation, le prestataire procédera à une analyse des données recueillies sur le site et rédigera un rapport faisant état des résultats de son analyse.

**Le rapport sera pédagogique et didactique** avec des paragraphes courts.

Afin de faciliter la compréhension de l'étude, il est recommandé d'illustrer les performances des parois et des équipements, ainsi que leur état de vétusté à l'aide d'icônes (météorologique, smiley, feu vert-rouge...)

#### **2-1-1 Collecte des données par poste d'usages**

Cette section détaille la **méthodologie de collecte, correction et calibrage des données de consommation**.

| Type de données                 | Période                                | Remarques                                                                               |
|---------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Factures énergétiques</b>    | <b>2 à 3 ans</b> (selon disponibilité) | Toutes énergies : électricité, gaz naturel, fioul, bois, propane, réseaux de chaleur... |
| <b>Relevés compteurs</b>        | 2-3 ans (si télérelève disponible)     | Si disponibles : sous-comptage par usage, zones, bâtiments                              |
| <b>Contrats énergie</b>         | En cours                               | Puissance souscrite (kVA), tarifs (€/kWh, €/kW, abonnement), PCS/PCI gaz                |
| <b>Historique interventions</b> | Depuis construction                    | Travaux rénovation, changements équipements, extensions...                              |

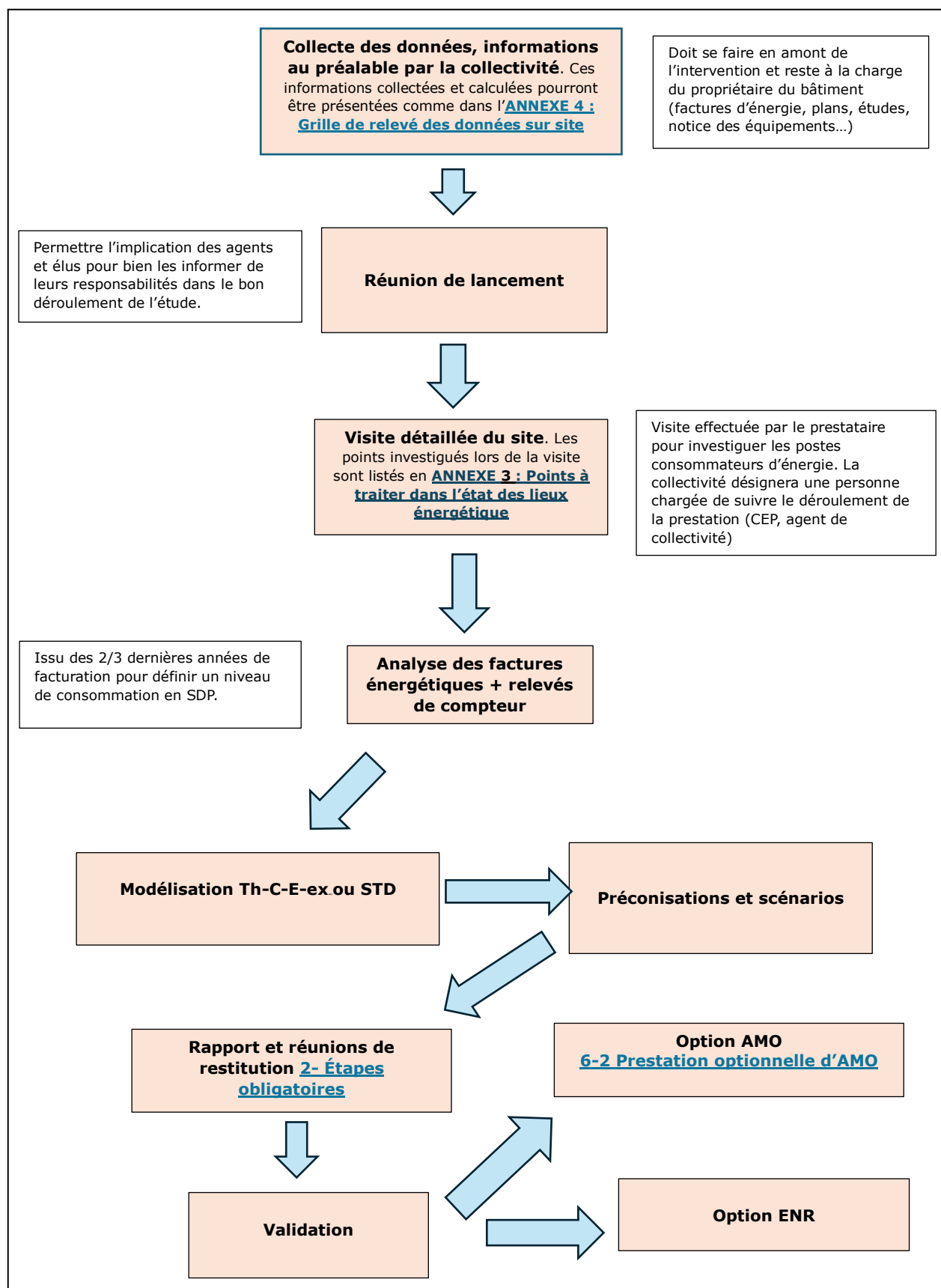
Si données incomplètes ou absentes (bâtiment récent, compteurs partagés, données perdues), le prestataire devra documenter les limites et incertitudes dans une note méthodologique dédiée et modéliser l'existant sur la base des relevés sur site + informations disponibles, en utilisant les conditions d'occupation actuelle + consignes représentatives de l'usage futur.

| Catégorie                                                 | Usages                                                                                                | Prise en compte                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5 usages réglementaires</b> (pour étiquette Th-C-E ex) | Chauffage, ECS, refroidissement, auxiliaires (circulateurs, ventilateurs), éclairage                  | ✓ <b>Inclus dans le calcul étiquette énergétique ECB</b>                                   |
| <b>Usages spécifiques</b> (exclus étiquette)              | Cuisson, bureautique, serveurs informatiques, process industriels, éclairage extérieur, ascenseurs... | ✗ <b>Exclus du calcul étiquette</b><br>✓ <b>Quantifiés séparément</b> dans rubrique dédiée |

**Objectif** : Quantifier la contribution de chaque usage énergétique aux consommations totales, analyser les consommations, identifier les gisements d'économies prioritaires

**Méthode** : Ventilation des consommations réelles mesurées (factures 2-3 ans corrigées climat) par usage, complétée par STD calibrée pour ventilation par usages si nécessaire

| Élément                                                  | Description et objectif                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tableau historique des consommations</b>              | Récupérer les consommations annuelles par énergie (élec, gaz, fioul, bois...)                                                                                                                                                                             |
| <b>Correction climatique (DJU, Degrés Jours Unifiés)</b> | Corriger la consommation de chauffage pour neutraliser l'effet de la rigueur climatique interannuelle (hiver plus/moins froid).                                                                                                                           |
| <b>Correction d'occupation</b>                           | Corriger les consommations si le bâtiment a connu des variations d'usage (fermetures prolongées, travaux, sous-occupation, changement d'affectation).                                                                                                     |
| <b>Estimation besoins thermiques réels</b>               | Estimer l'énergie thermique utile demandée par le bâtiment (chauffage, refroidissement, ECS) avant pertes des systèmes de production/distribution                                                                                                         |
| <b>Chronique annuelle des consommations</b>              | Représentation temporelle (mensuelle, hebdomadaire) des consommations par énergie. Objectif : identifier la saisonnalité, les périodes de forte consommation et les anomalies                                                                             |
| <b>Monotone de puissance</b>                             | Représentation des besoins de puissance (généralement chauffage) classés par ordre décroissant, en fonction du nombre d'heures dans l'année. Objectif : dimensionner les générateurs (base vs appoint/pointe) et évaluer la pertinence d'intégration ENR. |



Les principaux livrables attendus de la mission d'audit sont :

- ✓ **1 Rapport complet** : constituant la partie technique détaillée destiné à la MOA et services de la collectivité détaillant calculs, hypothèses et points de vigilance patrimoine
- ✓ **1 Synthèse pédagogique** : destinée aux élus dans un objectif d'aide à la décision, pour compréhension rapide de l'état initial et des scénarios (**Voir ANNEXE 8 : Exemple de fiche de synthèse pédagogique**)
- ✓ **2 Étiquettes énergie-climat (1 avant travaux et 1 prévisionnelle après travaux)** seront calculées. Cette étiquette sert entre autres à comparer les scénarios de manière normalisée et à vérifier les éco-conditionnalités des aides CRST/FEDER
  - **ANNEXE 12 : Attestation de classe énergétique d'un bâtiment existant**
  - **ANNEXE 13 : Attestation de classe énergétique prévisionnelle après travaux**
- ✓ **1 Tableau comparatif des scénarios** : présentant pour chacun les travaux, les performances énergétiques, les coûts, les aides mobilisables et le temps de retour sur investissement.

Le rapport ECB rédigé par le/la prestataire fera obligatoirement l'objet d'une présentation orale auprès du maître d'ouvrage avec la fiche de synthèse et les livrables précédemment cités.

L'organisation de cette restitution se fera par la collectivité, avec l'appui de son/sa CEP/CCRT, qui devra notamment s'assurer de la présence d'au moins un.e élu.e décisionnaire, de l'agent.e chargé du suivi du contrat régional (Pays, PETR, Communauté de communes, Communauté d'Agglomération, Métropole), et éventuellement du/de la chargé.e de mission développement territorial de la Région.

### ♦ À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ

#### **Calibrage de la simulation :**

Le prestataire doit caler sa simulation thermique sur les consommations réelles à  $\pm 10\%$  près. Si l'écart dépasse 10%, il doit justifier pourquoi. Ce calibrage garantit des dimensionnements fiables (puissance chaudière, PAC) et des économies prévisionnelles réalistes.

#### **Correction climatique (DJU) :**

Vos consommations varient selon la rigueur de l'hiver et de l'été. Le prestataire corrige vos factures avec les Degrés Jours Unifiés (DJU) pour neutraliser ces variations et permettre la comparaison entre années.

#### **Ventilation par usage :**

Vos factures globales doivent être ventilées par usage (chauffage, ECS, éclairage, auxiliaires, usages spécifiques). Sans sous-comptage, le prestataire utilisera des estimations qui génèrent des incertitudes. Installer un sous-comptage permet de : fiabiliser la ventilation par usage, suivre les économies réelles post-travaux, alimenter la plateforme OPERAT et détecter les dysfonctionnements.

## **2-1-2 État des pathologies, contraintes relevées et déperditions thermiques**

**Objectif** : Identifier et quantifier l'impact des différentes sources de pertes de chaleur

| Élément                                   | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Répartition déperditions par poste</b> | Pourcentage des déperditions totales attribuables à chaque poste :<br>- Parois opaques (murs, toiture, planchers bas)<br>- Parois vitrées (fenêtres, portes vitrées)<br>- Ponts thermiques (jonctions murs/planchers, murs/menuiseries...)<br>- Renouvellement d'air (ventilation + infiltrations) |
| <b>Déperditions thermiques totales</b>    | Puissance calorifique nécessaire pour maintenir la température de consigne intérieure lors d'une température extérieure de référence (entre -7°C et -9°C en Centre-Val de Loire, vérifier selon NF P52-612/CN)                                                                                     |
| <b>Graphique / Diagramme</b>              | Représentation visuelle par diagramme des déperditions par poste pour identification immédiate des postes prioritaires                                                                                                                                                                             |

 Les déperditions thermiques (kW) caractérisent les besoins de puissance de chauffage en régime permanent (dimensionnement générateurs/émetteurs), à distinguer des consommations énergétiques annuelles (kWh) qui dépendent des usages, de l'occupation et du climat.

**Objectif** : Identifier les désordres existants et les contraintes techniques/réglementaires qui conditionnent la faisabilité et le phasage des travaux de rénovation.

**Méthode** : Inspection visuelle exhaustive lors de la visite sur site.

### ANNEXE 3 : Points à traiter dans l'état des lieux énergétique

#### Exemple de grille d'analyse structurée :

| Catégorie                            | Éléments à analyser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Documentation                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1) Pathologies structurelles</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fissures (façades, pignons, refends)</li> <li>- Affaissements (planchers, charpentes)</li> <li>- Humidité (remontées capillaires)</li> <li>- Infiltrations (toitures, menuiseries)</li> <li>- Corrosion (armatures béton, charpentes métalliques)</li> <li>- Attaques biologiques (moisissures, champignons, insectes xylophages)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photos légendées</li> <li>- Localisation sur plans</li> <li>- Évaluation gravité (faible/moyen/fort)</li> <li>- Préconisations traitement préalable avant isolation</li> </ul>                 |
| <b>2) Pathologies thermiques</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponts thermiques (jonctions murs/planchers, murs/menuiseries)</li> <li>- Condensation superficielle (parois froides, angles de pièces)</li> <li>- Défauts d'étanchéité à l'air (infiltrations parasites, fuites gaines...)</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermographie infrarouge (si réalisée)</li> <li>- Photos zones humides/moisissures</li> <li>- Test infiltrométrie Blower Door</li> <li>- Préconisations traitement ponts thermiques</li> </ul> |
| <b>3) Contraintes réglementaires</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ERP (Établissement Recevant du Public) → Sécurité incendie, accessibilité PMR, Qualité de l'Air Intérieure (QAI)</li> <li><a href="#"><u>2-3-2 Surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI)</u></a></li> <li>- Amiante/plomb</li> </ul>                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                         |

⚠ Les caractéristiques patrimoniales du bâtiment (classement Monuments Historiques, inscription en Site Patrimonial Remarquable, matériaux traditionnels pierre/tuffeau/terre crue) **ne sont pas des obstacles à la rénovation** mais des **paramètres de conception** à intégrer dès l'élaboration des scénarios.

Le prestataire les identifie lors de la visite et les intègre directement dans le choix des solutions techniques proposées : isolants biosourcés perspirants, menuiseries bois ou mixtes, ITE adaptée ou ITI selon le contexte ABF, traitement des ponts thermiques par l'intérieur.

L'avis ABF (Architecte des Bâtiments de France) est à anticiper en phase amont et non à traiter comme un aléa post-scénario.

### 2-1-3 Etiquettes énergétiques / gaz à effet de serre

**Objectif** : Fournir un indicateur réglementaire permettant de classer le bâtiment sur une échelle de performance (classes A à G).

**Méthode de calcul** : Th-C-E ex (méthode de calcul réglementaire conventionnelle) ou STD.

| Élément                                    | Unité                               | Description                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Étiquette énergie</b>                   | Classe A à G                        | Consommation conventionnelle d'énergie primaire (kWhEP/m <sup>2</sup> SDP/an) pour les 5 usages réglementaires uniquement : chauffage, ECS, refroidissement, auxiliaires, éclairage |
| <b>Consommation énergie primaire (Cep)</b> | kWhEP/m <sup>2</sup> SDP/an         | Valeur numérique correspondant à l'étiquette énergie                                                                                                                                |
| <b>Étiquette GES</b>                       | Classe A à G                        | Émissions de gaz à effet de serre (kgéqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )                                                                                                            |
| <b>Émissions GES</b>                       | kgéqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> | Valeur numérique correspondant à l'étiquette GES                                                                                                                                    |

**Énergie Finale (EF)** : énergie **livrée au bâtiment** et consommée à l'usage (gaz, fioul, bois, électricité...), c'est celle qui correspond à la facture et, en pratique, à ce qui est relevé au compteur/aux factures.

