MINISTÈRES
ÉCONOMIQUES
ET FINANCIERS

Liberté
Égalité
Fraternité

CREATION DE L'HOTEL DES FINANCES DE BOBOKA

MAMOUDZOU – MAYOTTE

PROGRAMME PLAN DE MESURES ET VERIFICATIONS

Sur 24 pages

État – Ministères économiques et financiers

Secrétariat général des ministères économiques et financiers

Service de l'immobilier et de l'environnement professionnel

Bureau immobilier et maîtrise d'ouvrage

Antenne immobilière interrégionale de Nord Est

SOMMAIRE

1 PREAMBULE 5

1.1 PRINCIPE GÉNÉRAL 5

1.2 DÉFINITIONS 5

1.2.1 GARANTIE DE RÉSULTAT ENERGÉTIQUE (GRE) 5

1.2.2 PLAN DE MESURE ET DE VÉRIFICATION (PMV) 5

1.2.3 IPMVP 6

1.2.4 BASE DE RÉFÉRENCE 6

1.2.5 AJUSTEMENT NON PÉRIODIQUE OU AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR) 6

1.2.6 AJUSTEMENT PÉRIODIQUE 6

1.2.7 FACTEUR STATIQUE (FS) 6

1.2.8 VARIABLE INDÉPENDANTE (VI) 6

1.2.9 PÉRIODE DE RÉFÉRENCE 6

1.2.10 PÉRIODE DE SUIVI 7

2 DISPOSITIONS AU TITRE DE LA M&V 7

2.1 PRINCIPES 7

2.1.1 PLAN DE MESURE ET VÉRIFICATION 7

2.1.2 AGENT M&V 7

2.1.3 LA M&V À CHAQUE PHASE 7

2.2 OBJECTIFS DE LA PERFORMANCE 9

2.2.1 CONSOMMATION CIBLE GRE 9

2.2.2 CONSOMMATION CIBLE CLIMATISATION 9

2.2.3 CONSOMMATION CIBLE ECLAIRAGE 9

2.2.4 PRODUCTION ET AUTOCONSOMMATION D'ELECTRICITE PAR ENERGIE RENOUVELABLE 9

2.2.5 CONFORT THERMIQUE 10

2.3 OPTION IPMVP ET PÉRIMÈTRE D'ENGAGEMENT 10

2.3.1 OPTIONS RETENUES 10

2.3.2 PÉRIMÈTRE 11

2.3.3 PÉRIODE DE SUIVI 12

2.4 SITUATION DE RÉFÉRENCE 13

2.4.1 VARIABLES PÉRIODIQUES 13

2.4.2 FACTEURS STATIQUES 13

2.5 OPTION D 14

2.5.1 IDENTIFICATION DU LOGICIEL 14

2.5.2 DONNÉES D'ENTRÉES ET DE SORTIE 14

2.5.3 CALAGE (CALIBRATION) 14
2.5.4 AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR) 15
2.5.5 ERREUR/INCERTITUDE DU MODÈLE 15
2.6 OPTION C 15
2.6.1 IDENTIFICATION DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE 15
2.6.2 MÉTHODE POUR ÉTABLIR LES ÉQUATIONS D'AJUSTEMENT 15
2.6.3 LES ÉQUATIONS D'AJUSTEMENT 15
2.6.4 AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR) 15
2.6.1 ERREUR/INCERTITUDE DU MODÈLE 15
2.7 PLAN DE MESURE 16
2.7.1 SPÉCIFICATIONS DES COMPTEURS 16
2.7.2 CALCUL POUR ÉTABLIR LES VALEURS D'ENGAGEMENT 16
2.7.3 PRÉCISION DE MESURE 16
2.8 PRÉCISION ATTENDUE 16
2.9 VALIDATION DE L'ENGAGEMENT 16
2.10 RESPONSABILITÉS DANS LE SUIVI DES DONNÉES 17
2.11 BUDGET 17
2.12 PRIX DE L'ÉNERGIE 17
2.13 FORMAT DU RAPPORT 17
2.14 GARANTIE DE QUALITÉ 18
3 ANNEXE : CAHIER DES CHARGES DE SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE (SED) 18
3.1 OBJECTIF DE LA SIMULATION ENERGÉTIQUE DYNAMIQUE 18
3.2 MODALITÉS DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE 19
3.2.1 DONNÉES D'ENTRÉE DE L'ÉTUDE 19
3.2.2 RÉSULTATS 20
3.3 PHASE REMISE DES OFFRES (PROCEDURE DE PASSATION DU MARCHE) 20
3.3.1 DONNÉES D'ENTRÉE 20
3.3.2 DONNÉES DE SORTIE 20
3.4 PHASE CONCEPTION 21
3.4.1 DONNÉES D'ENTRÉE 21
3.4.2 DONNÉES DE SORTIE 21
3.5 PHASE RÉALISATION 22
3.5.1 DONNÉES D'ENTRÉE 22
3.5.2 DONNÉES DE SORTIE 22
3.6 PHASE D'EXPLOITATION/MAINTENANCE 23
3.6.1 DONNÉES D'ENTRÉE 23
3.6.2 DONNÉES DE SORTIE 23
3.7 QUALITÉS IMPÉRATIVES 23

3.7.1 CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES 23
3.7.2 ANALYSE PARAMÉTRIQUE 23
3.7.3 QUALITÉS DES RAPPORTS 24
3.7.4 QUALITÉS DU PRESTATAIRE 24
3.7.5 OUTIL DE CALCUL 24

1 PREAMBULE

1.1 PRINCIPE GÉNÉRAL

La GRE (Garantie de Résultats Energétiques) implique d'évaluer le niveau de consommation énergétique atteint grâce aux Actions de Performance Energétique.

Le titulaire s'engage à atteindre cet objectif de performance énergétique sur le périmètre d'engagement. A cette fin, il proposera une méthodologie conforme à l'IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) ou une adaptation qui sera justifiée.

L'IPMVP repose sur plusieurs options et sa méthode est structurée selon 13 points décrits dans le protocole. Il est considéré comme fondamental dans la mise en œuvre d'une GRE afin que ses acteurs disposent d'une vision claire et homogène de la mise en œuvre de ce protocole de Mesure et de Vérification dans le cadre d'Actions d'amélioration de la Performance énergétique.

