

# QUELLES SOLUTIONS POUR GARANTIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT ?

Et si on réduisait la césure entre  
programmation/ conception/ travaux/ exploitation?

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

DIRECTION RÉGIONALE  
OCCITANIE

**ECOBATP LR**

# ÉDITO

## Premier consommateur d'énergie en France, le bâtiment se doit d'être exemplaire.

Vous êtes un maître d'ouvrage public avec une expertise intégrée au sein de vos services ou au contraire vous lancez dans un projet unique sans compétence en interne ? Vous êtes un bureau d'études ? Ce guide est fait pour vous !

Elaboré de manière collaborative au sein du club Maître d'ouvrage animé par ECOBATP-LR, avec le soutien de l'ADEME, ce guide met en avant l'intérêt de réaliser, en amont de tout projet de construction, des études spécifiques. Il présente des retours d'expérience concrets et des bonnes pratiques nécessaires pour assurer une meilleure efficacité énergétique des bâtiments. Vous y découvrirez également toute une palette d'outils et méthodologies, accessibles à tous, visant à **réduire la césure entre les phases conception/réalisation et exploitation/maintenance** et à faire évoluer les pratiques.

Avec une consommation de 70 millions de tonnes équivalent pétrole par an, soit 43% de l'énergie finale totale, le secteur du bâtiment est le premier consommateur d'énergie en France et, par conséquent, le premier gisement d'économies potentielles. **Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments est devenue une priorité.**

**Ces dix dernières années, l'ADEME Occitanie a accompagné la réalisation de plus d'une centaine d'opérations de construction ou rénovation exemplaires. Le retour d'expérience met en évidence plusieurs aspects :**

- il n'est pas nécessaire et indispensable d'avoir recours systématiquement à des technologies complexes ou très innovantes pour atteindre la performance énergétique

- il est essentiel de se fixer dès la phase programmation **des objectifs ambitieux de performance énergétique et de confort** (notamment d'été) pour la réussite d'un projet de qualité.

Pour y parvenir, **une démarche organisationnelle du maître d'ouvrage est nécessaire :**

- en misant sur des compétences internes et externes en amont du projet (choix des prestataires)
- en s'appuyant sur une **organisation de projet intégrée**
- en réalisant **des études préalables** nécessaires à l'optimisation du projet. Contrairement aux idées reçues, les sommes engagées dans les études sont largement amorties par des économies engendrées sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. La réflexion doit porter sur le coût global incluant les coûts d'investissements et les coûts d'usage, d'entretien et d'exploitation sur la durée de vie des bâtiments.

En conclusion, trois points essentiels sont à intégrer :

- **l'association des usagers** (occupants, gestionnaires, exploitants..) à la définition du projet voire de son programme
- **l'amélioration de la transition entre les phases conception/réalisation et exploitation/maintenance** pour éviter la rupture
- **l'anticipation du fonctionnement** le plus en amont possible.

L'ADEME se tient aux côtés des maîtres d'ouvrage pour les accompagner dans la réalisation de projets performants et propose notamment, en 2017, d'expérimenter sur quelques projets le recours à des missions de commissionnement sur performance énergétique.

Bonne lecture !

Michel PEYRON  
Directeur de l'ADEME Occitanie



Médiathèque Frontignan © Luc Boegly



Ont collaboré à ce guide :

Philippe Devers, Directeur Construction de la Ville de Nîmes,  
Julien Hilaire, Chef Service Energie de la ville de Nîmes  
Michel Irigoien, Directeur Energie Moyens Techniques Ville de Montpellier,  
Christine Loup, Chef Service gestion technique, Direction des bâtiments et des domaines Département de l'Hérault,  
Armand Cathala, Directeur Général Adjoint Habitat Audois,  
Frédéric Jozon, Hab-Fab, Accompagnateur de projets participatifs,  
Nicolas Routaboul, Directeur Technique chez Pandopia,  
David Arnaudon, Apprenti ingénieur Bâtiment Energie EMA, Direction régionale ADEME Occitanie  
Catherine Bonduau, Directrice Ecobat LR.

Réalisation et appui rédactionnel : Florence Cailloux, Com'Écrite, www.florencecailloux.com  
Conception graphique : Marie So' Graphic, www.marie-so-graphic.fr  
Editeur : ECOBATP LR - Résidence Antalya | 119, avenue Jacques Cartier 34000 Montpellier  
Imprimeur : SARL INFO 34 | 1605, avenue des Platanes 34970 LATTES  
Achévé d'imprimer en mars 2017  
Prix de vente : 0 euros  
« Dépôt légal » mars 2017

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?



# SOMMAIRE

## LA DÉMARCHE ORGANISATIONNELLE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

- 1/ L'organisation interne de la Collectivité Publique
- 2/ La qualité de l'achat public
  - a) Bien comprendre et définir les besoins des utilisateurs
  - b) Bien définir les missions et compétences des acteurs
  - c) Bien choisir les prestataires externes
- 3/ Une conduite de projet intégrée

## 01 LA DÉMARCHE ORGANISATIONNELLE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

## UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION : LA DÉMARCHE BDM OCCITANIE

La démarche BDM Occitanie  
Illustration : Résidence Mascobado

## 02 UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION : LA DÉMARCHE BDM OCCITANIE

## DES SOLUTIONS MÉTHODOLOGIQUES POUR GARANTIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

- 1/ Bien comprendre et définir les besoins des utilisateurs
- 2/ Simulation Thermique Dynamique : vers une approche réaliste du fonctionnement thermique
- 3/ Le commissionnement : l'appréhension de la maintenance et de l'utilisation du bâtiment dès la conception.
- 4 / Mesure et Vérification et protocole IPMVP : comparaison résultats et objectifs

## 03 DES SOLUTIONS MÉTHODOLOGIQUES POUR GARANTIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

## CONCLUSION

## 04 CONCLUSION

# DE LA PROGRAMMATION À L'EXPLOITATION QUELLES SOLUTIONS POUR GARANTIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE D'UN BÂTIMENT ?

## Et si on réduisait la césure entre programmation/ conception/ travaux/ exploitation

Regards d'experts et retours d'expérience de la maîtrise d'ouvrage publique

### Les motivations de ce guide :

Les enjeux actuels de la construction ou réhabilitation des bâtiments publics, et plus largement, de l'aménagement de la Ville, ne peuvent plus être assumés par des pratiques traditionnelles. En effet, les maîtres d'ouvrages publics sont confrontés à une montée des exigences, au travers de réglementations de plus en plus diversifiées, couplée à une diminution des possibilités financières.

Les vrais enjeux de société : lutte contre le réchauffement climatique, préservation du système de santé, cohésion sociale, maintien de la biodiversité, développement du numérique accompagnant la demande sociale de davantage d'horizontalité... dépassent le cadre de la maîtrise d'ouvrage. Chaque citoyen doit essayer de participer à la responsabilité collective de préparer l'avenir, sur le long terme.

Chef d'orchestre et organisateur (définition des besoins, détermination des objectifs, choix des missions et des acteurs, passation de témoin aux utilisateurs et mainteneurs), le

maître d'ouvrage est le garant de l'exigence qualité envers concepteurs et réalisateurs. Il donne le ton : exigeant et ambitieux quant à la qualité, il s'en donne les moyens. Si le professionnalisme des concepteurs et réalisateurs est nécessaire, ce n'est pas suffisant pour assurer la pérennité d'une démarche de construction soutenable.

Fruit d'une réflexion collégiale entre plusieurs acteurs de la maîtrise d'ouvrage publique, le présent Guide s'adresse à son ingénierie (services techniques des villes, intercommunalités, département, régions, bailleurs sociaux) pour tenter d'en faire évoluer les pratiques.

Ce guide exprime des retours d'expérience et de bonnes pratiques en mettant en avant des méthodologies et outils qui pourraient s'avérer incontournables à l'avenir, vers ce changement sociétal qui s'opère. Il s'agit d'une 1ère édition car la démarche se veut collective et progressive, qui appelle au débat et à l'enrichissement.

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## Le constat des maîtres d'ouvrage publics, parfois désenchanté

De nombreux maîtres d'ouvrages publics éprouvent des déceptions à la livraison de leur bâtiments neufs (ou réhabilités), constatant en effet d'importants écarts entre les intentions exprimées dans leur programme et l'objet de la remise des clefs. Les exploitants découvrent alors, ou dans les semaines suivantes, que le bâtiment ne répond pas à leurs attentes en termes de fonctionnement ou de coût.

L'ensemble des professionnels font le même constat, désenchanté, de percevoir l'objectif sans pouvoir l'atteindre. Nous sommes dans une période transitoire. L'utilisation des bâtiments est de plus en plus dynamique et complexe, il faut sans cesse les réaménager, les réorganiser pour répondre aux nouvelles exigences car les utilisateurs consultés à la conception ne sont pas toujours ceux qui occuperont le site.

