

# METHODES ET OUTILS POUR ALLER VERS UN CPE

RETOURS D'EXPERIENCE DE MISSIONS D'AMO  
REALISEES PAR H3C ENERGIES POUR LE CREM  
ET LE REM DE LA VILLE DE NÎMES

**Roy DABEE**

Chef de projet – H3C Energies

# Caractéristiques principales du CREM

- Marché public de Conception – Réalisation – Exploitation – Maintenance
- Poste P1-Achat d'énergies exclu du périmètre
- Choix de retenir 3 sites très énergivores (Carré d'Art, Pablo Néruda et Musée des Beaux-Arts) représentant 18% de la consommation d'énergie primaire du parc

Site	Surface	Année de construction	Usages	Energies	Consommation d'énergie primaire de référence
Carré d'Art	15 500 m <sup>2</sup>	1993	Musée Médiathèque Bibliothèque	Gaz Electricité	7 349 MWh
Musée des Beaux Arts	1 850 m <sup>2</sup>	Début XX ième	Musée	Electricité	890 MWh
Pablo Neruda	9 000 m <sup>2</sup>	1969	Piscine Salle de sport Théâtre	Gaz Electricité	3 765 MWh

# Caractéristiques principales du CREM

## • Objectifs de performance :

- Réduction de 35 % de la consommation d'énergie primaire tous usages sur l'ensemble des 3 sites
- Réduction minimum de 15% pour le Musée des Beaux-Arts et de 25% pour les 2 autres sites
- Plafonnement du budget de Conception-Réalisation à 5 M€ TTC
- Engagement de résultats énergétiques vérifié, pour chaque site, sur 8 périodes de suivi consécutives d'une durée de 1 an
- Engagement sur des niveaux de services contractuels après travaux
- Prescription de travaux imposés comme la suppression des tours de refroidissement de Carré d'Art, le remplacement des menuiseries au Musée des Beaux Arts, la revalorisation de la façade de Pablo Néruda
- Demande de résolution de situations d'inconfort

# Caractéristiques principales du CREM

- Engagements de performance du titulaire :
  - Carré d'Art: - 34,66 %
  - Pablo Neruda: - 38,59 %
  - Beaux Arts: - 33,35 %
  - Objectif de performance globale = - 35,80 %
  - Environ 100 000 €HT d'économies annuelles pour le MOA sur le poste achat d'énergies

# Audit énergétique préliminaire : Cas du CREM

## • Principaux objectifs pour le MOA :

- Fixer la situation historique en amont de la consultation,
- Eviter le risque concurrentiel et limiter le risque de déclaration d'infructuosité en cours de passation,
- Identifier les variables d'ajustement envisageables pour le Plan de Mesure & Vérification (PMV),
- Prédéfinir des indicateurs de performance et des niveaux de service pertinents.

## • Démarche d'audit menée lors des études préalables :

Etape 1 : Pré-diagnostics énergétiques sur 5 sites pressentis par la Ville de Nîmes et analyse multicritère : matrice opportunités-risques

=> Définition du périmètre géographique : 3 sites retenus

# Audit énergétique préliminaire : Cas du CREM

## Etape 2 : Audits énergétiques détaillés en statique

### Audit énergétique détaillé

Visites et recueils de données  
Analyse de l'incertitude sur les données recueillies

Description et analyse critique :  
« expertise »  
Modélisation des consommations de chauffage

### Analyse de sensibilité sur les paramètres d'entrée

Traduction de l'incertitude par des bornes de variation  
Plan d'expérience factoriels

Analyse de l'influence des paramètres pour le recalage du modèle  
Visualisation des paramètres les plus influents pour les préconisations