La mise en œuvre de cette méthode, par l'auteur d'un Plan de Mesure et de Vérification, suppose une connaissance approfondie du Protocole IPMVP. Raison pour laquelle il sera exigé du signataire engageant la validité d'un Plan de M&V documenté, qu'il soit titulaire d'une certification CMVP (Professionnel certifié en Mesure et Vérification) délivrée par EVO (Energy Valuation Organization) et AEE (Association of Energy Engineers).

Cette démarche a pour but de garantir une méthode de validation de la performance atteinte équitable pour les parties prenantes et pérenne sur la durée du marché.

Il est rappelé que la rémunération des prestations d'exploitation ou de maintenance du marché est liée à l'atteinte des engagements de performances fixées au marché et pour toute sa durée (R. 2171-2 du code de la commande publique).

1.2 DÉFINITIONS

1.2.1 GARANTIE DE RÉSULTAT ENERGÉTIQUE (GRE)

La GRE permet d'assurer un niveau maximal de consommation énergétique réelle et mesurable portant sur l'ensemble des phases du projet de travaux, et ce pour toute la durée du marché. Cette garantie prévoit une modulation de la rémunération du titulaire du marché concernant les prestations d'exploitation et de maintenance en cas de non-respect des objectifs de performance énergétique contractuellement fixés au marché.

1.2.2 PLAN DE MESURE ET DE VÉRIFICATION (PMV)

Le PMV est le document qui formalise de manière détaillée et opérationnelle le processus de Mesure et Vérification sur un projet. On retrouve dans ce document l'ensemble de la méthode, les conditions de sa mise en œuvre, la documentation de la base de référence, les paramètres à prendre en compte, les hypothèses de calcul ainsi que les moyens associés à la M&V.

1.2.3 IPMVP

L'IPMVP est le Protocole de Mesure et de Vérification (M&V) de l'efficacité énergétique le plus utilisé. Il reprend les éléments importants de son alter ego : ASHRAE 14 2002, tout en en simplifiant la pratique. Cité dans l'annexe IV de la Directive européenne 2006/32/CE sur l'utilisation finale des énergies et des services, l'IPMVP est recommandé comme cadre méthodologique par de nombreuses administrations, dans la plupart des pays industrialisés. Il est développé par l'Organisme Non Gouvernemental EVO.

1.2.4 BASE DE RÉFÉRENCE

Période de temps, consommation d'énergie ou conditions, concernant des systèmes, constituant une référence à laquelle pourra être comparée la performance future d'une action d'amélioration de la performance énergétique.

1.2.5 AJUSTEMENT NON PÉRIODIQUE OU AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR)

Calculs d'ingénierie appliqués spécifiquement pour rendre compte des impacts énergétiques de changements de facteurs statiques à l'intérieur du périmètre de mesure.

1.2.6 AJUSTEMENT PÉRIODIQUE

Calculs d'ingénierie appliqués spécifiquement pour rendre compte des impacts énergétiques de changements de variables indépendantes à l'intérieur du périmètre de mesure.

1.2.7 FACTEUR STATIQUE (FS)

Les caractéristiques d'un site qui impactent la consommation d'énergie et la puissance appelée, à l'intérieur du périmètre de mesure, qui ne devraient pas être modifiées a priori, et qui ne sont dès lors pas incluses dans les variables indépendantes. Des ajustements non périodiques doivent être réalisés pour prendre en compte leur changement, le cas échéant.

1.2.8 VARIABLE INDÉPENDANTE (VI)

Paramètre qui devrait vraisemblablement changer de manière régulière et qui a un impact mesurable sur la consommation d'énergie ou sur la puissance appelée d'un système ou d'un site.

1.2.9 PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

Période de temps donnée choisie pour représenter le fonctionnement du site ou du système avant la mise en œuvre d'une action d'amélioration de la performance énergétique.

1.2.10 PÉRIODE DE SUIVI

Période de temps choisie pour vérifier les économies obtenues après la mise en œuvre d'une action d'amélioration de la performance énergétique

2 DISPOSITIONS AU TITRE DE LA M&V

2.1 PRINCIPES

2.1.1 PLAN DE MESURE ET VÉRIFICATION

Un ou plusieurs Plans de Mesure et Vérification (PMV) devront être réalisés par le titulaire du marché pour définir la méthode de suivi et vérification de la Garantie de Résultat Énergétique (GRE) pour les deux sites (existant et construction neuve) et pour toute la durée du marché. Ce ou ces plans devront suivre les instructions du programme M&V (voir ci-dessous) et utiliser le PMV préliminaire proposé ici.

2.1.2 AGENT M&V

Un unique interlocuteur devra être désigné par le titulaire pour interagir avec le maitre d'ouvrage et suivre la GRE. Cette personne pourra être la même que celle qui est désigné agent de commissionnement. Cette personne sera de préférence titulaire d'une certification CMVP.

2.1.3 LA M&V À CHAQUE PHASE

2.1.3.1 PHASE CONSULTATION

Le titulaire a pour obligation de réaliser un calcul d'engagement ; il doit justifier la valeur de l'engagement.

L'offre du titulaire contient :

- Rédaction d'un Plan de Mesure et Vérification de la performance énergétique ;
- Réalisation d'un calcul SED sur la base du projet et des hypothèses communes fixées au programme et dans le cahier des charges SED défini et fourniture d'un rapport ;
- Renseignement du tableau d'hypothèses et des résultats de consommations détaillés par sous-postes ;
- Remplissage du cadre d'engagement sur les consommations d'énergie garanties par le titulaire. Ces « valeurs d'engagement » seront rendues contractuelles à la signature du contrat.

2.1.3.2 PHASE CONCEPTION

Les calculs énergétiques devront être poursuivis et mis à jour pendant toutes les phases d'études (APD, PRO, EXE) suivant le cahier des charges SED.

A charge du titulaire :

- Avancement sur la conception du projet et sur la réalisation des études techniques et énergétiques ;
- Mises à jour des études SED suivant cahier des charges SED (partie 3 du présent document) ;

- Réalisation d'une série d'études paramétriques pour évaluer l'impact sur les consommations énergétiques des variations des variables d'ajustement ;
- Mise à jour du tableau d'hypothèses et des résultats de consommations détaillés par sous-postes, mise en évidence des évolutions et analyse des écarts ;
- Formalisation des Plans de Mesure et Vérification et de Commissionnement « opérationnels » ;
- Fin de conception : établissement du « Modèle SED - conception ». Ce modèle devra présenter une consommation (dans les conditions en référence) inférieure ou égale à la « valeur d'engagement » contractualisée à la signature du marché. Une sauvegarde de ce modèle sera fournie par le titulaire et conservée par le maitre d'ouvrage et le Titulaire.

