

Cahier des charges des études thermiques rénovation basse consommation - 2015

Bâtiments tertiaires

L'étude a pour objectif de définir une solution basse consommation répondant au niveau de consommation fixé selon l'usage du bâtiment, et des recommandations techniques permettant de l'atteindre.

L'étude basse consommation comprend la réalisation de simulations dynamiques et une analyse en coût global. **Elle constitue un outil d'aide à la décision qui va permettre de comparer les différentes variantes de solution basse consommation entre elles pour ne garder que la plus intéressante techniquement et financièrement.** La solution basse consommation retenue est ensuite comparée à un calcul réglementaire et, le cas échéant, comparée à la solution de rénovation initialement prévue.

La pertinence optimale d'une telle étude se situe en phase Esquisse/APS.

Dans tous les cas elle devra être menée avant la validation de l'APD du projet.

Points à ne pas oublier de traiter dans le cadre de cette étude :

- Les schémas de détails de traitement des ponts thermiques et de l'étanchéité à l'air (continuité de l'enveloppe et traitement des singularités)
- Les hypothèses de calcul des consommations des différents postes énergétiques devront figurer.
- Les consommations des postes réglementaires, déterminés par STD (Chauffage et refroidissement) et **manuellement** (ECS, Ventilation, éclairage, auxiliaires)
- Une estimation de la consommation d'électricité spécifique du bâtiment devra apparaître.
- De bien indiquer les besoins de chauffage en énergies utile
- Utilisation du fichier météo de **l'été 2003**
- Modélisation des stratégies retenues dans le cadre du traitement du confort d'été

La simulation dynamique

C'est un outil puissant tout à fait pertinent et recommandé dans l'étude de la plupart des typologies : bâtiments complexes, systèmes constructifs particuliers, utilisations spécifiques (gymnases, écoles, associations...).

Le développement de la modélisation paramétrique fait émerger à l'intérieur de l'équipe de maîtrise d'œuvre une collaboration plus transversale.

Par exemple elle vient quantifier les performances thermiques d'un bâtiment selon le traitement de l'étanchéité à l'air et ainsi **arbitrer entre différentes techniques de pose de menuiserie. Elle peut aussi permettre d'optimiser les épaisseurs d'isolant à mettre en œuvre.**

En phase d'études (APS, APD), les scénarios d'intervention sont analysés et décomposés pour aboutir à un projet de travaux. De fait, un certain nombre d'arbitrages vont nécessairement devoir être faits par rapport aux premières orientations de la partie programme. Au regard des premiers retours d'expérience, les choix de conception arrêtés au terme des études sont validés par les simulations ; **celles-ci permettent de quantifier les marges de manœuvre en rénovation.**

Extrait du guide « élaborer un programme de rénovation énergétique dans les bâtiments » édité par l'Ademe en février 2011

1 - OBJECTIF DE PERFORMANCE

Les niveaux de consommation à respecter sont détaillés dans le tableau ci-dessous. **La production locale d'électricité** (photovoltaïque, cogénération) **ne pourra pas être déduite du bilan des consommations du bâtiment.**

Usage - catégorie de bâtiment	Besoin¹ maximal de chauffage (kWh/m ² .an) en énergie utile et en m ² SHON RT	Cep max.² (kWh/m ² .a n) en énergie primaire et en m ² SHON RT	Postes de consommation pris en compte
Administration (<i>ex. : mairie</i>)	30	70	Chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement, ventilation, auxiliaires et éclairage
Ecoles - enseignement	40	70	
Restauration	40	85	
Lieux de rassemblement (<i>ex. salles des</i>	30	80	
Hôpitaux	60	110	
Ateliers, dépôts	25	50	
Installations sportives	30	100	
Logement	45	104	

Note : ces valeurs sont issues des expériences de rénovation basse énergie menées par la Région Bourgogne, par Minergie en Suisse et sur les appels à projets BBC menées par la Région Alsace et l'ADEME en 2009 et 2010.

Dans l'hypothèse d'une extension, **l'aide régionale portera uniquement sur la partie rénovée.**

La performance énergétique sera calculée soit sur la partie rénovée soit sur l'intégralité du bâtiment suivant la configuration du bâtiment : **à valider impérativement au préalable avec le chargé de mission energivie.info.**

¹ Les besoins de chauffage en énergie utiles seront issues du calcul par simulation dynamique

² La consommation totale en énergie primaire sera issue du calcul réglementaire

2 – CONTENU ET PLAN DU RENDU DES ETUDES

2.1 PREAMBULE

Indiquer l'objectif de performance à respecter suivant la typologie du projet traité dans la présente étude.

