



ETUDE d'OPTIMISATION THERMIQUE DYNAMIQUE

CAHIER DES CHARGES

Guides et cahiers techniques

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
OBJECTIF DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE	3
DESCRIPTION DE LA PRESTATION	3
Règles de participation	3
Champ de l'étude	4
MODALITES DE REALISATION DE L'ETUDE	4
1 ^{ère} phase : Préconisations énergétiques au stade Programme (<i>en option</i>)	4
2 ^{ème} phase : Analyse multicritère des esquisses	5
3 ^{ème} phase : La Simulation Thermique Dynamique du projet lauréat (APS)	5
Analyse du projet présenté	5
Optimisation énergétique du bâtiment	6
4 ^{ème} phase : Analyse et contrôle de l'Avant Projet Définitif (APD)	6
5 ^{ème} phase : Suivi de réalisation (<i>en option</i>)	6
6 ^{ème} phase : Suivi d'exploitation (<i>en option</i>)	7
QUALITES IMPERATIVES	7
OUTILS DE CALCUL	8
SUIVI	8
PROPRIETE DES RESULTATS	8
COÛT DE LA PRESTATION	8
CONTROLE	8

CAHIER DES CHARGES D'UNE ETUDE D'OPTIMISATION THERMIQUE DYNAMIQUE

INTRODUCTION

Dans le cadre de la relance de la politique de maîtrise de l'énergie, l'ADEME souhaite inciter les maîtres d'ouvrages et gestionnaires de bâtiments à s'engager sur la voie de l'utilisation rationnelle de l'énergie. Pour cela, un plan d'action basé notamment sur le soutien aux études d'aide à la décision dans le secteur du bâtiment a été décidé. Cette démarche a pour objectif de permettre aux gestionnaires et maîtres d'ouvrages d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie rentables économiquement.

Le présent cahier des charges concerne les études d'optimisation thermique dynamique. Il précise le contenu et les modalités de réalisation de ces études qui seront effectuées par des prestataires techniques extérieurs à l'entreprise. Ce document rappelle notamment les analyses à mener et les données minimales que le prestataire technique doit restituer aux responsables du bâtiment concerné .

OBJECTIF DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE

La simulation thermique dynamique, objet du présent cahier des charges, vise à fournir aux décideurs les éléments pertinents qui leur permettront de choisir les meilleures solutions techniques afin d'**optimiser l'efficacité énergétique du futur bâtiment** tout en préservant le niveau et la qualité du service rendu et du confort d'usage; et ce au meilleur coût global (investissement, exploitation, entretien et maintenance, amortissement).

Pour cela, l'étude intégrera de la façon la plus précise possible, les éléments influant sur l'efficacité énergétique (données climatiques du lieu, contraintes de conception) ainsi que les consignes d'utilisation du bâtiment liées à ses divers usages.

L'objectif final est de limiter les consommations et les coûts par une combinaison judicieuse des énergies en fonction des usages, un bon dimensionnement des installations et une gestion adaptée performante.

L'étude devra également privilégier l'utilisation des ressources énergétiques locales et la production décentralisée d'électricité.

La démarche de l'étude sera d'accompagner le maître d'ouvrage et l'équipe de conception dans la réalisation de leur projet depuis la phase de programmation jusqu'au terme de la phase APD, puis éventuellement d'assurer un suivi lors des premières années d'occupation. Le prestataire devra donc être en lien permanent avec le maître d'ouvrage.

Le choix des intervenants compétents pour la construction du bâtiment, la réalisation et la réception des travaux restera cependant du ressort du maître d'ouvrage.

DESCRIPTION DE LA PRESTATION

Règles de participation

Afin que le maître d'ouvrage bénéficie d'un regard d'expert extérieur à l'établissement, l'étude de simulation thermique dynamique devra être réalisée par un intervenant ci-après dénommé "le prestataire", ayant l'indépendance, la compétence nécessaire et les références attestant de cette compétence.

