

**L'EXPERIENCE DE LA
VILLE DE MONTPELLIER
DANS LE DOMAINE DE L'ENERGIE**

Michel IRIGOIN

Directeur de l'Energie et des Moyens Techniques

**1, place Francis Ponge - 34064 Montpellier Cedex 2
Tél. : 33 (0) 4 67 34 70 02
Fax : 33 (0) 4 67 34 59 09**

1 - LES QUATRE DOMAINES D'ACTION DES VILLES EN MATIERE D'ENERGIE SELON L'ASSOCIATION DES INGENIEURS DES VILLES DE FRANCE

LA VILLE « urbaniste »

Les choix réglementaires en matière de Plan d'Occupation des Sols, la mise au point de plans de déplacements, le développement des transports en commun ou la création d'un réseau de chaleur dans une ZAC influent à l'évidence sur les consommations énergétiques des habitants.

LA VILLE « productrice et distributrice »

- par la valorisation énergétique d'une usine d'incinération,
- par les concessions de distribution de l'électricité et du gaz (EDF, GDF ou les régies locales...),
- par la distribution de l'eau,
- par une installation de cogénération, production combinée de chaleur et d'électricité,
- par la mise en valeur de possibilités locales (micro-hydraulique, bois, géothermie...),

Les villes peuvent être productrices et non distributrices d'énergie.

LA VILLE « consommatrice »

C'est le rôle le plus connu de la ville dans le domaine énergétique. Elle chauffe et éclaire ses bâtiments, possède un parc de véhicules municipaux, installe l'éclairage public et les feux de circulation...

LA VILLE « incitatrice »

La combinaison des trois rôles précédents souligne le rôle important que la ville détient comme conseil ou exemple pour ses habitants.

La recherche des économies d'énergie sur le patrimoine municipal, l'utilisation d'énergies nouvelles ou l'information municipale sont par exemple des facteurs incitateurs de premier ordre..

a) LA VILLE « urbaniste »

Les actions rassemblées dans ce chapitre touchent à l'organisation de l'espace public et des déplacements urbains en tenant compte des problèmes énergétiques et environnementaux.

- Mise en place de schémas directeurs ou Plan d'Occupation des Sols (P.O.S.) avec volet énergétique.
- Organisation urbaine générale tendant à raccourcir les flux de personnes et de matières par densification et mixité des espaces urbains : écoles, collèges, commerces de proximité, zones d'habitat et artisanales non différenciées, etc...
- Création de Zones d'Aménagement Concerté (Z.A.C.) avec Plan d'Aménagement de Zone (P.A.Z.) comportant des contraintes énergétiques directes (énergie imposée ou favorisée) et à implication énergétique indirecte (transports, déchets, climat, etc...).
- Mise en point de Plans de Déplacements Urbains (P.D.U.) avec une priorité aux transports en commun, aux cycles et aux piétons, création de parkings et optimisation des flux pour les feux de circulation ou les aménagements des carrefours. Les réseaux de transports en commun sont complétés et mis en cohérence. Des pistes cyclables sont créées.
- Localisation relative adéquate des sites de production et de consommation d'énergie (usine d'incinération, géothermie..).

b) LA VILLE « productrice et distributrice »

La commune a un pouvoir direct sur la production et le transport d'énergie et de fluides en général, comme en témoignent les actions suivantes :

- Maîtrise et contrôle des concessions de distribution d'électricité, de gaz, d'eau et des réseaux de chauffage urbain.
- Valorisation des résidus urbains : incinération, biogaz, compost...
- Utilisation des ressources locales : bois, charbon, géothermie, vent, soleil, énergie hydraulique, récupération de chaleur résiduelle d'industries, etc...
- Solutions techniques évitant des consommations d'énergie : boue d'assainissement utilisée comme engrais...
- Optimisation des réseaux de distribution de chaleur et de froid.
- Installations de cogénération particulièrement sur les réseaux de chaleur.

c) LA VILLE « consommatrice »

Par son patrimoine immobilier, son éclairage public et son parc de véhicule notamment, la ville est directement un gros consommateur d'énergie. Les actions rapportées ici touchent donc au contrôle et à la maîtrise des dépenses d'énergie de la commune.