**Énergie Primaire (EP)** : énergie "à la source" (avant transformation) ; compter en EP revient à convertir l'EF avec un **facteur de conversion** qui représente l'énergie mobilisée et les pertes amont (production/transformation + acheminement)

⚠ **L'étiquette énergétique présentée dans ce rapport d'étude énergétique n'est pas une étiquette DPE réglementaire Cette étiquette ECB est reconnue par la Région Centre-Val de Loire pour l'accès aux aides CRST et FEDER, mais ne remplace pas un DPE réglementaire requis pour la vente ou la location d'un bien.**

**Convertir Énergie finale (EF) → Émissions GES**

**Méthode : Base Carbone ADEME** (kg éqCO<sub>2</sub>/kWh) :

- Électricité : **0,09 kgCO<sub>2</sub>/kWh**
- Gaz naturel : **0,227 kgCO<sub>2</sub>/kWh**
- Fioul domestique : **0,324 kgCO<sub>2</sub>/kWh**
- Bois-énergie plaquettes : **0,03 kgCO<sub>2</sub>/kWh**
- Réseaux de chaleur : **Selon contenu CO<sub>2</sub> du réseau**

## 2-2 Préconisations techniques

### 2-2-1 Préconisations techniques avec et sans travaux

Le prestataire propose des actions concrètes pour réduire les consommations, améliorer le confort des usagers et respecter les éco-conditionnalités des aides régionales (CRST, FEDER).

Ces préconisations de moyens suivent une logique technique cohérente : d'abord réduire les besoins (isolation, ventilation), optimiser les systèmes : générateurs, émetteurs, régulation (voir CEE, ACTEE et Fonds Vert) puis remplacer les énergies fossiles par des énergies renouvelables.

Avant tout investissement, le prestataire liste les actions d'amélioration de l'exploitation qui peuvent être mises en œuvre rapidement, ne nécessitant pas de travaux et à coût nul ou faible.

♦ **Ces actions doivent être mises en œuvre en priorité** et suivies via un tableau de bord annuel (consommations mensuelles, coûts, écarts année N/N-1).

| Type d'action                | Exemples concrets                                                                                                                                                                             | Économies attendues              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Réglages températures</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Baisser consigne chauffage de 21°C → 20°C</li><li>- Réduire température ECS de 60°C → 55°C</li><li>- Programmer réduit nocturne 17°C</li></ul>        | 5-10% consommations de chauffage |
| <b>Programmation horaire</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Adapter horaires chauffe selon occupation réelle</li><li>- Arrêter chauffage 1h avant fermeture (inertie bâtiment)</li></ul>                          | 5-15% selon intermittence        |
| <b>Contrats exploitation</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Afficher les consignes de température</li><li>- Fermer les fenêtres si chauffage allumé</li><li>- Éteindre éclairage/équipements inutilisés</li></ul> | 5-10% usages spécifiques         |

Chaque action technique avec travaux fait l'objet d'une fiche synthétique comprenant :

| Rubrique                                 | Contenu                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nature solution technique</b>         | Description travaux (ex : "Isolation toiture par l'extérieur")                                                                                                                                                                              |
| <b>Coût investissement HT</b>            | Montant estimé (base ratios date étude, prévoir marge aléas)                                                                                                                                                                                |
| <b>Économies annuelles</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>- Énergie économisée (kWh/an)</li><li>- Gain financier (€/an)</li><li>- Classe énergétique atteinte (A-G)</li></ul>                                                                                   |
| <b>Émissions CO<sub>2</sub> évitées</b>  | <ul style="list-style-type: none"><li>- kg CO<sub>2</sub> évités/an</li></ul>                                                                                                                                                               |
| <b>Performance matériaux/équipements</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Résistance thermique R (m<sup>2</sup>.K/W) pour isolants</li><li>- Coefficient Uw (W/m<sup>2</sup>.K) pour menuiseries</li><li>- COP/rendement pour générateurs</li></ul>                           |
| <b>Points de vigilance</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>- Risques désordres bâti ancien (condensation, humidité...)</li><li>- Caractéristiques architecturales (ABF, patrimoine...)</li><li>- Phasage travaux (isolation → ventilation → chauffage)</li></ul> |
| <b>Niveau difficulté + calendrier</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Complexité technique (simple/moyen/élevé)</li><li>- Durée chantier estimée</li><li>- Possibilité réalisation par étapes</li></ul>                                                                   |

### 2-2-2 Priorité à l'enveloppe : isolation et menuiseries

Dans les collectivités, le chauffage représente souvent 60-80% des consommations (bâtiments anciens peu isolés). Le prestataire priorise donc l'amélioration thermique de l'enveloppe.

#### **Préconisations enveloppe**

Pour garantir les niveaux de performance énergétique exigés, le prestataire s'appuie sur l'**ANNEXE 6 : Préconisations enveloppe et systèmes du bâtiment** ainsi que l'

#### **ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE**

##### **⚠ CAS PARTICULIER BÂTI ANCIEN :**

Si présence de contraintes techniques/patrimoniales (tuffeau, pierre...), ces dernières rendent impossible le respect des garde-fous CEE.

Le prestataire doit alors :

- Justifier l'impossibilité technique (risque condensation, impact architectural ABF...)
- Proposer solutions alternatives adaptées (isolants biosourcés perspirants, épaisseurs réduites...)
- Compenser par système chauffage très performant (géothermie, bois...)

**Références techniques du bâti ancien :** Guides ATHEBA, CREBA, PNR Brenne...

⇒ **5- Matériaux biosourcés et rénovation du patrimoine ancien**

**⚠** Les menuiseries PVC sont **exclues** des travaux éligibles en bonification CRST (**ANNEXE 2 Aides financières régionales (CRST) et européennes (FEDER)**); seules les menuiseries bois, aluminium ou mixtes, compatibles avec les objectifs de durabilité et de bilan carbone, sont recevables.

### 2-2-3 Performances thermiques et émetteurs basse température

Lorsque le passage à un système de chauffage **basse température** est envisagé (PAC, condensation, géothermie), le prestataire réalise une **analyse au cas par cas** des émetteurs existants :

- audit in situ des températures de départ/retour et des puissances disponibles ;
- vérification de la compatibilité hydraulique et thermique avec un régime basse température ;
- si les émetteurs sont incompatibles, il est **interdit de forcer** un fonctionnement basse température : le prestataire propose alors un schéma alternatif en justifiant le choix.

##### **⚠ Éléments nécessaires concernant les performances thermiques :**

- Les répartitions de déperditions de chaleur par les ponts thermiques
- Les besoins de chauffage et de refroidissement
- Vérification des heures « équivalent pleine puissance » pendant lesquelles un système de chauffage ou de refroidissement fonctionne à pleine puissance.
- La température d'alimentation des émetteurs pour évaluer la capacité du système à répondre aux besoins même dans des conditions extrêmes.
- Détailler la production énergétique pour démontrer comment l'énergie est mesurée et suivie
- Préciser la quantité d'énergie renouvelable en MWh ENR/an qui devrait être produite chaque année, en tenant compte des critères définis par le Fonds Chaleur.



**Quels que soient les travaux, le prestataire préconise l'installation d'un comptage énergétique en sortie de production.**

**Objectifs :**

- Mesurer consommations réelles chauffage (kWh thermiques livrés)
- Calculer rendements générateurs (énergie utile / énergie consommée)
- Détecter dérives/dysfonctionnements

**✚ À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

**État des pathologies (indispensable avant travaux)**

Les désordres doivent être qualifiés et donner lieu à des préconisations de traitement préalable avant isolation quand nécessaire. Les contraintes conditionnant la faisabilité/phasage (ERP, incendie/accessibilité, amiante/plomb, les caractéristiques patrimoniales/ABF si concerné) doivent être explicitées.

**Étiquettes énergétiques avant travaux**

L'ECB produit une étiquette énergie-climat (classes A-G) calculée de façon conventionnelle via Th-C-E ex, pour comparer les scénarios et vérifier les co-conditionnalités d'aides (CRST/FEDER).

**Préconisations techniques**

Les préconisations doivent suivre une logique cohérente : réduire d'abord les besoins (sobriété : réglages de consignes, programmation), puis optimiser les systèmes (performance énergétique : isolation, ventilation, générateurs, émetteurs).

**Priorité à l'enveloppe + performances thermiques**

Des "garde-fous" techniques (CEE) doivent cadrer les niveaux minimaux, avec un régime particulier pour le bâti ancien/patrimonial : si impossibilité technique/patrimoniale, le prestataire doit justifier, proposer des alternatives (dont solutions perspirantes/biosourcées)

**Le [décret N°2022-8 du 5 janvier 2022](#) interdit le remplacement par chaudière fioul dans le tertiaire. La Région Centre-Val de Loire priorise les énergies renouvelables locales (géothermie, bois local).**

## **2-3 Ventilation et qualité de l'air intérieur**

### **2-3-1 Ventilation : état des lieux**

La ventilation constitue un levier central à la fois pour la qualité de l'air intérieur, la performance énergétique et le confort d'été. Elle doit donc **être conçue et dimensionnée de manière cohérente** avec l'ensemble du projet de rénovation. Le prestataire dimensionne les débits de ventilation par local selon la réglementation en vigueur (Code du Travail, Règlements Sanitaires Départementaux).

**État des lieux de la ventilation existante**

Le prestataire s'inspire du [Protocole Promevent Tertiaire](#) (ADEME) pour :

- Mesurer les débits bouches existantes (anémomètre)
- Vérifier l'état des entrées d'air et extracteurs
- Identifier les zones sous-ventilées (risque CO<sub>2</sub>, humidité) ou sur-ventilées (pertes thermiques)
- Quantifier les consommations électriques des ventilateurs

| Situation                            | Préconisation                                                                      |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventilation naturelle seule</b>   | Installation VMC simple flux hygroréglable (débit adapté humidité)                 |
| <b>VMC simple flux existante</b>     | Remplacement par VMC double flux à échangeur (récupère 70-90% chaleur air extrait) |
| <b>Absence ventilation mécanique</b> | VMC double flux + protocole étanchéité air (limiter infiltrations parasites)       |



**IMPORTANT : Une bonne ventilation est indissociable d'une bonne isolation, et obligatoire pour obtenir les subventions des CRST**

Ventiler sans isoler = gaspillage d'énergie.  
Isoler sans ventiler = risque humidité/moisissures.

### **2-3-2 Surveillance de la qualité de l'air intérieur (QAI)**

Pour les bâtiments recevant des publics sensibles (écoles, crèches, établissements d'accueil d'enfants, certains établissements sociaux et médicosociaux), le prestataire vérifie l'**assujettissement au dispositif de surveillance de la Qualité de l'Air Intérieur**.

| Texte                                                                                                             | Champ d'application                                                                                      | Exigences principales                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#"><b>Décret N°2015-1000 du 17 août 2015 modifié</b></a> relatif aux modalités de surveillance de la QAI | ERP (Établissements Recevant du Public) accueillant enfants : écoles, crèches, centres de loisirs, EHPAD | Surveillance périodique obligatoire de la QAI comprenant :<br>1. Évaluation annuelle des moyens d'aération (mesure CO <sub>2</sub> comme traceur renouvellement d'air)<br>2. Autodiagnostic QAI au moins tous les 4 ans |
| <a href="#"><b>Décret du 1er juin 2016</b></a> relatif aux modalités de surveillance de la QAI dans certains ERP  | Précise les modalités techniques de surveillance QAI                                                     | - Polluants à mesurer : Formaldéhyde, Benzène, Perchloroéthylène, CO <sub>2</sub><br>- Valeurs limites (µg/m <sup>3</sup> )<br>- Protocoles de mesure<br>- Organismes accrédités                                        |

**Le prestataire devra intégrer dans l'état des lieux énergétique une évaluation qualitative de la QAI :**

- État des systèmes de ventilation (présence, type, fonctionnement, débits)

- Pathologies observées (moisissures, condensation, odeurs...)
  - Matériaux susceptibles d'émettre des polluants (revêtements de sol, peintures, mobilier...)
- ⇒ ET Proposer des actions correctives cohérentes avec les préconisations de l'ANSES et de l'ADEME.

### **2-3-3 Confort d'été : mesurer l'inconfort avec les degrés-heures**

Le confort d'été n'est plus une option, c'est un **enjeu de santé publique** (stress thermique, baisse de concentration, risques pour publics fragiles). Cette section explique comment le prestataire évalue l'inconfort actuel et propose des solutions adaptées.

#### **Qu'est-ce qu'un Degré-Heure (DH) ?**

Les **Degrés-Heures (DH)** sont définis dans la **méthode Th-BCE 2020** (moteur de calcul de la RE2020 pour les bâtiments neufs). C'est un indicateur qui mesure l'ampleur et la durée de l'inconfort thermique en été. D'autres paramètres peuvent être pris en compte pour mesurer les situations d'inconfort d'été : humidité relative, la vitesse de l'air, ou le rayonnement solaire.

**Dans le cadre de l'ECB (bâtiments tertiaires existants)**, la méthode ECB adopte une **approche adaptée** :

- le calcul est réalisé **via STD** (Simulation Thermique Dynamique), seul outil permettant un calcul horaire sur l'année, nécessaire à l'évaluation des DH ;
- la **température de référence retenue est 26°C** (température de l'air intérieur, plus facilement modélisable en existant, en cohérence avec les seuils ADEME et les recommandations du CSTB pour les bâtiments occupés) ;
- la **méthode Th-BCE 2020 n'est pas applicable** aux bâtiments existants (elle est réservée au calcul réglementaire du neuf RE2020). L'ECB ne produit donc pas d'indicateur DH au sens strict de la RE2020.

#### **Calcul simple :**

- pour chaque heure d'occupation où la température dépasse 26°C, on comptabilise l'écart ;
- exemple : Si pendant 10 heures il fait 28°C (soit 2°C au-dessus de 26°C), on cumule  $10h \times 2^{\circ}C = 20 DH$  ;
- on additionne tous ces écarts sur la période estivale (juin-août).

⇒ **Plus le nombre de DH est élevé, plus l'inconfort est important.**

#### **Seuils d'alerte par typologie de bâtiment**

| <b>Typologie</b>              | <b>Seuil DH</b> | <b>Public concerné</b>                          | <b>Conséquences dépassement</b>                |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Crèches, EHPAD</b>         | <b>150 DH</b>   | Publics fragiles (nourrissons, personnes âgées) | Risques santé graves, intervention obligatoire |
| <b>Gymnases, salles sport</b> | <b>200 DH</b>   | Usagers activités physiques intenses            | Stress thermique, malaises                     |
| <b>Mairies, bureaux</b>       | <b>250 DH</b>   | Agents administratifs                           | Baisse productivité, inconfort                 |
| <b>Écoles</b>                 | <b>350 DH</b>   | Enfants, adolescents                            | Perte concentration, fatigue                   |

Lorsque les seuils d'alerte sont dépassés, une hiérarchisation des solutions d'amélioration doit être établie : priorité aux solutions passives (protections solaires extérieures, optimisation de la ventilation naturelle, ventilation nocturne naturelle, amélioration de l'inertie thermique).

Le prestataire intégrera les résultats d'une éventuelle enquête d'évaluation du confort d'été (optionnelle mais recommandée) engagée par la collectivité auprès des usagers du bâtiment support de l'ECB (dans la perspective d'un soutien d'ACTEE).

La thématique de l'inconfort d'été et l'intérêt ou non d'un rafraîchissement seront également abordés, **le prestataire devra néanmoins bien distinguer dans son offre technique le coût relatif à cette thématique.**

### **2-3-4 Solutions passives, solutions actives sobres et rafraîchissement actif (listes non exhaustives)**

Le Collectif Effinergie a élaboré une infographie qui met en lumière les enjeux du changement climatique pour le secteur du bâtiment et les leviers d'action permettant d'améliorer la résilience des constructions, tant en neuf qu'en rénovation, face aux vagues de chaleur.

Cette infographie, synthétique et pédagogique, s'adresse à tous les acteurs qui souhaitent mieux comprendre et anticiper les défis climatiques.