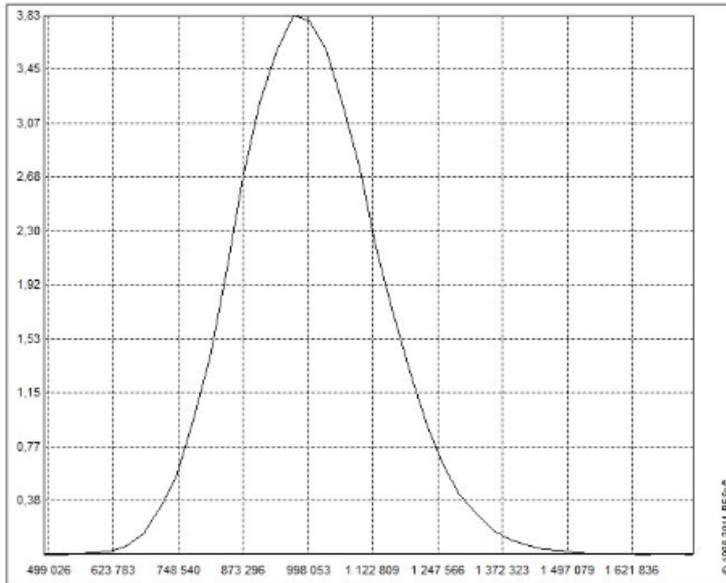
### Analyse de l'incertitude sur la consommation de chauffage obtenue

Calcul des incertitudes  
Méthode Monte Carlo  
Propagation des variances

Evaluation de la qualité du recueils de données et/ou mesures nécessaire  
Evaluation de l'incertitude sur le résultat final

# Audit énergétique préliminaire : Cas du CREM

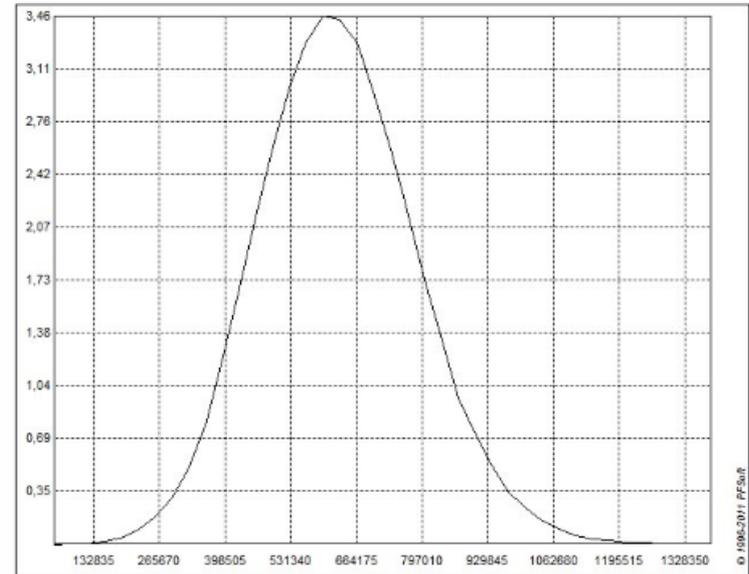
## Etape 2 : Audits énergétiques - Incertitudes



### Pablo Neruda

La moyenne obtenue est de 1 001 917 kWh. L'écart type de 134 460 kWh.

On peut alors affirmer que la consommation est de **1 001 917 kWh  $\pm$  221 187 kWh (IC 90)** ou encore **(1 001 917 kWh  $\pm$  22%) kWh (IC 90)**



### Carré d'Art

La moyenne obtenue est de 626 234 kWh. L'écart type de 158 293 kWh.

On peut alors affirmer que la consommation est de **626 234 kWh  $\pm$  260 391 kWh (IC 90)** ou encore **(626 234  $\pm$  41%) kWh (IC 90)**

# Audit énergétique préliminaire : Cas du CREM

## Etape 2 : Audits énergétiques - Rex

### Analyse de sensibilité et calcul d'incertitude

- Nouvelles compétences : Connaissance approfondie des principes et des logiciels de calcul d'incertitude
- Méthodes de chaînage entre logiciel de calcul énergétique et logiciel statistiques en cours de développement lors de notre étude
- Investissement en temps d'analyse et de calcul incompatible avec les tarifs actuels des prestations d'AMO/diagnostic sur des CPE  
=> Analyses quasiment jamais réalisées