- Gestion rigoureuse des consommations municipales au jour le jour par :
 - Les mesures télégestion, télérelève, comptage...
 - Les analyses quantitatives et financières : désignation d'un homme énergie pour la ville et par service, logiciels informatiques de gestion, optimisation tarifaire.
 - Les interventions : entretien et renouvellement régulier du matériel, participation à l'élaboration des projets des différents services évalués en coût global, diagnostics thermiques.
- Bilan annuel :
 - Compte-rendu des actions entreprises.
 - Comparaison des consommations des différentes années par installation, par type d'installation.
 - Comparaison des chiffres avec d'autres collectivités.
- Expérimentation de produits nouveaux :
 - Production de chaleur et de froid haut rendement avec récupération de calories entre installations.
 - Nouveaux carburants pour les véhicules (diester, gaz naturel, véhicules électriques)
 - Matériel performant en éclairage public, éclairage des locaux, feux de trafic.
 - Installations photovoltaïques.
- Changement des habitudes du personnel par une meilleure information et formation, une responsabilisation personnelle, la mise en place de système économiseurs (extinction automatique d'éclairage et de chauffage, etc...)

d) LA VILLE « incitatrice »

Quatrième domaine d'actions sur l'emploi des énergies, l'incitation : la ville et ses services peut par son exemple, ses conseils, son information ou même les règlements de Z.A.C. sensibiliser les usagers et induire leur comportement vers une plus grande maîtrise de tous les types d'énergie.

- Création de guichets ou points d'info « Energie » au service de la population et même d'agence locale de maîtrise de l'énergie.
- Communication par une rubrique « Energie » dans le bulletin municipal. Mise en valeur des initiatives positives privées ou publiques en matière d'énergie dans la presse locale.
- Sensibilisation de la population par des actions ponctuelles en milieu scolaire, création d'espaces pédagogiques spécifiques, des expositions, des réunions publiques d'information, et également par l'intermédiaire du personnel communal lui-même sensibilisé, démonstration de véhicules électriques GPL, GNV et diester.
- Opération de type « Objectif Nature Energie Environnement » ou « la ville roule propre » ou encore « Voitures en forme ».
- Réalisation de diagnostics thermiques gratuits chez des particuliers.
- Elaboration de schéma global de traitement et de valorisation des déchets ménagers, mise à disposition de composteurs individuels.
- Création de bâtiments publics solaires, visites guidées des sites pilotes de la ville, utilisation de pile photovoltaïque pour la signalisation de véhicules de chantier, etc...

e) CONCLUSION

On peut remarquer que dans les villes où la réflexion est allée le plus loin en matière d'énergie ou d'environnement, il a d'abord fallu **une volonté politique** forte dépassant le cadre restreint de la durée en mandat électoral, et ensuite **des hommes compétents** dans une organisation qui permet **une vision** suffisamment **large** et une responsabilité reconnue par l'ensemble des services.

En effet, une coordination des actions touchant à l'énergie et l'environnement est indispensable pour en assurer la cohérence globale. On ne peut plus dissocier les consommations des locaux collectifs, des transports, du traitement des déchets ou la qualité de l'air et de l'eau. Il n'est pas question de rejeter les problèmes sur les services voisins sans autre réflexion. Les questions d'énergie et d'environnement doivent être examinées de façon concertée dans la collectivité et même sur des espaces géographiques dépassant les frontières administratives de la commune.

De plus en plus, ces compétences devenant de plus en plus aiguisées sont mises en commun dans des **structures intercommunales** au moins pour certaines d'entre elles. Cependant, il faut être attentif à éviter l'écueil de la segmentation des responsabilités qui nous ferait revenir à l'étape précédente.

Dans le domaine qui nous préoccupe, **l'information** sous toutes ses formes, en interne à la collectivité comme en externe fait rapidement progresser le comportement des personnels communaux et des usagers.

Enfin, il faut souligner l'importance de la **mise en commun des expériences** des villes. La participation des responsables à un réseau et à des groupes de travail comme ceux de l'A.I.V.F. est indispensable pour que chacun progresse.

2 - PRESENTATION DE LA VILLE DE MONTPELLIER

Depuis 1977, la Ville de Montpellier, dirigée par son Député-Maire, Monsieur Georges FRECHE, mène une ambitieuse politique de développement urbain afin de faire de la capitale régionale du Languedoc-Roussillon une Eurocité qui compte à l'aube du 21ème siècle.

Entre 1975 et 1999, les recensements indiquent que la population de l'agglomération Montpellier est ainsi passée de 231 791 à 323 339 habitants et est la ville de France qui a créé le plus d'emplois ces dernières années.

Cette politique urbaine se caractérise par une volonté d'agir globalement, et dans la durée tant dans les domaines économique, sportif (Montpellier accueille la Coupe du Monde de Football en 1998), culturel que celui de l'aménagement de la cité et de la planification énergétique.