2.1.3.3 PHASE RÉALISATION, MISE AU POINT ET RÉCEPTION DES TRAVAUX :

A charge du titulaire :

- Mise à jour du « modèle SED » à l'achèvement des travaux à partir des éléments réellement mis en œuvre (exemple : renseignement des performances exactes des isolants, des équipements techniques…). Ce modèle mis à jour constituera le « Modèle de référence – réalisation ». Il devra à nouveau afficher une consommation inférieure ou égale au « modèle SED - Conception » ;
- Réalisation d'une série d'études paramétriques pour évaluer l'impact sur les consommations énergétiques des variations des variables d'ajustement ;
- L'ensemble des données techniques du modèle sont alors figées. Seules les données d'usage (dites « variables d'ajustement ») restent modifiables pour la phase exploitation ;
- Mise à jour du tableau d'hypothèses et des résultats de consommations détaillés par sous-poste, mise en évidence des évolutions et analyse des écarts.

2.1.3.4 PHASE EXPLOITATION/MAINTENANCE ET VÉRIFICATION DE L'ENGAGEMENT

A charge du titulaire :

- Mise en œuvre du Plan de Mesure et Vérification ;
- A l'issue de chaque période de suivi, le titulaire consolide les données relatives aux variables d'ajustement. À partir de ces données, il établit les « hypothèses d'usages réelles » de la période étudiée ;
- Le titulaire intègre ces données d'usages dans le « modèle SED – réalisation », et calcule ainsi les consommations théoriques de référence ;
- Mise à jour du tableau d'hypothèses et des résultats de consommations détaillés par sous-poste, mise en évidence des évolutions et analyse des écarts ;
- Le titulaire consolide les consommations réelles de la période de suivi et les compare aux consommations théoriques de référence. Le titulaire analyse et expertise les écarts entre SED et consommation réelle de manière annuelle.

IMPORTANT : Il convient de souligner que la procédure décrite ci-dessus avec l'outil théorique SED sur l'ensemble des phases de conception, réalisation et d'exploitation est réalisée à titre informatif, pédagogique et d'amélioration de la performance. Il s'agit d'un outil qui doit permettre au titulaire et au maitre d'ouvrage de faire les bons choix en phase conception, de contrôler les performances suivant les variantes en phase réalisation et d'aider au pilotage des installations et à l'identification des dérives. Cette procédure n'est pas utilisée contractuellement pour la vérification de l'engagement de performance, réalisé sur la base de la règle d'ajustement. C'est dans ce cadre que cette procédure est dite « informative ». Elle reste néanmoins obligatoire et devra être réalisée quoi qu'il arrive dans le déroulement du marché.

2.2 OBJECTIFS DE LA PERFORMANCE

Il convient de noter ici que les niveaux fixés ci-dessous constituent les **objectifs maximums** du programme. Les soumissionnaires pourront proposer des solutions plus performantes, avec justification dans le rendu technique. Ces gains supplémentaires seront valorisés dans le cadre de l'analyse des offres.

2.2.1 CONSOMMATION CIBLE GRE

Il s'agit d'atteindre une consommation cible sur le périmètre de la GRE inférieure à :

- Site existant : $C_{c,GRE} < 50\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$
- Construction neuve : $C_{c,GRE} < 35\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$

Avec $C_{cGRE\ x}$: la consommation totale GRE cible en énergie finale

Cette consommation sera vérifiée et validée en exploitation.

2.2.2 CONSOMMATION CIBLE CLIMATISATION

Il s'agit d'atteindre une consommation cible sur le périmètre de la GRE inférieure à :

- Site existant : $C_{c,Clim} < 30\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$
- Construction neuve : $C_{c,Clim} < 20\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$

Avec C_{cclim} : la consommation totale de froid en énergie finale

Cette consommation sera vérifiée et validée en exploitation.

2.2.3 CONSOMMATION CIBLE ECLAIRAGE

Il s'agit d'atteindre une consommation cible sur le périmètre de la GRE inférieure à :

- Site existant : $C_{c,Eclairage} < 6\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$
- Construction neuve : $C_{c,Eclairage} < 6\ kWh_{ef}/m^2(SUB).an$

Avec $C_{cEclairage}$: la consommation totale de l'éclairage en énergie finale

Cette consommation sera vérifiée et validée en exploitation.

2.2.4 PRODUCTION ET AUTOCONSOMMATION D'ELECTRICITE PAR ENERGIE RENOUVELABLE

La surface dédiée doit assurer un taux d'utilisation suffisamment élevé, supérieur à 70%, une couverture des besoins diurnes supérieure à 50%, un ratio de performance supérieur à 80% et un taux de disponibilité supérieur à 94%.

2.2.5 CONFORT THERMIQUE

Que ce soit le bâtiment neuf ou le bâtiment existant, le titulaire devra maintenir durant les périodes d'occupation, la température intérieure aux températures de consignes listé ci-dessous :

Local	Fonctionnement de la climatisation
Bureaux et autres locaux assimilés de travail	Maintien à 27°C maximum
Zones d'accueil	Maintien à 27°C maximum
Locaux informatiques (locaux serveurs et locaux sous-répartiteurs)	25°C Maintien en température impératif pour pérennité des systèmes
Salle TPCI / Multi activité	Maintien à 27°C maximum
Stand de tir	Maintien à 27°C maximum
Tous logements	Maintien à 27°C maximum

Ces températures seront vérifiées :

- En conception et réalisation par une STD mis à jour à chaque phase avec le climat actuel pour valider la performance attendue ;
- En exploitation par la mesure de la température par local.

La température d'ambiance moyennée par heure peut différer de plus 1°C à la température de consigne pendant 4 heures consécutives et 50 heures en occupation cumulées.

2.3 OPTION IPMVP ET PÉRIMÈTRE D'ENGAGEMENT

2.3.1 OPTIONS RETENUES

2.3.1.1 OPTIONS PROPOSEES

2.3.1.1.1 OPTION C

Utilisation des compteurs du fournisseur d'énergie, ou de sous-compteurs pour évaluer la performance énergétique d'un site ou d'un bâtiment dans sa globalité. Le périmètre de mesures englobe l'intégralité du site ou une majeure partie de celui-ci. L'option C est prévue pour les projets où les économies projetées sont grandes par rapport aux variations énergétiques aléatoires ou inexpliquées qui peuvent apparaître au niveau du site.