⇒ [Infographie sur la résilience des bâtiments face aux vagues de chaleur](#)

#### **A) Solutions passives**

| <b>Axe</b>                              | <b>Actions concrètes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Gain confort</b>                                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>1) Protection solaire extérieure</b> | - Volets (dont volets roulants micro-ajourés), stores extérieurs, brise-soleil orientables (BSO), pare-soleil/écrans/auvents ; des couleurs claires pour améliorer l'albédo.                                                                                                                                                           | ★★★★★<br>Excellent<br>(bloque chaleur avant qu'elle entre)             |
| <b>2) Ventilation nocturne</b>          | - Naturelle : Ouverture fenêtres opposées la nuit : créer un parcours d'air, châssis en partie haute (impostes, exutoires de toiture), entrées d'air basses (sopiriaux, fenêtres RDC)<br>- Efficacité variable selon surface ouvrante : châssis ouverture sécurisée (oscillo-battant/jalousies), moustiquaires, grilles anti-intrusion | ★★★★ Très efficace<br>(évacue chaleur accumulée)                       |
| <b>3) Inertie thermique</b>             | - Matériaux lourds à l'intérieur de l'isolant : brique pleine, pierre, terre crue, matériaux biosourcés couplés à une ventilation nocturne                                                                                                                                                                                             | ★★★★ Très efficace<br>(stocke chaleur jour, libère la nuit)            |
| <b>4) Réduction apports internes</b>    | - Limiter les apports internes : remplacement éclairage par LED, équipements classe A (extinction automatique, veilles, sobriété numérique)                                                                                                                                                                                            | ★★★ Efficace<br>(complément aux 3 axes précédents)                     |
| <b>5) Végétalisation</b>                | - Rafraîchissement par évapotranspiration + ombrage : arbres feuillus caducs (ombrage été, apports solaires hiver), treilles végétalisées (pergolas, façades), haies laissant circuler l'air, toitures végétalisées                                                                                                                    | ★★★ Efficace<br>(levier d'adaptation du bâti au changement climatique) |

💡 **Ces solutions n'abaissent pas la température de l'air, mais la température ressentie (la ventilation nocturne peut tout de même l'abaisser)**

Ces solutions sont à prioriser mais ne peuvent effectivement pas répondre à toute la problématique suivant le bâtiment et son usage.

Si ces dernières ne sont pas satisfaisantes, il est possible d'intégrer progressivement des solutions actives économes en énergie (brasseurs d'air ou plafonniers) et la ventilation mécanique nocturne assurée par des équipements motorisés (centrales de traitement de l'air, ventilation double flux)

## **B) Solutions actives sobres :**

| <b>Solution</b>                                    | <b>Fonctionnement</b>                                                                                                                                                            | <b>Actions concrètes</b>                                                                                      | <b>Gain confort</b>   |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Brasseurs d'air / ventilateurs plafonniers</b>  | Amélioration du confort thermique ressenti sans refroidir l'air ambiant (abaisse la température ressentie. Consensus ADEME/CSTB sur efficacité + très faible conso + faible coût | Ventilateurs de plafond dimensionnés et positionnés correctement                                              | ★★★★<br>Très efficace |
| <b>Surventilation nocturne mécanique</b>           | Évacue les calories stockées dans l'inertie en fin de nuit ; gain typique -2 à -4 °C sur température de pointe                                                                   | CTA (Centrale de Traitement d'Air) avec surventilation nocturne programmée, ou extracteurs mécaniques pilotés | ★★★★<br>Très efficace |
| <b>Puits climatique (puits canadien/provençal)</b> | Exploite fraîcheur du sol pour refroidir air insufflé ; gain variable selon profondeur/longueur conduit/débit                                                                    | Conduit enterré 1,5 à 2 m profondeur (température sol varie peu sur année ~12-15 °C)                          | ★★★<br>Efficace       |

## **⚠ À Privilégier avant toute climatisation conventionnelle.**

La climatisation conventionnelle représente **10% de la consommation électrique mondiale et génère 7% des émissions mondiales de GES** (3 fois plus que le transport aérien), auxquelles s'ajoutent les fuites de fluides frigorigènes à très fort pouvoir de réchauffement global. Elle aggrave les îlots de chaleur urbains en rejetant la chaleur extraite vers l'extérieur, créant un cercle vicieux climatisation-surchauffe-surconsommation.

## **B) Ra fraîchissement actif : hiérarchie par ordre de sobriété énergétique**

La sélection et le dimensionnement de ces solutions doivent suivre une logique de sobriété et de performance, en privilégiant systématiquement les technologies les plus vertueuses et les moins énergivores.

| Solution                               | Principe                                                                              | Éligibilité aides éventuelles                                                                                             | Réversibilité hiver         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Géocooling (géothermie directe)</b> | Eau circule dans sondes géothermiques (sol à 12-15°C) → rafraîchit planchers/plafonds | <b>CRST : 50%</b> (aide géothermie sondes verticales)<br><b>Fonds Chaleur : 45%</b><br><b>FEDER : +10%</b> bonification   | Recharge sol pour PAC hiver |
| <b>PAC géothermique réversible</b>     | Rejette la chaleur du bâtiment dans le sol via sondes/nappe                           | <b>CRST : 50%</b> (aide géothermie sondes verticales)<br><b>Fonds Chaleur : 45%</b><br><b>FEDER : +10%</b> bonification   | Chauffage hiver performant  |
| <b>PAC aérothermique réversible</b>    | Rejette chaleur bâtiment dans air extérieur                                           | <b>Selon COP final</b><br><b>Pas de bonification CRST</b><br><b>CEE uniquement</b><br><b>Fonds Chaleur : NON éligible</b> | Chauffage hiver             |

⇒ [ANNEXE 2 Aides financières régionales \(CRST\) et européennes \(FEDER\)](#)

L'importance du choix des matériaux peut jouer un rôle majeur pour améliorer le confort d'été. En effet, les matériaux biosourcés (voir [5-2 Les matériaux biosourcés : la solution technique privilégiée avec des aides financières](#)) avec des propriétés hygroscopiques peuvent permettre d'amortir les variations du taux d'humidité d'une pièce. Ils offrent également un fort **déphasage thermique** (retardent la transmission de la chaleur à travers les parois)

✦ **À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ**

**LE GÉOCOOLING EST LA SOLUTION ACTIVE LA PLUS SOBRE :** consommation limitée aux circulateurs, recharge du sol en chaleur (optimise rendement PAC hiver), confort homogène et silencieux.

**Ventilation et qualité de l'air :**

Une bonne ventilation est essentielle pour la qualité de l'air intérieur et la santé des occupants. Le prestataire doit diagnostiquer le système existant et proposer des solutions adaptées. La ventilation assure le renouvellement d'air hygiénique obligatoire (Code du Travail, réglementation sanitaire) et prévient l'accumulation de polluants intérieurs (CO<sub>2</sub>, COV, humidité) ; elle doit être dimensionnée selon les débits réglementaires par typologie de local (écoles, bureaux, ERP) et maintenue en bon état de fonctionnement (maintenance filtres, gaines, bouches extraction)

**Confort d'été :**

Le confort d'été se traite par une approche en cascade obligatoire : d'abord réduire les besoins par solutions passives (protections solaires extérieures, ventilation nocturne, inertie thermique), puis compléter si nécessaire par solutions actives sobres (brasseurs d'air, rafraîchissement adiabatique, géocooling), et en dernier recours seulement envisager un rafraîchissement actif conventionnel.

# **PARTIE B : OBJECTIFS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET SCÉNARIOS**

La rénovation énergétique ne se résume pas à baisser les factures : elle vise aussi à décarboner nos bâtiments publics, améliorer le confort des usagers et respecter les obligations réglementaires (décret tertiaire).

Ces scénarios couvrent l'ensemble des piliers d'une rénovation énergétique performante et durable, en partant d'un socle indispensable pour y ajouter progressivement des briques de performance énergétique, environnementale et de valorisation des ressources locales.

⇒ **Cette section présente la stratégie de rénovation par scénarios que le prestataire doit proposer.**

## **3 – Scénarios et analyse financière**

### **3-1 Présentation des scénarios de rénovation et aides financières**

L'approche par scénarios permet d'ajuster le projet selon les capacités financières et les ambitions environnementales de la collectivité. Les scénarios sont modulaires : **chaque niveau intègre les briques du niveau précédent + des actions supplémentaires.**

#### **SCÉNARIO 1 : Sobriété énergétique (Scénario « Base »)**

**Objectif :** Optimiser l'existant avec des solutions passives et peu coûteuses.

| Poste                | Exemples d'actions                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Enveloppe</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Isolation toiture</li><li>- Isolation mur</li><li>- Isolation plancher bas</li><li>- Remplacement menuiseries</li></ul>                              |
| <b>Ventilation</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- VMC double flux</li><li>- Dimensionnement débits par local</li></ul>                                                                                 |
| <b>Chauffage/ECS</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Régulation avancée (loi d'eau, programmation horaire)</li><li>- Calorifugeage réseaux</li><li>- Optimisation rendement chaudière existante</li></ul> |
| <b>Comportements</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Consignes T° (20°C occupation, 17°C inoccupation)</li><li>- Sensibilisation usagers</li><li>- Affichage consommations</li></ul>                      |

#### **SCÉNARIO 2 : Sobriété énergétique + Matériaux Biosourcés**

**Objectif :** Réduire l'empreinte carbone sur l'ensemble du cycle de vie (ACV)

| Poste              | Exemples d'actions supplémentaires combinées au Scénario 1                                                              |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Isolation</b>   | - Remplacement isolants conventionnels par Matériaux BioSourcés (MBS)<br>: fibre bois, chanvre, paille, ouate cellulose |
| <b>Enduits</b>     | - Enduits chaux-chanvre, terre crue (murs intérieurs)                                                                   |
| <b>Menuiseries</b> | - Privilégier bois local                                                                                                |

### **SCÉNARIO 3 : Sobriété énergétique + ENR (Décarbonation)**

**Objectif :** Remplacer les énergies fossiles par les ENR

| Poste                     | Exemples d'actions supplémentaires combinées au Scénario 1                                                                                                           |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Production chaleur</b> | Hiérarchie selon arbre décision :<br>- Raccordement réseau chaleur ENR (si <500m) ou,<br>- Géothermie sur sondes verticales + PAC ou,<br>- Chauffage bois plaquettes |
| <b>Production froid</b>   | - Géocooling (si géothermie)<br>- PAC réversible géothermique                                                                                                        |
| <b>Émetteurs</b>          | - Remplacement par émetteurs basse température réversibles ( $T^o \leq 40^oC$ )                                                                                      |

### **SCÉNARIO 4 : Sobriété énergétique + ENR + MBS (Rénovation exemplaire)**

**Objectif :** Combiner décarbonation énergie + matériaux bas carbone

| Poste                                    | Actions cumulées                                         |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Toutes actions Scénario 2 (MBS)</b>   | Isolation MBS + enduits biosourcés + menuiseries bois    |
| <b>+ Toutes actions Scénario 3 (ENR)</b> | Géothermie/bois ou géocooling + émetteurs BT réversibles |

### **SCÉNARIO 5 : Classe A (Performance maximale)**

**Objectif :** Atteindre la classe énergétique A ou équivalent passif

| Poste                     | Exemples d'actions supplémentaires combinées au Scénario 4                                                      |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Enveloppe</b>          | - Sur-isolation (résistance thermique élevée)<br>- Triple vitrage<br>- Traitement renforcé des ponts thermiques |
| <b>Étanchéité air</b>     | - Test infiltrométrie obligatoire avec corrections                                                              |
| <b>Production énergie</b> | - Ajout photovoltaïque autoconsommation<br>- Ballon thermodynamique ECS sur air extrait VMC                     |
| <b>Gestion technique</b>  | - GTB avancée (pilotage automatisé)<br>- Compteurs énergie par usage<br>- Suivi temps réel consommations        |



## 3-2 Outils d'aide à la décision et analyse financière

### 3-2-1 Choix du scénario avec tableau comparatif multicritères

#### **⚠ Adaptation selon contexte :**

Si un scénario type (ENR, MBS, classe A) est **techniquement ou économiquement infaisable**, le prestataire :

1. Justifie l'infaisabilité (sous-sol imperméable défini par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières BRGM, pas de local chaufferie, budget insuffisant)
2. Propose une **alternative pertinente** (PAC air/eau, optimisation enveloppe)

Les **scénarios sont simulés globalement** (tous les postes d'un scénario) car les interventions sont interdépendantes :

- Isolation → réduit besoins chauffage → modifie dimensionnement chaudière/PAC
- VMC double flux → modifie renouvellement air → modifie besoins chauffage
- PAC géothermie → nécessite émetteurs basse température → dépend isolation préalable

Les scénarii développés seront présentés sous **forme de fiches de synthèse** avant/après travaux pour chaque scénario, et devront répondre aux écoconditions

- 1- **Identification** : nom du scénario, objectif, investissement HT, reste à charge, temps de retour)
- 2- **Description technique des travaux** (détaillé par poste de travaux, équipements, performances, coût)
- 3- **Points de vigilance** (risque et mesure préventive)
- 4- **Performances énergétiques après travaux** (indicateur, état initial, après travaux, gain)
- 5- **Ventilation par poste** (consommations EP après travaux, monotone besoins de chauffage)
- 6- **Plan de financement** (financeur, base de calcul, taux, montant, conditions d'éligibilité)
- 7- **Analyse financière en coût global** (Année N1, coût énergie, maintenance, économies réalisées, flux net annuel, cumul actualisé)

### 3-2-2 Analyse financière en coût global

Les aides financières : bien que les aides potentielles soient diverses, il est demandé dans cette étude d'anticiper a minima :

- Les aides de la Région Centre-Val de Loire (CRST)
- Les aides du Fonds Chaleur, si le territoire en porte un, ou à défaut celles du Fonds Chaleur si l'installation est éligible ;
- La valeur financière des CEE (ou la subvention d'un organisme regroupant les CEE).
- Les aides européennes (FEDER)
- Et cas échéant les aides d'ACTEE si lauréat
- Les aides et dotations de l'Etat

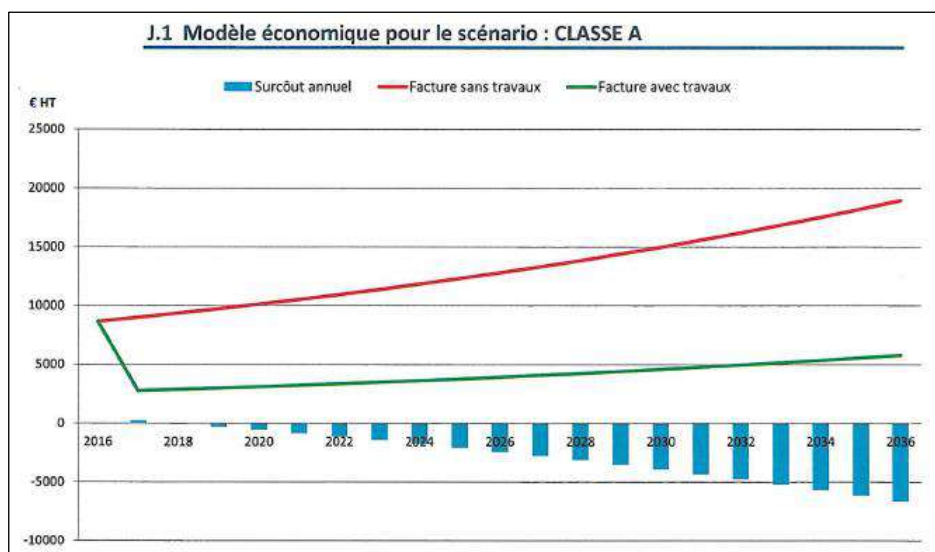
## **Coût global sur 10-20-30 ans**

Les scénarii de rénovation énergétique feront l'objet d'une analyse financière détaillée. Elle sera produite à partir de la méthode en « coût global », prenant en compte :

- le coût prévisionnel des travaux,
- le coût d'exploitation,
- le coût d'entretien,
- le coût de renouvellement prévisionnel du matériel,
- le temps de retour de l'investissement,
- les coûts de maintenance,
- le Taux de Croissance Annuel Moyen (TCAM) des prix de l'énergie, issu des références nationales (Ministère de la Transition Énergétique et de l'ADEME)

⇒ **Prix de l'énergie provenant de "Statistique publique de l'énergie, des transports et du logement"**

Le prestataire présente en outre un **tableau €/kWh économisé** par scénario, permettant de comparer l'efficacité économique relative des différentes options, et mettre en regard avec le scénario sans travaux (comme dans l'exemple ci-dessous)



#### ✦ À RETENIR POUR LA COLLECTIVITÉ

Vous **aurez** le choix **à la fin de la prestation** entre plusieurs possibilités de scénarios, du scénario de « base » au scénario le « plus performant ». Tout dépend de votre projet de rénovation énergétique, d'éventuelles contraintes techniques, de votre plan de financement.