Sur ces deux derniers points, Monsieur Georges FRECHE est secondé par le premier Maire Adjoint, Monsieur Raymond DUGRAND, délégué à l'Urbanisme, et par le second Maire Adjoint, Monsieur Eric MACIA, délégué à l'Energie.

3 - PLANIFICATION URBAINE A MONTPELLIER

a) Rapprocher les lieux d'habitation et les lieux de travail

La première étape structurante en matière d'urbanisme a été la construction du quartier Antigone au début des années 1980 par l'architecte catalan Ricardo Boffil.

Alors que dans les années 1960, l'extension de Montpellier s'était faite au Nord Ouest, dans le quartier de la Paillade, distant d'une dizaine de km du centre-ville, la zone d'aménagement concertée ZAC d'Antigone est, elle, située à dix minutes à pied du centre historique de Montpellier, et comprend des logements sociaux et classiques, des bureaux et des commerces.

Ce rééquilibrage de la Ville de Montpellier vers le sud-est, vers la mer, s'est poursuivi dans les années 1990 par la ZAC Port Marianne, qui prolonge le quartier Antigone, et qui comprend le même équilibre urbanistique entre logements et activités, avec des points forts comme la faculté de droit et des sciences économiques, un multiplexe cinématographique et un port de plaisance.

En effet, le fleuve côtier Le Lez situé dans ce quartier était historiquement le lieu d'échange entre Montpellier et la mer, et avait largement contribué à la prospérité économique jusqu'au début du XXème siècle et la reconstruction de Port Marianne est donc une logique.

b) Equilibrer la construction des nouveaux équipements dans les différents quartiers de Montpellier

Toujours dans l'optique de limiter les déplacements urbains, la création des nouveaux bâtiments a été équilibrée entre les différents quartiers : création de Maisons pour Tous, d'un réseau de bibliothèques-médiathèques de quartiers (trois sont réalisées et la quatrième est en cours), d'équipements sportifs de qualité, afin que chaque secteur de Montpellier ait à proximité les services nécessaires.

4 - LA VILLE DE MONTPELLIER AUTORITE ORGANISATRICE DANS LE DOMAINE DE L'ENERGIE

a - Historique d'une volonté politique

1979 : création d'une régie municipale chargée de l'entretien des chaufferies par le Député-Maire, Monsieur Georges FRECHE

1982 : installation d'une première tranche du système de télégestion des chaufferies

1983 : création d'un poste d' élu délégué à la maîtrise de l'énergie, Monsieur Christophe MORALES puis en 1996 Monsieur Eric MACIA

1985 : réorganisation des services municipaux par le Secrétaire Général, Monsieur Claude COUGNENC, et création du service Energie chargé de la conception de l'exploitation et de la gestion de l'énergie dans les bâtiments communaux.

1986 : informatisation sur tableur du suivi des dépenses d'énergie ; création du Réseau Montpelliérain de Chaleur et de Climatisation (RMCC) ; début de piétonisation du Centre Historique.

1988 : début de l'optimisation tarifaire gaz - électricité

1989 : premières actions de maîtrise de dépenses d'électricité (MDE)

1990 : réflexion sur le rôle d'autorité concédante du Maire pour les Réseaux gaz - électricité

1992 : convention avec EDF-GDF pour la desserte en gaz de Port Marianne, avec baisse de la tarification gaz. Organisation d'un colloque "Distribution d'énergie et décentralisation : quels nouveaux enjeux pour les collectivités locales ?"

1993 : essais de véhicules électriques ; extension de la concession du Réseau Montpelliérain de Chaleur et de Climatisation sur l'ensemble de Montpellier ; lancement d'un programme de pistes cyclables.

1994 : participation au débat Energie - Environnement animé par M. SOUVIRON
premiers bilans des actions de MDE à Montpellier

1995 : développement du concept de bâtiment basse énergie : optimisation de la conception pour avoir un bâtiment confortable et peu coûteux en exploitation

1996 : nouveaux bâtiments : établissement d'une fiche performantielle énergétique pour les concours d'architecture ; mise en service d'une centrale de cogénération sur le RMCC

1997 : organisation d'un colloque national sur la programmation énergétique urbaine et la maîtrise de la demande d'électricité dans les collectivités locales.

b - Missions du Service Energie à Montpellier

L'objectif essentiel est de mettre en oeuvre la politique énergétique décidée par la Ville de Montpellier et notamment d'assurer la cohérence en coût global entre les dépenses d'investissement et de fonctionnement :

- conception des installations énergétiques
- conduite et entretien de celles-ci
- gestion des dépenses d'énergie de l'ensemble des bâtiments communaux.