Dans le même ordre d'idée, il existe régulièrement un écart entre le niveau du DPE neuf calculé à la fin des études et les besoins réels de chauffage ou d'électricité des bâtiments à leur livraison. Est-il satisfaisant d'afficher une belle étiquette DPE si la réalité des consommations ne répond pas aux attentes du maître d'ouvrage ?

Dans notre région, on constate généralement que les puissances électriques à souscrire annoncées par les bureaux d'études sont au moins deux fois supérieures à ce que le bâtiment consomme réellement en phase exploitation. La puissance souscrite détermine le prix de la part fixe du contrat de fourniture et cette puissance ne peut être revue qu'une fois par an à la date anniversaire. Enfin, cette surestimation des besoins en électricité impose parfois la création de transformateurs, inutiles.

Amusons-nous à faire des mesures d'éclairage dans nos bâtiments, là aussi nous obtenons des valeurs bien au-dessus des exigences réglementaires. A chaque stade du projet, chacun ajoute sa marge de sécurité par peur d'être en-dessous des seuils...

Résultat : surdimensionnement des puissances électriques souscrites et d'augmentation du montant des travaux du lot éclairage.

Attardons-nous aussi sur les questions de chauffage quand la crainte des utilisateurs d'avoir trop chaud en été incite le conducteur d'opération à préconiser du rafraîchissement et que ces PAC réversibles font gentiment glisser les systèmes de chauffage au gaz vers le tout électrique...ou que les commandes individualisées des appareils de chauffage

sont laissées à la portée des utilisateurs rendant impossible toute maîtrise de la demande en chaud ou en froid.

Les GTB (Gestion Technique du Bâtiment), sont aussi un objet de désenchantement quand on découvre un outil bien trop sophistiqué que personne ne sait faire fonctionner et qui n'est pas toujours compatible avec les systèmes qu'il est censé piloter.

Tous ces éléments compliquent la mise en service des bâtiments et il n'est pas rare de mettre plus de 2 ans pour déboguer un équipement. Pendant ce temps les consommations des fluides ne sont pas maîtrisables.

Ce débogage est mené par l'exploitant dont l'entrée en scène met en lumière les coulisses techniques du bâtiment : comment changer les filtres de cette CTA rentrée au chausse-pied dans un local trop étroit ? Comment accéder sereinement aux équipements quand les galeries techniques sont de vrais parcours du combattant, sans la hauteur sous barreaux ou avec des gaines à enjamber...?

Et les lots hors CVC ne sont pas en reste avec des exemples de luminaires hors de portée, accessibles uniquement par

nacelle dans des locaux au sol « fragile » ou des vitrages inaccessibles peu voire jamais nettoyés.

Enfin, la sur sécurité est fréquente : les centrales incendie de type A que l'entreprise vous refile gracieusement : « c'est pas plus cher qu'un type B, dit le commercial et qui peut le plus peut le moins » mais il passe sous silence les coûts d'entretien et de vérification périodique. Idem pour les systèmes incendie préconisés pour compenser un parti pris architectural dispendieux, les blocs autonomes de sécurité souvent en surnombre et les extincteurs inadaptés. Tous ces éléments s'additionnent, les coûts de fonctionnement s'envolent et ne sont réellement appréhendés qu'au bout d'un ou deux ans d'exploitation.

Tous les acteurs de la construction ont une responsabilité vis-à-vis de ce constat, mais les maîtres d'ouvrages ont, eux, la responsabilité de mettre l'investissement au service du fonctionnement . Comment faire ?

Maison Sud de France - Agence A+ Architecture © MC Lucat



## Illustration: les puissances électriques

Christine Loup, Chef Service gestion technique, Direction des bâtiments et des domaines Département de l'Hérault

Comment faire évaluer la bonne puissance à souscrire aux BE, le principe de précaution extrême se substituant parfois au simple respect de la réglementation.

Pour l'électricité, l'expérience montre des écarts systématiques entre les puissances préconisées par les bureaux d'études à la livraison du bâtiment et les puissances atteintes pendant la première année d'exploitation. Pour illustrer le propos, voici l'exemple de 4 bâtiments :

	Neuf		RÉhabilitation	
	Archives PV	Col neuf	Col Cazouls	Col Sète
P. préconisée par BE	1741kva	228kVA	240kVA	216kVA
P. souscrite	800kva	228kVA	240kVA	216kVA
P. atteinte	800kVA*	144kVA	98kVA	96kVA
Ecart multiplicateur p. préconisée/p. atteinte	2,17	1,58	2,45	2,25

\*Au vu de notre expérience et compte tenu des enjeux financiers, à la livraison du bâtiment des archives, nous avons délibérément divisé par deux la puissance annoncée par le bureau d'étude. Au cours des 5 premières années d'exploitation, nous n'avons supporté que quelques très rares dépassements pour lesquels il valait mieux financièrement assumer la pénalité que d'augmenter la puissance souscrite.

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

# 1. LA DÉMARCHE ORGANISATIONNELLE DU MAÎTRE D'OUVRAGE

De multiples questions se posent au maître d'ouvrage en début d'opération : avec qui travailler ? Comment définir et organiser les tâches à accomplir ?

La démarche du maître d'ouvrage pour l'organisation des acteurs (internes à la collectivité ou externes) est au cœur des réflexions préalables car elle crée les conditions de la qualité en définissant les performances attendues. A la fois ambitieuse et réaliste, elle permet à chacun de trouver sa place dans l'aventure du projet.

En effet, la parole de chacun est importante, la construction n'est pas un métier plus noble que la maintenance, et les phases de construction (programme, conception, réalisation) doivent être au service de l'utilisation et de la maintenance.

C'est là une révolution culturelle que le maître d'ouvrage doit organiser d'abord au sein de sa propre structure puis avec ses prestataires.

Mais qui est le maître d'ouvrage dont on parle ici : est-ce l'élu ? Le service fonctionnel qui définit les objectifs stratégiques auxquels doivent répondre les fonctionnalités attendues ? L'utilisateur ? Le gestionnaire de parc immobilier qui en assurera la maintenance ? On entend ici par maître d'ouvrage, le service technique de la Collectivité ou du bailleur social, dont le métier est de conduire des projets.

Trois thématiques sous-tendent une organisation adaptée du maître d'ouvrage :

- l'organisation interne de la Collectivité
- la qualité de l'achat public
- une conduite de projet intégrée.



Quartier Port Marianne - Agence Imagine Architectes © MC Lucat

Maison Régionale de la Chasse et de la Pêche © Architecture Environnement



## 1/ L'organisation interne de la Collectivité Publique :

On associe traditionnellement la conduite de projet à l'organisation des prestataires extérieurs, alors que la condition sine qua non est la mobilisation des acteurs internes.

Elaborer les objectifs stratégiques, vérifier leur faisabilité, définir les moments et le contenu des validations par les décideurs, associer utilisateurs (ou leurs représentants : direction fonctionnelle, groupe de travail) et mainteneurs constitue des points clé à déterminer dès les premières réflexions.

La conduite de projet, orientée vers les objectifs, contraintes et exigences de l'utilisation et de la maintenance, doit permettre l'expression des acteurs internes et aussi de fluidifier les relations entre eux. Chacun doit connaître son rôle et être conscient des responsabilités et des tâches des autres.

### Quatre types d'acteurs internes concernés :

- **le niveau décisionnel** : élus et/ou la Direction Générale,
- **la « sphère utilisation »** : service fonctionnel (Culture, Sports, Education, Social, Logement), les utilisateurs eux-mêmes à défaut leurs représentants. Le service fonctionnel porte les objectifs stratégiques et veille à la prise en compte des demandes des utilisateurs.
- **la « sphère maintenance »** : services en charge de l'entretien et de la maintenance pour l'exploitation de l'énergie, les achats d'énergie, la maintenance technique (par entreprise ou régie), les vérifications réglementaires, le nettoyage, la restauration, le gardiennage, etc.
- **le service maître d'ouvrage** : chef d'orchestre de cette organisation interne.

A chaque Collectivité Publique de s'organiser en fonction de ses propres modes de fonctionnement, tout en formalisant clairement la structuration du projet.