- Equipe technique du projet

Maître d'ouvrage :

Assistant à maîtrise d'ouvrage (*le cas échéant*) :

Architecte :

Bureau d'études thermiques :

Indiquer à chaque fois le nom de la personne en charge du dossier ainsi que les coordonnées postales, téléphonique et électronique.

- Présentation succincte du projet

Adresse du projet

Description de l'usage actuel du bâtiment

Description de l'usage prévu (destination après travaux)

2.2 ETAT EXISTANT

Général

Photos, plans

Description générale de l'existant

Surfaces

Détail du calcul de la Surface hors œuvre nette (SHON RT) } Cf. exemple tableau 1 en annexe A
Détail du calcul de la Surface de plancher (SDP) }

Précision : la surface utile ou la SHAB ne rentre pas dans la présente étude.

Enveloppe

Résultat du test d'étanchéité à l'air préalable (Rappeler ici la valeur I4 ainsi que les fuites principales)

Description de la composition des parois (*cf. exemple tableau 2 en annexe A*)

Description des vitrages (*cf. exemple tableaux 3.1 et 3.2 en annexe A*)

Description des ponts thermiques (*cf. exemple tableau 4 en annexe A*)

Répartition des déperditions sur l'enveloppe (*déperditions dues aux murs, à la toiture, etc.*)

Equipements

La description demandée porte notamment sur le matériel (âge, etc.), le combustible, la puissance, le rendement, le circuit de distribution, les émetteurs, la régulation, la ventilation et ses débits, etc.

Description des équipements de chauffage

Description des équipements de production d'ECS

Description des équipements de ventilation et des débits à respecter
Description des équipements d'éclairage
Description des équipements de refroidissement

Consommation

Consommation du bâtiment en l'état actuel (pour les 5 postes de consommations pris en compte dans la RT2005 : chauffage, refroidissement, éclairage, ECS, auxiliaires en kWh_{ep}/m²SHON/an.)
(cf. tableau 5 en annexe A)

Soit par un bilan de consommations sur la base de relevés et d'analyse des factures

Soit par un calcul théorique de la consommation du bâtiment avec un logiciel RT2005 existant.
(L'outil RT utilisé sera précisé).

Coûts et analyse des contrats d'exploitation

Coûts actuels d'exploitation et de maintenance annuels. Fournir le référentiel du prix des énergies utilisé. Description et analyse du contrat d'exploitation et/ou de maintenance.

2.3 PROJET

Général

Description générale du projet
Plans (masse, étages, façade, insertion paysagère, perspective, etc.)
Approche potentiel bioclimatique (orientations, masques, contraintes pour protections solaires éventuelles – ABF – etc.)
Préciser si le projet comprend des extensions de l'existant

o Solution BBC

Surface

Détail du calcul de la Surface hors œuvre nette RT (SHON RT) } Cf. exemple tableau 1 en annexe A
Détail du calcul de la Surface Plancher (SDP)

Précision : la surface utile ou la SHAB ne rentre pas dans la présente étude.

Hypothèses

Détail des hypothèses suivantes :

- Scénario d'occupation
- Scénario de ventilation
- Consignes de température
- Description et détail des apports internes (éclairage, bureautique, fréquentation) et externes (apports solaires)

Ces différents scénarios seront présentés sous la forme de tableau (exemple tableau 2 et 3 en annexe A)

- Etanchéité à l'air (valeur de l'14 retenue)
- Débits de ventilation

Enveloppe

Description de la composition des parois (cf. exemple tableau 4 en annexe A)

Afin de faciliter la compréhension du projet, un code couleur ou une numérotation sera utilisé pour chaque paroi avec un renvoi sur les plans et les coupes.

Description des vitrages (*cf. exemple tableaux 5.1 et 5.2 en annexe A*)

Description de l'ensemble des ponts thermiques et détail graphique de leur traitement (*cf. exemple tableau 6 en annexe A + schémas de traitement à fournir*)

- ➔ Préconisations sur le traitement des ponts thermiques (schémas de traitement à fournir)
- ➔ Préconisations pour le traitement de l'étanchéité à l'air

Afin de faciliter la compréhension du projet, une numérotation de chaque pont thermique sera effectuée avec renvoi sur les plans et les coupes.

Etanchéité à l'air

- ➔ Description du volume chauffé et étanche à l'air : définir le volume étanche à l'air sur les plans et coupes du projet
- ➔ Identification des liaisons complexes du système d'étanchéité à l'air (schémas de traitement à fournir et localisation sur plans ou coupes)
- ➔ Préconisations sur le choix et la pose des menuiseries : indicateur A du classement AEV, position des volets roulants le cas échéant, schémas de traitement de la pose des menuiseries, etc.
- ➔ Identification du cheminement des fluides : emplacement des locaux techniques, indication du cheminement des fluides dans les parois, réservations nécessaires, etc.