### Analyse de sensibilité du modèle

- Identification des facteurs influents : documentation approfondie (visites complémentaires des sites), priorisation des travaux les plus efficaces, aide au recalage du modèle

# Audit énergétique préliminaire : Cas du CREM

## Etape 2 : Audits énergétiques - Rex

### Calcul d'incertitude (dispersion des valeurs de consommation) :

- Propagation de l'incertitude à la détermination du potentiel de gains post-travaux,
- Limitation du risque d'inadéquation entre le budget d'investissement alloué au titulaire et les exigences de GRE demandées par la Ville
- Sécurisation de la procédure de passation de la Ville de Nîmes,
- Passation du CREM : Sécurisation de l'engagement des candidats :
  - \* différentes visites obligatoires des sites,
  - \* mesures électriques ponctuelles et instrumentations de certains équipements rendues possibles,
  - \* STD rendues obligatoires en conception (importantes incertitudes en statique, transfert d'humidité air/eau, gestion fine de l'hygrométrie)

# Audit énergétique préliminaire : Rex

## Audits énergétiques - Rex

### Points de vigilance :

- Etudes énergétiques en CREM (et en REM) : différents acteurs successifs (AMO, concepteur puis SSEE)
- Limitation du risque porté par le titulaire, optimisation des études de conception des candidats en phase de passation (CREM)
- Limitation pour le MOA du risque d'échec de l'appel d'offre : Etudes à ne pas négliger!
- Niveau de détails des audits énergétiques en phase d'AMO : approche pragmatique fonction :
  - \* des ressources disponibles : temps pour l'AMO, budget du MOA, besoin du MOA, compétences de l'AMO,
  - \* du type de marché (CREM/REM),
  - \* de la typologie des bâtiments : surface vitrées, transfert de vapeur d'eau...
- Bannir l'utilisation d'un outil de calcul réglementaire basé sur des paramètres d'usage conventionnels des bâtiments

# Plan de Mesure et de Vérification : Cas du CREM

## • Cadre général :

- Outil contractuel et objectif de la mise en œuvre de la garantie de résultats énergétiques
- Choix du protocole IPMVP, internationalement reconnu
- Utilisation des données de consommations réelles mesurées en exploitation
- Construction du modèle sur la base de données connues en phase avant travaux
- 1 PMV demandé pour chacun des 3 sites

## • Problématiques particulières du CREM :

- Modifications des niveaux de services requis après travaux : besoin simultané de chaud et froid pour le Musée des Beaux Arts (PAC sur nappe )
- Réalisation par la Ville de travaux impactant les consommations énergétiques des sites entre la fin de la période de référence et le début du CPE,
- Sites à comportements énergétiques complexes

# Plan de Mesure et de Vérification : Cas du CREM

## • Caractéristiques des Plans de M&V :

- Option C de l'IPMVP : engagements toute énergie et tout usage car effets interactifs entre les travaux
- Données historiques de consommations collectées et fournies au DCE
- Documentation de la situation de référence dans les documents de consultation :  
Faisabilité de la détermination d'un modèle mathématique suffisamment robuste pré-validée
- Ajustement périodique ante-post

# Plan de Mesure et de Vérification : Cas du CREM

- REX - Solutions développées face aux problématiques identifiées :
  - Organisation d'un atelier dédié au Plan de M&V en complément des auditions du 2ième tour de dialogue compétitif
  - Cadrage du Plan de Mesure et Vérification : trame à compléter par les candidats
  - Travaux réalisés par la Ville avant notification mais après la période de référence : Action de performance énergétique « obligatoire »
  - Travaux post notification : Option A d'isolement pour les travaux d'éclairage réalisés hors CREM sur le Carré d'Art
  - Incertitudes de la M&V et de conception grandement engendrées par les consommations électriques des sites : pertinence des solutions non invasives de désagrégation des consommations électriques ?