Si un scénario type est infaisable techniquement ou budgétairement, le prestataire justifie et propose une alternative. Un scénario avec des matériaux biosourcés ou des ENR, légèrement plus cher peut avoir un **reste à charge inférieur** grâce aux bonifications.

Un scénario moins cher à l'investissement peut coûter **plus cher sur 20 ans**. Exigez le calcul global (investissement + énergie + maintenance + renouvellements). Pour cela, il est important de comparer tous les scénarios selon : gain énergétique, étiquette DPE, reste à charge, temps de retour, confort été, décret tertiaire, coût global 20 ans.

**Ne pas rénover a aussi un coût : chaque année sans travaux, c'est une facture énergétique qui continue de croître, et un bâtiment qui se dégrade davantage — rendant la rénovation future plus coûteuse.** Ne pas agir aujourd'hui n'est pas une économie : c'est un report de dépenses inévitables, souvent dans des conditions moins favorables.

## 4- Objectif de décarbonation régional : utilisation massive des ENR

L'ECB vise à sensibiliser les maîtres d'ouvrage à l'intégration des énergies renouvelables (bois-énergie, géothermie, solaire thermique) et des matériaux biosourcés dans leurs projets de rénovation énergétique. Cette démarche s'inscrit dans les objectifs régionaux de transition énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Si la collectivité souhaite après l'ECB s'engager dans l'installation d'une ENR, une **tranche optionnelle** permet d'initier une étude de faisabilité ENR conforme aux cahiers des charges ADEME, sans avoir à financer une nouvelle étude d'enveloppe. Cette tranche assure la continuité entre l'ECB et l'étude ENR détaillée et mobilise l'ingénierie territoriale locale (animateur.ice départemental régional, animateur.ice CCRT).

**L'ADEME, via son Fonds Chaleurs, soutient les installations de bois-énergie (hors granulés), géothermie, solaire thermique, récupération de chaleur fatale... Les études de faisabilité pour chaque technologie comprennent l'analyse obligatoire de l'enveloppe du bâtiment concerné. L'ADEME demandera la réalisation de l'ECB pour toute étude de faisabilité.**

**La Région et l'ADEME s'entendent pour soutenir une animation territoriale de développement des ENR (« COT ENR » ou CCrT).**

Le prestataire devra obligatoirement réaliser une **mini-étude énergies renouvelables dans le cadre de l'ECB correspondant aux scénarios précités**, et ce même si cette analyse conclut à une non-opportunité technique ou économique.

Cette exigence s'inscrit dans la démarche de hiérarchisation des solutions énergétiques promue par l'ADEME et vise à garantir que toutes les options de décarbonation ont été systématiquement explorées avant de valider un scénario de rénovation.

Dans l'hypothèse où la commune souhaite après l'ECB s'engager dans l'installation d'une ENR et **pour assurer une continuité entre l'ECB et l'étude de faisabilité ENR de l'ADEME, l'ECB prévoit une tranche optionnelle, permettant à la commune d'initier une étude ENR avec un bureau d'étude qualifié sans devoir financer une nouvelle étude d'enveloppe, tout en assurant la mobilisation des acteurs territoriaux afin d'assurer la présence de l'ingénierie locale (agents de développement, CEP, CCRT).**

Cette tranche optionnelle approfondit les aspects suivants :

⇒ **Pour le bois-énergie** : le prestataire évalue les critères ci-dessous :

- **Critères techniques** : disponibilité local chaufferie, accès camions, emprise foncière des forages, zone BRGM
- **Critères économiques** : ressource locale disponible, budget indicatif nécessaire, pré-chiffrage investissement
- **Critères réglementaires** : conformité émissions particules, déclaration BRGM, contraintes qualité de l'air
- **Opportunités territoriales** : proximité réseau de chaleur existant, groupement de bâtiments communaux pouvant mutualiser une installation

- [Filière bois énergie en Centre-Val de Loire](#)

⇒ **Pour la géothermie** : Le prestataire évalue la faisabilité technique selon les critères suivants :

- ✓ Emprise foncière disponible pour forages (sondes verticales) ou terrassement (échangeurs compacts)
- ✓ Nature du sous-sol (carte BRGM, conductivité thermique)
- ✓ Contraintes réglementaires (périmètres de protection captages, déclaration BRGM)
- ✓ Rapport coût/performance comparé aux autres solutions (bois-énergie, PAC air/eau, raccordement réseau chaleur)

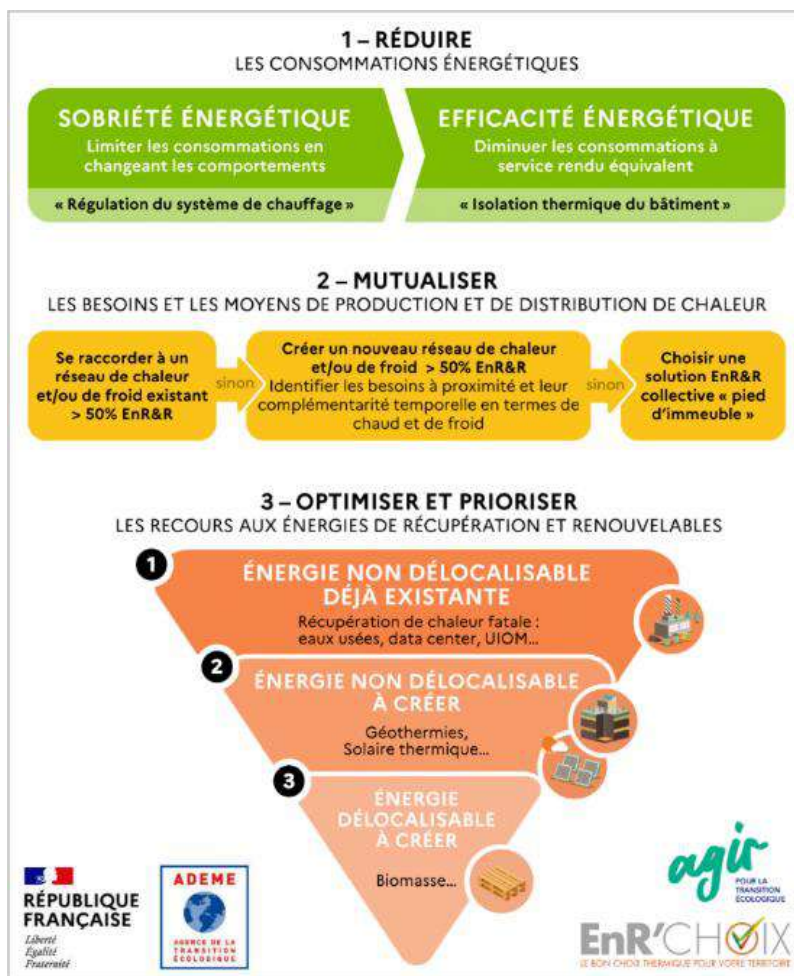
⇒ **Pour le solaire thermique** : dimensionnement installation, production ECS/chauffage, stockage, intégration architecturale

### **Modalités du marché selon qualification du prestataire :**

| <b>Configuration</b>                             | <b>Périmètre intervention</b>                                              | <b>Avantages</b>                                 | <b>Points d'attention</b>                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prestataire qualifié enveloppe + ENR</b>      | Répond à l'ECB (tranche ferme) + étude ENR (tranche optionnelle) en direct | Interlocuteur unique, cohérence globale garantie | Vérifier qualifications cumulées (OPQIBI 19.05 + qualification ENR spécifique)                                                     |
| <b>Prestataire qualifié enveloppe uniquement</b> | Répond à l'ECB (tranche ferme) uniquement, intègre mini-étude ENR          | Spécialisation enveloppe, coût maîtrisé          | Nécessite consultation ultérieure BE ENR spécialisé pour tranche optionnelle (risque que le BE refuse la prise en compte de l'ECB) |

|                                  |                                                                    |                                                                       |                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Prestataire en groupement</b> | Groupement BE enveloppe + BE ENR spécialisé qui répondent ensemble | Coordination facilitée, compétences complémentaires, réponse complète | Vérifier coordination contractuelle entre membres groupement |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|

## 4-1 Arbre de décision pour le choix énergétique



La méthode EnR'CHOIX est proposée par l'ADEME pour guider les maîtres d'ouvrage publics dans le choix et la hiérarchisation des solutions d'énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) à intégrer dans leurs projets de rénovation. Cette démarche s'articule autour de trois étapes :

- ✓ **Diagnostic territorial** avec une cartographie des potentiels locaux, ainsi qu'une évaluation de la sobriété énergétique et de la mutualisation des besoins entre bâtiments.
- ✓ **Priorisation des EnR&R** : hiérarchisation des technologies selon leur rendement, leur coût et leur empreinte carbone ainsi qu'une sélection des systèmes de chauffage/refroidissement et d'ECS à privilégier.
- ✓ **Plan d'action opérationnel** : une comparaison finale entre les scénarios devra obligatoirement se faire sur la base d'une analyse en coût global, ainsi qu'une analyse des émissions de GES et de la performance des équipements.

## 4-2 Organisation territorialisée Chaleur Renouvelable (CCRT)

Le prestataire définit une **solution de référence** correspondant à la situation actuelle optimisée, intégrant obligatoirement les préconisations du **Scénario 1 : sobriété énergétique**. Cette référence sert de base de comparaison pour évaluer la faisabilité des ENR par rapport à une solution en énergie non renouvelable.

### Scénarios ENR à étudier :

#### Scénario 1 : Sobriété énergétique

Optimiser l'existant en priorisant solutions passives et peu coûteuses (isolation légère, régulation, protections solaires), avec sensibilisation des occupants à la gestion de l'énergie.

#### Scénario 2 : Combinaison ENR

Combiner plusieurs solutions ENR (géothermie, réseau de chaleur, bois-énergie) pour réduire la dépendance aux énergies fossiles et respecter les objectifs du décret tertiaire, avec appui des conseillers départementaux multi-ENR.

### ⇒ **Avantages des Contrats d'Objectifs Territoriaux (CCRT ENR) :**

- ✓ **Accompagnement technique** : conseillers en énergie, ressources pour planification et réalisation (pré-étude, étude faisabilité, mise en œuvre), optimisation technique et financière des projets
- ✓ **Ressources financières** : taux de subvention favorisés pour installations ENR thermiques
- ✓ **Simplification administrative** : soutien direct pour dépôt demandes de subventions et gestion aspects réglementaires
- ✓ **Valorisation ressources locales** : utilisation bois local (biomasse) ou ressources géothermiques, contribution à l'économie locale, réduction dépendance énergies fossiles

## 4-3 Chauffage « bois-énergie »

### L' ANNEXE 9 : Grille d'évaluation des opportunités ENR (bois et géothermie)

fournit une **grille d'évaluation des opportunités ENR** (bois-énergie et géothermie) permettant au prestataire de juger rapidement s'il existe des **critères rédhibitoires ou encourageants** pour la mise en œuvre d'une installation ENR. Cette analyse croise les informations de l'ECB avec les garde-fous techniques des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).

**Il ne s'agit pas d'une étude de faisabilité complète**, mais d'une **évaluation préliminaire** permettant de recommander ou non au maître d'ouvrage de s'engager dans des investigations plus poussées (tranche optionnelle, étude ADEME détaillée). Lorsque le prestataire identifie une **opportunité de création de réseau de chaleur** (plusieurs bâtiments communaux proches, disponibilité foncière pour chaufferie centrale, densité énergétique suffisante), il attire l'attention des élus sur cette possibilité.

Un réseau de chaleur mutualisé peut être plus économique et performant que des installations individuelles.



## 4-4 Géothermie et géocooling

La géothermie sur **sondes verticales** ou **échangeurs compacts** (murs géothermiques, corbeilles horizontales) est **éligible aux aides CRST et FEDER** avec bonification spécifique. Ce système, conjugué à une bonne isolation de l'enveloppe, permet de réaliser des rénovations énergétiques performantes (étiquette B ou A).

**Voir ANNEXE 10 : Guide technique géothermie : sondes et échangeurs compacts**

### **Géothermie sur nappe phréatique :**

La géothermie sur **nappe phréatique** (doublet de pompage/réinjection) **ne bénéficie pas de bonification CRST spécifique** ni de fiche dédiée dans le cahier des charges ECB. Toutefois, **le prestataire peut réaliser une pré-étude de cette solution** s'il identifie une opportunité technique et économique intéressante, notamment dans les cas suivants :

- ✓ Bonne ressource en eau souterraine (nappe productive, débit suffisant)
- ✓ Périmètre géologique favorable (absence de contraintes BRGM majeures)
- ✓ Bâtiment de taille importante (>2000 m<sup>2</sup>) rendant complexe ou coûteuse la mise en œuvre d'autres solutions (emprise insuffisante pour sondes verticales, pas de ressource bois locale, contraintes bois-énergie)

### **Financement via CCRT et Fonds Chaleur :**

Dans le cadre des **CCRT**, les installations sur nappe phréatique peuvent être financées selon les conditions du **Fonds Chaleur ADEME**, notamment pour les projets de puissance significative

## **5- Matériaux biosourcés et rénovation du patrimoine ancien**

En région Centre-Val de Loire, 37% des bâtiments existants sont construits avant 1948. Ces bâtiments (tuffeau, pierre calcaire, brique, terre crue, pan de bois) ont des comportements hygrothermiques spécifiques : forte inertie, perméance à la vapeur d'eau, sensibilité à l'humidité. En effet, des désordres peuvent survenir si de mauvaises techniques de réhabilitation sont appliquées

C'est pourquoi il est demandé au prestataire, quand il est amené à rencontrer ces bâtiments, d'adopter dans ses préconisations de travaux (notamment d'isolation) les techniques adaptées avec des matériaux spécifiques, compatibles au bâti ancien.

Les matériaux biosourcés sont les matériaux partiellement ou totalement issus de la biomasse (bois, chanvre, paille, liège...). Les matériaux géosourcés sont les matériaux issus de ressources d'origine minérale, tels que la terre crue. Certains matériaux sont également issus du réemploi ou de la revalorisation de déchets, de sous-produits et de co-produits, tels que la ouate de cellulose, les textiles recyclés, le bois de palette, le carton.... Ils s'inscrivent alors dans une logique d'économie circulaire.

Dans ces cas, le respect des gardes-fous proposés en **ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE**, n'est pas compatible. Si cela entraîne des conséquences sur l'obtention de CEE, le bureau d'étude devra mentionner et justifier ses choix techniques avec des solutions alternatives.