De plus, dans un souci de qualité, le prestataire s'attachera à respecter les règles suivantes :

- évaluer avec précision les gisements d'économies d'énergie envisageables sur le projet de bâtiment faisant l'objet d'une étude d'aide à la décision, et en chiffrer les conditions économiques de réalisation ;
- suivre une démarche rigoureuse explicitée et justifiée dans ses rapports d'études : le logiciel de simulation utilisé par le prestataire sera en particulier indiqué dans les rapports.

- être exhaustif dans ses recommandations et fournir toutes les informations objectives nécessaires au maître d'ouvrage pour décider des suites à donner ;
- ne pas privilégier *a priori* un type d'énergie ni certaines modalités de fourniture d'énergie ou de tout autre service (vapeur, froid, chaud, air comprimé, électricité...) ;
- ne pas intervenir dans un établissement vis-à-vis duquel il ne présenterait pas toute garantie d'objectivité, notamment sur des installations conçues, réalisées ou gérées pour l'essentiel par lui-même ;
- n'adjoindre aucune démarche commerciale concernant des biens ou services (ayant un lien avec les recommandations) au cours de son intervention.

Champ de l'étude

L'étude inclura la réalisation de simulations fines de l'enveloppe et des équipements sur un nombre suffisant de zones thermiquement homogènes correspondant à des expositions spécifiques et à des modalités d'occupation et d'exploitation du bâtiment. Elle intégrera la nature des activités hébergées et les équipements en découlant, ainsi que tout autre paramètre pouvant peser sur les bilans thermiques et énergétiques. Pour certaines périodes caractéristiques et extrêmes de l'année, elle devra fournir une simulation heure par heure des températures zone par zone, intégrant les charges résultant de l'exposition et de l'occupation.

Les analyses et simulations se feront aux différents stades de la construction, avec recherche d'optimisations successives et recalages au fur et à mesure des évolutions et choix techniques.

Lorsque l'opération comporte un concours, l'étude fournira une première évaluation de chaque projet présenté par les candidats en phase d'esquisse ou d'APS.

MODALITES DE REALISATION DE L'ETUDE

La mise en application de l'étude nécessite un outil de simulation informatisé adéquat, appuyé sur des banques de données très bien fournies en informations climatiques locales (rayonnement solaire, température, humidité, vitesse du vent). Cet outil doit effectuer un transfert rapide et fiable des plans des bâtiments concernés.

La prestation peut être découpée en 6 phases:

- ❖ **1^{ère} phase** : Participation à l'élaboration du Programme et réalisation d'un Cahier des préconisations énergétiques.
- ❖ **2^{ème} phase** : Analyse multicritère des esquisses.
- ❖ **3^{ème} phase** : Analyse du projet retenu en cours de mise au point (phase APS) par modélisation.
- ❖ **4^{ème} phase** : Analyse et contrôle de l'APD (comprenant une étude critique des puissances installées, parallèlement au travail effectué par l'équipe de maîtrise d'œuvre).
- ❖ **5^{ème} phase** : Suivi de réalisation avec participation à quelques réunions de chantier (*en option, à la demande du Maître d'Ouvrage*).
- ❖ **6^{ème} phase** : Suivi d'exploitation, avec une aide à sa mise en place et suivi sur 1 ou 2 ans de fonctionnement. (*en option, à la demande du Maître d'Ouvrage*)

1^{ère} phase : Préconisations énergétiques au stade Programme (*en option*)

Le prestataire établira un cahier de préconisations, décrivant les spécificités du site (caractéristiques climatiques, ressources énergétiques locales, réseaux...) et donnant des orientations en terme d'efficacité énergétique. Ce cahier a vocation à être remis par le maître d'ouvrage aux équipes qui soumissionneront pour la réalisation du bâtiment.