Pour les bâtiments d'avant 1948

Pour les bâtiments construits avant 1948 présentant des enjeux au regard du comportement hygroscopique des parois, des préconisations claires et détaillées seront faites pour assurer la pérennité des parois concernées et du bâti (migration de vapeur d'eau, capacité de séchage de la paroi). Au besoin, une simulation hygrothermique dynamique devra être réalisée. Des informations sont disponibles sur ce point en annexe E.

Equipements

1. Installations de chauffage

Description des équipements de chauffage (*matériel, le combustible, la puissance, le rendement, le circuit de distribution, les émetteurs, la régulation, etc.*)

- Préconisations pour améliorer le rendement de génération
- Préconisations pour améliorer le rendement de stockage
- Préconisations pour améliorer le rendement de distribution
- Préconisations pour améliorer le rendement de régulation

2. Installations de refroidissement

Description des équipements de refroidissement

3. Production d'eau chaude sanitaire (*à détailler même si non pris en compte dans calcul RT*)
 - Description des équipements de production et de distribution d'ECS
 - Préconisations pour optimiser les consommations d'ECS
 - Préconisations pour améliorer la production et la distribution d'ECS
4. Ventilation et auxiliaires
 - Description des équipements de ventilation et des auxiliaires (*liste détaillée à fournir*)
 - Préconisations pour optimiser la consommation des ventilateurs
 - Préconisations pour optimiser la consommations des pompes et circulateurs
5. Eclairage
 - Description des équipements d'éclairage
 - Indiquer le niveau d'éclairement retenu par zone (lux/m^2). Fournir en annexe une copie de l'étude d'éclairage type Dia Lux si celle-ci a été réalisée.
 - Préconisations et mesure prises pour réduire les consommations d'éclairage
6. Electricité spécifique
 - Détail de l'ensemble des équipements électriques non pris en compte dans les consommations précédentes
 - Estimation de la consommation de ces équipements (en kWh d'énergie finale et d'énergie primaire)
7. Comptage
 - Description de l'ensemble des compteurs et de leur mise en place spécifique à ce projet (*cf. annexe 3*)
 - Description des personnes ressources au sein de la collectivité ou de l'association pour le suivi et la maintenance des bâtiments

Calculs par simulation dynamique et selon fonctionnement prévu du bâtiment
(Préciser le logiciel utilisé)

Calcul des déperditions du bâtiment

Calcul des besoins de chauffage et de refroidissement théoriques du bâtiment (en $\text{kWh}_{\text{eu}}/\text{m}^2\text{SHON RT /an}$)

Estimation des besoins pour l'éclairage, l'ECS et les auxiliaires (en $\text{kWh}_{\text{ef}}/\text{m}^2\text{SHON RT/an}$) – à **déterminer manuellement si non fournis par le logiciel de STD**

Consommation théorique du bâtiment (chauffage, refroidissement, éclairage, ECS, auxiliaires en $\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2\text{SHON RT /an}$). (*cf. tableau 7 en annexe*) *Les hypothèses de rendement du système de production de chaleur, de rendement de distribution, de rendement de régulation et de rendement d'émission seront indiquées.*

Simulation confort d'été - la simulation se fera sur un été normal et sur un été caniculaire (**année 2003**) et étudiera différentes stratégies pour assurer le confort d'été.

Présentation des résultats en graphiques de fréquences cumulées sur les mois de juin, juillet et août avec focus sur des zones critiques sur une journée d'été avec occupation maximale des locaux

Présentation des différentes stratégies retenues pour assurer le confort d'été

Modélisation avant et après application de la ou des stratégies retenues

Calcul règlementaire (Moteur Th C E Ex)

Besoins théoriques de chauffage et de refroidissement (*en kWh EF / m² SHON RT / an*)
Consommation théorique du bâtiment (pour les 5 postes de consommations pris en compte dans la RT2005 : chauffage, refroidissement, éclairage, ECS, auxiliaires en kWh_{ep}/m²SHON RT /an. (L'outil RT utilisé sera précisé.) (*cf. tableau 7 en annexe A*)

Besoins couverts par une énergie renouvelable pour chaque usage
Température interne de confort (Tic) et comparaison avec le Ticréf

Calcul des émissions de GES (équivalence d'émission en kg CO2)

Bilan financier (*cf. tableau 8 en annexe A*)

Coûts d'investissement des différents lots
Coût de la part « réhabilitation énergétique » dans le montant des lots
Coût d'exploitation et de maintenance annuels pour l'existant et les différentes solutions (de base et BBC)
Prendre en compte et faire apparaître le montant total et le mode de calcul des aides régionales (si besoin prendre contact avec l'accompagnateur energievie.info)

Chaque variante sera étudiée suivant la trame décrite ci-dessus. Ensuite ces variantes seront analysées entre elles suivant la méthode du coût global décrite ci-dessous.