FONCTIONNEMENT DE L'OPTION C :

1. A la fin de la période de référence, la base de référence de l'option C est établie à partir des mesures (consommations, variable indépendante, facteurs statiques …),
2. De cette base de référence, une équation d'ajustement selon les variables indépendantes est déterminée de manière justifiée (CV(RMSE), Erreur …),
3. A la fin de la période de suivi (un an dans notre cas), l'équation d'ajustement est utilisée pour déterminer la consommation de référence. La consommation mesurée et la consommation de référence sont alors comparées pour déterminer si l'exigence est atteinte ou non.

2.3.1.1.2 OPTION D

Les consommations sont calculées par des logiciels adaptés. Cette option s'impose dans les cas suivants : manque de données de mesure pour la période de référence, bâtiments neufs et rénovation lourde, modifications profondes dans l'utilisation du bâtiment. Elle fait appel à des modèles de simulation, traités par des logiciels. Elle impose la calibration du modèle par des données mesurées.

FONCTIONNEMENT DE L'OPTION D :

1. A la signature du marché, le titulaire s'engage sur une consommation selon la Simulation Énergétique Dynamique (SED) réalisée. Toutes les hypothèses doivent être transmises et rédigées dans le PMV et l'incertitude de calcul doit être déterminée, de préférence par un tirage aléatoire, et justifiée.
2. En cours de conception et de réalisation, un ABR (Ajustement de la Base de Référence) pourra être réalisé à la seule condition qu'un facteur statique évolue, indépendamment de l'action du titulaire, que le maître d'ouvrage et le titulaire aient validé le constat d'évolution du Facteur Statique et que le calcul de l'ABR, proposé par le titulaire, soit validé par le maitre d'ouvrage.
3. En fin de la période de suivi (un an), toutes les données d'entrée sont modifiées pour caler la SED sur les mesures.
4. De ce modèle calé, les données d'entrée de type « données d'engagement »[1]sont remises au niveau avant calage pour établir la base de référence calée.
5. La consommation du modèle calé et la consommation du modèle de référence calé sont comparées pour déterminer si l'engagement est atteint ou non.

2.3.1.2 EN PRATIQUE

Le site est occupé depuis plusieurs années, mais les consommations spécifiques ne sont pas disponibles. Ainsi, il n'est pas possible d'établir une consommation de référence à partir des consommations des dernières années.

Ainsi, pour les deux bâtiments, il est proposé l'Option D puis C. L'option D serait utilisée les 2 premières années d'exploitation et l'option C pour les 3 dernières.

2.3.2 PÉRIMÈTRE

L'engagement porte sur l'ensemble des usages du site exception faite des usages identifiés comme hors GRE ci-après :

[1] Toutes les données d'entrée de la SED qui ne sont pas désignées comme Variable Indépendante (VI) ou Facteur Statique (FS) pour lesquels une variation, indépendante à l'action du Titulaire, a été constatée.

Usage	Périmètre
Rafraichissement/Climatisation	**GRE**
ECS	**GRE**
Climatisation des locaux serveurs	**GRE**
Auxiliaires de refroidissement et ECS	**GRE**
Auxiliaires de ventilation	**GRE**
Brasseurs d'air	**GRE**
Eclairage intérieur	**GRE**
Ascenseurs	**GRE**
Eclairage extérieur	**GRE**
Eléments automatiques, barrières, portes...	**GRE**
Equipements informatiques (serveurs, PC, onduleurs…)	**Hors GRE**
Usages desservis par les prises de courant accessibles aux usagers	**Hors GRE**
Logements	**Hors GRE**

2.3.3 PÉRIODE DE SUIVI

On distingue **7 périodes de suivi consécutives suivant la réception des travaux**.

Période	Phase	Méthode
0	Consultation	SED
1	Conception – Travaux	SED figée à la signature du marché *Sauf modification spécifique par accord exprès de la maitrise d'ouvrage*
2	1er année d'exploitation	Option D
3	2e année d'exploitation	Option D
4	3e année d'exploitation	Option C
5	4e année d'exploitation	Option C
6	5ème année d'exploitation	Option C

Le bilan sur la performance énergétique réelle et l'évaluation des potentielles implications économiques de la garantie de performance énergétique est réalisé annuellement au cours du mois suivant la fin de la période de suivi analysée.

2.4 SITUATION DE RÉFÉRENCE

2.4.1 VARIABLES PÉRIODIQUES

Il est proposé que les engagements de performance énergétique soient ajustés suivant les variables suivantes :

Nom de la variable	Référence	Description	Unité
Humidex	VAR1	Rigueur climatique – Indice Humidex	°C
Occupation	VAR2	Taux d'occupation moyen par an ou nombre d'occupants	Agents
Photovoltaïque	VAR3	Ensoleillement vis-à-vis de la production solaire	kWh/m².an
A COMPLETER OU MODIFIER PAR LE TITULAIRE			

L'évolution de ces variables est indépendante de l'action du titulaire.

Des compléments d'instruction sont donnés pour cette partie dans le « PMV préliminaire ».

2.4.2 FACTEURS STATIQUES

Les Facteurs Statiques sont les facteurs dont une évolution en cours de marché, indépendante de l'action du titulaire, peut ouvrir le droit à un ajustement de la base de référence (ABR) non périodique.

Nom de la variable	Description	Unité
SUB hors logement	Surface Utile Brute hors logement	m²
A COMPLETER OU MODIFIER PAR LE TITULAIRE		

Le titulaire est libre de proposer des variables complémentaires pour la définition de la situation de référence.

Des compléments d'instruction sont donnés pour cette partie dans le « PMV préliminaire ».

2.5 OPTION D

Les paragraphes spécifiques à l'option D sont les suivants :

2.5.1 IDENTIFICATION DU LOGICIEL

Il est demandé d'identifier le logiciel utilisé pour la SED et sa version, notamment (liste non limitative) : Pléiades, Energyplus, TRNSYS, DesignBuilder, IES ou Climawin.

Cette version devra être utilisée tout au long du projet.