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## 2/La qualité de l'achat public

La responsabilité du maître d'ouvrage dans la réussite des opérations immobilières est évidente et certains succès sont dus à un défaut dans l'acte d'achat. Les contraintes des marchés publics sont fortes et protectrices, mais donnent une marge de manœuvre non négligeable pour définir et mettre en œuvre : l'expression des besoins, le choix des procédures de contrat, la détermination des missions des prestataires et leurs modalités de choix. C'est autour de ces tâches que s'exprime la qualité de l'achat public, permettant ainsi de limiter ou d'éviter, par exemple :

- les déceptions liées à des sous performances, les objectifs étant trop ambitieux ou hors d'atteintes des acteurs choisis,
- une qualité de prestations insuffisantes ou des acteurs insuffisamment rémunérés ou compétents,
- la passation d'avenants, souvent coûteux, pour des motifs qui auraient pu être exprimés en amont.

### a) Bien comprendre et définir les besoins des utilisateurs

Un défi pour maître d'ouvrage : bien comprendre et définir les attentes des utilisateurs pour imaginer les caractéristiques, objectifs et exigences d'un projet.

Comment ?

- Réaliser suffisamment d'études et de réflexions en amont et à l'occasion de l'élaboration des programmes
- Organiser des visites d'opérations similaires.
- Mettre en phase élus et services fonctionnels face à l'importance du programme.
- Travailler en étroite relation avec les services fonctionnels et les utilisateurs pour réfléchir sur les besoins à terme
- Recourir à des méthodes d'intelligence collective pour que chacun se sente acteur du projet.
- Coproduire le préprogramme avec le service fonctionnel concerné. Indispensable pour responsabiliser et établir une stratégie efficace.
- Confronter les objectifs à l'expérience des acteurs et évaluer leur niveau par rapport à l'ambition du projet et aux moyens de suivi alloués.

### b) Bien définir les missions et compétences des acteurs

Aura-t-on besoin d'un programmiste, d'un assistant à maîtrise d'ouvrage ? Dans quels domaines ? Devra-t-on rassembler d'autres types de missions ? Que peut-on réaliser en interne et que peut-on externaliser ? Quel niveau de compétence minimale ? Etc.

Les réponses dépendent des caractéristiques et de l'ambition du projet, des moyens et de l'expérience en interne sans tomber dans l'excès (de missions ou compétences) ni dans l'insuffisance.

A éviter :

- un sourcing mal maîtrisé avec une trop grande attention au discours séduisant d'un professionnel
- une mission de maîtrise d'œuvre insuffisamment définie, notamment en terme d'optimisation de l'exploitation-maintenance et de contrôle de qualité
- une équipe de maîtrise d'œuvre pléthorique
- des missions d'AMO insuffisantes tant au stade du programme qu'en accompagnement du suivi (ex: AMO QEB ou AMO exploitation, ou AMO commissionnement),
- le recours insuffisant aux compétences internes, particulièrement pour l'exploitation maintenance,
- des missions de contrôle technique et de SPS mal adaptées au contexte.

### c) Bien choisir les prestataires externes

Le maître d'ouvrage doit s'entourer de professionnels compétents, impliqués et adaptés au contexte. Aussi, il importe d'être vigilant aux :

- choix de la procédure de mise en concurrence,
- qualifications minimales exigées,
- références demandées,
- critères de choix adaptés à l'objet du marché, en nombre limité et analysables.

Et à quelques principes de bon sens :

- Éliminer les candidats ayant une capacité professionnelle insuffisante,
- Éliminer les offres anormalement basses (dans le respect des règles bien sûr), il est fondamental que les maîtres d'ouvrage vérifient que leurs prestataires ont bien les moyens de réaliser leurs missions avec toute la qualité attendue,
- Formaliser les modalités d'appréciation avant le choix définitif des critères (au stade du DCE donc ) pour vérifier leur caractère analysable,
- Analyse collégiale pour les critères qualitatifs.
- Enfin : s'appuyer sur l'expertise et les conseils du service Commande Publique du maître d'ouvrage public



École Jean Carrière © Stéphane Ramillon - Ville de Nîmes

## 3/ Une conduite de projet intégrée

La réglementation, dont la Loi MOP, définit une organisation séquentielle selon 4 phases (programme, conception, travaux, utilisation-exploitation-maintenance) et des sous-phases (esquisse, APS, APD, PRO, EXE.....).

Cette organisation légale présente l'inconvénient de morceler le projet en phases, sans que la passation de témoin soit suffisamment fluide causant des séparations nettes entre les acteurs et des pertes d'information, préjudiciables. Les écueils :

- le concepteur ne peut participer à l'élaboration du programme,
- les utilisateurs peuvent éprouver un sentiment de dépossession par les professionnels et ne reviennent qu'à la livraison. Ils utilisent alors les lieux comme ils le souhaitent ou le peuvent, en méconnaissance des dispositifs prévus,
- les mainteneurs ne se sentent concernés qu'à la livraison et mettent en place alors leur organisation sans connaître ce que les concepteurs et les entreprises ont envisagé,
- la livraison : marque l'arrêt des missions des concepteurs et entrepreneurs (hormis la mise en jeu des garanties), à charge à l'exploitant de se débrouiller avec les objectifs énergétiques.

Au contraire, une conduite de projet intégrée vise à la gestion des interfaces, en associant tous les acteurs simultanément, pour :

- élaborer le programme avec utilisateurs et mainteneurs,
- mettre à jour le programme en phase APD,
- associer utilisateurs et mainteneurs lors de la conception et des travaux,
- prévoir des réunions de calage, par thématiques, en associant tous les acteurs concernés,
- prolonger la mission des concepteurs et entrepreneurs (lot CVC) après la réception pour mettre au point les réglages et optimiser les performances (plusieurs mois ou années après la réception pour mettre en service les installations thermiques, notamment pour les systèmes hydrauliques).

Cette méthode place le projet au service de la phase utilisation- exploitation-maintenance et à donner la parole à tous en profitant des apports de chacun, même si une lecture stricte de la Loi MOP ne conduit pas à cette orientation. Cette méthodologie s'avère nécessaire pour bien traiter la qualité et l'optimisation des performances.

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## Illustration d'une conduite de projet intégrée : HSP (Habitat Social Positif), placer l'utilisateur au cœur du projet

Armand Cathala, Directeur Général Adjoint d'Habitat Audois, l'Office Public de l'Habitat de l'Aude, premier bailleur social du département avec 6152 logements, dont 5780 locatifs répartis sur 94 communes.

Opération BEPOS basée sur un concept d'habitat bioclimatique à Castelnaudary, HSP illustre la place centrale accordée à l'utilisateur, dans un projet axé sur la performance énergétique et financière.

A l'origine, une équipe pluridisciplinaire : Habitat Audois, la ville de Castelnaudary, et l'entreprise Terreal (qui avait souhaité développer un programme à énergie positive pour son centre de R&D) qui répond à un appel à projet organisé par la Région et par l'ADEME.

Le lycée professionnel du bâtiment de Castelnaudary y a été associé et quelques 100 étudiants ont travaillé sur le projet.

Nous souhaitons « une construction facile à réaliser, à entretenir et à vivre pour les habitants ». En effet, « est-ce à l'occupant de s'adapter à l'ingénieur ou bien à l'ingénieur de s'adapter à l'occupant ? ».

Notre démarche ? Connaître nos utilisateurs et nous y adapter en prenant en compte leurs besoins. Ainsi, nous avons monté un dispositif original d'accompagnement des habitants

pendant 3 années grâce à :

- une charte de bon usage avec les habitants qui se sont volontiers prêtés au jeu (mesures de T°, etc...)
- une thèse en sociologie pour aller ensemble vers le logement à énergie positive.

Nous leur avons également remis et commenté des guides pédagogiques pour le bon fonctionnement des équipements, à la compréhension aisée.

L'ensemble des partenaires a joué le jeu, notre projet répondait aux principes de construction bioclimatique: organisation spatiale, traitement du confort d'été, cloisons de terre crue, capteurs solaires pour eau chaude, poêle à granulés dans le séjour (consommation 120 €/an de facture de chauffage pour 1 T3), capteurs photovoltaïques pour la production d'énergie, etc...tout ceci avec des coûts de construction maîtrisés et de maintenance très faibles : 15 €/mois pour gérer tous les équipements. Le service maintenance a été associé dès la conception.

HSP illustre une démarche peut-être atypique, en tout cas novatrice, et une organisation spécifique comprenant trois comités de pilotage : un stratégique, un technique et le dernier axé sur la communication.

HSP est le premier programme sur le plan national en logement social individuel à obtenir la certification BEPOS Effinergie.

Habitat Social Positif © Alvaro Escourrou Architectes Associés



Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## 2. UN OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION : LA DÉMARCHE BDM OCCITANIE

Développée en région Provence-Alpes-Côte d'Azur depuis 2008, la **Démarche Bâtiments Durables** est aujourd'hui portée et déployée en région Occitanie par ECOBATP LR.