○ Evaluation du projet en coût global

L'évaluation du projet en coût global vise à étudier le coût du projet sur une durée de 20 ans, par la méthode du coût global actualisé, ceci à partir des chiffrages des investissements, exploitation et maintenance par poste pour les différentes solutions. L'existant et les solutions BBC seront ainsi étudiés et comparés. *Cf. annexe B pour le détail de la méthode.*

Les résultats seront commentés et présentés sous forme de courbes permettant la comparaison des différentes solutions. Les temps de retours sur l'investissement « énergie » des différentes variantes BBC entre elles par rapport à l'existant, pour les différents scénarios d'augmentation du coût de l'énergie apparaîtront.

○ Conclusion

Les tableaux ci-dessous seront complétés et un graphe de comparaison des différentes solutions sera réalisé (*voir exemples ci-dessous*).

Les données de consommation seront exprimées en **énergie primaire**. Le coefficient de conversion utilisé sera indiqué.

Les choix techniques retenus seront argumentés. Le tableau récapitulatif de l'étude sera complété. Indiquer clairement si le niveau de performance à respecter est atteint et si oui préciser quelle variante est à retenir.

Tableau récapitulatif des besoins de chauffage

		Existant	Projet initial	Solution BBC	
Mode de calcul		<i>Calcul réglementaire ou base facture (à préciser)</i>	<i>Calcul réglementaire</i>	<i>Calcul réglementaire</i>	<i>Simulation dynamique</i>
Besoins (en kWh eu/m ² SHON/an)	chauffage				

Tableau récapitulatif des consommations

		Existant	Projet initial	Solution BBC	
Mode de calcul		<i>Calcul réglementaire ou base facture (à préciser)</i>	<i>Calcul réglementaire</i>	<i>Calcul réglementaire</i>	<i>Simulation dynamique</i>
Consommation (en kWh ep/m ² SHON/an)	chauffage				
	refroidissement				
	ECS				
	éclairage				
	auxiliaires				
	Total				
	<i>Electricité spécifique</i>				