2.5.2 DONNÉES D'ENTRÉES ET DE SORTIE

2.5.2.1 DONNÉE D'ENTRÉE

L'ensemble des données d'entrée du logiciel devra être présenté. La valeur utilisée pour la donnée d'entrée devra être écrite et justifiée. Il est aussi demandé de décrire le type de donnée d'entrée. Trois types de données d'entrée sont à distinguer :

- Les variables indépendantes (VI)
  Ces variables évoluent chaque année. L'impact de l'évolution d'une variable indépendante est à la charge ou au bénéfice du maître d'ouvrage.
- Les facteurs statiques (FS)
  Ces facteurs peuvent être changés, s'il y a observation d'une évolution de ce facteur, indépendante de l'action du Titulaire, et si accord entre le maitre d'ouvrage et le titulaire sur l'ABR mis en place. L'impact de l'évolution d'une variable indépendante est à la charge ou au bénéfice du maître d'ouvrage.
- Les autres données (AD)
  Ce sont les autres données d'entrée qui ne sont pas définies dans les variables indépendantes ou les facteurs statiques. Ces données ne peuvent être modifiées dans la base de référence. Leur impact est donc à la charge ou au bénéfice du titulaire.

Un tableau type est proposé dans le PMV préliminaire. Il devra être complété, voire modifié, par le titulaire.

2.5.2.2 DONNÉE DE SORTIE

Les données de sortie seront principalement les consommations qui devront être détaillées a minima par bâtiment et par usage. Un tableau type est proposé dans le PMV préliminaire. Il devra être complété, voire modifié, par le titulaire.

2.5.3 CALAGE (CALIBRATION)

Le Plan doit faire état des données énergétiques et des données de fonctionnement au sens large utilisées pour le calage, en mentionnant notamment les indicateurs de qualité de calage (CV(RMSE), MBE, etc.) et la précision avec laquelle les résultats de simulation correspondent aux données énergétiques de calage. Les données doivent correspondre a minima à des intervalles d'un mois (données de facturation typiquement), et une résolution plus fine est préférable et attendue.

Si une calibration est réalisée sur un pas mensuel, l'écart doit être inférieur à 15% mensuellement et 5% sur la valeur annuelle.

2.5.4 AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR)

La méthode pour réaliser les ABR devra être présentée dans le PMV.

Les différents ABR qui seront réalisés au cours du projet devront être consignés dans ce paragraphe.

2.5.5 ERREUR/INCERTITUDE DU MODÈLE

Les erreurs et incertitudes du modèle devront être évaluées et affinées au cours du projet. Une évaluation probabiliste par tirage aléatoire, de type « Méthode de Montecarlo » sera à privilégier.

2.6 OPTION C

Les paragraphes spécifiques à l'option C sont les suivants :

2.6.1 IDENTIFICATION DE LA PÉRIODE DE RÉFÉRENCE

Le titulaire devra décrire la méthode pour obtenir la période de référence.

Au cours du projet, un paragraphe devra décrire la période de référence.

2.6.2 MÉTHODE POUR ÉTABLIR LES ÉQUATIONS D'AJUSTEMENT

La méthode pour établir l'équation d'ajustement devra être présentée et justifiée.

2.6.3 LES ÉQUATIONS D'AJUSTEMENT

L'équation d'ajustement de la consommation de référence devra être de la forme :

$$C_{c,\ an\,i,ref} = C_{c,eng.} \times (A_1 \times \frac{VI_1}{VI_{1\,ref}} + A_2 \times \frac{VI_2}{VI_{2\,ref}} + A_3 \times \frac{VI_3}{VI_{3\,ref}} + \cdots + A_{N-1} \times \frac{VI_{N-1}}{VI_{N-1\,ref}} + A_N)$$

Avec

- $C_{c,an\,i\ ref}$: la consommation de référence pour l'année i
- $C_{c,eng.}$: la consommation d'engagement à la signature du marché
- VI_1 : la variable indépendante 1 pour l'année i
- $VI_{1\,ref}$: la variable indépendante 1 de la base de référence
- A_1 : le coefficient d'ajustement lié à la variable indépendante 1

Sachant que $\sum A_j = 1$

2.6.4 AJUSTEMENT DE LA BASE DE RÉFÉRENCE (ABR)

La méthode pour réaliser les ABR devra être présentée dans le PMV.

Les différents ABR qui seront réalisés au cours du projet devront être consignés dans ce paragraphe.

2.6.1 ERREUR/INCERTITUDE DU MODÈLE

Les erreurs et incertitudes de l'équation d'ajustement devront être évaluées et affinées au cours du projet.

2.7 PLAN DE MESURE

2.7.1 SPÉCIFICATIONS DES COMPTEURS

L'engagement de performance énergétique porte sur l'ensemble des compteurs concessionnaires, correction faite des sous-comptages liés aux usages hors GRE.

Il est demandé au titulaire de prévoir l'ensemble des sous-comptages nécessaires au suivi de la GRE : a minima l'ensemble des postes de consommations définis dans le paragraphe 2.3.2.

Le titulaire s'engagera à détailler pour l'ensemble des points de mesures identifiés :

- L'identification du compteur (RAE/PDL…) ;
- L'instrument et la méthode/protocole de mesure utilisés ;
- La périodicité de collecte ;
- L'incertitude sur la mesure ;
- La méthode de traitement des données erronées et/ou manquantes.

Il est demandé au titulaire de présenter un plan de comptage complet avec détail des points de comptage tel que défini ci-dessus.

2.7.2 CALCUL POUR ÉTABLIR LES VALEURS D'ENGAGEMENT

Le titulaire devra décrire les équations pour établir les valeurs d'engagement à partir des valeurs mesurées.

2.7.3 PRÉCISION DE MESURE

Le titulaire devra décrire la précision de chaque point de mesure (capteur, chaîne de transmission …).

La précision des valeurs d'engagement devra alors être déterminée par le calcul.

2.8 PRÉCISION ATTENDUE

Il est demandé au titulaire de présenter une évaluation de l'incertitude propagée sur le calcul de la performance réelle.

2.9 VALIDATION DE L'ENGAGEMENT

L'atteinte de la performance énergétique est validée selon les dispositions suivantes avec un tunnel de neutralisation **de 20% la première année.** La première année aucune bonification (prime) ne sera donc possible.

Si l'Objectif de Performance Energétique n'est pas atteint pour le site et par bâtiment, le titulaire est réputé n'avoir pas respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré, et est sujet à une pénalité telle que définie au cahier des charges du marché.

Si l'Objectif d'Amélioration de la Performance Energétique est atteint, voire dépassé, pour le site et par bâtiment, le Titulaire est réputé avoir respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré, et est sujet à une prime telle que définie cahier des charges du marché (sauf la première année).