# Plan de Mesure et de Vérification : Cas du CREM

## Points de vigilance :

- Audit énergétique = conception des bouquets de travaux et définition des objectifs de performance énergétique,
- Plan de M&V = mesure des économies d'énergie réalisées grâce aux travaux par comparaison à la situation de référence contractuelle ajustée,
- Audit énergétique et Plan de M&V sont 2 outils complémentaires, avec des éléments communs mais à mener en parallèle avec un portage du risque par des acteurs différents,
- Contrat équilibré : discussion nécessaire en cours de passation afin de déterminer le niveau de risque acceptable par les parties prenantes (tunnel de neutralisation)

# Caractéristiques principales du REM

- Marché public global de performance énergétique portant sur la réalisation et l'exploitation et la maintenance de solutions d'amélioration de la performance énergétique de 10 bâtiments (8 écoles, une crèche, un centre socio-culturel)
- Marché en cours de consultation
- Réduction souhaitée des consommations énergétiques globales de gaz et de chaleur des 10 sites d'environ 37% avec une réduction minimale des consommations de chaque site (10 ou 20%)
- Plafonnement du budget de travaux à 5 M€HT

# Audit énergétique et Plan de M&V : Cas du REM

## Contexte de l'opération :

### ➤ Audit énergétique :

Réalisation par la Ville et son AMO des études de conception des travaux jusqu'à la phase PRO :

- \* Phase esquisse : audit énergétique détaillé réalisé afin de déterminer un potentiel d'amélioration énergétique minimal atteignable pour chaque site,
- \* Phases suivantes : sécurisation du potentiel d'amélioration énergétique minimal par site

### ➤ DCE et passation :

Réflexion pour donner aux soumissionnaires les moyens de s'approprier les engagements de résultats énergétiques :

- \* Indemnisations des candidats,
- \* Visites multiples des sites,
- \* STD imposées,
- \* Transmission des hypothèses de calcul,
- \* Différenciation des périmètres du marché : travaux, GRE, Exploitation-maintenance

# Audit énergétique et Plan de M&V : Cas du REM

## Contexte de l'opération :

### ➤ Programme performanciel du DCE :

- \* Plan de Mesure et Vérification : Document plus abouti rédigé par l'AMO, faisabilité de la détermination de modèles mathématiques vérifiée,
- \* Diminution de l'incertitude et du risque pris par les candidats : détermination d'un objectif global de performance et d'exigences minimales pour chaque site,
- \* Périmètre de GRE = consommations de gaz et de chaleur
- \* Plan de M&V : vérification de la performance énergétique par comparaison entre un Indicateur de Performance Énergétique Mesuré et un Indice de Garantie de Résultat Énergétique

# Commissionnement : Cas du CREM

- Programme performanciel : pièce spécifique dédiée au commissionnement

Actions techniques de commissionnement	MOA/AMO	Titulaire du CPE				Documents associés
		AC	EC	ER	EEM	
<b>PROGRAMMATION / PHASE D'ETUDE PRELIMINAIRE</b>						
Exprimer de manière claire et adéquate les objectifs et exigences du Maître d'Ouvrage	R					Programme <u>performanciel</u> et ses annexes (niveaux de services)
Elaborer le cadre de plan de commissionnement initial	R					Trame de Plan de commissionnement => définition dans cette pièce technique n°10
Définir le cadre de <u>reporting</u> attendu	R					Structure des DOE et DIUM Ebauche du système de levée des réserves/validation Modèle de rapport de commissionnement Trame de plan de M&V Format des rendus types de chaque phase de conception (tour de dialogue et phase d'étude) => cf. éléments dans cette pièce technique n°10
Audit énergétique préliminaire	R					Rapports fournis dans le DCE

Agent de commissionnement côté titulaire

Travail amont nécessaire du MOA/AMO : matrice RACI

Légitimité nécessaire de l'AC au sein du groupement

Suivi nécessaire du MOA lors de l'exécution du marché