## **5-1 Identification de la maçonnerie et diagnostic des pathologies**

### **A) Identification obligatoire du type de bâti**

| Type de maçonnerie             | Caractéristiques                                            | Risques hygrothermiques                                                         | Précautions isolation                                                                                                                                               |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tuffeau</b>                 | Pierre calcaire très tendre, porosité 40-55%, hygroscopique | ⚠ ⚠ ⚠ <b>ÉLEVÉ</b> : remontées capillaires, gel/dégel, altération enduit ciment | Isolation uniquement matériaux perspirants (chanvre, fibre bois) si le matériau possède un taux d'hygrométrie faible. Jamais polystyrène/laine minérale pare-vapeur |
| <b>Pierre calcaire dure</b>    | Faible porosité (10-20%), dense                             | ⚠ <b>MODÉRÉ</b> : condensation si isolation intérieure étanche                  | Préférer ITE ou isolation intérieure perspirante                                                                                                                    |
| <b>Brique pleine</b>           | Porosité moyenne (20-30%)                                   | ⚠ <b>MODÉRÉ</b> : risque condensation joints                                    | Isolation perspirante recommandée                                                                                                                                   |
| <b>Terre crue/pisé/torchis</b> | Très hygroscopique, régulation hygrométrique naturelle      | ⚠ ⚠ <b>ÉLEVÉ</b> : nécessite perspiration totale paroi                          | Isolation biosourcée obligatoire (chanvre, paille, fibre bois)                                                                                                      |
| <b>Pan de bois</b>             | Structure bois + remplissage (torchis, brique)              | ⚠ ⚠ <b>MODÉRÉ-ÉLEVÉ</b> selon remplissage                                       | Vérifier état de la structure bois avant isolation                                                                                                                  |

⇒ Toute isolation mal conçue génère des pathologies : condensation interne, salpêtre, décollement enduits, dégradation maçonnerie.

### **B) Diagnostic des pathologies existantes**

| Pathologie                   | Localisation                   | Cause probable                               | Action avant isolation                                                                 |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Remontées capillaires</b> | Base murs (0-1,5 m)            | Absence/défaut drainage ou étanchéité du sol | Traiter les remontées avant isolation (drainage, injection résine, enduit sacrificiel) |
| <b>Salpêtre</b>              | Murs humides (cristaux blancs) | Humidité + sels minéraux                     | Assainir le mur (ventilation cave, évacuation eau)                                     |



|                                      |                          |                                          |                                                                                        |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Moisissures/<br/>condensation</b> | Angles, ponts thermiques | Défaut ventilation + isolation inadaptée | Ventilation mécanique obligatoire. Détecter et traiter la cause avant toute isolation. |
| <b>Fissures actives</b>              | Façades, angles          | Mouvement structure, tassement           | Expertise de la structure avant isolation                                              |

### **C) Références techniques**

| <b>Ressources</b>                                                           | <b>Usage</b>                                                                           | <b>Lien</b>                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Guide PNR Loire-Anjou-Touraine "Un bâti en tuffeau pour aujourd'hui"</b> | Référence régionale isolation tuffeau + enduits chaux-chanvre                          | <a href="https://pays-valleeduloir.fr/">https://pays-valleeduloir.fr/</a>                           |
| <b>Fiches ATHEBA (Maisons Paysannes de France)</b>                          | Méthode globale de réhabilitation bâti ancien (ventilation, murs, combles, ouvertures) | <a href="http://www.rehabilitation-bati-ancien.fr">www.rehabilitation-bati-ancien.fr</a>            |
| <b>Cahiers HYGROBA (Cerema)</b>                                             | Transferts hygrothermiques, compatibilité des matériaux                                | <a href="https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/">https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/</a> |
| <b>Site CREBA (Centre de Ressources Bâti Ancien)</b>                        | Base documentaire nationale bâti ancien                                                | <a href="http://www.rehabilitation-bati-ancien.fr">www.rehabilitation-bati-ancien.fr</a>            |
| <b>Vidéos pédagogiques REBA Bio</b>                                         | Outils, connaissances techniques de rénovation du bâti ancien                          | <a href="#">Chaîne You Tube "REBA Bio"</a>                                                          |
| <b>Cahier des recommandations du PNR de la Brenne</b>                       | Bonnes pratiques, diagnostics architecturaux, préconisations par élément               | <a href="#">Cahier de recommandations "Rénovation énergétique de l'habitant ancien"</a>             |

## **5-2 Les matériaux biosourcés : la solution technique privilégiée avec des aides financières (scénario 2)**

Ces matériaux contribuent à la décarbonation du secteur de la rénovation énergétique, en stockant le carbone. De plus, ils présentent des performances énergétiques très intéressantes surtout lorsqu'il s'agit des matériaux avec un fort déphasage thermique qui contribuent au confort d'été combinés à un certain confort hygrométrique.

| <b>Avantage MBS</b>              | <b>Bénéfice technique</b>          | <b>Bénéfice patrimoine ancien</b>                 |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Perméance vapeur d'eau</b>    | Régulation hygrométrique naturelle | ✓ Évite condensation piégée murs anciens          |
| <b>Déphasage thermique élevé</b> | Retard transfert chaleur 8-12h     | ✓ Confort d'été amélioré (DH réduits 30-50%)      |
| <b>Capillarité</b>               | Absorption/restitution humidité    | ✓ Compatible équilibre hygrométrique pierre/terre |

|                                    |                                   |                                                    |
|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                    |                                   |                                                    |
| <b>Stockage carbone biogénique</b> | Réduction empreinte carbone       | ✓ Contribution objectifs neutralité carbone région |
| <b>Filière locale</b>              | Chanvre, bois Centre-Val de Loire | ✓ Soutien économie territoriale                    |

**L'usage de MBS ouvre droit à des bonifications régionales des CRST et européennes du FEDER si les seuils de 18 kg/m<sup>2</sup> en réhabilitation sont atteints.**

La méthode d'évaluation s'appuiera sur l'outil d'évaluation élaboré par l'association ENVIROBAT Centre qui propose une estimation des quantités (en kg) de matériaux MBS mis en œuvre pour le neuf et la rénovation :

<https://www.envirobatcentre.com/thematique/materiaux-biosources/outils-pratiques>

Le prestataire s'efforcera de proposer un pré-chiffrage financier de la solution MBS envisagée afin d'apporter un ordre de grandeur permettant d'estimer la majoration de l'aide.

- ⇒ **Bonification régionale via les CRST de 15%**
- ⇒ **Bonification européenne du FEDER de 10%**

## **6- Cas particuliers et prestation complémentaire**

### **6-1 Changement d'usage et extension**

Les cas particuliers listés ci-dessous n'exonèrent pas le prestataire de respecter le cahier des charges ECB. Dans tous les cas, les paramètres de simulation (occupation, températures de consigne, taux d'utilisation, horaires) doivent être ajustés aux usages prévisionnels réels du bâtiment pour garantir la fiabilité des scénarios de rénovation.

#### **Changement de fonctionnalité du bâtiment :**

- Prendre en compte l'usage futur du bâtiment pour les simulations énergétiques (occupation, consignes de température, horaires d'utilisation, besoins ECS)
- Utiliser les hypothèses conventionnelles uniquement lorsqu'il existe une forte incertitude sur l'utilisation future, notamment pour les logements dont l'occupation précise n'est pas connue (nombre d'occupants, horaires réels)
- Expliciter clairement les hypothèses retenues dans le rapport (avant-travaux et après-travaux)

#### **Intégration des usages spécifiques ECS :**

Pour les bâtiments disposant d'**usages spécifiques** (cuisines collectives, salles de bains/douches, vestiaires sportifs), le prestataire doit :

- Intégrer ces usages dans les simulations de consommations ECS (eau chaude sanitaire)
- Appliquer les ratios de besoins adaptés

#### **Extension de bâtiment non encore construite :**

Si le bâtiment doit connaître une extension future non encore réalisée lors de la visite, le prestataire doit :

- ⇒ Respecter la réglementation en vigueur pour caractériser l'extension dans les simulations, notamment :
  - extensions <50 m<sup>2</sup> : application de l'[article R.172-3 du Code de la construction et de l'habitation](#) relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions temporaires ou de petite surface ;
  - si surface supérieure à 30% de surface existante : application des exigences alternatives de l'arrêté 22/12/2022 si éligibles, sinon RE 2020 ;
  - extensions >150 m<sup>2</sup> : application intégrale RE 2020 : l'arrêté applicable est celui [du 4 août 2021](#)

## **6-2 Prestation optionnelle d'AMO**

### **B) Exemple de périmètre mission AMO rénovation énergétique**

| <b>PHASE : MONTAGE DOSSIERS AIDES FINANCIÈRES</b>                                  |                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Vérification éligibilité CRST + FEDER + CEE + Fonds Chaleur/COT ENR                | Tableau récapitulatif aides mobilisables (taux, montants, conditions)               |
| Constitution dossiers administratifs (formulaires, pièces justificatives)          | Dossiers complets déposés aux financeurs                                            |
| Suivi instruction dossiers + échanges avec instructeurs                            | Compte-rendu échanges + avis commission                                             |
| Calcul CEE + rachat obligés énergie                                                | Attestations CEE + contrats rachat négociés                                         |
| <b>PHASE : ASSISTANCE CHOIX MOE ET ENTREPRISES</b>                                 |                                                                                     |
| Relecture/validation CCTP MOE (vérification cohérence avec scénario audit)         | Fiche observations CCTP + points vigilance                                          |
| Assistance analyse offres MOE (critères techniques, références, prix)              | Grille analyse comparative offres MOE                                               |
| Assistance analyse offres entreprises travaux (vérification conformité CCTP, prix) | Grille analyse comparative offres entreprises                                       |
| Détection variantes/écarts techniques proposés par entreprises                     | Note technique variantes (impact performance, coût, délais)                         |
| <b>PHASE : SUIVI PERFORMANCE ET COMMUNICATION</b>                                  |                                                                                     |
| Suivi consommations réelles 2 premières années exploitation                        | Rapport annuel consommations VS prévisions audit (analyse écarts)                   |
| Détection dérives/dysfonctionnements (sur-consommations, inconfort)                | Fiches anomalies + préconisations corrections                                       |
| Formation usagers/gestionnaires bâtiment (régulation, maintenance)                 | Support formation + guide utilisation systèmes                                      |
| Rédaction fiche "Exemple à suivre" (capitalisation REX projet)                     | Fiche 4 pages (contexte, travaux, performances, coûts, témoignage) publiable Région |

# ANNEXES

## ANNEXE 1 : Aide à la décision pour la méthode de calcul

| CRITERE                                    | INDICATEURS                                                                                                                                                                    | METODOLOGIE PRIVILEGIEE                                                                                                                                                                                                                      | LIVRABLES/EXIGENCES                                                                                                                      |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DURÉE D'UTILISATION</b>                 | <b>Usage faible/intermittent</b> document é par attestation d'occupation (< 50% temps annuel)                                                                                  | Maintenir Th-C-E ex pour indicateurs Cep/Ubat STD réservée au calage/pilotage et confort                                                                                                                                                     | - Signalement des écarts entre lecture réelle (STD) et conventionnelle (Th-C-E ex) :<br>- Explication si écart > 15%                     |
|                                            | <b>Usage soutenu</b> (> 50% temps annuel) ou occupation 24h/24 (EHPAD, résidence)                                                                                              | STD prioritaire calibrée sur factures Th-C-E ex en parallèle pour Cep réglementaire                                                                                                                                                          | - Note calibrage STD (consommations réelles $\pm 10\%$ )<br>- Analyse sensibilité hypothèses                                             |
| <b>SURFACE ET COMPLEXITÉ</b>               | <b>Mono-zone simple</b> : < 500 m <sup>2</sup> , un seul usage, CVC (Chauffage Ventilation Climatisation) basique                                                              | Th-C-E ex suffit pour étiquette et scénarios                                                                                                                                                                                                 | - Calcul Cep initial et Cep projet<br>- Étiquettes énergétiques avant/après                                                              |
|                                            | <b>Multizones complexes</b> : > 1000 m <sup>2</sup> , usages mixtes (bureaux+restauration), CVC multi-émetteurs, ENR intégrées, GTB (Gestion Technique Bâtiment) existante     | STD horaire calibrée sur factures Th-C-E ex en parallèle pour Cep/Ubat                                                                                                                                                                       | - Note méthodologique zonage thermique<br>- Analyse sensibilité hypothèses clés<br>- Schéma GTB et régulations                           |
| <b>QUALITÉ DES DONNÉES</b>                 | <b>Données complètes</b> : 2-3 ans factures, DJU (Degrés Jours Unifiés) station météo locale, ventilation par usages disponible (sous-comptages)                               | STD calibrée avec objectif cohérence globale $\pm 10\%$ Si écart > 10% : expliciter                                                                                                                                                          | - Note imputation sources/méthodes - Chroniques EF (Énergie Finale) / EP (Énergie Primaire) / coûts - Traçabilité DJU (station, période) |
|                                            | <b>Données partielles/incertaines</b> : < 2 ans factures, usage réel mal connu, compteurs partagés multi-bâtiments                                                             | Th-C-E ex en premier avec hypothèses conventionnelles documentées, STD évitée (risque calibrage impossible)                                                                                                                                  | - Liste données manquantes + impact estimé sur résultats<br>- Hypothèses conventionnelles justifiées                                     |
| <b>CONFORT ÉTÉ ET DIMENSIONNEMENTS ENR</b> | <b>Inconfort signalé</b> (questionnaire usagers) ou apports internes élevés (cuisines collectives, serveurs informatiques) ou contraintes occupation strictes (crèches, EHPAD) | Th-C-E ex insuffisante pour les DH, STD nécessaire pour calcul besoins froid, DH et dimensionnement stratégies passives (sur-ventilation nocturne, protections solaires) et actives (free-cooling, géocooling) Th-C-E ex pour lecture normée | - Restitution DH été avec seuils confort adaptatif - Hypothèses météo locales (station Météo-France + fichiers changement climatique)    |
|                                            | <b>Projet ENR</b> dimensionnement critique : géothermie sondes, PAC (Pompe À Chaleur) dimensionnée sur besoin simulé, bois-énergie avec stockage, PV autoconsommation          | STD indisponible pour besoins horaires précis (puissance appel, courbe monotone) Th-C-E ex insuffisante (pas de pas horaire)                                                                                                                 | - Courbe monotone besoins chaleur/froid - Puissance appel max<br>- Taux couverture ENR simulé                                            |

## **ANNEXE 2 Aides financières régionales (CRST) et européennes (FEDER)**

Les travaux doivent permettre de gagner à minima 1 classe d'énergie et d'atteindre la classe énergétique B, ou à défaut, l'atteinte de la classe énergétique C avec une progression minimale de 100 kWh/m<sup>2</sup>/an.

| Classe énergétique avant travaux | Classe énergétique à l'issue des travaux |     |     |
|----------------------------------|------------------------------------------|-----|-----|
|                                  | A                                        | B   | C   |
| B                                | 45%                                      | /   | /   |
| C                                | 50%                                      | 45% | /   |
| D                                | 55%                                      | 50% | 45% |
| E                                | 60%                                      | 55% | 50% |
| F                                | 60%                                      | 60% | 55% |
| G                                | 60%                                      | 60% | 60% |

### **Cadre N°10 : Plan isolation régional des bâtiments publics et associatifs :**

permet d'apporter une aide de la Région dont l'intensité (de 45% à 60%) dépend des économies d'énergies réalisées. L'aide porte sur les coûts des travaux d'isolation (murs, plafonds, sols, ouvrants) et de ventilation adaptée aux locaux intégrant matériel et main d'œuvre.

Possibilité de majoration de taux dans un des cas suivants (non cumulatifs) :

- 10 % pour la mise en place d'un système de chauffage utilisant le bois-énergie.
- 15 % si le bâtiment intègre une masse significative de matériaux biosourcés (végétal ou animal) via la rénovation énergétique avec un seuil de 18kg/m<sup>2</sup> de surface de plancher (SDP)

**EQUIPEMENTS DE CHAUFFAGE** : aide de 50% de la Région relative aux travaux d'installation d'une géothermie sur sondes verticales ou d'un échangeur compact. Voir

### **Action 11 : Géothermie sur sondes verticales et échangeurs compacts**

Le maître d'ouvrage indiquera au prestataire toutes les informations nécessaires (sous réserve de leur disponibilité) ainsi que toutes les modalités de financement qui couvre son territoire.

Les **Fonds Européen de Développement Régional (FEDER – PO 21-27)** en Région Centre-Val de Loire offre des aides substantielles pour soutenir la rénovation énergétique des bâtiments publics. Ces financements visent à améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments publics, à réduire leur empreinte carbone et à contribuer aux objectifs régionaux et européens en matière de transition énergétique.