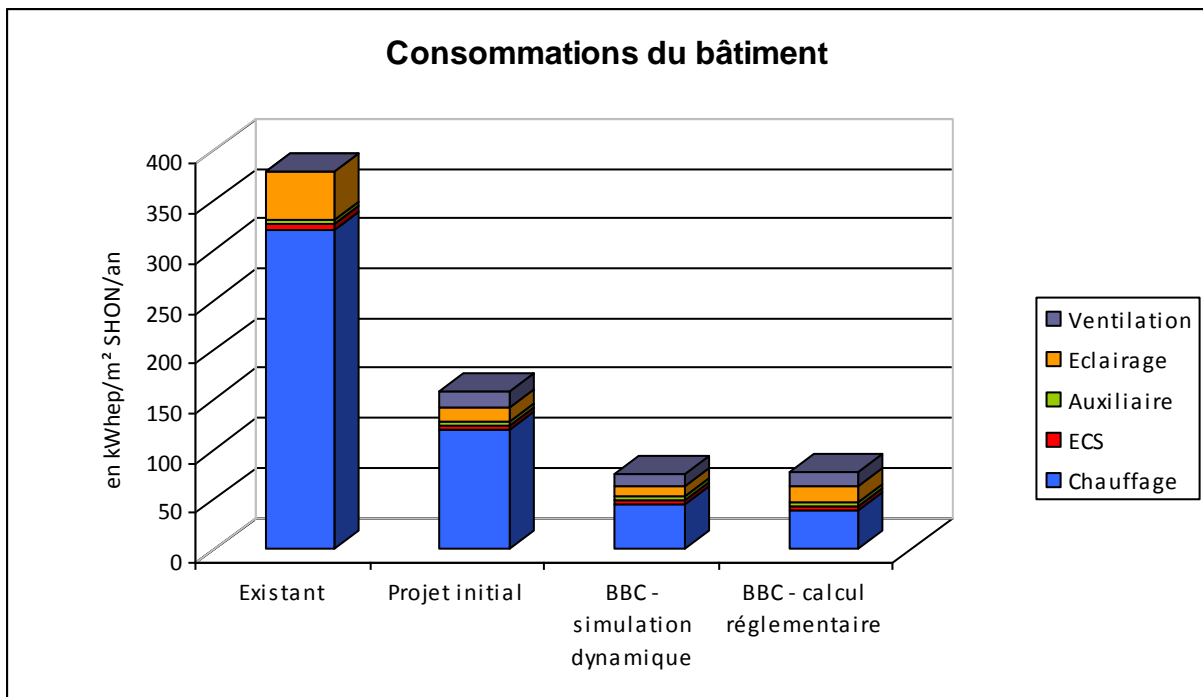


Figure 1: exemple de graphe de comparaison des consommations

Tableau récapitulatif de l'étude

Description	Existant	Variante BBC n° 1	Variante BBC n° 2
Système de chauffage	<i>Type, puissance, rendement</i>		
Système de rafraîchissement			
Système de ventilation			
Système de production d'ECS			
Système d'éclairage			
Puissance chauffage			
Perméabilité à l'air			
Consommation totale <i>(sur les 5 postes RT 2005 - énergie primaire en kWh/m²Shon/an)</i>			
Cref			
Emission de GES			
Coût d'exploitation <i>(en € HT/an)</i>			
Coût total travaux <i>(en € HT)</i>			
Coût de la part réhabilitation énergétique <i>(en € HT)</i>			

Annexe A

Exemples de tableaux de rendu

Tableau 1 : détails de la SHON RT et de la SP

Bâtiment	Etage	SHON RT	SP
Ecole	RDC		
Ecole	N+1		
Ecole	N+2		
<i>Etc.</i>			
Total			

Tableau 2: scénario d'occupation annuel

1 Chauffage Période scolaire 1 Janvier au 7 Janvier	14 Chauffage innocupation 2 Avril au 8 Avril	27 Chauffage innocupation 2 Juillet au 8 Juillet	40 1 Octobre au 7 Octobre
2 Chauffage Période scolaire 8 Janvier au 14 Janvier	15 Chauffage innocupation 9 Avril au 15 Avril	28 Chauffage innocupation 9 Juillet au 15 Juillet	41 8 Octobre au 14 Octobre
3 Chauffage Période scolaire 15 Janvier au 21 Janvier	16 Chauffage Période scolaire 16 Avril au 22 Avril	29 Chauffage innocupation 16 Juillet au 22 Juillet	42 Chauffage Période scolaire 15 Octobre au 21 Octobre
4 Chauffage Période scolaire 22 Janvier au 28 Janvier	17 23 Avril au 29 Avril	30 Chauffage innocupation 23 Juillet au 29 Juillet	43 Chauffage innocupation 22 Octobre au 28 Octobre
5 Chauffage Période scolaire 29 Janvier au 4 Février	18 30 Avril au 6 Mai	31 Chauffage innocupation 30 Juillet au 5 Août	44 Chauffage innocupation 29 Octobre au 4 Novembre
6 Chauffage innocupation 5 Février au 11 Février	19 7 Mai au 13 Mai	32 Chauffage innocupation 6 Août au 12 Août	45 Chauffage Période scolaire 5 Novembre au 11 Novembre
7 Chauffage innocupation 12 Février au 18 Février	20 14 Mai au 20 Mai	33 Chauffage innocupation 13 Août au 19 Août	46 Chauffage Période scolaire 12 Novembre au 18 Novembre
8 Chauffage Période scolaire 19 Février au 25 Février	21 21 Mai au 27 Mai	34 Chauffage innocupation 20 Août au 26 Août	47 Chauffage Période scolaire 19 Novembre au 25 Novembre
9 Chauffage Période scolaire 26 Février au 4 Mars	22 28 Mai au 3 Juin	35 27 Août au 2 Septembre	48 Chauffage Période scolaire 26 Novembre au 2 Décembre
10 Chauffage Période scolaire 5 Mars au 11 Mars	23 4 Juin au 10 Juin	36 3 Septembre au 9 Septembre	49 Chauffage Période scolaire 3 Décembre au 9 Décembre
11 Chauffage Période scolaire 12 Mars au 18 Mars	24 11 Juin au 17 Juin	37 10 Septembre au 16 Septembre	50 Chauffage Période scolaire 10 Décembre au 16 Décembre
12 Chauffage Période scolaire 19 Mars au 25 Mars	25 18 Juin au 24 Juin	38 17 Septembre au 23 Septembre	51 Chauffage innocupation 17 Décembre au 23 Décembre
13 Chauffage Période scolaire 26 Mars au 1 Avril	26 25 Juin au 1 Juillet	39 24 Septembre au 30 Septembre	52 Chauffage innocupation 24 Décembre au 30 Décembre