- Conception :

- remonter le plus en amont possible lors des projets
- optimisation de la conception (cf. note de service sur les bâtiments "Basse Energie")
- éviter au maximum le chauffage électrique et la climatisation

- choix de solutions simples, rustiques pour faciliter le pilotage des installations énergétiques
- le bureau d'étude du service Energie donne des éléments de programme, les CCTP et DQE des lots chauffage, ventilation, isolation et éclairage - établissement dans les concours d'architecture d'une fiche performantielle énergétique.

- Conduite - pilotage des chaufferies

- 300 chaufferies
- 130 installations suivies par télégestion (80% du total des dépenses énergétiques)
- 15 agents dont 9 conducteurs de chaufferies

Objectif : responsabilisation des conducteurs de chaufferies par :

- prise en compte de leur avis lors de la conception des chaufferies
- la formation
- l'indication de l'évolution des consommations énergétiques de leurs chaufferies.

- Gestion des dépenses d'énergie

La Ville de Montpellier compte 1100 points de livraison générant plus de 5000 factures annuelles concernant l'éclairage public, les feux tricolores et les bâtiments communaux.

Pour pouvoir gérer ces données, détecter des anomalies, optimiser des tarifs, il importe de travailler avec des outils adaptés à la complexité des problèmes à traiter.

D'où l'utilisation de micro-ordinateurs, de tableurs, de systèmes de télégestion pour pouvoir réagir le plus en temps réel possible.

La cohérence de ces trois niveaux d'action est essentielle pour veiller au coût global énergétique optimum des bâtiments communaux.

En effet, une bonne gestion implique maintenant de bien concevoir les installations énergétiques, connaître à l'avance leurs coûts d'exploitation, sachant que l'on aura à assumer ceux-ci pendant toute la durée de leur vie.

Et malheureusement, nombre d'architectes ou d'intervenants dans l'acte de construire n'ont pas encore bien compris que, maintenant, certains de leurs choix avaient à prendre en compte cette donnée essentielle.

Une grande partie des efforts du service énergie consiste donc à veiller à ces coûts d'entretien, tant du point de vue de l'exploitation que du choix des énergies, en évitant notamment de recourir au chauffage électrique, peu coûteux à l'installation, mais beaucoup plus cher à l'exploitation, et présentant de plus le gros inconvénient de son manque de souplesse à l'avenir.

En effet, à moyen et long terme, nul ne peut prévoir l'évolution différenciée des prix des énergies, et la distribution de chaleur par eau chaude avec des radiateurs dans un bâtiment permet de préserver le choix de différentes sources énergétiques (voir l'exemple du passage d'une chaufferie du fioul au gaz), ce qui est impossible dans le cas des convecteurs électriques.

Le service énergie intervient donc de manière horizontale auprès des différents maîtres d'ouvrages de la Mairie pour toutes les questions concernant le chauffage des bâtiments communaux, mais aussi maintenant dans la maîtrise des usages spécifiques de l'électricité : en effet, environ 2/3 des dépenses d'énergie des seuls bâtiments communaux proviennent des consommations d'électricité, notamment éclairage, ventilation, bureautique...

L'accent a été particulièrement mis cette année sur la conception optimale des nouveaux équipements, sous le vocable de bâtiments "Basse Energie" (voir fiche en annexe).

c - Bilan énergétique global

En 1998 le bilan global des dépenses d'énergie s'établit ainsi (données : compte administratif) :

NATURE	MFTTC	MFTTC
Combustibles	0,189	
Electricité bâtiments	8,717	
Gaz bâtiments	4,472	
Chauffage urbain	0,745	
Sous total bâtiments communaux		14,123
Carburants	2,936	
Electricité éclairage public + feux	10,221	
Total général	27,28	

On constate ainsi que l'électricité représente :

62% des dépenses des bâtiments communaux
69% de l'ensemble des dépenses d'énergie de la ville

d) Maîtrise de l'énergie dans les bâtiments communaux

Le tableau de la page suivante donne l'évolution des dépenses totales d'énergie des bâtiments communaux durant une période de 21 ans : la comparaison entre les dépenses réellement payées, et celles que l'on aurait payé si l'on n'avait rien fait (évolution de l'inflation et du patrimoine chauffé et éclairé) montre un écart d'environ 11 MF par an en 1998.