Le détail des dépenses éligibles, des modalités d'attribution et de financement se trouve dans la fiche **Action 17 : Soutien à des programmes de rénovation énergétique de bâtiments tertiaires**

**Tableau synthétique des différentes aides mobilisables :**

| <b>Scénario de rénovation</b> | <b>Aides régionales (CRST)</b>                                                          | <b>Aides européennes<br/>Dans la limite de 60 %</b>                      | <b>Maximum de subventions<br/>potentielles</b> |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b>Scénario 1</b>             | De 45 à 60 %                                                                            | De 10 à 40 %                                                             | CRST : jusqu'à 60 %<br>FEDER jusqu'à 40 %      |
| <b>Scénario 2</b>             | De 45 à 60 %<br>+ Bonification « bois-énergie » de 10%                                  | De 10 à 40 %<br>+ Bonification de 10 %<br>(géothermie ou bois-énergie)   | CRST : jusqu'à 70 %<br>FEDER jusqu'à 50 %      |
| <b>Scénario 3</b>             | De 45 à 60 %<br>+ Bonification de 15 % (MBS)                                            | De 10 à 40 %<br>+ Bonification de 10 %                                   | CRST : jusqu'à 75 %<br>FEDER jusqu'à 50 %      |
| <b>Scénario 4</b>             | De 45 à 60 %<br>+ Bonification de 15 % (MBS)<br>Ou bonification de 10% « Bois-énergie » | De 10 à 40 %<br>+ Bonification de 10 % MBS<br>+ Bonification de 10 % ENR | CRST : jusqu'à 75 %<br>FEDER jusqu'à 60 %      |
| <b>Scénario 5</b>             | De 45 à 60 %<br>+ Bonifications « Bois-énergie »<br>ou MBS                              | De 20 à 40 %<br>+ Bonification de 10 % MBS<br>+ Bonification de 10 % ENR | CRST : jusqu'à 75 %<br>FEDER : jusqu'à 60 %    |

## **ANNEXE 3 : Points à traiter dans l'état des lieux énergétique**

### **A. Caractéristiques générales**

#### **A.1. Situation géographique et données administratives**

Dans cette partie il faut préciser :

- La dénomination du bâtiment (nom, ex : école Jolio Curie)
- La typologie de bâtiment concerné (bâtiment à usage administratif, à usage commercial, établissement d'enseignement et de formation, établissement de santé et médico-sociaux, à usage hôtelier et de loisirs, bâtiment lié à la logistique et au transport, autre bâtiment). Cette typologie peut se décliner en sous-typologie lié à l'usage précis des bâtiments (type d'activité principale, caractéristiques techniques ou architecturales, durée d'occupation, usage énergétique spécifique)
- L'adresse de l'opération
- L'année de construction du bâtiment
- Historique des réhabilitations successives
- La surface de plancher (SDP) et la surface chauffée du bâtiment
- La capacité d'accueil/nombre d'occupant
- La Catégorie DPE si connue

#### **A.2. Occupation du bâtiment**

Ici il faut préciser :

- La définition des zones selon type d'occupation avec surface associée
- Les horaires d'occupation
- Les températures de consignes, la présence d'une régulation, d'une programmation
- La conformité ou non-conformité des réglages avec les points ci-dessus

#### **A.3. Contrat de fourniture d'énergie**

- Listez les différents contrats de fourniture selon énergie (tarification, nature et durée des contrats)
- Indiquez le nom de chaque fournisseur d'énergie
- Précisez la puissance souscrite et le type d'abonnement

#### **A.4. Contrat de maintenance**

- Indiquer le type de contrat de maintenance
- Le nom de l'entreprise de maintenance
- Le ou les équipements concernés
- L'échéance de fin de contrat

#### **A.5. Schéma d'orientation**

- Rajouter le plan de masse, schéma d'orientation du bâtiment
- Indiquez l'orientation par une rose des vents
- Indiquez les cloisons séparatives
- Précisez les surfaces concernées par usage dans le cas où il est constaté différents usages dans le bâtiment (ex : logement, commerce, ...)

### **B. Description du bâtiment**

#### **B.1. Composition des parois et menuiseries**

Décrire la paroi à travers les critères suivants :

- La composition de la paroi en la localisant sur un plan
- La présence et le type d'isolant
- Le coefficient de déperdition de la paroi
- La surface de paroi
- Décrire l'état structurel et esthétique de la paroi
- Type de local adjacent (Local non chauffé, extérieur, sol)
- Mettre en avant les éventuels problèmes d'humidité

- Concernant les menuiseries : précisez la composition du vitrage, le coefficient Uw
- Le tout illustré par des photos

Tableau de synthèse présentant les résultats de toutes les parois

#### B.2. Chauffage

- Type de système (convecteur électrique, chaudière à condensation, ...)
- Marque/modèle
- Type d'énergie utilisée
- Année d'installation
- Nombre et puissance des équipements
- Descriptif des réseaux
- Type de pompe (si installation hydraulique)
- Niveau de calorifugeage
- Type d'émetteurs (plancher chauffant, plafond rayonnant, ...) et possibilité de réversibilité
- Type de régulation (robinets thermostatiques, régulation de T°, de débit, GTB, boîtier de régulation, ...)
- Caractéristique de la régulation (Température de consigne et de réduit, horaires associées, lois d'eau)
- Etat des installations

#### B.3. Eau chaude sanitaire

- Type d'installation (système couplé à la chaudière, ballon électrique...)
- Marque/modèle
- Type d'énergie utilisée
- Année d'installation
- Nombre, capacité (volume) et puissance des équipements
- Localisation
- Présence d'un bouclage
- Régulation
- Niveau de calorifugeage
- Type de point de puisage (évier, douche, double débit, réducteur de débit, mitigeurs, mousseurs...)
- Besoins en eau chaude (journalier, annuel)

#### B.4. Traitement d'air/Ventilation

- Type de ventilation (naturelle, simple flux, double flux)
- Type d'entrées et d'extraction d'air et état
- Type de modulation des débits
- Utilisation
- Puissance du système mécanique
- Zone ventilée
- Possibilité de réduire les pertes par renouvellement d'air lors des phases de réduit

#### B.5. Eclairage

- Type d'installation (tube fluorescent, ampoule fluo compacte, lampes à sodium, ...)
- Caractéristiques des équipements (nombre, puissance, état)
- Localisation
- Commande
- Type de régulation (temporisation, détecteur de présence, interrupteur...)

#### B.6. Rafrachissement

- Type d'installation
- Caractéristiques des équipements (nombre, puissance, fluide frigorigène, état)
- Caractéristique de la régulation (Température de consigne et de réduit, horaires associées)

#### B.7. Inertie du bâtiment

- Classe d'inertie



- Impact sur le confort d'été et l'intérêt du rafraîchissement (passif ; actif)
- Impact sur la programmation des réduits de chauffage

B.8. Autres équipements, en particulier les usages spécifiques de l'électricité

- Type d'installation (bureautique, cuisine...)
- Caractéristiques des équipements (nombre, puissance, état)

## ANNEXE 4 : Grille de relevé des données sur site

| Poste                                                      | Données relevées                                                                                                                                                                                                              | Commentaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Description de la construction</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Date de construction</li> <li>- Procédés de mis en œuvre (traditionnelle, bâtiment ancien ...)</li> <li>- Etablir des plans de masse schématiques</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Caractéristiques dimensionnelles utiles</li> <li>- Orientation du bâti</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Examen du bâti</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'état général de l'étanchéité</li> <li>- Ouvertures</li> <li>- Nature et état des parois</li> <li>- Planchers bas</li> <li>- Examen des points singuliers</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vieillesse, infiltrations, humidité, condensations</li> <li>- Types de vitrage, menuiseries utilisées, aspect, dimensionnement, orientation, occultations et protections solaires</li> <li>- Épaisseur, composition, simples, éléments préfabriqués, des allèges ...</li> <li>- Sur terre-plein, sur vide sanitaire, sur locaux non chauffés</li> <li>- Coffres de volets roulants, boîtiers de prises électriques perméables, ponts thermiques ...</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Renouvellement d'air</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aérations, les dispositifs existants de ventilation</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventilation naturelle, et la ventilation mécanique, les bouches d'entrée (vérifier le débit), les extracteurs (plaque signalétique indiquant la puissance), les conditions de fonctionnement, la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment</li> <li>- Indiquer de manière précise les zones et les volumes traités (humidité, température, débits)</li> <li>- Comportement des occupants</li> <li>- Vérifier les contrats d'entretien</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Examen et description des installations climatiques</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir un schéma avec les dispositifs existants</li> <li>- Générateurs</li> <li>- Production de froid</li> <li>- Distribution</li> <li>- Émetteurs</li> <li>- Régulation</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emplacement de la chaufferie</li> <li>- Vérifier l'emplacement d'installer des équipements complémentaires</li> <li>- Vérifier les équipements de stockage d'énergie</li> <li>- Nature de l'énergie, date de mise en service, marque et type de puissance, dimensionnement, brûleurs, évacuation des produits de combustion, nombre d'heures de fonctionnement, mesures (CO<sup>2</sup>, pertes de fumées ...)</li> <li>- Relever la nature des fluides</li> <li>- Existence de la récupération des fluides, inspection des condenseurs, rendement de production</li> <li>- Températures réelles de départ/retour par rapport à la température extérieure</li> <li>- Mode de distribution, calorifugeage, rendement de distribution</li> <li>- Description des émetteurs (plancher, radiateur, ventilo convecteur ...)</li> <li>- Vérifier le bon fonctionnement des différents éléments, type de</li> </ul> |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmation</li> <li>- Optimiseurs</li> <li>- Rendement global</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>thermostat, les robinets thermostatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Périodes de chauffage, gestion de l'intermittence</li> <li>- Logique d'optimisation, méthode de choix des horaires</li> <li>- Définir une méthode de calcul des rendements après relevés</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Description de la production d'Eau Chaude Sanitaire</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consommation</li> <li>- Générateurs</li> <li>- Stockage</li> <li>- Distribution</li> <li>- Régulation et rendement global</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volumes d'eau journaliers, température de l'eau froide, consommation en m3 par an</li> <li>- Précisions instantanée/accumulation, nature de l'énergie, nombre de générateurs, marques et types, rendement de production</li> <li>- Capacité, rendement de stockage, qualité de l'isolation thermique</li> <li>- Mode de distribution, nature du calorifugeage, température de puisage, pertes du réseau</li> <li>- Type de régulation, état d'entretien, méthode de calcul utilisée</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Exploitation des installations thermiques</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mode d'exploitation, périodicité de l'entretien, type de contrat, livret de chaufferie</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Electricité</b>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclairage : Adéquation entre éclairage naturel et artificiel</li> <li>- Moteurs, pompes et auxiliaires</li> <li>- Ascenseurs</li> <li>- Facteurs de puissance</li> <li>• Examen des équipements particuliers</li> <li>- Causes de facturations liées à un dépassement de puissance</li> <li>- Consommations de chauffage et conditionnement de l'air</li> <li>- Calculs, comparaisons et bilan énergétique</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposition, conception intérieure du bâti, éclairage regroupé ou ponctuel, nature des sources, types de luminaires, existence d'un zonage, programmation de l'éclairage, éclairage extérieur (parking et circulation), identifier les possibilités de puits de lumière</li> <li>- Equipements consommateurs d'électricité, possibilités de délestage et de changement d'équipements</li> <li>- Bonne adéquation du dimensionnement, vitesse de desserte, logique de commande</li> <li>- Examiner la puissance déterminer les équipements non performants</li> <li>- Dans le cas d'usage professionnel avec une consommation importante (blanchisserie, restauration ...)</li> <li>- Analyse du foisonnement, analyse des consommations et les sources d'économies d'électricité (instrumentations, relevés, factures), consommations réelles et théoriques</li> <li>- Relever les consommations de chauffage sur les 3 dernières années, durée de chauffage (nombre de jours par année)</li> <li>- Méthode retenue pour les calculs avec un relevé de consommation réelle, prévoir des sous-comptages si nécessaire, vérification des factures et</li> </ul> |

|                              |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                            | du type du contrat, des options, de la puissance souscrite, vérifier les écarts éventuels de calculs et les relevés, établir pour chaque zone un tableau récapitulatif avec la décomposition des consommations par énergie et par usage                                                                                |
| <b>Tests et exploitation</b> | - Améliorations à apporter | - Etablir un tableau récapitulatif avec le -<br>-- Résultat du test des améliorations envisageables (écogestes, modifications d'équipements, ENR ...) avec une description détaillée de la mise en œuvre des travaux (coûts, calcul de rentabilité, temps de retour, durée de vie du matériel, dispositifs financiers) |

En outre « la loi » d'eau utilisée par la régulation du système de chauffage existant devra être analysée. Le prestataire caractérisera aussi l'inertie du bâtiment existant.

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 vérifiera la pertinence de la régulation et les possibilités de couplages énergétiques des différents usages.

Dans tout cela, il manque la partie ressentie des usagers pour pouvoir être financé par ACTEE. Utilisation d'un questionnaire ou autre pour prise en compte des usagers (voir annexe 2 duCCTP d'ACTEE)

## ANNEXE 5 : Analyse des factures énergétiques (exemple)

Arrêté du 13 août 2025 modifiant le facteur de conversion de l'énergie finale en énergie primaire de l'électricité précise la modification du coefficient depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2026.

| Bilan énergétique annuel |             |                |             |                  |             |                           |             | Ratios bâtiment                   |                                     |                                   |                           |
|--------------------------|-------------|----------------|-------------|------------------|-------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Energie                  | Facture     | Energie finale |             | Energie Primaire |             | Emission de GES           |             | kWh/m <sup>2</sup> énergie finale | kWh/m <sup>2</sup> énergie primaire | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> | Coût €TTC /m <sup>2</sup> |
|                          | Coût €TTC   | kWh/an         | %           | kWh/an           | %           | kg.éqC O <sub>2</sub> /an | %           |                                   |                                     |                                   |                           |
| Gaz réseau               | 1115        | 16700          | 71%         | 15030            | 49%         | 3908                      | 86%         | 168,7                             | 151,8                               | 39,5                              | 11,3                      |
| Electricité              | 830         | 6936           | 29%         | 15944            | 51%         | 622                       | 14%         | 70,1                              | 161                                 | 6,3                               | 8,4                       |
| <b>TOTAL</b>             | <b>1945</b> | <b>23636</b>   | <b>100%</b> | <b>30974</b>     | <b>100%</b> | <b>4 530</b>              | <b>100%</b> | <b>239</b>                        | <b>312</b>                          | <b>46</b>                         | <b>19,6</b>               |

Tous les ratios de performance, de consommation et d'émissions de GES sont exprimés par m<sup>2</sup> de Surface de Plancher (SDP).

Les consommations ainsi recensées, converties en énergie primaire, seront reportées sur l'étiquette énergie du DPE adaptée par type de bâtiment

Un comparatif pourrait être proposé avec les ratios par type de bâtiment que l'on peut trouver dans les études telles que la dernière enquête « énergie et patrimoine communal » éditée par l'ADEME.