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
1 H	16	16	16	16	16	16	16
2 H	16	16	16	16	16	16	16
3 H	16	16	16	16	16	16	16
4 H	16	16	16	16	16	16	16
5 H	17	17	16	17	17	16	16
6 H	18	18	16	18	18	16	16
7 H	19	19	16	19	19	16	16
8 H	19	19	16	19	19	16	16
9 H	19	19	16	19	19	16	16
10 H	19	19	16	19	19	16	16
11 H	19	19	16	19	19	16	16
12 H	19	19	16	19	19	16	16
13 H	19	19	16	19	19	16	16
14 H	19	19	16	19	19	16	16
15 H	19	19	16	19	19	16	16
16 H	19	19	16	19	19	16	16
17 H	19	19	16	19	19	16	16
18 H	19	19	16	19	19	16	16
19 H	19	19	16	19	19	16	16
20 H	16	16	16	16	16	16	16
21 H	16	16	16	16	16	16	16
22 H	16	16	16	16	16	16	16
23 H	16	16	16	16	16	16	16
24 H	16	16	16	16	16	16	16

Tableau 3 : scénario de T°, d'occupation hebdomadaire, de ventilation

Tableau 4: composition des parois (Ne pas oublier d'indiquer le R total)

Paroi	Composition	Epaisseur en cm	λ en W/(m.K)	R en m ² .K/W	U _{paroi} en W/(m ² .K)
	Total				
	Total				
	Total				

Tableau 5.1 : répartition des vitrages

		Nord	Sud	Est	Ouest	Total
RdC	Surface Vitrée					
	% de Vitrage (% de vitrage par rapport à la surface des façades)					
R+1	Surface Vitrée					
	% de Vitrage (% de vitrage par rapport à la surface de façade)					
Total	Surface Vitrée					
	% de Vitrage (% de vitrage par rapport à la surface de façades)					

Tableau 5.2 : composition des vitrages

Localisation des vitrages	Type de vitrage	Type de menuiserie	Coeff. Ug (partie vitrée)	Coeff. Uf (partie non vitrée)	Coeff. Uw (moyen)	Facteur Solaire moyen

Tableau 6 : détails de tous les ponts thermiques

Détail des ponts thermiques				
Identification	Longueur	Psi moyen	Déperditions	N° du schéma et repérage sur plan
Mur non isolé / plancher bas				
Liaison entre deux murs				
Liaison entre un mur et un refend				
Mur / plancher haut				
Mur / fenêtre				
Ebrasements / coffret de volet roulant				
<i>Etc.</i>				
Total				

Les schémas cotés de traitement des ponts thermiques figureront à la suite de ce tableau. Les schémas RT ne sont pas suffisants.

Tableau 7 : bilan des consommations

	BBC					
	Energie finale		Energie primaire		Energie primaire/m ² SHON	
Chauffage		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an
ECS		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an
Auxiliaires		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an
Eclairage		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an
Ventilation		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an
TOTAL		kWh/an		kWh/an		kWh/m²/an
Electricité spécifique		kWh/an		kWh/an		kWh/m ² /an

Tableau 8 : Bilan économique

	Solution de base		Solution basse consommation		Surinvestissement BBC
	Coût total du lot	Part de la rénovation énergétique	Coût total du lot	Part de la rénovation énergétique	
Poste 1 : gros œuvre					
Poste 2 : charpente					
Poste 3 :					
...					
...					
...					
...					
...					
Poste n :					
Total investissement (en € HT)					
Coût d'exploitation (en € HT/an)					
Coût de maintenance (en € HT/an)					

Annexe B

Méthode du coût global

D'une manière générale, la méthode de calcul à employer pour déterminer le coût global actualisé d'un bien (ou système) réside dans la définition d'hypothèses et dans l'utilisation de formules adaptées à l'objet du calcul.

L'étude portera sur une durée d'exploitation de 20 ans (investissement + exploitation + maintenance).

Le rendu devra être conforme à la méthode suivante.

1. Définition des hypothèses et dénomination des données

Les hypothèses arrêtées sont les suivantes :

<i>Sigle</i>	<i>Dénomination</i>
<i>N</i>	la période « N » étudiée est de 20 ans
<i>i</i>	le taux d'inflation « i »
<i>a</i>	Taux d'actualisation Taux utilisé dans les formules de calcul d'actualisation pour ramener des coûts qui interviennent à des années différentes à une année commune, en général celle de l'investissement. Il s'agit du taux de financement de l'investissement, emprunt mais aussi fonds propres (perte des revenus correspondant au placement des fonds propres). Il est fixé par défaut à 2 %.