**Référentiel simple et concret, la démarche BDM Occitanie prend en compte les spécificités de notre région et sert de guide méthodologique aux projets de construction ou de réhabilitation, puis de grille d'évaluation.**

Son bénéfice ? A la fois un **référentiel d'auto-évaluation** sur les aspects environnementaux, sociaux et économiques, la démarche présente un système d'accompagnement humain et technique pour tous les acteurs du projet ainsi qu'une validation finale du niveau de performance par une commission interprofessionnelle : selon les trois phases conception, construction, exploitation.

Darver © A+ Architecture



La démarche BDM Occitanie n'est ni certifiée ni labellisée mais repose sur un **système participatif de garantie (SPG)** qui lui confère des atouts majeurs, notamment son mode de gouvernance basé sur :

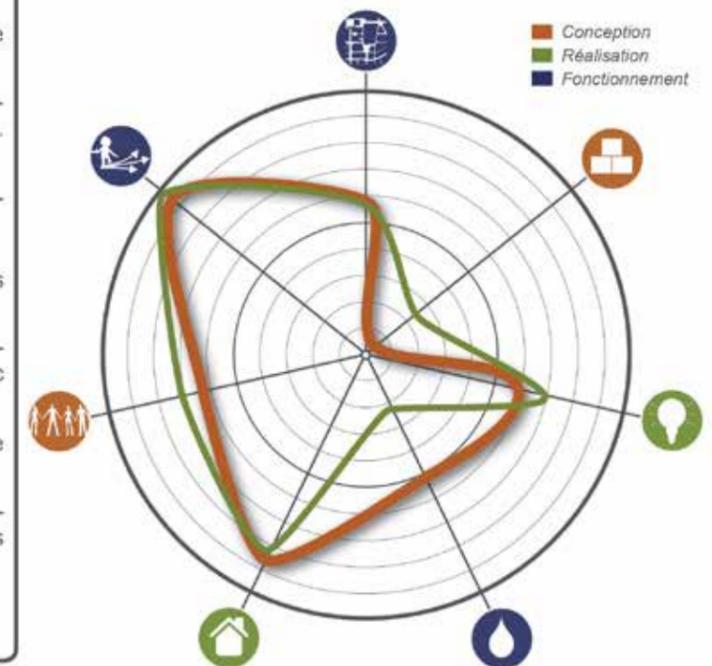
- la transparence du mode d'évaluation des projets,
- la participation de tous les professionnels volontaires,
- l'éthique des acteurs participant à l'évaluation des projets.

La démarche BDM Occitanie permet aux projets de répondre à des exigences de performance :

- le respect des exigences de Kyoto, Cancun, Paris et au-delà, les directives européennes et les lois nationales
- la cohérence avec des démarches nationales : Grenelle, Effinergie, COP 21, Negawatt, etc,
- le maintien des savoirs et savoir-faire locaux en cohérence avec les travaux d'acteurs nationaux, régionaux et locaux,
- l'apprentissage permanent en liaison avec les organisations professionnelles et leurs centres de formation et les centres de ressources, ECOBATP LR et CERCAD MP.



### L'ÉVALUATION DU PROJET



Évaluation du projet DARVER selon le référentiel de la démarche BDM Occitanie

### Points clés de la démarche :

- Un outil d'aide à la décision qui traite des aspects environnementaux, sociaux et économiques d'un projet de construction ou de réhabilitation.
- Prendre en compte l'adaptation du projet aux spécificités de notre région et notamment à la notion de confort d'été.
- Fixer des objectifs clairs, des perspectives de résultats adaptées au projet.
- Gagner du temps en bénéficiant des nombreux savoir-faire et retours d'expérience de professionnels issus de corps de métiers du bâtiment.
- Bénéficier d'un accompagnement humain et technique.
- Améliorer techniquement le projet et obtenir des gains financiers en le faisant évaluer par une commission interprofessionnelle.
- Maîtriser les coûts à court et long termes en faisant les meilleurs choix de construction ou de réhabilitation et anticiper le coût global du projet.
- Dynamiser le territoire et les filières locales.
- Valoriser votre engagement en faveur du développement durable.
- Accéder à des aides publiques,
- Faire qu'un projet durable soit aussi simple qu'un projet classique.

Pour en savoir plus : [www.ecobatplr.org](http://www.ecobatplr.org)

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## Illustration : Mascobado, alliance de l'habitat participatif et la démarche BDM Occitanie

Frédéric Jozon, Hab-Fab, accompagnateur de projets participatifs et co-promoteur de Mascobado

Mascobado (pour « maison coopérative bâtie avec douceur ») abrite aujourd'hui vingt-trois familles (56 personnes) qui ont emménagé en 2016, dans deux immeubles implantés sur un terrain bordé de vignobles et d'un vaste parc, à 10 minutes en tram du centre de Montpellier

Les habitants ne répondent pas à un profil type mais partagent la volonté d'intégrer une mixité sociale et générationnelle, qu'ils soient locataires ou propriétaires. Mascobado c'est un groupe d'habitants mus par les mêmes valeurs, désireux de vivre dans un habitat vertueux, sensible à l'empreinte environnementale.

La municipalité a imposé à Mascobado un maître d'ouvrage professionnel. Le bailleur social toulousain Promologis pilote ainsi le chantier et assume les risques, ce qui rassure entrepreneurs et banquiers. La ville a aussi exigé qu'un accompagnateur, la société spécialisée Hab-Fab, anime les réunions et les débats de la cinquantaine de futurs habitants et fasse émerger le consensus et le projet. Nous intervenons dès la conception du projet, communiquons,

faisant beaucoup de pédagogie, puis d'autres habitants rejoignent le groupe.

La démarche BDM Occitanie est complète car elle tient compte de habitants, de l'origine des matériaux, la participation de chacun est dans l'ADN de la démarche BDM Occitanie. Dès le début, les habitants peuvent définir tout ce qu'ils désirent.

La démarche SPG (système participatif de garantie) est un plus qui permet une montée en compétences des jurys. Très tôt, on sensibilise les habitants à la démarche BDM Occitanie qui amène le collectif à se poser des questions, sur la conception, sur l'environnement, sur la vie en société... Elle entre en cohérence avec le territoire, avec les utilisateurs.

Le coût d'une telle opération ? On est en dessous d'une opération de promotion immobilière classique, à environ 3 200 €/m<sup>2</sup>, un peu moins pour les logements locatifs.

Le collectif est le ciment qui place l'humain au centre des préoccupations. C'est le collectif qui choisit l'architecte, le programme. Bien entendu cette démarche implique beaucoup de pédagogie, mais les résultats sont très satisfaisants.

Résidence Mascobado © Frédéric JOZON



Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

# 3. DES SOLUTIONS MÉTHODOLOGIQUES POUR GARANTIR L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

## 1) L'audit énergétique d'un bâtiment existant : cibler les points faibles pour trouver des solutions d'amélioration

On sépare habituellement les phases de diagnostic ou d'audit énergétique des phases de conception, habituellement réalisées par des acteurs différents, qu'ils soient internes ou externes aux structures en présence.

Prestation intellectuelle, l'audit énergétique vise à :

- connaître et expliquer les consommations d'énergie réelles d'un bâtiment ou d'un patrimoine.
- établir, après analyse détaillée, une proposition chiffrée et argumentée de programmes d'amélioration qui amènera la maîtrise d'ouvrage à décider des investissements appropriés.

Comment ? Connaître au mieux les consommations

réelles d'un bâtiment en exploitation pour agir sur les leviers d'actions les plus pertinents lors de la réalisation des travaux. Et ce, grâce à une collecte des données de qualité via un relevé des caractéristiques techniques et comportementales qui impactent les consommations énergétiques.

Le programme de recherche sur la consommation effective des bâtiments occupés (Cebo) informe : ainsi, concernant le chauffage par exemple, on constate que les caractéristiques techniques impactant principalement sont les températures de consigne, les infiltrations, la performance de l'enveloppe ainsi que la ventilation. Outre la détermination des majeurs paramètres de consommation, ce programme a permis de quantifier l'impact sur les consommations de l'utilisation d'une valeur par défaut par rapport à une valeur mesurée. A titre d'exemple, pour l'indice d'infiltration (Qp4) la différence entre les consommations de chauffage calculées avec une valeur conventionnelle et une valeur mesurée est d'environ 14%, ce qui est loin d'être négligeable.

La caractérisation des comportements des occupants constitue des scénarios d'occupation. Actuellement, on relève très peu de données comportementales alors qu'il serait pertinent d'étendre le relevé sur des données plus complexes intégrant des comportements individuels associés à des systèmes de règles ou de probabilités. En effet, l'utilisation de données réalistes peut sensiblement améliorer la performance des modèles et la fiabilité des résultats.