Pour les équipements nautiques, les plages de consommations suivantes pourront être utilisées, en lien avec les conditionnalités précisées dans le plan isolation des CRST. De plus, si l'équipement est soumis au décret tertiaire, il faut s'assurer que la rénovation répond aux exigences de ce dernier, à l'échéance 2030. Les classes énergétiques seront déterminées selon les valeurs relatives suivantes :

| Désignation de la classe énergétique | Consommation énergétique en kwh/m <sup>2</sup> de bassin/an |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| A                                    | ≤ à 2 000                                                   |
| B                                    | De 2 001 à 2 800                                            |
| C                                    | De 2 801 à 4 000                                            |
| D                                    | De 4 001 à 5 600                                            |
| E                                    | De 5 601 à 7 600                                            |
| F                                    | De 7 601 à 10 000                                           |
| G                                    | Plus de 10 000                                              |

## ANNEXE 6 : Préconisations enveloppe et systèmes du bâtiment

| Inventaire des préconisations à étudier - enveloppe         |                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Plancher bas :</u>                                       | Isolation du plancher en sous-face si accès disponible                                   |
|                                                             | Isolation du plancher bas au dessus du revêtement existant,                              |
|                                                             | Isolation du plancher bas après décaissage,                                              |
|                                                             | Isolation du plancher bas dans le bâti ancien (prise en compte de l'humidité sous dalle) |
|                                                             | Isolation du plancher bas au dessus du revêtement existant,                              |
| <u>Murs:</u>                                                | Isolation par l'intérieur avec systèmes collés                                           |
|                                                             | Isolation par l'intérieur avec système sur ossature                                      |
|                                                             | Isolation par l'extérieur avec système fixés directement                                 |
|                                                             | Isolation par l'extérieur avec ossature rapportée                                        |
|                                                             | Isolation derrière le doublage existant s'il existe un vide d'air                        |
|                                                             | Isolation des tableaux de menuiseries                                                    |
| <u>Toiture/plancher haut:</u>                               | Isolation de combles et rampants de toiture traditionnelle                               |
|                                                             | Isolation type « sarking » de toitures traditionnelles.                                  |
|                                                             | Isolation en plénum pour toiture terrasse                                                |
|                                                             | Isolation sous-étanchéité pour toiture terrasse                                          |
| <u>Menuiseries</u>                                          | Remplacement complet de l'ensemble ouvrant et bâti                                       |
|                                                             | Remplacement en rénovation                                                               |
|                                                             | Mise en place de survitrage                                                              |
|                                                             | Modification des surfaces d'ouvrants                                                     |
| <u>Pont thermiques (intégrés aux préconisations parois)</u> | Traitement des liaisons plancher bas/murs                                                |
|                                                             | Traitement des liaisons plancher haut/murs                                               |
|                                                             | Traitement des liaisons plancher intermédiaire/murs                                      |
| <u>Etanchéité à l'air:</u>                                  | Solutions techniques pour obstruer des défauts d'étanchéité à l'air constatés            |
|                                                             | Intégrations de conseils spécifiques pour les postes concernés                           |

⚠ Les menuiseries PVC sont **exclues** des travaux éligibles en bonification CRST.

Pour le plancher bas, s'il y a lieu, la préconisation pourra aborder l'opportunité d'intégrer un plancher chauffant-rafraîchissant notamment pour compléter la préconisation relative à la mise en place d'une géothermie sur sondes assistée par une pompe à chaleur.



| Inventaire des préconisations à étudier - système |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Chauffage :</u>                                | Amélioration des rendements des systèmes de production,<br>Intégration/modifications des systèmes de régulation,<br>Calorifugeage des conduites et organes hydrauliques,<br>Amélioration des performances des auxiliaires,<br>Modification/remplacement des émetteurs.                                                                                                                                                                                        |
| <u>Eau chaude sanitaire:</u>                      | Amélioration des rendements des systèmes de production,<br>Remplacement et ou calorifugeage des systèmes de stockage,<br>Amélioration des performances des auxiliaires de distribution,<br>Intégration/modifications des systèmes de régulation,<br>Modification du mode de distribution.                                                                                                                                                                     |
| <u>Ventilation traitement d'air.</u>              | Proposition de solutions techniques afin de garantir les conditions de ventilations nécessaires,<br>Amélioration du rendement des ventilateurs,<br>Intégration de dispositifs de régulation et de modulation.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <u>Eclairage:</u>                                 | Modifications des luminaires ou lampes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <u>Climatisation/rafraichissement.</u>            | Intégration d'organes de dispositifs de régulation<br>Propositions de solutions afin de d'éviter le recours à ces équipements<br>Amélioration des rendements des systèmes de production existants.<br>Proposition de remplacement de la source de rejet de calories (côté condenseur),<br>Amélioration des performances des auxiliaires de distribution,<br>Intégration/modifications des systèmes de régulation,<br>Modification/remplacement des émetteurs. |

Dans le cas d'une préconisation pour le remplacement des émetteurs, il faudra bien indiquer que ceux-ci devront être à basses températures et qu'un ajustement de la loi d'eau du système de chauffage sera nécessaire.

## **ANNEXE 7 : Seuils techniques minimaux et critères CEE**

Ces garde-fous suivants ont été calés sur ceux des CEE. Le prestataire vérifiera les garde-fous CEE en vigueur à la date de remise du rapport, ces valeurs évoluant régulièrement.

Par ailleurs, les seuils indiqués ci-dessous sont ceux adaptés aux bâtiments tertiaires à date du 01/01/2025 ; dans le cas d'un logement communal, le prestataire devra se référer aux seuils spécifiés dans les fiches CEE relatives au secteur résidentiel (cf lien :

**Operations standardisées d'économies d'énergie**)

| <b>ISOLATION</b>                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Type de travaux</b>                                                                                                                    | <b>Garde-fou</b>                                                                                                                                                                                     | <b>Certification/label</b>                                                  |
| <i>Plancher de combles perdus</i>                                                                                                         | $R \geq 6,0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$                                                                                                                                                           | - Référence ACERMI<br>- Avis technique du CSTB                              |
| <i>Rampants de toiture et plafonds de combles</i>                                                                                         | $R \geq 6,0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$                                                                                                                                                           |                                                                             |
| <i>Toitures-terrasses</i>                                                                                                                 | $R \geq 4,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$                                                                                                                                                           |                                                                             |
| <i>Murs en façade ou pignon</i>                                                                                                           | $R \geq 3,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$                                                                                                                                                           |                                                                             |
| <i>Planchers bas sur sous-sol, vide-sanitaire</i>                                                                                         | $R \geq 3,0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$                                                                                                                                                           |                                                                             |
| <i>Fenêtres ou porte-fenêtres</i>                                                                                                         | $U_w \leq 1,3 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$ et $Sw \leq 0,35$                                                                                                                                       | - Certificat CEKAL<br>- Label ACOTHERM<br>- Charte de qualité Menuiserie 21 |
| <i>Fenêtres en toiture</i>                                                                                                                | $U_w \leq 1,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$ et $Sw \leq 0,15$                                                                                                                                       |                                                                             |
| <i>Fenêtre ou porte-fenêtre complète avec vitrage parietodynamique</i>                                                                    | $U_w \leq 0,8 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$ et $Sw \geq 0,45$<br>Ou<br>$U_w \leq 1,2 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$ et $Sw \geq 0,5$                                                                |                                                                             |
| <i>Portes d'entrée donnant sur l'extérieur</i>                                                                                            | $U_d \leq 1,7 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$                                                                                                                                                         |                                                                             |
| <b>EQUIPEMENTS(se référer au site du ministère de l'Aménagement du territoire et de la transition écologique qui liste les fiches CEE</b> |                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |
| <i>Chaudière de chauffage à combustible fossile (gaz, fioul) ou de production d'eau chaude sanitaire</i>                                  | à condensation (92/42/CE)<br>dispositif de programmation du chauffage                                                                                                                                |                                                                             |
| <i>De pompes à chaleur spécifiques, telles que :</i>                                                                                      | Intensité maximale au démarrage de 45 A en mono ou de 60 A en tri avec dispositif de programmation du chauffage                                                                                      | Certificat NF PAC                                                           |
| <i>PAC Air/air :</i>                                                                                                                      | SCOP $\geq 3,9$ (SCOP/ coefficient de performance saisonnier selon norme d'essai EN45011)                                                                                                            |                                                                             |
| <i>PAC géothermique à capteur fluide frigorigène de type : Sol/sol et Sol/Eau</i>                                                         | COP $\geq 3,4$ (Norme d'essai 14511-2)<br>t° évaporation : -5°C, t° condensation : +35°C                                                                                                             |                                                                             |
| <i>PAC géothermique de type : Eau Glycolée/Eau</i>                                                                                        | COP $\geq 3,4$ (Norme d'essai 14511-2)<br>ou COP $\geq 4$ pour compatibilité « aides COT / ADEME »<br>Evaporateur : t° entrée 0°C / t° sortie -3°C<br>Condenseur : t° entrée 30°C / t° sortie 35°C   |                                                                             |
| <i>PAC géothermique de type Eau/Eau</i>                                                                                                   | COP $\geq 3,4$ (Norme d'essai 14511-2)<br>ou COP $\geq 4,5$ pour compatibilité « aides COT / ADEME »<br>Evaporateur : t° entrée 10°C / t° sortie 7°C<br>Condenseur : t° entrée 30°C / t° sortie 35°C |                                                                             |
| <i>PAC Air/Eau</i>                                                                                                                        | COP $\geq 3,4$ (Norme d'essai 14511-2)<br>Evaporateur : t° entrée 7°C<br>Condensateur : t° entrée 30°C / t° sortie 35°C                                                                              |                                                                             |



|                                                                                                                                       |                                                                                                                     |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Chaudière bois de puissance < 300 kW                                                                                                  | CO et Rdt Classe 5 de la norme NF EN 303.5                                                                          |                                             |
| Poêles à bois (selon NF EN 13240, NF EN 14785 ou EN 15250)                                                                            | Concentration moyenne CO E ≤ 0,3 %<br>Rendement énergétique □ ≥ 70 %<br>Indice de performance environnemental I ≤ 2 | Label flamme verte                          |
| Equipements de fourniture d'eau chaude sanitaire fonctionnant à l'énergie solaire (CESI, SSC).                                        | étude de dimensionnement de l'installation pour déterminer la surface ces capteurs                                  | capteurs certifiés<br>CSTBat, Solar Keymark |
| Pompes à chaleur dédiées à la production d'eau chaude sanitaire, compris pose échangeur chaleur souterrain pour les PAC géothermiques | Intensité maximale au démarrage de 45 A en mono ou de 60 A en tri. Tp° ECS de réf : 52,5°C.                         | Certificat NF PAC                           |
| Air Ambiant,                                                                                                                          | COP ≥ 2,4 (Norme d'essai 16147)                                                                                     |                                             |
| Air Extérieur                                                                                                                         |                                                                                                                     |                                             |
| Géothermique                                                                                                                          | COP ≥ 2,3 (Norme d'essai 16147)                                                                                     |                                             |
| Air Extraît                                                                                                                           | COP ≥ 2,5 (Norme d'essai 16147)                                                                                     |                                             |
| Calorifugeages d'une installation de production ou de distribution de chaleur ou d'eau chaude sanitaire                               | R ≥ 1,2 m².K/W<br><br>(épaisseur du calorifugeage égale à l'épaisseur du conduit)                                   |                                             |
| Ventilation                                                                                                                           | Consommation électrique du ventilateur : 15W/h                                                                      |                                             |

## ANNEXE 8 : Exemple de fiche de synthèse pédagogique

**Objectif** : Vulgariser les résultats de l'étude et la rendre rapidement compréhensible pour des personnes non expertes.

| Bloc                           | Contenu minimal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>En-tête projet</b>          | <ul style="list-style-type: none"><li>- Nom bâtiment, adresse, surface</li><li>- Collectivité + typologie (école, mairie, EHPAD...)</li><li>- Date audit + nom prestataire</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>État énergétique actuel</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Étiquette énergie + GES après travaux</li><li>- Consommation annuelle (kWhEF/m<sup>2</sup>, €)<br/><a href="#"><b>ANNEXE 5 : Analyse des factures énergétiques (exemple)</b></a></li><li>- Répartition des consommations avec des graphiques</li></ul>                                                                                                                                                                           |
| <b>Principaux constats</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Points faibles enveloppe (toiture, murs, menuiseries...)</li><li>- Équipements vétustes/inefficaces</li><li>- Pathologies détectées (humidité, ponts thermiques, sous-ventilation...)</li><li>- Inconfort été (DH)</li></ul>                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Scénarii proposés</b>       | <a href="#"><b>ANNEXE 6 : Préconisations enveloppe et systèmes du bâtiment</b></a> <ul style="list-style-type: none"><li>- Analyser le potentiel de futures installations ENR<br/><a href="#"><b>ANNEXE 9 : Grille d'évaluation des opportunités ENR (bois et géothermie)</b></a></li><li>- Tableau comparatif avec plusieurs scénarii</li><li>- Tableaux : Travaux / Coût HT / Aides / Reste à charge / Économies annuelles / Étiquette finale / Temps retour</li></ul> |
| <b>Scénario recommandé*</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>- Justification du choix (équilibre performance/coût/faisabilité)</li><li>- Gain énergétique (%)</li><li>- Gain financier annuel (€) en coût global et calcul du coût de l'inaction</li><li>- Émissions CO<sub>2</sub> évitées (tonnes/an)</li></ul>                                                                                                                                                                               |
| <b>Prochaines étapes</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Délibération collectivité</li><li>- Dépôt demande subventions (CRST, FEDER, Fonds Chaleur...)</li><li>- Lancement DCE si décision favorable</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            |

\*  "Les gains énergétiques et financiers présentés dans les scénarios sont des **estimations prévisionnelles** basées sur la modélisation du bureau d'études et les hypothèses d'usage retenues. La responsabilité du prestataire est limitée à sa mission de conseil (RC professionnelle).

### Livrables qui doivent être présents avec la synthèse

**Objectif** : présentation synthétique et visuelle des performances thermiques et énergétiques du bâtiment avant travaux.

| Livrables                                  | Contenu                                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Historique consommations</b>            | Chronique 2-3 ans (kWh/mois) + estimation besoins réels (chaud/froid/ECS) |
| <b>Tableau ventilation EF/EP par usage</b> | 5 usages réglementaires + usages spécifiques séparés                      |
| <b>Note d'imputation</b>                   | Sources + méthodes + incertitudes pour chaque usage                       |
| <b>Tableau comparaison STD/réel</b>        | Écart % par fluide + validation cohérence ±10%                            |
| <b>Note correction climatique</b>          | Station météo + DJU années/référence + formule correction                 |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>État pathologies</b>                 | Photos + commentaires (humidité, étanchéité, ponts thermiques...)                                                                                                                                                         |
| <b>Confort thermique et qualité air</b> | Évaluation + Degrés-Heures (DH) si risque inconfort été                                                                                                                                                                   |
| <b>Relevé surfaces SDP</b>              | Plans à jour + mesures laser                                                                                                                                                                                              |
| <b>Modalités calculs</b>                | Justification choix méthodologique (STD/Th-C-E ex) + paramètres                                                                                                                                                           |
| <b>Etiquettes énergétiques</b>          | <p><b><u><a href="#">ANNEXE 12 : Attestation de classe énergétique d'un bâtiment existant</a></u></b></p> <p><b><u><a href="#">ANNEXE 13 : Attestation de classe énergétique prévisionnelle après travaux</a></u></b></p> |