Les impacts économiques de la Garantie de Performance Energétique sont ainsi définis au cahier des charges (CCP) du marché, afin de lier la rémunération des prestations d'exploitation – maintenance à l'atteinte des engagements de performances, conformément aux dispositions de l'article R. 2171-2 du code de la commande publique.

2.10 RESPONSABILITÉS DANS LE SUIVI DES DONNÉES

Le suivi des données pendant la période de suivi devra être documenté avec identification des responsabilités du suivi, de la collecte et de la validation de chacune des données (titulaire, maître d'ouvrage, AMO…) pour :

- Les données énergie,
- Les variables périodiques,
- Les facteurs statiques.

Responsable	Enregistrement données énergie		Variables indépendantes		Facteurs statiques	
	Collecte	Validation	Collecte	Validation	Collecte	Validation
Maitre d'ouvrage						
Titulaire						
AMO						

Point d'attention : Il sera prévu un relevé des index des compteurs objets de la garantie de performance énergétique à la date de début de l'engagement (point 0) ainsi qu'en fin de chaque période de suivi. Une méthode de relevé exhaustif des index devra être proposée par le titulaire pour que ces données soient opposables.

Il est demandé au titulaire de présenter l'organisation du suivi des données envisagées.

2.11 BUDGET

Il est demandé au titulaire de présenter une évaluation détaillée du budget alloué à la M&V.

2.12 PRIX DE L'ÉNERGIE

Il est demandé au titulaire de présenter les prix de l'énergie qu'il utilisera.

2.13 FORMAT DU RAPPORT

Il est demandé au titulaire de proposer des modèles de rapport de suivi M&V trimestriel et annuel. Le rapport devra préciser le public ciblé et la nature du document (informatif ou contractuel). Les rapports périodiques de M&V sont préparés dans l'optique de documenter la performance du projet en utilisant les procédures décrites dans le Plan de M&V.

Les rapports devront inclure au minimum les activités de M&V menées pendant la période de suivi :

- Les dates de début et de fin de la période de suivi ;
- Les données mesurées de consommation et de confort ;
- Les valeurs des variables indépendantes ;
- La description et la justification de toutes les corrections apportées aux données observées ;
- L'évolution constatée durant la période de suivi des facteurs statiques et les détails de tous les ajustements non périodiques effectués à partir de la situation de référence : explication du changement des conditions depuis la situation de référence, faits et hypothèses observés et calculs d'ingénierie menant aux ajustements ;
- Le détail de la méthode utilisée pour calculer la référence ;
- L'écart par rapport à l'objectif de performance énergétique en unités énergétiques et monétaires ;

La fréquence et le format (tableur de préférence) de ces rapports seront aussi décrits dans le Plan de M&V.

Les rapports de mesure et vérification doivent être rédigés de façon à être facilement compréhensibles de leurs lecteurs.

Le suivi M&V fera, a minima, l'objet d'une réunion annuelle de présentation de résultats, des pistes d'amélioration de la performance ou des actions correctives à mettre en œuvre le cas échéant. La première année, cette réunion sera faite tous les trimestres pour faire le lien entre le commissionnement et la GRE.

Il est demandé au titulaire de fournir des livrables type de suivi M&V et de proposer un planning de suivi M&V pour une année type avec les principaux évènements et les moyens humains dédiés à ces événements.

Ces rapports et réunions devront être mis en cohérence avec les attentes du programme partie 4 : exploitation/maintenance.

2.14 GARANTIE DE QUALITÉ

Afin de garantir la pérennité et la qualité du Plan de Mesure et Vérification, les exigences suivantes devront être respectées :

- PMV détaillé et opérationnel produit par le titulaire dès la phase « remise des offres » en cours de dialogue ;
- Identification d'un référent PMV certifié IPMVP pour toute la durée du marché ;
- Echange sur le sujet de la M&V en phase de consultation (« dialogue compétitif »), identification et répartition des risques, cohérence des périmètres d'engagement avec les exigences du programme ;
- Accompagnement de la montée en compétence du gestionnaire du site sur le sujet M&V – et création d'un comité de pilotage ;
- Etablissement d'une communication périodique, continue et suivie entre le titulaire et le maître d'ouvrage.

Il est demandé au titulaire de présenter les dispositions prises pour garantir la qualité du PMV (méthode transparente, auditable et opposable).

3 ANNEXE : CAHIER DES CHARGES DE SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE (SED)

Une Simulation Energétique Dynamique (SED) est une simulation effectuée par un ou plusieurs outils numériques pour évaluer les flux énergétiques mis en jeu à un pas de temps réduit dans les différentes zones et pour les différents usages d'un ou plusieurs bâtiments.

3.1 OBJECTIF DE LA SIMULATION ENERGÉTIQUE DYNAMIQUE

La SED permet de modéliser les bâtiments et leurs systèmes et d'estimer les flux énergétiques associés. La SED concerne le bâtiment complet, avec un découpage par zones.

La SED doit permettre d'estimer les différents besoins (rafraîchissement, eau chaude sanitaire) puis les consommations d'énergie par zone et par énergie en intégrant les différentes pertes et apports (émission, gestion et régulation, distribution, stockage, apport EnR, génération, auxiliaires, production d'énergie).

3.2 MODALITÉS DE RÉALISATION DE L'ÉTUDE

La mise en application de l'étude nécessite un outil de simulation adéquat, appuyé sur des données climatiques locales (rayonnement solaire, température, humidité, vitesse du vent) et sur des paramètres d'usage du site les plus proches de la réalité possible.

Le logiciel devra utiliser une modélisation multizone du bâtiment et des systèmes couplés.

En suivant les différentes étapes du processus, le niveau d'identification des risques et le niveau de précision de l'évaluation des flux énergétiques seront de plus en plus exigeants. Le détail des données d'entrées sera affiné afin d'identifier les variables impactantes et d'organiser une analyse de sensibilité. Ces paramètres seront les leviers du calibrage du modèle, garantissant la cohérence entre le modèle simulé et la réalité du site.

3.2.1 DONNÉES D'ENTRÉE DE L'ÉTUDE

Le titulaire établit une consolidation des données d'entrée et des hypothèses de son modèle de SED. Ces données sont implémentées à chaque phase du projet avec historisation des données antérieures.