A titre d'exemple, un écart sur l'ensemble des consommations de l'ordre de 7% a été mis en évidence, entre une simulation

effectuée avec un relevé standard, et la même simulation incluant une enquête sociologique. Sans être fastidieux, on peut se limiter à un ensemble de données de base permettant d'alimenter la modélisation énergétique et d'en préciser les résultats. Les données comportementales pourraient s'étendre aux caractéristiques sociodémographiques des occupants (genre, âge, catégorie socio-professionnelle), aux équipements et à leurs conditions d'utilisations et à la température de consigne. Quant à la gestion de l'éclairage artificiel et à celle des ouvrants, elles peuvent s'exprimer en fonction de l'occupation.

Dans le cas où le maître d'ouvrage souhaite obtenir une Garantie de la Performance Énergétique (GPE) ; il est important de connaître au mieux les consommations réelles d'un bâtiment en exploitation grâce à un audit fiable, avant travaux.

### Différentes méthodes de collecte :

- **L'utilisation de documents techniques** type DOE, méthode de recueil très courante qui permet d'obtenir facilement et avec une précision relativement importante la plupart des caractéristiques à relever. Toutefois, ces DOE ne sont pas toujours précis et hélas, trop rarement transmis à l'auditeur. D'autres documents sont également essentiels comme les factures, les plans, les coupes... A défaut des relevés sont indispensables
- **les données relevées auprès d'informateurs privilégiés** (CHSCT, syndic...), bons connaisseurs des occupants, de leurs caractéristiques sociodémographiques et de leurs pratiques énergétiques. Dans la plupart des bâtiments résidentiels et tertiaires, ces types de démarches peuvent se substituer à des enquêtes lourdes et difficiles à gérer.
- **la réalisation de tests et la mise en place d'instrumentation** collectant des caractéristiques techniques et comportementales sont intéressantes mais posent la question de leur acceptabilité sociale et de l'influence de telles techniques sur les pratiques des occupants se sachant observés. De plus leur coût et leur durée d'analyse impliquent une réflexion approfondie. Contrairement à certaines pratiques où l'instrumentation est réalisée comme point de départ de recueil de données, il s'agit de l'intégrer comme recueil complémentaire aux autres données pour répondre à des questions précises identifiées lors d'une pré-analyse :

quel est le poids de ce poste spécifique sur ce bâtiment ? Que représente les pertes de ventilation sur cette zone ? Sans ce type de réflexion, le risque est important d'obtenir un nombre de données important difficilement interprétable.

L'audit énergétique est réalisé par le biais d'outils de calculs variés dont les hypothèses et les modes de calcul sont peu maîtrisés par les Maîtres d'Ouvrage. Il est essentiel de s'assurer que le calcul ne se substitue pas à la réflexion qualitative et que les calculs soient réalisés en collaboration entre auditeur et Maîtrise d'Ouvrage de façon à ce qu'ils alimentent la réflexion plutôt qu'ils ne la clôturent. Les résultats de ces calculs et simulations sont à analyser au regard des réalités d'exploitation (idéalement le service exploitation du Maître d'Ouvrage). Au vu de l'investissement de l'auditeur sur des outils de qualité tels que la STD, il paraît opportun d'intégrer l'audit à la mission de maîtrise d'œuvre ou de prévoir une mission d'AMO plus complète qu'un simple audit énergétique qui ne permettrait pas les échanges en phase de conception avec la maîtrise d'œuvre et en phase exploitation avec les mainteneurs.

L'audit permet donc de cibler, par une série de mesures et de relevés, les points faibles énergétiques du bâtiment afin de déduire des solutions d'améliorations de la performance énergétique et du confort en phase avec les besoins des occupants et des mainteneurs.

### Pour aller plus loin :

- Méthodes et outils de la garantie de résultats énergétiques : Editions du Moniteur
- Guide technique d'audit énergétique, Mines ParisTech
- Audit énergétique dans les bâtiments, cahier des charges ADEME

Centre Intercommunal d'Action Sociale Narbonne rural © HEVIA



## Illustration : un audit énergétique sur une rénovation de 235 logements sociaux

Nicolas Routaboul, Directeur Technique chez Pandopia

Le bureau d'études a fourni au bailleur un audit énergétique comprenant une préconisation très favorable à la mise en place d'une eau chaude collective en remplacement de chauffe bain gaz individuels. En effet, sur un site de 3 bâtiments disposant d'une chaufferie et deux sous-stations pour le chauffage collectif, la solution paraissait séduisante de centraliser la production d'eau chaude.

Néanmoins, le bilan en exploitation est très différent des résultats de l'audit du fait d'un modèle théorique (modèle réglementaire TH C E ex) ne prenant en compte qu'une très faible part des pertes de distribution.

En conséquence le coefficient de réchauffement de l'eau était de 70 kWh/m<sup>3</sup> au sein de l'audit contre 120 kWh/m<sup>3</sup> sur les réalités d'exploitation constatés en moyenne par les exploitants sur ce type d'installation. De plus les charges d'entretien sont lourdement impactées par des pompes de circulation fortes consommatrices d'électricité et par une gestion coûteuse des compteurs d'eau chaude par logement. Au final malgré un coût d'achat du gaz bien inférieur par l'achat en gros et une chaufferie plus efficace que les chauffe bain individuels, les charges sont restées équivalentes.

Outre le bilan financier peu favorable de cette solution, la communication autour d'une réduction des charges et d'un gain sur les consommations qui avait été fait en amont sur la base de l'audit énergétique a renforcé l'incompréhension des locataires. Le bailleur a depuis intégré son service exploitation à l'ensemble de ses rénovations afin de comparer les résultats des audits avec les réalités de son patrimoine.

Le bailleur s'est par ailleurs engagé sur une analyse globale de son patrimoine entre consommation théorique et consommation réelle afin de mieux appréhender la réalité d'exploitation et d'en tirer les conséquences sur les choix les plus judicieux lors des rénovations.

Résidence Sociale Grand Talabot © ECOBATP LR



## 2) Simulation Thermique Dynamique : vers une approche réaliste du fonctionnement thermique

La réglementation RT2012 permet de prévoir et de réguler la consommation énergétique des bâtiments pour 5 usages, et les logiciels réglementaires ne sont pas des outils de conception. Il existe cependant un véritable outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage et les concepteurs : **la simulation thermique dynamique (STD)**.

Comment ? La **STD permet une optimisation de la conception** en apportant une approche réaliste du fonctionnement thermique de l'ouvrage et de son confort en été comme en hiver.

En effet, on peut ainsi décrire les échanges thermiques classiques (rayonnement, convection, conduction, changement d'état) pour calculer les besoins en chauffage et refroidissement, selon les caractéristiques de son enveloppe et de son inertie. Cette étude dynamique se base également sur une modélisation fine du bâtiment, de son environnement proche, des données météo locales ainsi que sur des scénarios d'occupation au plus près de la réalité. Le comportement thermique du bâtiment est analysé au pas de temps horaire ou inférieur, puis défini sur une période d'une année ou de quelques jours, ce qui facilite l'évaluation des conditions de surchauffe. Diviser le bâtiment en différentes zones thermiques de calcul assure une analyse plus fine des besoins (identification des pièces qui surchauffent par exemple).

Avec l'accroissement des exigences de performance énergétique et environnementale sur les nouvelles constructions, la STD devient nécessaire et s'intègre au processus de conception : un bâtiment à très faible consommation d'énergie ne se comporte pas comme les bâtiments traditionnels. **Des phénomènes auparavant négligeables dans les bâtiments aux forts besoins de chauffage deviennent d'une importance majeure dans le cadre de constructions ou de rénovations :** traitement des ponts thermiques, gestion des apports solaires et internes, étanchéité à l'air du bâtiment... De plus, un bâtiment fortement isolé est davantage sujet aux surchauffes estivales de par un effet « Thermos ». La réalisation d'une STD s'avère impérative pour estimer les impacts de la conception architecturale sur les besoins de chauffage et le confort d'été.

La STD permet également d'intégrer dans les projets des produits, des systèmes, des approches innovantes, permettant ainsi de les évaluer dans des configurations particulières (canicule, grand vent, sur-occupation).

Mais elle a ses limites :

- Le calcul se limite généralement à l'enveloppe (besoins thermiques) et n'intègre pas les pertes, ni les rendements des différents systèmes Chauffage-Ventilation-Climatisation (CVC) au niveau des émissions, régulation et génération.
- Le calcul intègre uniquement les besoins de chauffage et de refroidissement. Les consommations des auxiliaires de ventilation, des pompes, de l'eau chaude sanitaire (ECS), de l'éclairage ou encore les équipements ne sont généralement pas prises en compte ou alors, de façon « forfaitaire ».