Cela signifie que l'on dépense 43% d'énergie en moins par m² chauffé et éclairé.

e) Maîtrise des dépenses d'électricité

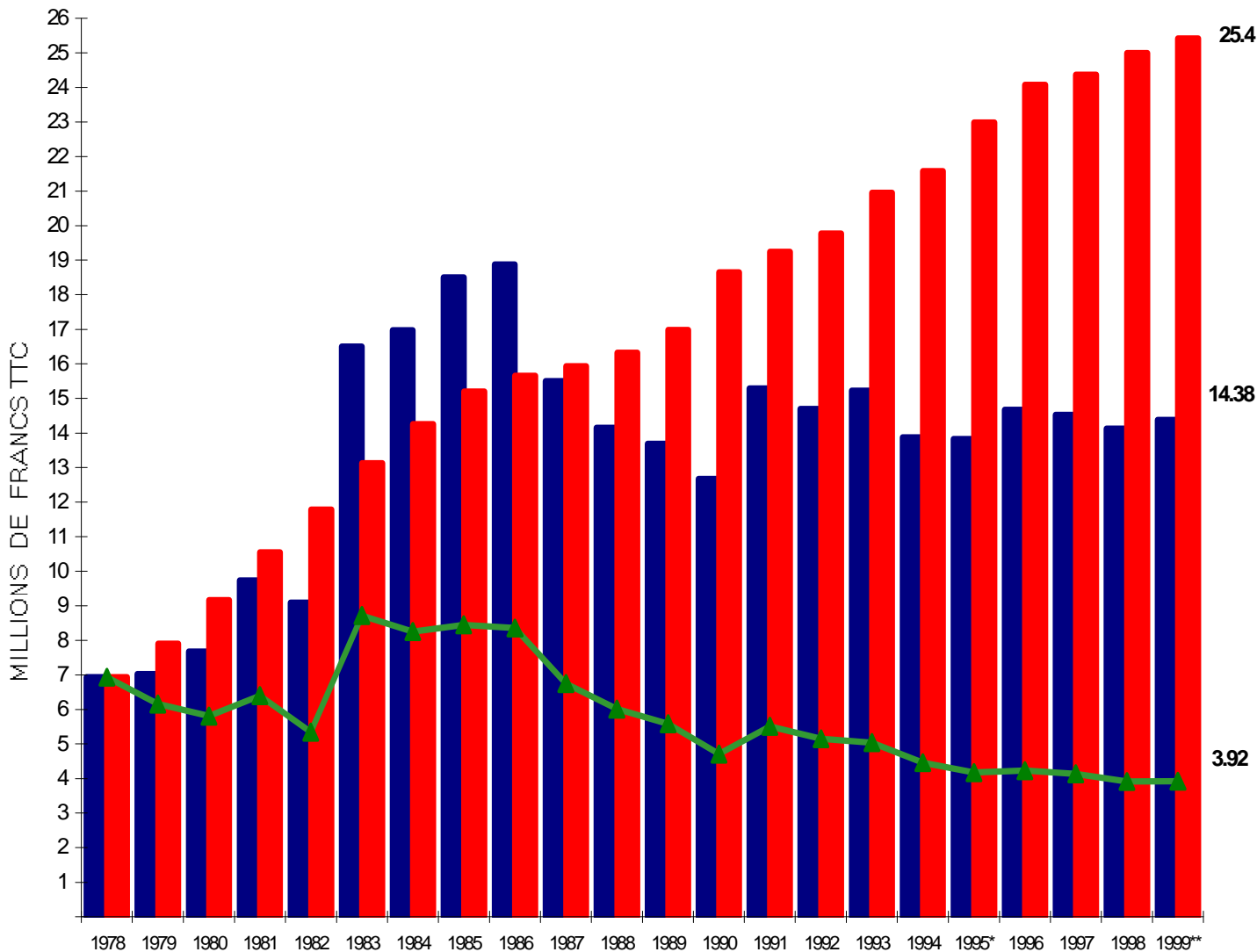
En 1987, un premier bilan complet nous a montré que près de 2/3 des dépenses d'énergie totales des bâtiments communaux étaient liées aux consommations d'électricité (61%), soit 9,3 MFTTC environ.