On retrouve dans ces données (liste non exhaustive) :

- Localisation, station météorologique de référence ;
- Inventaire des zones du bâtiment avec surfaces et volumes associés ;
- Géométrie du site (par zone, surface par typologie d'élément d'enveloppe et par orientation) ;
- Composition des éléments d'enveloppe (épaisseurs, caractéristiques thermiques) ;
- Planning d'occupation par zone ;
- Température par zone ;
- Indice Humidex cumulé sur l'année ;
- Caractéristiques techniques des éléments d'éclairage (luminaire, pilotage) ;
- Caractéristiques techniques des éléments de VC (puissance, rendement, régulation…) ;
- Ensoleillement vis-à-vis de la production solaire;
- Débit de renouvellement d'air des différentes zones (occupation, inoccupation) ;
- Hypothèses d'usages spécifiques, process, etc. ;
- Hypothèse d'apports internes, etc.

Le titulaire propose une répartition des responsabilités entre maître d'ouvrage et le titulaire pour l'ensemble de ces variables et facteurs.

Les valeurs de l'ensemble de ces variables et facteurs sont consolidées dès la phase dialogue et offre finale, puis mises à jour à chacune des phases pendant toute la durée du marché.

Les données d'entrées sont proposées par le titulaire selon son projet et en respectant les exigences du programme :

Les Données climatiques

Deux fichiers excels avec les données climatiques sont donnés pour la station Météo de Pamandzi

- « Climat actuel » à utiliser pour la SED déterminant les consommations cibles
- « Climat 2070 » Pamandzi 2070 (RCP 4.5) à utiliser pour la STD montrant le confort d'été en 2070

3.2.2 RÉSULTATS

3.2.2.1 CONSOMMATION

Les résultats de consommations seront à présenter par bâtiment et pour l'ensemble des postes de consommations compris dans la Garantie de Résultat Énergétique.

3.2.2.2 CONFORT

Tous les locaux seront modélisés dans la STD, les résultats des locaux les plus représentatifs et les plus défavorables devront être présentés, sans période d'inconfort (Température d'ambiance>27°C)

Le titulaire précisera la durée de fonctionnement de la climatisation.

3.3 PHASE REMISE DES OFFRES (PHASE PASSATION DU MARCHE)

La Simulation Énergétique Dynamique en phase « offres » a pour objet d'analyser le projet retenu en termes de :

- Conditions de confort thermique,
- Consommations énergétiques détaillées,
- Opportunités d'améliorations techniques permettant d'optimiser l'efficacité énergétique.
-

3.3.1 DONNÉES D'ENTRÉE

Le Titulaire réalise une Simulation Énergétique Dynamique de son projet permettant de justifier le niveau de consommation énergétique sur lequel il s'est engagé. Le modèle SED doit prendre en compte :

- Les données météorologiques (ensoleillement vis-à-vis de la production solaire) ;
- La géométrie globale du projet et de l'environnement ;
- Les masques solaires proches et lointains ;
- La composition simplifiée des parois ;
- L'intégration de scénarios d'occupation du programme ;
- Les apports internes de manière simplifiée.

3.3.2 DONNÉES DE SORTIE

Le modèle doit permettre pour une année standardisée d'évaluer les besoins de rafraîchissement et ECS. La consommation énergétique sera ensuite affichée par usage du projet (ECS, rafraîchissement…). La production d'énergie sera indiquée de manière indépendante. Ces informations seront affichées de manière globale pour l'année étudiée, et de manière plus détaillée mois par mois.

L'analyse du besoin de rafraîchissement devra mettre en avant la répartition des apports. Des courbes de températures seront affichées pour les locaux représentatifs. Ces courbes devront montrer le respect des consignes de températures demandées, en période hivernale comme estivale.

La SED doit permettre de tester différentes voies d'optimisation :

- Rechercher des solutions d'amélioration de l'enveloppe :
  - Protections solaires ;
  - Niveau d'isolation par type de parois et avec proposition de plusieurs solutions ;
  - Influence des masses, gestion de l'inertie, etc. ;
- Rechercher des solutions d'amélioration de l'équipement technique :
  - Systèmes de production ;
  - Système de distribution ;
  - Systèmes d'émission ;
  - Système de régulation, etc. ;
- Quantifier les gains des solutions complètes proposées (enveloppe et équipements) en termes de :
  - Confort (fréquences cumulées de températures pour les zones critiques avec une courbe par mois) ;
  - Consommations énergétiques ;
  - Coût d'exploitation ;
  - Coût d'investissement ;
  - Coût global ;
  - Taux d'utilisation et taux de couverture des besoins diurnes de l'installation photovoltaïque.

3.4 PHASE CONCEPTION

3.4.1 DONNÉES D'ENTRÉE

Sur les bases du projet initial, le titulaire devra en phase études, affiner le modèle de SED pour la prise en compte détaillée :

- Du fichier météorologique utilisé (source, période, station…) ;
- Des caractéristiques géométriques des bâtiments et découpage en zones thermiquement homogènes (un plan de zonage devra être joint à l'étude par le Titulaire) ;
- Des masques proches et lointains (des sorties graphiques 3D de la modélisation avec ombres portées devront être rendues) ;
- Des compositions des parois opaques et vitrées (couche par couche et performances thermiques et visuelles détaillées) ;
- Des scénarios d'occupation des différentes zones avec température de consigne/réduit et planning de fonctionnement des équipements détaillés ;
- Des apports internes précis (équipement informatique, occupant, process…).

3.4.2 DONNÉES DE SORTIE

A la fin de la phase de conception du marché, le titulaire devra alors modéliser le projet définitif sur une année représentative. En plus des éléments fournis dans son offre au marché, le modèle permettra d'évaluer :

- Les apports internes, apports solaires et profils critiques de températures pour chaque zone,
- Les puissances thermiques à mettre en jeu par zone, en fonction des consignes souhaitées ou imposées,
- Les besoins énergétiques en climatisation (par zone, au global et mois par mois),
- Les consommations énergétiques par zone et par postes (ECS, rafraîchissement /climatisation, auxiliaires… ; au global et mois par mois) ;
- Les taux d'utilisation et de couverture des besoins diurnes de l'installation photovoltaïque.

L'analyse de consommations comprendra en détail le cheminement depuis la détermination du besoin de chaque usage jusqu'aux productions nécessaires en incluant les pertes.

L'analyse de confort devra porter a minima sur chaque typologie de local à occupation continue (bureau, réunion…) et ce pour chaque orientation (Nord, Est…) et emplacement de niveau (RDC, R+1…).