### Evolution vers la Simulation Énergétique Dynamique (SED) qui prend en compte les systèmes de CVC, d'ECS et d'éclairage :

La SED est effectuée par un ou plusieurs outils numériques, pour calculer la consommation énergétique du bâtiment en prenant compte des 5 usages réglementaires au minimum et d'une éventuelle production locale d'énergie (photovoltaïque, cogénération...)

Contrairement à la STD qui permet de déterminer les besoins thermiques de l'ouvrage caractérisés par son enveloppe et son inertie, la SED :

- estime les consommations réelles d'énergie, en tenant compte des systèmes énergétiques lié à l'émission, la gestion, la régulation, la distribution, le stockage et la génération,
- considère l'éclairage artificiel et les autres équipements présents dans le bâtiment (bureautique, ascenseurs, éclairage de sécurité...),
- prend en compte les interactions entre les différents systèmes du bâtiment ainsi qu'entre ses systèmes et son bâti.

A titre d'exemple, la rénovation de l'éclairage influencera les besoins de chauffage et de rafraîchissement. Les apports gratuits des appareils électriques non thermiques doivent donc être pris en compte.

Sur le marché, de nombreux logiciels permettent d'effectuer des simulations thermiques. La majorité des logiciels de STD possède des fonctionnalités de SED avec différents points forts et axes d'améliorations. A titre d'exemple: Pleiades Comfie, DesignBuilder, Climawin, Archiwisard, TRNSYS...

Pour finir, dans le cas où le maître d'ouvrage souhaite disposer d'une Garantie de Performance Énergétique (GPE), il est essentiel d'estimer au mieux les consommations du bâtiment en exploitation en effectuant une SED. De plus, dans le cadre d'une démarche de commissionnement, ce type de simulation permettra d'apporter des informations argumentées et précieuses à l'exploitant pour optimiser et améliorer les consommations du bâtiment en fonctionnement.

**Pour aller plus loin :** Revue pratique des logiciels de simulation énergétique dynamique (SED)



Chaufferie Biomasse Port Marianne - Agence Imagine Architectes © MC Lucat

### Illustration : prise en compte de l'exploitation en phase conception

Michel Irigoien, Directeur Service Energie Moyens Techniques de la Ville de Montpellier

Une conception des équipements climatiques orientée vers la baisse des coûts, le confort et la facilité d'exploitation

La construction ou la rénovation d'un bâtiment est un moment clé pour optimiser les consommations d'énergie et d'eau tout en améliorant le confort des occupants. La réglementation thermique donne des garde-fous importants pour atteindre ces objectifs mais insuffisants pour optimiser le bon fonctionnement des équipements climatiques.

En effet, cette réglementation thermique, obligation de résultats plus que de moyens, n'est pas un outil de dimensionnement du matériel, mais un outil de calcul réglementaire. Le chapitre sur la simulation thermique dynamique (STD) présente l'intérêt de cette démarche qui permet de calculer les besoins en puissance et consommation, et donc de dimensionner correctement les matériels, **sans les sur dimensionner**, ce qui occasionnerait une double pénalité : un surcoût d'investissement et une baisse de rendement des matériels (faible taux de charge) engendrant des surcoûts de consommation.

Toutes les études préalables à la construction ou la réhabilitation d'un bâtiment devraient s'accompagner d'une STD.

En effet, outre le bon dimensionnement des équipements, la STD permet d'optimiser les apports d'énergie solaire par les vitrages, notamment en hiver tant par l'apport d'éclairage naturel et de chaleur.

La limitation des surfaces vitrées permet de gagner en :

- investissement (rapport de 1 à 2 entre le coût d'une surface opaque isolée et celui d'un vitrage performant),
- fonctionnement,
- confort (moins de déperdition l'hiver et moins de surchauffe l'été).

A noter l'importance capitale de l'inertie intérieure pour éviter les à-coups de température et obtenir un **déphasage** nuit/jour. Egalement, les protections solaires extérieures mobiles, notamment sur les vitrages est et ouest sont essentielles (en demi-saison et en été, le soleil arrive perpendiculairement sur les vitrages le matin et en fin d'après-midi, et chaque m<sup>2</sup> de vitrage non protégé apporte l'équivalent d'un radiateur de 1kW dans les locaux non protégés).

L'autre volet très significatif de l'optimisation de la conception des équipements climatiques vise à **faciliter le bon fonctionnement des équipements nouveaux** : ceux-ci

durent en moyenne 30 ans, et cette valeur est à comparer avec le temps moyen d'étude et de construction d'un bâtiment (3 ans soit un facteur 10).

Les personnes qui vont faire fonctionner ces matériels sont les **acteurs clés** du confort et de la performance des bâtiments, et il est capital que la facilité d'exploitation, l'ergonomie des matériels, les outils de pilotage soient au cœur des priorités des concepteurs des équipements climatiques.

Cette **collaboration initiale**, l'association en phase d'étude, chantier, mise au point de l'équipe d'exploitation devient un impératif pour que les agents de pilotage (les **conducteurs de chaufferies**) soient acteurs du processus, qu'ils s'approprient pleinement les matériels installés.

Pour cela, quelques pistes d'action :

- faire **simple** (chaudières à condensation en boucle de Tichelmann auto-équilibrant sans pompe de charge ni bouteille de mélange, supprimer les vannes d'équilibrage quand on régule pièce par pièce, ne mettre qu'un ou deux radiateurs par salle de classe dans les écoles, coté couloir pour limiter les longueurs de tube),
- **faciliter l'accessibilité des matériels** (faux plafonds démontables, locaux techniques de plain-pied sur l'extérieur et assez d'espace pour circuler et démonter facilement les matériels, trémies verticales accessibles et avec de la place pour les réseaux, idem pour les réseaux horizontaux, et armoires électriques avec 50% d'espace utile libre, pour les évolutions des matériels à venir), ergonomie du matériel de régulation et de

pilotage à distance (écran synoptique tactile, accès à distance par internet, limitation au strict minimum de nombre d'informations à acquérir par le système de télégestion),

- enfin **associer**, le plus tôt possible, le conducteur de chaufferie à toutes les étapes importantes de la construction, pour qu'il se sente concerné et participe à la mise au point et la réception des équipements. Le transfert doit se faire progressivement entre le bureau d'études, l'installateur et son éventuel intégrateur et les fabricants de matériel.

La deuxième étape sur cette **conception orientée exploitation** concerne bien sûr les occupants des nouveaux locaux : la technologie doit leur laisser des **degrés de liberté** dans l'utilisation de leurs locaux. Ils doivent pouvoir notamment ouvrir et fermer une fenêtre, arrêter l'éclairage d'une salle, ouvrir ou fermer les protections solaires extérieures même s'il y a une temporisation.

Un document simple doit leur être remis lors de leur arrivée avec toutes les informations nécessaires à leur appropriation (par exemple pour l'éclairage avec détecteur de présence et luminosité, leur indiquer que l'éclairage ne s'allume pas automatiquement en leur présence, si suffisamment de lumière naturelle arrive de l'extérieur, qui lorsqu'ils partent, l'extinction ne se fait automatiquement qu'au bout de quelques minutes...)

Et aussi le rappel des textes réglementaires concernant la température de chauffage de 19°C et qu'un degré de plus dans les bâtiments très performants augmente de 15 à 25% la consommation de chauffage (source étude ENERTECH).

École Chengdu © Julien Thomazo



Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## Illustration : le surdimensionnement du chauffage et conception électrique (sursécurité des BE)

Michel Irigoien, Directeur Service Energie Moyens Techniques de la Ville de Montpellier

Exemple de la médiathèque Emile Zola : le bureau d'études avait prévu un transformateur de 1700 kva, nous avons finalement installé un transformateur de 800 kva alors que la puissance appelée est de 200 ! Les incidences se traduisent en surcoût d'investissement et de fonctionnement.

En effet, si le taux de charge est mauvais, le rendement sera mauvais. Si on diminue la taille des équipements, on limite ainsi les problèmes acoustiques (pour les centrales de traitement d'air notamment) et les encombrements des locaux techniques (gains de place).

Nous gérons 300 installations de chauffage à Montpellier dont 180 sont gérées par GTC pour régulation et communication à distance pour anticiper les interventions.

Les avantages de la GTC ?

- Qualité de service public,
- Pilotage à distance,
- Correction à distance,
- Vérification si problème.

La conception orientée exploitation offre d'avoir des locaux simplifiés, faciles d'accès, facile d'utilisation. Le lien entre conception/exploitation est capital, et l'on fait du commissionnement sans le savoir.

On lie les exploitants qui sont présents pendant la phase d'installation et de mise au point ce qui entraîne une appropriation des exploitants qui deviennent acteurs, on fait une programmation des installations en interne.