Méthodologie mise en oeuvre

Au vu de l'importance de l'électricité, l'accent a donc été porté sur la maîtrise de ces consommations :

- a) Recrutement d'une personne chargée spécialement de la maîtrise de l'électricité.
- b) Regroupement de l'ensemble des factures d'électricité au Service Energie qui en assure le contrôle et le suivi par des fichiers sur micro-ordinateurs.
- c) Optimisation tarifaire de tous les contrats
- d) Mise en place progressive de lampes à haut rendement dans tous les bâtiments, en veillant à assurer les valeurs d'éclairage aux niveaux réglementaires, et suppression des lampes à incandescence dans les nouveaux bâtiments construits
- e) Optimisation progressive des pompes, ventilateurs installés, notamment dans les anciens bâtiments où des surpuissances de 100% sont fréquentes.
- f) Remplacement progressif de tous les systèmes de chauffage électrique existants par des installations de chauffage central à eau chaude au gaz moins coûteux en exploitation
- g) Limitation maximale de la climatisation dans les nouveaux bâtiments par une architecture bioclimatique combinant inertie des parois, isolation et bonne gestion des apports solaires directs l'été, d'où un confort estival optimum.

Ville de MONTPELLIER
DEPENSES D'ENERGIE DES BATIMENTS COMMUNAUX
de 1978 à 1999
(Données compte administratif)



■ Dépenses MF courants
■ Dépenses 1978 actualisées de l'inflation et du patrimoine
▲ Dépenses à patrimoine et MF constants de 1978

Année	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995*	1996	1997	1998	1999*	
Dépenses MF courants	6.93	7.02	7.67	9.73	9.08	16.5	16.97	18.51	18.87	15.51	14.15	13.68	12.67	15.29	14.69	15.22	13.87	13.83	14.67	14.53	14.12	14.38	
Indice des prix annuel (%)		9.7	11.8	13.6	14	9.7	9.3	6.7	4.7	2.1	3.2	3.1	3.6	3.4	3.1	2.7	2.1	1.6	2.1	1.7	1.1	0.3	0.3
Indice des prix cumulé	100	112	127	145	159	174	185	194	198	204	211	218	226	233	239	244	248	253	257	260	261	262	
Dépenses 1978 actualisées de l'inflation et du patrimoine	6.9	7.9	9.2	10.5	11.8	13.1	14.3	15.2	15.7	15.9	16.3	17.0	18.6	19.2	19.8	20.9	21.6	23.0	24.1	24.4	25.0	25.4	
Evolution du patrimoine chauffé (volume)	100	102	104	105	107	109	111	113	114	112	112	112	119	119	119	124	126	131	135	135	138	140	
Dépenses à patrimoine et MF constants de 1978	6.93	6.16	5.81	6.40	5.34	8.72	8.25	8.44	8.36	6.75	6.01	5.58	4.71	5.51	5.15	5.04	4.46	4.17	4.22	4.13	3.92	3.92	
Economie annuelle en %		11%	16%	8%	23%	-26%	-19%	-22%	-21%	3%	13%	19%	32%	21%	26%	27%	36%	40%	39%	40%	44%	43%	
Economie annuelle MF courants		0.88	1.49	0.81	2.7	-3.38	-2.71	-3.31	-3.22	0.43	2.18	3.3	5.98	3.96	5.07	5.72	7.71	9.15	9.4	9.83	10.87	11.04	

*Hivers 1989/90 et 1994/95 exceptionnellement doux

**Estimation à partir de la saison de chauffe 1998/99

Résultats obtenus

Entre 1987 et 1998, l'évolution du total des puissances, consommations et dépenses électriques des bâtiments de la Ville de Montpellier s'établit comme suit :

SAISONS DE CHAUFFE	1986/1987	1998/1999	ECART	%
Puissance souscrite à EDF (kW)	10 835	10 369	- 466	- 4,3%
Consommation annuelle (kWh)	13 222 192	13 002 426	- 219 766	- 1,7%
Coût annuel FTTC (en F courants)	9 300 254	8 860 547	- 439 707	- 4,7%

En 12 ans, on a donc pu réaliser une baisse des puissances souscrites de 4,3%, des consommations de 1,7% et des dépenses de 4,7%, malgré une augmentation du prix de l'électricité de 2% et du patrimoine bâti de 24%.

La courbe de la page suivante présente cette évolution et la compare notamment avec la courbe des dépenses d'électricité qui aurait suivi l'évolution du patrimoine chauffé et éclairé et les prix de vente d'EDF : on a ainsi une économie estimée en 96/97 de 2,86 MF entre les dépenses réelles et celles si rien n'avait été entrepris en matière de maîtrise des dépenses d'électricité.

NOTA : Dans le cas des nouveaux bâtiments construits, il a été constaté pour les écoles un écart de - 28% dans les consommations d'électricité entre une école neuve (ratio de 13 FTTC/m²) et une école ancienne (18 FTTC/m²), notamment en raison de l'optimisation de la conception de l'éclairage.