Le Cahier des préconisations pourra en particulier reprendre des notions sur la façon d'aborder les

différents critères (**le bâti** : inertie, isolation, confort d'été, protections solaires, surfaces vitrées, acoustique, éclairage naturel ... ; **les systèmes** : choix de l'énergie avec les disponibilités sur le site, renouvellement d'air, systèmes conseillés selon la destination et l'importance des locaux, valeurs de consignes, niveau de confort acceptable, niveau d'hygrométrie, ... ; **environnement du projet** : incidence du bâtiment sur le site, ombres portées => éclairage naturel des locaux...).

Une liste des informations à fournir par les concepteurs sera fournie par le prestataire au maître d'ouvrage : elle recensera les informations nécessaires au prestataire pour l'analyse et les simulations ultérieures.

2^{ème} phase : Analyse multicritère des esquisses

Le prestataire procédera à un examen des pièces remises par chacune des équipes (pièces graphiques et descriptifs techniques) pour établir des comparaisons en terme de confort thermique et de performance énergétique et financière.

Cette méthode devra permettre la comparaison des projets entre eux et pourra être un critère de choix pour la commission technique.

Les paramètres à étudier à ce stade sont :

* Qualité de l'enveloppe :

- besoins de chauffage (avec et sans apports gratuits)
- besoins de rafraîchissement
- confort d'été

* Compatibilité du projet avec les exigences du programme : orientations, exposition au vent, surfaces vitrées, isolation, ventilation...et avec le coût d'objectif.

le prestataire proposera de réaliser des simulations thermiques dynamiques sur chacune des esquisses (voir méthodologie 3^{ème} phase). Cette démarche consistera en la modélisation des bâtiments en 3D, le découpage en zones thermiquement homogènes, les températures par zone (le jour le plus chaud, un jour froid et un jour en mi-saison), les consommations d'énergie par projet, et les coûts d'exploitation prévisionnels.

A ce stade, le prestataire pourra fournir des premières propositions d'amélioration de l'enveloppe. Il remettra un **premier rapport** au maître d'ouvrage avec le résultat de son analyse.

3^{ème} phase : La Simulation Thermique Dynamique du projet lauréat (APS)

La Simulation Thermique Dynamique a pour objet d'analyser pour le projet retenu .

- ◆ les conditions de confort thermique
- ◆ les consommations et dépenses énergétiques.
- ◆ les opportunités d'améliorations techniques permettant d'optimiser l'efficacité énergétique.

Cette phase se décomposera en deux étapes :

Analyse du projet présenté

Sur les bases du projet initial préparé par l'équipe de maîtrise d'œuvre, le candidat devra :

◆ **Saisir les bâtiments et les informations utiles à l'analyse thermique**

- saisie graphique du projet
- prise en compte des masques proches et lointains (des sorties graphiques 3D de la modélisation avec ombres portées devront être rendues)
- caractéristiques géométriques des bâtiments et découpage en zones thermiquement homogènes
- composition des parois
- scénarios d'occupation des différentes zones et planning de fonctionnement des équipements

◆ **Simuler le comportement thermique sur une année représentative des conditions météorologiques réelles sur site sur lequel le projet est implanté**

Cette démarche donnera la connaissance sur une année entière, à partir de banques de données climatiques locales:

- des apports solaires et des températures pour chaque zone
- des températures de contact des parois pour prendre en compte le rayonnement
- des puissances frigorifiques ou calorifiques à mettre en jeu, en fonction des consignes souhaitées ou imposées

et permettra :

- d'évaluer sur l'année simulée :
 - les besoins énergétiques en chauffage ou en climatisation (au global, mois par mois et par tranches tarifaires)
 - les périodes critiques génératrices d'inconfort.
 - de calculer le coût d'exploitation en fonction :
 - des types d'énergies prévues
 - des tranches tarifaires
- en prenant en compte tous les postes consommateurs (chauffage, rafraîchissement, ECS, auxiliaires, éclairage, bureautique...).

A ce stade, une réunion de présentation sera prévue avec le maître d'ouvrage et l'équipe de conception afin de leur présenter les voies d'optimisation identifiées.