## **ANNEXE 9 : Grille d'évaluation des opportunités ENR (bois et géothermie)**

| <b>Indicateur Enr bois-énergie</b>              | <b>Rédhibitoire</b>                   | <b>A étudier</b>                                                | <b>Encourageant</b>                                |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Sensibilité du Maître d'Ouvrage au bois énergie | Réfractaire                           | Ouvert                                                          | Intéressé                                          |
| Surface du bâtiment                             | < 100 m <sup>2</sup>                  | > 100 m <sup>2</sup>                                            | > 400m <sup>2</sup>                                |
| Energie actuelle                                | -                                     | Electricité ou gaz naturel                                      | Fioul ou GPL                                       |
| Surface de la chaufferie                        | < 10 m <sup>2</sup>                   | > 10 m <sup>2</sup>                                             | > 20 m <sup>2</sup>                                |
| Silo potentiel                                  | Aucun volume disponible/Constructible | Possibilité de construire ou aménager au moins 25m <sup>2</sup> | Au moins 25m <sup>2</sup> existants (à réaménager) |
| Accès livraison poids lourds au silo            | >50m                                  | Entre 20 et 50 m                                                | Proche                                             |
| Vétusté de la chaufferie                        | -                                     | Moyen ou récent                                                 | Très vétuste                                       |
| Effet de levier sur l'étiquette énergie/GES     | -                                     | non                                                             | oui                                                |

| <b>Indicateur Enr géothermie sur nappe</b>                                          | <b>Rédhibitoire</b> | <b>A étudier</b>           | <b>Encourageant</b>  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|
| Sensibilité du Maître d'Ouvrage à la géothermie                                     | Réfractaire         | Ouvert                     | Intéressé            |
| Température émetteurs                                                               | > 45°C              | 0                          | < 45°C               |
| Occupation bâtiment                                                                 | -                   | Discontinu                 | Continu              |
| Energie actuelle                                                                    | -                   | Electricité ou gaz naturel | Fioul ou GPL         |
| Nature des besoins (chaud et/ou froid)                                              | -                   | chaud OU froid             | chaud ET froid       |
| Surface disponible en locaux techniques                                             | < 5 m <sup>2</sup>  | 5 à 10 m <sup>2</sup>      | > 10 m <sup>2</sup>  |
| Surface foncière (hors bâti) disponible                                             | 0                   | < 100 m <sup>2</sup>       | > 100 m <sup>2</sup> |
| Vétusté de la chaufferie                                                            | -                   | Moyen ou récent            | Très vétuste         |
| Délai de mise en service de la nouvelle énergie souhaitée par le Maître d'Ouvrage ? | < 3 mois            | 3 à 6 mois                 | > 6 mois             |
| Effet de levier sur l'étiquette énergie/GES ?                                       | -                   | non                        | oui                  |
| Intégration paysagère (photos à fournir)                                            | -                   | non                        | oui                  |
| Extension (neuve) présumée                                                          | -                   | non                        | oui                  |
| Autre bâtiment attenant de la collectivité                                          | -                   | non                        | oui                  |

| <b>Indicateur Enr géothermie sur sondes / échangeurs compacts</b>                   | <b>Rédhibitoire</b>                    | <b>A étudier</b>          | <b>Encourageant</b>    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Sensibilité du Maître d'Ouvrage à la géothermie                                     | Réfractaire                            | Ouvert                    | Intéressé              |
| Température émetteurs                                                               | > 50°C                                 | 40 – 50°C                 | < 40°C                 |
| Occupation bâtiment                                                                 | Discontinu                             | Mixtes                    | Continu                |
| Energie actuelle                                                                    | Electricité ou gaz naturel             | Fioul                     | Energies renouvelables |
| Nature des besoins (chaud et/ou froid)                                              | Chauffage ou refroidissement seulement | Chaud OU froid            | Chaud ET froid         |
| Surface disponible en locaux techniques                                             | < 5 m2                                 | 5 à 10 m2                 | > 10 m2                |
| Surface foncière (hors bâti) disponible                                             | 0                                      | < 200 m2                  | > 200 m2               |
| Vétusté de la chaufferie                                                            | Récente                                | Moyennement vétuste       | Très vétuste           |
| Délai de mise en service de la nouvelle énergie souhaitée par le Maître d'Ouvrage ? | < 3 mois                               | 3 à 6 mois                | > 6 mois               |
| Effet de levier sur l'étiquette énergie/GES ?                                       | Non                                    | Faible                    | Important              |
| Impact visuel/paysager (photos à fournir)                                           | Important                              | Modéré                    | Faible                 |
| Extension (neuve) présumée                                                          | Non                                    | Envisagé                  | Oui                    |
| Autre bâtiment attenant de la collectivité                                          | Non                                    | Partiellement compatibles | Oui                    |

## **ANNEXE 10 : Guide technique géothermie : sondes et échangeurs compacts**

 Voir la carte géologique de la Région Centre-Val de Loire :  
<https://www.brgm.fr/fr/implantation-regionale/centre-val-loire>

Les préconisations ci-dessous portent sur :

- Les ratios à utiliser pour le pré-dimensionnement d'une installation sur sondes géothermiques étant entendu que la responsabilité du dimensionnement final est du ressort de la maîtrise d'œuvre, ou de l'installateur de la PAC et du foreur. La préconisation devra apporter des informations sur les indicateurs.

- La liste des données de pré-dimensionnement de l'installation qui doivent être estimée.

➤ Après définition des besoins énergétiques et de la monotone de chauffage, il est proposé d'appliquer la méthodologie suivante :

- Vérification du zonage réglementaire « échangeurs boucle fermée » sur le site Géothermie-Perspectives (s'arrêter si rouge ; poursuivre si vert ou orange)
- Indication de la conductivité thermique théorique, disponible sur le même site
- Rappeler qu'il est réglementairement obligatoire de faire appel à un foreur qualifié (liste disponible sur Géothermie Perspectives), par exemple RGE-Qualiforage
- Rappeler qu'il peut rester des réglementations locales comme des périmètres de protection des eaux : point qui sera à vérifier par le foreur

➤ Estimation des puissances nécessaires :

- Vérification de la surpuissance nécessaire : en particulier, il est rappelé que la NF EN 12831 indique qu'une surpuissance de relance peut ne pas toujours être nécessaire, par exemple si le système de régulation est capable de supprimer le ralenti lors des jours les plus froids ou si les déperditions par renouvellement d'air peuvent être diminuées en période de ralenti.

La surpuissance de relance peut être déterminée de manière détaillée par des méthodes de calcul dynamique.

Il est attendu une pleine appropriation de ces règles, afin d'éviter les pics de puissance. En effet, la limitation de la puissance installée permet de diminuer de façon conséquente les coûts à l'installation des systèmes de production et de distribution/émission.

*A titre d'exemple, on pourra :*

- Faire varier les besoins de ventilation selon le taux d'occupation, de façon plus fine qu'un « tout ou rien » entre le débit en inoccupation et celui en occupation maximale – à l'image de ce que permettent les capteurs CO<sub>2</sub>.

- Augmenter la durée des relances de façon conséquente<sup>1</sup> – par exemple en indiquant une évolution des températures consignes au cours des phases d'inoccupation.
  - Calcul du nombre d'heures équivalent pleine puissance pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ratio entre énergie calorifique délivrée par la pompe à chaleur et sa puissance calorifique nominale)
  - Définition des occurrences des niveaux de température en sortie de pompe à chaleur
  - Opportunité de modifier les émetteurs de chaleur, pour une plus basse température de chauffage et/ou pour permettre le rafraîchissement, notamment par géocooling
- Estimation de l'énergie extractible du sous-sol :
- Définition de l'énergie géothermique à extraire (application chauffage et eau chaude sanitaire) : afin de prévoir un léger surdimensionnement, utiliser un COP saisonnier de 6 (valeur indicative)
  - Définition de la longueur à forer : utilisation d'un ratio de :
    - 100 kWh/(m.an) pour une conductivité thermique proche de 2 W/(m.K)
    - 125 kWh/(m.an) pour une conductivité thermique proche de 2,5 W/(m.K)
    - 150 kWh/(m.an) pour une conductivité thermique proche de 3 W/(m.K)
- Ces valeurs sont des ordres de grandeur, le dimensionnement final relève de la responsabilité du foreur et de l'installateur (avec un test TRT si possible)
- Nota Bene : indiquer la longueur résultante afin de consolider le scénario. Il sera de la responsabilité de la maîtrise d'œuvre de redéfinir la longueur exacte.
- Estimation des coûts de travaux :
- Définition du coût HT de la partie enterrée, dont mise en glycol et raccordement : compter 4 000€ + 120€/m linéaire
  - Définition du coût total de l'installation de géothermie (ajouter matériel et main d'œuvre en chaufferie, dont compteurs d'énergie thermiques et électriques)
  - Définition du coût du changement d'émetteurs, s'il y a lieu
- Estimation des aides mobilisables :
- Calcul du niveau de subvention dans le cadre du CRST (50% de l'assiette « coût total géothermie + changement d'émetteurs »)
  - Indication de co-financements autres : directement via le fonds chaleur de l'ADEME pour des énergies géothermiques annuelles extraites supérieures à xx MWh ; ou via le COT ENR s'il existe localement
    - estimation de cette subvention : pour yy MWh/an extraits du sol, appliquer la formule indicative du fonds chaleur pour aboutir à  $yy * z$  €, la valeur de z étant actualisée chaque année dans les règles fonds chaleur (en 2018,  $z = 20 * 40 = 800$  €/MWh).

---

<sup>1</sup> Si on considère que l'ajout usuel de 20% de surpuissance a vocation à permettre la remontée en température, un bâtiment ayant des déperditions de 50 W/m<sup>2</sup> se verra adjoindre une surpuissance de 10 W/m<sup>2</sup> : la montée en température est ainsi de l'ordre de 0,2°C/h pour un bâtiment qui disposerait d'une inertie moyenne, soit 165 kJ/(m<sup>2</sup>.K). Cette pente diminue pour des bâtiments disposant de plus d'inertie ou ayant des déperditions plus faibles, de sorte qu'une valeur de 0,1°C/h peut être plus pertinente pour les bâtiments à étudier.

## **ANNEXE 11 - Modèle d'engagement d'approvisionnement en bois-énergie**

### **Maître d'ouvrage :**

### **Projet concerné :**

Je soussigné, .....

M'engage auprès de l'ADEME à exiger un approvisionnement de ma chaufferie bois comportant au minimum le pourcentage suivant de plaquettes forestières et assimilées\* :

### **J'ai noté que :**

- Le maître d'ouvrage encadrera, à travers les contrats passés avec ses fournisseurs, la qualité de l'information transmise le long de la chaîne d'approvisionnement. En particulier, il s'assurera que les libellés des biomasses renseignées sur les bons de livraison respectent les catégories suivantes :
  - Plaquettes forestières et assimilées (Référentiel ADEME 2017-1-PFA)
  - Connexes des Industries du Bois (Référentiel ADEME 2017-2-CIB)
  - Produits Bois en Fin de Vie Bois Déchet (Référentiel ADEME 2017-3-PBFVBD)
  - Granulés (Référentiel ADEME 2017-4-GR)
- Des contrôles périodiques et aléatoires seront réalisés par des bureaux de contrôle indépendants missionnés par l'ADEME afin de vérifier la conformité au plan d'approvisionnement. Par conséquent, le bénéficiaire :
  - Autorisera l'ADEME ou le bureau de contrôle mandaté par l'ADEME à accéder d'une part à la chaufferie et ses périphériques et d'autre part aux documents nécessaires pour mener à bien ces contrôles (contrats d'approvisionnement, factures de combustible, bons de livraison, relevés de compteur, mesures de qualité des combustibles, etc).
  - Introduira dans ses contrats d'approvisionnement une clause énonçant que le fournisseur assure à son client le droit de faire réaliser, par un bureau de contrôle indépendant missionné par l'ADEME, un audit chez lui ou chez ses propres fournisseurs, visant à valider la nature de l'information transmise au maître d'ouvrage

### **Date, lieu et signature :**

\* : Plaquettes forestières et assimilées = combustible obtenu par broyage ou déchiquetage de tout ou partie de végétaux ligneux issus de peuplements forestiers et de plantations n'ayant subi aucune transformation (directement après exploitation). La définition complète correspond au [référentiel ADEME 2017-1-PFA relatif aux Plaquettes forestières](http://www.ademe.fr/), disponible sous : <http://www.ademe.fr/>



## **ANNEXE 12 : Attestation de classe énergétique d'un bâtiment existant**



### **ATTESTATION DE CLASSE ENERGETIQUE D'UN BATIMENT EXISTANT**

Je soussigné « **nom du représentant du bureau d'étude** » mandaté par « **nom du mandataire du bureau d'étude** » certifie avoir réalisé un audit énergétique avant travaux selon le cahier des charges régional ENERGETIS Collectivité Bâtiment pour l'opération concernant :

« **Intitulé de l'opération**

**Adresse de l'opération »**

**Méthode de calcul utilisé : -----**

**Je certifie que ce bâtiment dispose avant travaux :**

**1/ de la classe énergétique « ----- »**

**et d'une consommation de « ----- kWh/m<sup>2</sup> SDP/an»**

**2/ de la classe GES « ----- »**

**et d'une émission de GES de « ----- » kgéq CO<sup>2</sup>/ m<sup>2</sup> SDP/an**

**Date :...../...../.....**

**Signature du représentant du bureau  
d'étude thermique**

## **ANNEXE 13 : Attestation de classe énergétique prévisionnelle après travaux**

### **Attestation de classe énergétique prévisionnelle d'un bâtiment après travaux**

Dans un souci d'efficacité optimale et de simplification administrative, la Région accepte d'engager les crédits sur production de la présente attestation, signée du maître d'ouvrage et du bureau d'étude en charge de l'étude thermique.

Pour le Maître d'ouvrage :

Je soussigné \_\_\_\_\_ agissant au titre de

Représentant la/le \_\_\_\_\_

Pour le responsable de l'étude thermique :

Je soussigné \_\_\_\_\_ agissant au titre de

Représentant la/le \_\_\_\_\_

Atteste que le bouquet de travaux retenu par le maître d'ouvrage et effectivement mis en œuvre correspond aux affirmations suivantes :

|                                                         |                                 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Scénario retenu</b>                                  |                                 |
| <b>Classe énergétique <sup>(1)</sup> (A, B, C ou D)</b> |                                 |
| <b>Consommation énergétique</b>                         | ----- kWh/m2<br><b>SDP/an</b>   |
| <b>Emission de Gaz à Effet de Serre</b>                 | ----- kg eq CO <sub>2</sub> /an |

**Méthode de calcul utilisée (précisez, exemples : Th-C-ex) :**

\_\_\_\_\_

Fait à \_\_\_\_\_

Le \_\_\_\_\_

**Signature du responsable de l'étude thermique**

## ANNEXE 14 - Modèle d'engagement de la maîtrise énergétique

### DEPERDITIONS

| Bâtiment                        | Actuel        |                   | Travaux à réaliser | Future        |                |              |
|---------------------------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------|----------------|--------------|
|                                 | Déperditions  | Isolation toiture |                    | Déperditions  | Coûts          | Gains        |
| Ecole maternelle                | 18150         | 10 cm             |                    | 18150         |                | 0,0%         |
| Ecole maternelle logement       | 22923         | 10 cm             |                    | 22923         |                | 0,0%         |
| Ecole maternelle Cantine        | 13430         | 5 cm              |                    | 13430         |                | 0,0%         |
| Ecole maternelle CE1 CE2        | 13410         | 6 cm              |                    | 13410         |                | 0,0%         |
| Salle Polyvalente               | 27963         | 10 à 20 cm        |                    | 27963         |                | 0,0%         |
| Ecole primaire sanitaire        | 2772          | 0 cm              |                    | 2772          |                | 0,0%         |
| Ecole primaire Bibliothèque     | 16155         | 0 cm              | 20 cm              | 13732         | 2 100 €        | 15,0%        |
| Ecole primaire salle multimédia | 5220          | 0 cm              | 20 cm              | 4437          | 900 €          | 15,0%        |
| Ecole primaire CM1 CM2          | 22022         | 20 cm vétuste     | 20 cm              | 21141         | 4 000 €        | 4,0%         |
| Ecole primaire logements        | 16250         | 20 cm             |                    | 16250         |                | 0,0%         |
| Garderie                        | 7392          | 6 cm              |                    | 7392          |                | 0,0%         |
| <b>Total 1 Déperditions</b>     | <b>165687</b> |                   |                    | <b>161600</b> | <b>7 000 €</b> | <b>2,47%</b> |

### Consommation totale énergie

|                              | Actuel        | Future | Gains |
|------------------------------|---------------|--------|-------|
| Déperditions W               | <b>165687</b> | 161600 | 2,47% |
| Besoins kWh                  | <b>174643</b> | 170893 | 2,15% |
| Energie Finale kWh chauffage | 236608        | 212453 | 10,2% |
| Energie Primaire kWh         | 251546        | 212453 | 15,5% |

Sources etude SEITH

La commune de Nancay s'engage à réaliser les travaux d'optimisation des déperditions des bâtiments et des installations de chauffage conformément à l'étude SEITH et dans un objectif de gains totaux de 15,5 % d'amélioration

Fait à Nancay le

Le Maire