La dénomination des données est la suivante :

<i>Sigle</i>	<i>Dénomination</i>
<i>CI</i>	le Coût d'Investissement d'un système « CI » : dans notre cas il s'agit de l'investissement en travaux de réhabilitation énergétique pour le bâtiment
<i>CM</i>	le Coût de Maintenance « CM » : il est généralement construit par un coût de main d'œuvre (temps d'intervention / qualification), un coût de pièces de rechange, un coût de traitement des déchets, le coût d'acquisition et d'amortissement du matériel à mettre en œuvre pour réaliser les opérations de maintenance
<i>CM_{annuel}</i>	le Coût Annuel de Maintenance « <i>CM_{annuel}</i> » : il correspond au coût de maintenance « <i>CM</i> » pour une année. Il s'agit d'un coût récurrent (annuel)
<i>CC</i>	le coût des consommations « CC » : il s'agit du coût des consommations d'énergie (gaz, fioul, électricité, bois, ...) et d'eau (froide et chaude). Ce coût est généralement construit par un abonnement à la fourniture (partie fixe) et la consommation de ladite fourniture (partie variable)
<i>CC_{annuel}</i>	le Coût Annuel des Consommations « <i>CC_{annuel}</i> » : il correspond au coût des consommations d'énergie et d'eau « <i>CC</i> » pour une année. Il s'agit d'un coût récurrent (annuel)

2. Calcul du coût actualisé pour une période d'utilisation

Les formules présentées ci-dessous permettent de déterminer le coût global actualisé sur une période d'utilisation.

Ainsi, ces formules permettent de déterminer :

- le Coût de Maintenance :

$$CM = CM_{\text{annuel}} \times r \frac{r^N - 1}{r - 1}$$

$$\text{Avec } r = \frac{1+i}{1+a}$$

Avec i taux d'inflation sur la maintenance de 2 %

Avec a taux d'actualisation de 2 %

- le Coût des Consommations :

$$CC = CC_{\text{annuel}} \times r \frac{r^N - 1}{r - 1}$$

$$\text{Avec } r = \frac{1+i}{1+a}$$

Avec i taux d'inflation sur la consommation d'énergie de 3 %, 6 et 9 % ; il sera simulé trois types d'augmentation du prix de l'énergie.

Avec a taux d'actualisation de 2 %

3. Calcul du coût global « CG »

$$CG_c = CI + CM + CC$$

ANNEXE C

LISTE DES COMPTEURS A METTRE EN PLACE

Afin de suivre les orientations de la RT 2012 entrée en vigueur en 2011 pour les bâtiments communaux neufs et aussi pour permettre aux maîtres d'ouvrage de vérifier l'amélioration énergétique apportée par les travaux de rénovation réalisés, des compteurs d'énergie sur les postes chauffage, ECS, ventilation, refroidissement, éclairage sont à mettre en place.

La pose de ces compteurs est obligatoire pour pouvoir bénéficier de l'aide aux travaux de la Région Alsace.

Chauffage :

- Compteur sur l'énergie consommée en entrée des équipements de production
- 1 compteur d'énergie par départ

Refroidissement :

- Compteur sur l'énergie consommée en entrée des équipements de production
- 1 compteur d'énergie par départ

Eau chaude sanitaire :

- 1 compteur d'énergie sur le départ ECS
- 1 compteur volumétrique sur le départ

Ventilation :

- Compteur électrique pour ventilateurs de VMC

Eclairage :

- Compteur électrique sur un réseau propre à l'éclairage

Pompes et circulateurs :

- Compteur électrique pour les pompes et circulateurs de la chaufferie

ANNEXE D

Pistes d'actions à développer

Chaufferie

- améliorer la performance de la production de chaleur
- optimiser la puissance, ne pas surdimensionner le générateur
- modifier la loi de température des réseaux
- doter l'installation de système régulant performant
- favoriser la mise en œuvre des énergies renouvelables
- optimiser les réseaux de distribution
- optimiser la régulation de manière à profiter au maximum des apports gratuits (Organe de réglage, position, sensibilité forte du régulateur, etc.)
- revoir les contrats de maintenance
- etc.

Eau chaude Sanitaire

- réduire les consommations : mise en place de réducteur de débit, de pression, dispositifs de détection de proximité, etc.
- remplacer les ballons, les placer dans le volume chauffé,...
- hyperisolation du ballon ($C < 0,15 \text{ Wh}/(\text{l} \cdot \text{C} \cdot \text{jour})$)
- calorifuger la distribution
- réduire la température de stockage
- mettre en place un chauffe-eau solaire
- etc.