Ainsi, on peut créer un lien entre le pilotage du chauffage et celui de l'éclairage : exemple : la détection de présence peut couper le chauffage. Nous avons adopté la même démarche d'optimisation sur l'Hôtel de Ville avec la détection de la luminosité qui joue sur le niveau de la climatisation l'été, selon les absences des salariés ce qui induit des économies financières certaines.

Illustration Médiathèque Lodève © I. Berthet Blondet - C. Duru - A. Senac



## 3) Le commissionnement : l'appréhension de la maintenance et de l'utilisation du bâtiment dès la conception

Le déroulement d'une opération immobilière et les caractéristiques des métiers du bâtiment entraînent une césure nette entre les phases de construction/rénovation, et d'exploitation/maintenance :

Les premières s'achèvent à la réception des travaux et les seules interventions prévues ensuite sont relatives aux garanties (parfait achèvement, biennale, décennale).

L'exploitant est rarement, voire pas du tout, associé aux études et au chantier. Il prend en mains les installations techniques quasiment du jour au lendemain sans formation réelle de l'entreprise ou du fournisseur de matériel.

Des objectifs différents :

L'objectif majeur des acteurs de la construction/rénovation n'est pas de faciliter l'exploitation/maintenance, ni d'optimiser les performances réelles mais de livrer un bâtiment conforme au cahier des charges et respectueux de la règle-

mentation. Les installations thermiques nécessitent pourtant des réglages précis, et la phase de mise en service (1 à 2 ans) est négligée car les installateurs du matériel ne sont plus là.

Ce manque d'intérêt pour la phase exploitation, conduit à des sous-performances (constat de tous les retours d'expérience, par exemple sur les bâtiments BBC) dans l'atteinte et le maintien du confort.

Au moment où la performance énergétique est un enjeu majeur, on ne peut plus admettre une telle situation et il faut :

Fluidifier l'interface construction/exploitation : faire travailler ensemble les acteurs de l'amont architecte, BE, entreprises travaux) et ceux de l'aval (exploitants techniques et mainteneurs). Il est nécessaire d'associer l'exploitant et les mainteneurs aux études et au chantier en prolongeant les missions de la maîtrise d'œuvre et des entreprises pour réaliser une vraie mise en service, efficace.

Améliorer le contrôle de qualité des constructions et l'orienter exploitation et performance énergétique.

Tel est l'objet du commissionnement

### Définition du commissionnement

Le commissionnement est un processus de qualité né en Amérique du Nord pour optimiser les conditions d'exploitation des installations énergétiques en vue de rechercher la performance énergétique (réelle).

Cette mission, hors compétence de la maîtrise d'œuvre classique, revient à l'agent de commissionnement, acteur, interne au gestionnaire de parc immobilier ou externe, chargé de piloter le processus :

- proposer en amont le cadre d'intervention (rôle et missions) de chacun des professionnels de l'opération concernés (BE thermique et entreprise de CVC) : Plan Préliminaire de commissionnement,
- vérifier la faisabilité de l'atteinte des performances définies dans le programme,
- veiller à la prise en compte des meilleures conditions d'exploitation, lors de chacune des phases : programme, études, travaux, mise en service,
- assurer la communication entre les acteurs,
- tenir à jour le plan de commissionnement.

Cette mission implique :

- l'expérience de l'exploitation technique,
- la formalisation des attendus et des résultats, la traçabilité des décisions
- la communication entre les différents individus concernés.

Pour aller plus loin :

[guide du commissionnement du Québec](#)

[exemple de tableau de suivi de commissionnement \(joint en annexe\)](#)

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?



## Illustration du commissionnement

Julien Hilaire, Chef Service Énergie de la ville de Nîmes

Le commissionnement c'est l'appréhension de la maintenance et de l'utilisation du bâtiment dès la conception pour atteindre ou tendre vers des performances fixées préalablement.

### Les apports du commissionnement ?

L'exemple de l'école Pauline Kergomard (ex Armand Barbès): appréhension de la maintenance dès la conception avec une mission complémentaire aux marchés de maîtrise d'œuvre et travaux (lot CVC) d'un an renouvelable une fois, dont l'objet est d'optimiser les performances énergétiques.

Le commissionnement a démarré en fin de travaux et a permis, grâce notamment à une analyse fonctionnelle précise, d'améliorer la réception par une rigueur dans les constats et la réalisation d'essais suffisants. Au-delà, c'est une occasion supplémentaire de réflexion pour garder la vision d'origine, conduire tous les intervenants à travailler pour un objectif commun et éviter des dérives pour faciliter l'exploitation ultérieure.

Via accès à distance par GTC, nous avons accès à toutes les températures de l'école, vérifions l'évolution des températures de la journée, analysons le comportement du bâtiment et de son installation thermique pour que la bonne température soit atteinte en prévision de l'accueil des enfants. Il s'agit, à la fois, de prendre en compte le niveau de service attendu et d'éviter les dérives des consommations.

Le commissionnement est un trait d'union, une démarche qualité, une garantie de bon fonctionnement du

bâtiment. On fait des essais sur les pompes à chaleur, le chauffage, panneaux rayonnants sur les classes... et on a un an pour établir la situation de référence, qui définit une consommation cible pour les années futures, dans le cadre d'un contrat d'exploitation dont les termes sont ainsi choisis en connaissance de cause.

Egalement, au musée de la Romanité, construction neuve de 35 M d'€ environ : une mission de commissionnement, cette fois-ci externe, est appliquée pour favoriser la qualité et optimiser les conditions d'exploitation. Une cible de consommation a été déterminée avec un outil de type SED et un engagement est demandé à l'exploitant dès la première année de fonctionnement avec un contrôle contractuellement défini dans un Plan de Mesure et Vérification, application du protocole IPMVP.

**Le but ?** Atteindre une performance énergétique en intégrant des problématiques d'utilisation et de maintenance, souvent insuffisamment évaluées par les concepteurs. Cela permet donc de régler les équipements à l'usage et aux conditions extérieures. En terme d'efficacité énergétique, c'est fondamental.

Le commissionnement permet également de donner de l'importance à la maintenance avec une planification précise et suivie (nettoyage et changements de filtres, pompes ou autres équipements). L'agent de commissionnement a aussi une action de communication en faisant le lien avec l'utilisateur. Quand on communique mal avec les usagers, on utilise mal le bâtiment.

Cette **démarche qualité** n'est, pour l'instant, non normalisée par un label. Le commissionnement est une démarche volontaire du maître d'ouvrage portée en interne ou faisant appel à des ressources externes. Elle induit un gain de temps, une simplification de passation, de relais relationnel, un contrôle de la consommation et de la pérennité.

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

## 4) Mesure et Vérification et protocole IPMVP : comparaison résultats et objectifs

La garantie de résultats constitue une exigence de plus en plus prégnante et le domaine de l'énergie n'échappe pas à la règle. Il devient intéressant, voire parfois indispensable, de pouvoir comparer les performances réellement obtenues aux objectifs initiaux fixés. Il ne s'agit plus seulement d'appliquer la réglementation thermique mais de prouver les gains d'énergie réalisés suite à la mise en œuvre de solutions d'efficacité énergétique. Objectif ambitieux (impossible diront certains) tant sont grandes les incertitudes liées au comportement des usagers et des exploitants, à la variation des hypothèses avant et après travaux, notamment en terme de fréquentation, à l'impact d'une inertie et à la connaissance du fonctionnement hydraulique d'une installation de chauffage.

Cette garantie de résultats est pourtant possible. Elle repose sur l'application d'un protocole, d'origine américaine, internationalement reconnu, dénommé IPMVP (*International Performance Measurement and Verification Protocole*), tenu à jour par une association internationale d'ingénieurs EVO (*Efficiency Valuation Organization*).

Le plan de mesure et vérification (PMV)

La méthode préconisée par l'IPMVP pour comparer des consommations avant et après travaux d'économies d'énergie repose sur :

- la modélisation de la consommation initiale, avant travaux, c'est-à-dire la recherche d'une équation qui permet de prédire la consommation en faisant varier des hypothèses (rigueur hivernale, fréquentation ...),

- en corollaire, la documentation précise de la « situation de référence » par la connaissance des données de consommations et des paramètres qui influent sur celles-ci,
- le calcul de la consommation, dans les conditions réelles après travaux, comme si les travaux n'avaient pas eu lieu (application de l'équation précédemment définie à partir de la mesure des variables composant celle-ci),
- la comparaison du résultat ainsi obtenu à la consommation réelle mesurée.