Comparaisons ouvertes avec d'autres villes

Effectuée avec l'aide de la Ville de Rennes, et du groupe de travail Energie de l'association des ingénieurs des villes de France, cette enquête spécifique sur l'électricité a concerné 32 villes en 1998.

Les chiffres issus du Compte Administratif 1998 donnent les résultats suivants :

Montpellier	42 FTTC/an.habitant
Moyenne	75 FTTC/an.habitant
Maximum	132 FTTC/an.habitant
Minimum	42 FTTC/an.habitant (Montpellier)

A titre indicatif, si Montpellier consommait autant que la moyenne des trente villes, cela correspondrait à un surcoût de :

$$210\ 000 \times (75 - 42) = 6,93 \text{ MFTTC/an}$$

L'Hôtel de Ville de Montpellier : un laboratoire d'application de la MDE

Le cas de l'Hôtel de Ville est particulièrement parlant puisqu'en 11 ans on a pu réaliser :

- une baisse de la puissance souscrite de 270 kW soit 42%
- une baisse des consommations de 1 000 000 kWh soit 39%
- une baisse des dépenses de 496 000 FTTC soit 42%.

Sur ce bâtiment, le plus important de la Ville de Montpellier, l'optimisation de l'éclairage et de la puissance des divers moteurs a été particulièrement poussée et a pu être constamment suivie :

a) par l'établissement d'un bilan puissances/consommations recensant l'ensemble des appareillages électriques installés, leur puissance et leur durée de fonctionnement estimée par tranche tarifaire EDF ; ce bilan permet de connaître l'incidence en kWh et en FTTC de chaque changement d'appareillage.

b) la mise en place d'un appareil d'enregistrement de la courbe de charge quotidienne des puissances électriques appelées.

En 1993, une étude technico-économique a été effectuée pour estimer la rentabilité des actions de MDE : les investissements relatifs à la maîtrise des consommations d'électricité dans les bâtiments communaux ont été de 1 522 765 FTTC, ils permettent de réaliser une économie annuelle estimée à 325 274 F (estimation faite à partir de la saison 93/94). Le temps de retour de ces travaux est de 3,9 ans.

CONCLUSION

Dans les collectivités locales, la maîtrise de la demande d'électricité procède d'une double finalité.

Tout d'abord une logique financière en visant à maîtriser ses propres dépenses d'électricité sur son patrimoine bâti.

Ensuite d'une logique d'environnement en contribuant à faire baisser les puissances appelées sur le réseau électrique et donc à limiter, voire faire décroître les capacités des équipements de production - transport - distribution.

De par son exemple, elle peut avoir un effet d'entraînement non seulement auprès des habitants, mais pourquoi pas auprès des distributeurs d'électricité : ceux-ci pourraient peut-être dans un proche avenir concevoir leur développement non pas en termes d'accroissement de leurs ventes de KWh, mais dans les nouveaux services à apporter à leurs clients.

Et pourquoi pas, à l'image de ce qui se fait déjà dans certains états comme la Californie ou la Floride aux USA, offrir des objectifs commerciaux, financièrement aidés par les autorités de régulation de l'électricité, pour que les distributeurs placent des négawatts chez leurs clients en les aidant à baisser leurs puissances installées et leurs consommations, par exemple en préfinançant des lampes à haut rendement ou en dressant des listes d'appareils électroménagers classés par efficacité énergétique.

Il s'agit d'une sorte de révolution culturelle inversant le sens habituel des objectifs des distributeurs d'électricité, mais indispensable pour qu'ils deviennent les acteurs directs de la maîtrise de l'électricité.

4.- OPTIMISATION DE LA CONCEPTION ENERGETIQUE DES BATIMENTS COMMUNAUX

A - LES ENJEUX

En coût global cumulé sur sa durée de vie prévisionnelle de 50 ans environ, le coût de construction d'un bâtiment ne représente qu'environ 25% du total : la qualité de sa construction, notamment sur les aspects thermiques, est donc essentielle pour assurer un coût d'exploitation optimum.

B - INTERVENIR LE PLUS EN AMONT POSSIBLE DANS LES PROJETS DE NOUVEAUX BATIMENTS (neufs ou réhabilitation)

Afin d'optimiser la conception énergétique des nouveaux bâtiments, il est capital d'intervenir le plus tôt possible afin que les intervenants dans l'acte de construire (élus, directeurs et chefs de services, programmeurs, architectes, bureaux d'études,...) prennent en compte cette donnée dès le début du projet.

L'objectif est que dans un concours d'architecture, le programme indique clairement que le confort et la performance énergétique globale (bâti + équipements) seront un des critères de choix du jury chargé de choisir le lauréat.