Ventilation

- recourir à la variation de vitesse, aux moteurs à courant continu
- optimiser la conception des installations (réseaux, sections des gaines, etc.), optimiser le montage des gaines, vérifier l'étanchéité du réseau
- imposer une parfaite mise en route de l'installation (AOR) et un contrat de maintenance solide
- etc.

Eclairage

- améliorer la qualité des sources lumineuses : mise en place de lampes basse consommation, de lampes à LED, mise en place de tubes fluo performants type T5 avec ballast électronique, etc.
- réduire la durée de fonctionnement : mise en place de détecteurs de présence, de minuterie, etc.
- etc.

ANNEXE E

Comportement hygroscopique du bâti d'avant 1948

L'ajout d'isolant sur des parois modifie le comportement global du bâti au regard de la migration de vapeur d'eau et mais aussi de leur capacité de séchage. Ceci est d'autant plus vrai sur les parois constituées de matériaux tels que le bois, la pierre sèche, et la terre crue ou cuite, typiques du bâti préindustriel d'avant 1948.

Il convient donc de s'assurer que les préconisations faites pour améliorer la performance énergétique ne se fassent pas au détriment de la pérennité du bâti.

A ce sujet, différentes études menées par le CETE de l'Est, consultables sur <http://www.cete-est.developpement-durable.gouv.fr/productions-a-telecharger-r1521.html>, avancent des préconisations de base :

- Privilégier l'isolation thermique par l'extérieur à l'isolation par l'intérieur
- Recourir à des matériaux capillaires et perméables à la vapeur d'eau, que ce soit pour l'isolant, les éventuelles membranes ou les revêtements de finition intérieure et extérieure (enduit,...)
- Limiter l'exposition des façades aux pluies et aux remontées capillaires ;
- En cas d'isolation rapportée par l'intérieur, limiter à 10-12 cm l'épaisseur de l'isolation perméable à la vapeur d'eau
- Etc.

Ces premières préconisations ne se substituent pas à un travail approfondi sur la base d'une simulation hygrothermique dynamique.

Bibliographie

Programme energivie.info : documentation et retours d'expériences
www.energivie.info

Bâtiment basse énergie : conception et réalisation
Site d'Enertech : www.enertech.fr

Etanchéité à l'air :

Film sur l'étanchéité à l'air (Région Alsace, Bourgogne Franche Comté et Pays de la Loire, et les directions régionales concernées de l'Ademe) :

<http://www.energivie.info/fr/film-etancheite-a-lair-des-batiments/>

Mémo guide de la perméabilité à l'air des enveloppes (Olivier SIDLER et Jean Claude SCHERRER) :

<http://www.enertech.fr/pdf/45/Etancheite%20a%20l%27air.pdf>

Site du CETE de Lyon (rapports, carnets de détails) :

http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=165

Guide du CETE de Lyon « Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux » :

www.energivie.fr/medias/documentation/batiment/guide-reussir-etancheite-mai-2008.pdf

Glossaire

Puissance : quantité de travail ou de chaleur fournie par un système par unité de temps. Elle s'exprime en W.

Energie : quantité de travail ou de chaleur fournie par un système sur une période donnée. Elle s'exprime en Wh

Energie primaire : c'est l'énergie qui est puisée directement dans la nature (gaz, fioul...) –
Abréviations : Ep

Energie Finale : c'est l'énergie qui est délivrée au consommateur, celle que l'on mesure sur le compteur - Abréviations : Ef

Energie utile : c'est l'énergie qui couvre les besoins. Elle est égale à l'énergie finale moins les pertes de production, distribution et régulation. Abréviations : Eu

Besoins de chauffage : C'est la quantité d'énergie nécessaire au chauffage d'une enveloppe bâtie sans considération des systèmes de production. Les besoins de chauffage s'expriment en kWh d'énergie utile.

Consommations règlementaires : c'est l'ensemble des consommations des 6 postes suivant : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, ventilation, éclairage, auxiliaires. Les consommations s'expriment en kWh énergie primaire.

SHON RT : Surface Hors Œuvre Net telle que définit par la réglementation thermique. C'est la surface utilisée pour les calculs thermiques.

Surface de plancher (SDP) : C'est la surface telle que définit par le Décret n° 2011-2054 du 29 décembre 2011 et qui entrera en vigueur pour les documents d'urbanisme à partir du 1^{er} mars 2012. C'est cette surface qui sera utilisée pour le calcul des subventions régionales lors de son entrée en vigueur.