3.5 PHASE RÉALISATION

3.5.1 DONNÉES D'ENTRÉE

La Simulation Energétique Dynamique est mise à jour pour être conforme au DOE. Le processus de commissionnement mis en place dans le projet devra permettre de suivre et de corriger les possibles risques de dérives sur les variables maîtrisées (performances du bâti, des systèmes…). Le titulaire portera ces risques de mise en œuvre, ceux-ci étant intrinsèquement liés aux règles de l'art ou aux préconisations associées aux procédés utilisés.

Le nouveau modèle simulé en phase travaux devra comporter l'ensemble des paramètres d'entrée en cohérence avec les DOE, DIUO et DUEM. Les matériaux et matériels réellement mis en place sur le projet seront intégrés au modèle numérique. Les variables paramétriques qui pourront intervenir dans les variations des consommations seront liées aux risques suivants :

- Risques d'exploitation : dommage accidentel, changement de matériel, etc. ;
- Risque d'usure : vieillissement des matériaux, vieillissement prématuré de matériel, etc. ;
- Risque de comportement : évolutions des pratiques sociales, etc. ;
- Risque météorologique.

Ces variables globalement non maîtrisables feront l'objet d'une étude de sensibilité afin d'établir une échelle des dérives de consommations envisageables.

3.5.2 DONNÉES DE SORTIE

Conformément au processus de commissionnement, les éléments indiqués en phase Conception doivent être suivis et mis en place comme stipulés dans les pièces écrites du dossier validé par la maitrise d'ouvrage. En cas de dérive ou de changement, le Titulaire devra pouvoir justifier de toute modification de matériau ou de matériel.

L'analyse de consommations du modèle en fin de phase travaux (EXE) doit pouvoir mettre en valeur les écarts potentiels avec la phase Conception.

Chaque écart devra faire l'objet d'une justification argumentée par le titulaire.

L'ensemble des résultats demandés en phase Conception seront attendus à cette phase Travaux, incluant les mises à jour éventuelles.

3.6 PHASE D'EXPLOITATION/MAINTENANCE

3.6.1 DONNÉES D'ENTRÉE

La Simulation Energétique Dynamique est mise à jour pour être conforme aux conditions d'usage du site. Le titulaire pourra confronter le fonctionnement réel du site. Si les prescriptions d'usage du bâtiment rédigées en phase travaux (EXE) sont respectées alors les seuls paramètres impactant les consommations sont les variables exogènes telles que les variations climatiques.

3.6.2 DONNÉES DE SORTIE

La phase Exploitation - Maintenance aura pour objectif de réaliser une comparaison directe des consommations énergétiques issues du modèle aux consommations réellement constatées.

L'ensemble des résultats demandés en phase Conception seront attendus à cette phase.

Ces relevés de consommations sont confrontés aux données de sortie du modèle mis à jour en phase Exploitation-Maintenance afin d'analyser les dérives potentielles. Chaque écart devra être justifié par le titulaire.

3.7 QUALITÉS IMPÉRATIVES

Les ajustements des données d'entrée du modèle seront la source d'échanges entre les différents intervenants du projet. **Chaque ajustement devra faire l'objet d'une demande à la maitrise d'ouvrage et devra être validé par cette dernière avant intégration dans les modèles**.

Le titulaire est chargé d'assurer un suivi exhaustif et détaillé de l'ensemble des données d'entrée (valeur de la variable pour chacune des phases, explication de l'évolution de la valeur le cas échéant).

Le titulaire doit mettre à disposition et transmettre sur simple demande du maître d'Ouvrage ou de son représentant l'ensemble des fichiers sources et fichiers de modélisation SED, et ce à chaque phase du projet.

3.7.1 CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES

Le modèle devra a minima permettre de :

- Déterminer les résultats des calculs dynamiques des besoins (horaire, journalier, mensuel et annuel) au niveau bâtiment et par groupe de zones homogènes ;
- Calculer les consommations dynamiques avec la prise en compte de chaque système par zone et un contrôle d'humidité relative, de température et de débit d'air neuf, avec représentation graphique de la modélisation des systèmes.

3.7.2 ANALYSE PARAMÉTRIQUE

L'objectif est double :

- pouvoir affiner en phase conception les choix techniques avec le meilleur compromis performance énergétique / confort / coût exploitation / coût de construction,
- pouvoir cartographier les principaux risques de non-respect de la performance énergétique garantie et de mettre en œuvre des actions spécifiques de maîtrise de ces risques.

Le dialogue et la collaboration entre le titulaire et le maître d'ouvrage sont essentiels pour garantir la qualité et l'intérêt de cette prestation.

3.7.3 QUALITÉS DES RAPPORTS

Les rapports devront comporter deux parties, l'une à destination du maître d'ouvrage (rapport de synthèse et analyses de propositions successives) l'autre à destination de son responsable technique (rapport détaillé aux différents stades de la définition, outils de suivi et gestion). Ils devront :

- Être clairs et lisibles ;
- Être pragmatique : avis d'énergéticien cohérent avec les contraintes/opportunités des équipes de réalisation et du maître d'ouvrage ;
- Être complet : informations suffisantes pour la réalisation des modifications et améliorations préconisées ; annexes techniques suffisamment détaillées.

3.7.4 QUALITÉS DU TITULAIRE

Les meilleurs méthodes et outils ne sont rien sans le discernement du responsable de l'étude qui doit avoir :

- Une bonne connaissance technique et pratique des bâtiments et de leurs équipements techniques, notamment pour le sujet de la performance énergétique ;
- La compétence, l'esprit critique et une bonne capacité d'imagination pour proposer des améliorations opportunes ;
- La capacité à recueillir à la fois des données qualitatives et quantitatives, auprès du maitre d'ouvrage, des équipes de réalisation mais aussi des gestionnaires du site ;
- Une rigoureuse indépendance de toute considération commerciale.

3.7.5 OUTIL DE CALCUL

Seront seuls utilisables pour la réalisation de ces études des outils de calcul de simulation énergétique dynamique fonctionnant avec des pas de temps horaires et notamment (liste non limitative) : Pléiades, Energyplus, TRNSYS, DesignBuilder, IES ou Climawin.

Ces outils doivent pouvoir permettre une étude multizone du bâtiment et des systèmes couplés.

Les outils réglementaires permettant l'application des règles ThC ne sont pas utilisables dans ce cadre.