Optimisation énergétique du bâtiment

En collaboration avec les différents partenaires du projet, la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, la deuxième étape doit permettre au candidat de tester les différentes voies d'optimisation proposées :

- Rechercher des solutions d'amélioration de la structure
 - Protections solaires (murs rideaux, verrières,...)
 - Isolation par type de parois et avec proposition de plusieurs solutions
 - Influence des masses, etc....
- Rechercher des solutions d'amélioration de l'équipement technique
 - Energie
 - Systèmes de production thermique (calorifique et frigorifique)
 - Système de distribution
 - Systèmes d'émission
 - Système de régulation, etc....
- Quantifier les solutions complètes proposées (enveloppe et équipements) en terme de :
 - confort (fréquences cumulées de températures pour les zones critiques avec une courbe par mois)
 - coût d'exploitation
 - coût d'investissement
 - coût décennal

afin de rechercher le meilleur compromis technique et financier.

A l'issu de la simulation, le prestataire établira un **deuxième rapport**, synthétisant les voies d'optimisation proposées, le résultat de leurs simulations et leur chiffrage en terme d'économie d'énergie et de coût et reprenant l'ensemble des données et paramètres utilisés dans les calculs et simulations..

4^{ème} phase : Analyse et contrôle de l'Avant Projet Définitif (APD)

Lorsque le stade d'avancement du projet sera suffisant, et que les solutions auront été retenues, une simulation sera effectuée, appelée simulation de recalage.

Cette simulation prendra en compte toutes les modifications apportées au projet depuis la phase optimisation de l'étude de l'APS du projet lauréat, et permettra d'affiner et d'optimiser la solution retenue. Cette dernière modélisation permettra d'établir **un tableau de bord des paramètres énergétiques du projet et des coût globaux.**

Un troisième rapport sera préparé qui décrira les paramètres énergétiques estimés pour l'APD.

5^{ème} phase : Suivi de réalisation (en option)

Cette phase sera réalisée à la demande du maître d'ouvrage à la vacation et devra être chiffrée comme telle.

L'objectif est de contrôler la bonne réalisation des prestations définies lors des phases précédentes, et de tester éventuellement des propositions de modifications faites par les entreprises en cours de réalisation..

Le prestataire pourra également proposer de former le responsable environnement chantier au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre et de traiter la cible « chantier à faibles nuisances », telle que définie dans le cadre de la démarche Haute Qualité Environnementale :

- gestion différenciée des déchets de chantier
- réduction des nuisances.

6^{ème} phase : Suivi d'exploitation (en option)

Le prestataire devra proposer une méthodologie pour assurer un suivi d'exploitation qui permettra de recalibrer les résultats de la simulation avec la réalité de fonctionnement. Il est important de comprendre le comportement du bâtiment durant ses deux premières années de fonctionnement, pour suivre les dérives éventuelles.

A l'issue de cette phase, **un quatrième rapport de synthèse** sera préparé qui mentionnera les paramètres énergétiques enregistrés durant la phase d'exploitation, et qui permettra la comparaison avec les paramètres estimés dans les phases précédentes.

QUALITES IMPERATIVES

Points à noter

- Concernant l'étude de simulation thermique dynamique, le dialogue et la collaboration entre le prestataire et le maître d'ouvrage (et son équipe) sont essentiels pour garantir la qualité et l'intérêt de cette prestation.
- L'étude ne doit pas seulement préconiser des solutions pour réduire les consommations mais doit également examiner des substitutions d'énergie possibles (biomasse, solaire, réseaux,...) lors de la définition du bâtiment.