On obtient ainsi le gain d'énergie rendu possible par les travaux. Dans la mesure où l'on applique un protocole internationalement reconnu et éprouvé, ce gain peut être garanti. Dans le cadre d'un marché global de performance, le groupement titulaire du contrat « de performance énergétique » (associant des compétences en réalisation de travaux et exploitation et éventuellement conception) peut s'engager sur une réduction des consommations d'énergie

**Pour aller plus loin :**

**Les paramètres influençant les consommations sont de 2 types :**

les variables périodiques évoluant chaque année (rigueur hivernale, fréquentation...) et les facteurs statiques, évoluant peu ou pas (surfaces, isolation par exemple).

**Le protocole préconise plusieurs options :**

les options A et B concernent les opérations travaux ne portant que sur un ouvrage ou un thème donné (ex éclairage, changement de production d'énergie) L'option C concerne plus particulièrement les opérations travaux portant sur plusieurs types d'ouvrage, comme le bâti et les systèmes. Les mesures concernent alors le bâti et les systèmes. Les mesures concernent alors le bâti et les systèmes. Les mesures concernent alors le bâti et les systèmes, c'est-à-dire à partir des relevés des compteurs concessionnaires.

### Commentaires complémentaires

- La méthode repose sur des mesures avant et après travaux. Pour autant, les relevés des compteurs concessionnaires peuvent suffire (notamment dans le cas de bouquet de travaux sur le bâti et les systèmes)
- La connaissance précise de la situation de référence, c'est-à-dire des consommations avant travaux et des paramètres influençant celles-ci, est fondamentale
- Le modèle mathématique doit être suffisamment « solide », c'est-à-dire que l'incertitude doit être acceptable
- Les coûts de mesure et de prestations intellectuelles ne doivent pas être trop importants par rapport aux économies financières découlant des travaux d'économies d'énergie (un ratio de moins de 10% est communément admis)

L'application du protocole semble adaptée à des opérations relativement importantes, susceptibles de rentabiliser le coût des prestations intellectuelles associées.

Elle nécessite également, côté maîtrise d'ouvrage et côté entreprise, des personnes agréées IPMVP, formées par EVO.

Cette méthode constitue l'approche méthodologique reconnue pour garantir les performances énergétiques des contrats de performance énergétique



École Pauline Kergomard © Stéphane Ramillon - Ville de Nîmes

C'est notamment le cas en construction neuve. Ici, la consommation initiale résulte d'un modèle mathématique qui résulte d'une Simulation Énergétique Dynamique (SED intégrant les systèmes et les usages). Le modèle doit être mis à jour suivant la variation des paramètres influençant la consommation (données d'usage par exemple) tout particulièrement au moment de la livraison du bâtiment et lors de la phase de mise en service. L'intérêt résulte dans la définition du niveau d'engagement de l'exploitant (la cible de consommation) dans une relation

contractuellement définie avec lui.

Le choix d'une option peut être guidé par : Le périmètre peut-il être isolé ? • Peut-on en mesurer la consommation énergétique de façon isolée ? • Peut-on négliger l'influence des améliorations du système ainsi isolé sur les consommations d'énergie, au-delà du périmètre de mesure ?

L'option D est utilisée lorsque la consommation initiale n'est pas connue.

### Illustration : une méthode reconnue et acceptée contractuellement pour comparer résultats et prévisions

**Philippe Devers, directeur de la Construction de la ville de Nîmes**

Une méthode reconnue et acceptée contractuellement pour comparer résultats et prévisions. Je m'y suis intéressé lors du montage d'un partenariat public privé, qui m'a donné l'occasion de travailler dans un groupe de recherche sur la performance énergétique. La démarche en construction de la ville de Nîmes ? Viser à garantir la performance énergétique dans le neuf et l'existant, notre parc immobilier étant extrêmement diversifié. La ville mène des contrats de performance énergétique : un CREM (marché de conceptions, réalisation, exploitation maintenance) sur

des complexes culturels et sportifs et un REM (marché de réalisation exploitation maintenance) et utilise aussi le protocole pour l'exploitation du futur Musée de la Romanité et la construction d'une patinoire dans le cadre d'un marché global de performance

L'exploitant s'engage à la signature du contrat, l'IPMVP est donc un outil contractuel et objectif, permettant de garantir les performances énergétiques. A ce titre, cette méthode paraît vouée à un bel avenir, qui entraînera néanmoins d'importants besoins d'acculturation et de formation.

**Pour aller plus loin :**

- Outils et méthodes pour garantir les résultats énergétiques - Editions du Moniteur
- Guide EVO de l'IPMVP

Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?

# ECOBATP LR, CENTRE DE RESSOURCES ET RÉSEAU D'ACTEURS

## CENTRE DE RESSOURCES, DE RÉFLEXIONS ET D' ACTIONS COLLABORATIVES ET INNOVANTES

Capitaliser et communiquer afin de diffuser l'information et la connaissance et contribuer à la montée en compétence de l'ensemble des acteurs.

## APPUI ET ACCOMPAGNEMENT EXPERT

Sensibiliser et aider les professionnels à répondre au marché de la construction, la rénovation et l'aménagement durables face aux enjeux environnementaux et économiques.

Accompagner les entreprises innovantes dans le cadre du Réseau National d'Accompagnement déployé par le CSTB.

## RÉSEAU D'ACTEURS DE LA CONSTRUCTION ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES EN OCCITANIE

Animer le réseau afin de mutualiser et enrichir les savoir-faire, les bonnes pratiques, retours d'expérience et favoriser les actions collaboratives, innovantes et prospectives.

## DÉMARCHES ENVIRONNEMENTALES

Développer deux outils pédagogiques d'accompagnement et d'évaluation sur les aspects environnementaux, économiques et sociaux pour aménager un quartier, pour construire, rénover votre bâtiment.

## Démarches environnementales en Occitanie : à l'échelle du quartier et du bâtiment

Ces outils pédagogiques d'accompagnement et d'évaluation traitent des aspects environnementaux, économiques et sociaux pour aménager un quartier ou pour construire, rénover un bâtiment dans un contexte adapté à toutes les spécificités de notre région.

Chaque projet est suivi par un accompagnateur formé au(x) référentiel(s). Une commission interprofessionnelle évalue avec bienveillance les projets à des étapes clés, dans un esprit d'ouverture et d'intérêt partagé.

QDM et BDM Occitanie s'appliquent en zone urbaine, péri-urbaine ou rurale partout en région (littoral méditerranéen, arrière-pays méditerranéen ou océanique, moyenne ou haute montagne...) et traitent de thèmes tels que les milieux naturels, les mobilités, les matériaux et la gestion de déchets, l'énergie, l'eau, la qualité de vie et la santé, le social et l'économie, la gestion de projet. La démarche QDM est cohérente avec la démarche Eco-Quartier.

## Le Club Maître d'ouvrage, vers une filière d'excellence en Région

Créé en janvier 2015, le club Maître d'ouvrage animé par ECOBATP LR est né du constat que l'échange des expériences est l'une des clés majeures pour lever les freins et inciter à la réalisation de projets de construction durable. Les objectifs du club ? Professionnaliser les maîtres d'ouvrage /gestionnaires de parc, fiabiliser la réussite des projets et sécuriser les acteurs, permettre d'atteindre des niveaux satisfaisants en matière de construction durable.

Le présent Guide intitulé « De la programmation à l'exploitation : quelles solutions pour assurer l'efficacité énergétique d'un bâtiment ? » est le fruit de la réflexion collaborative des membres du Club qu'anime ECOBAT LR. Dans un souci de partage des connaissances et des expériences, ECOBAT LR, avec le soutien de l'ADEME, a souhaité mettre en forme cette réflexion et la diffuser auprès des acteurs de la maîtrise d'ouvrage publique.

Œuvre collaborative, le présent Guide est une 1ère édition, et sera donc appelé à évoluer.

### Nous contacter :

ECOBATP LR  
Résidence Antalya, 119 avenue Jacques Cartier  
34000 Montpellier  
Tél : 04 67 683201  
Pour en savoir plus : [www.ecobatplr.org](http://www.ecobatplr.org)

### Si vous souhaitez contribuer à ce guide 1ère édition, contactez

Catherine BONDUAU-FLAMENT :  
[ecobatp.lr@gmail.com](mailto:ecobatp.lr@gmail.com)  
Philippe DEVERS : [philippe.devers@nimes.fr](mailto:philippe.devers@nimes.fr)



Et si on réduisait la césure programmation/exploitation ?



Les actions d'ECOBATP LR sont cofinancées par la Région Occitanie / Pyrénées-Midi-Pyrénées, la direction régionale Occitanie de l'ADEME et le Fonds européen de développement régional.



**VOUS AVEZ UN PROJET,  
CONTACTEZ ECOBATP LR  
AU 04 67 68 32 01  
ECOBATPLR.ORG**