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:

- Etre clairs et lisibles, la forme est importante, elle facilite la prise de décision,
- Donner l'avis de l'énergéticien, un conseil d'individu à individu par quelqu'un qui a passé du temps avec l'équipe de réalisation et le maître d'ouvrage,
- Fournir des informations suffisantes pour la réalisation des modifications et améliorations préconisées,
- Comporter des annexes techniques suffisamment complètes,
- Proposer des améliorations compatibles avec les possibilités financières du maître d'ouvrage

Qualités du prestataire

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

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

Devoirs du maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage, demandeur de l'étude, a également des obligations à remplir; elles se situent, par rapport à la prestation:

Avant: bien préciser les contraintes et attentes par rapport au bâtiment à réaliser (y compris une analyse des usages et modes de gestion futurs)

Pendant : accompagner ou faire accompagner le prestataire par la ou les personnes impliquées au quotidien dans la conception et la réalisation du bâtiment considéré, et lui donner accès aux principaux documents techniques.

A la remise des rapports d'étapes: étudier les propositions faites avec soin et prendre les décisions sur les modifications à apporter au projet

Après : - retourner à l'ADEME les fiches de synthèse dûment complétées,
- faire vivre les éléments de suivi par la mise en place d'une comptabilité énergétique.

OUTILS DE CALCUL

Seront seuls utilisables pour la réalisation de ces études des outils de calcul de simulation dynamique fonctionnant avec des pas de temps horaires et notamment (liste non limitative): PLEIADES-COMFIE, TAS, ISIIBAT-TRNSYS, CODYBAT,....les outils réglementaires permettant l'application des règles ThC ne sont pas utilisables dans ce cadre.

SUIVI

A l'issue de l'étude d'optimisation, la mise en place d'une comptabilité énergétique du bâtiment est vivement recommandée. Cette mise en place peut se baser sur les éléments suivants :

- Information technique
- Formation informatisée, de la mise en place de produits, jusqu' à leur mise à jour.

A la fois outil de gestion en objectifs / résultats et instrument d'analyse des évolutions de la consommation du bâtiment, cette comptabilité peut prendre différentes formes allant d'un simple tableau de relevés hebdomadaires et mensuels de compteurs et de factures jusqu'à des outils informatisés de suivi en temps réel et de gestion technique centralisée.

On pourra s'inspirer, pour les feuilles d'analyse manuelle, des exemples donnés dans les guides sectoriels ADEME – AICVF pour les bâtiments du secteur non résidentiel.

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

Enfin, l'étude d'optimisation thermique dynamique doit permettre un **affichage des consommations** en cohérence avec les exigences de la Loi sur l'Air et l'URE et les dispositions réglementaires afférentes.

PROPRIETE DES RESULTATS

Les résultats de l'étude seront la propriété conjointe du Maître d'ouvrage et de l'ADEME qui pourra les utiliser pour évaluer la pertinence de ses procédures ainsi que réaliser des suivis techniques. L'ADEME pourra utiliser librement les informations collectées en fiches de synthèse.

COÛT DE LA PRESTATION

Le prestataire établira un devis détaillé correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître le nombre de journées de travail, les coûts journaliers du ou intervenants ainsi que les frais annexes.

Le montant ainsi proposé sera forfaitaire, ferme et définitif, et inclura l'ensemble de la prestation telle que définie dans le présent cahier des charges en précisant la ou les phases retenues.

CONTROLE

Le prestataire établira un devis détaillé correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître le nombre de journées de travail, les coûts journaliers du ou intervenants ainsi que les frais annexes.

Le montant ainsi proposé sera forfaitaire, ferme et définitif, et inclura l'ensemble de la prestation telle que définie dans le présent cahier des charges en **précisant la ou les phases retenues**.

L'étude, une fois réalisée, pourra faire l'objet - ce n'est pas systématique - d'un contrôle approfondi par un expert mandaté par l'ADEME afin de juger de la qualité de l'étude, de l'objectivité du rapport, voire d'éventuels besoins de formation, car ce contrôle approfondi sera d'abord l'occasion d'un dialogue en vue d'une amélioration permanente de la procédure et de la qualification des intervenants.

Dans le souci de tester un échantillonnage représentatif, les dossiers seront choisis de manière aléatoire, à moins que les bâtiments considérés ne soient l'objet d'une plainte.