C.- LA FICHE BATIMENT BASSE ENERGIE

Il s'agit d'une fiche de synthèse rappelant l'objectif politique de la Ville de Montpellier d'assurer le confort des usagers des bâtiments communaux au meilleur coût global, et donnant les grandes lignes essentielles lors de toute opération de réhabilitation ou de construction d'un bâtiment municipal.

Elle est diffusée à l'ensemble des directeurs et chefs de service de la Ville de Montpellier avec une note du secrétaire général. Par ailleurs, elle est donnée systématiquement à tous les intervenants extérieurs lors des premières réunions, afin de rappeler le cap décidé par la municipalité : il s'agit d'un outil très précieux pour orienter l'ensemble des acteurs internes et externes de la Ville de Montpellier vers des bâtiments énergétiquement performants.

Les principaux aspects évoqués sont les suivants :

a - confort d'hiver : très bonne isolation thermique des bâtiments, avec chauffage à eau chaude privilégiant le rayonnement comme mode de diffusion de la chaleur ; interdiction du chauffage électrique en raison de son coût global élevé.

b - confort d'été : éviter les parois tout en verre et protéger les vitrages des apports solaires l'été et en demi-saison par des protections extérieures, et limitation maximale du recours à la climatisation.

c - éclairage : favoriser au maximum l'éclairage naturel, dans le respect du confort d'été évoqué précédemment, et assurer un éclairage artificiel par des luminaires et des sources lumineuses présentant un excellent rendement lumineux : lampes fluocompactes, iodures métalliques, tubes fluo à haut rendement. Limitation maximale de l'éclairage indirect, des lampes à incandescence, halogène en basse tension en raison de leur très mauvais rendement.

Respect de la réglementation des niveaux d'éclairement demandés par le code du travail (200 lux dans les bureaux, 70 lux dans les circulations,...).

d - ventilation : priorité est donnée à la ventilation naturelle des locaux selon la réglementation actuelle, et pilotage des extracteurs, soit sur minuterie pour les cuisines, soit par horloges sur la GTC pour les VOMC.

e - eau chaude sanitaire : production par ballon de stockage raccordé sur la chaudière. Limitation de la température de stockage à 60°C pour limiter les risques de brûlure, les pertes thermiques et l'entartrage.

f - pilotage des installations thermiques : assurer l'utilisation de l'énergie là où il le faut, quand il le faut, pas plus qu'il ne le faut.

Mise en place de systèmes de régulation, de programmation, couplés à une GTC afin d'assurer la

meilleure qualité de suivi et d'utilisation de l'énergie.

D - APPLICATION A LA CONCEPTION ENERGETIQUE OPTIMALE D'UNE ECOLE

La mise en oeuvre des recommandations de cette fiche bâtiments basse énergie a été effectuée lors de la construction de l'école Joseph Delteil en 1994.

Les ratios des consommations réelles de ce bâtiment ont été comparés à ceux d'une école de conception ancienne (mais avec la même installation de chauffage au gaz avec régulation et GTC) :

Ecoles	Année de construction	Toutes énergies		Electricité	
		kWh/m2	FTTC/m2	kWh/m2	FTTC/m2
Joseph Delteil GS	1994	64	22	15	13
Astruc GS	1960	161	42	21	18
Moyenne des écoles		98	32	18	17

Cet écart correspond ainsi, pour une école de 2 000 m², à une économie de :

$$2\,000 \times (42 - 22) = 40\,000 \text{ FTTC/an}$$

Ce qui représente un écart de près de 50% sur les dépenses totales d'énergie entre une école neuve optimisée et une école ancienne.

E.- APPLICATION A LA CONCEPTION ENERGETIQUE OPTIMALE D'UNE PISCINE

La piscine Chamberte, construite en 1994, a été entièrement conçue par le bureau d'étude du service énergie selon les principes suivants :

- Distribution de chaleur

Elle est assurée prioritairement par plancher chauffant sur les plages des bassins et dans les vestiaires afin d'assurer une diffusion de chaleur par rayonnement : c'est le meilleur confort possible pour les usagers en maillot de bain.

De plus, ce système permet un séchage rapide de l'eau après le lavage des sols, d'où moins de salissures et plus de facilité d'entretien, dans les vestiaires notamment.

- Déshumidification de l'air du hall des bassins

Elle est assurée par la modulation de l'air neuf introduit par la centrale de traitement d'air.

Ce système très simple, peu coûteux et fiable assure le talon d'air neuf hygiénique nécessaire (22 m³/h par baigneur), et est régulé selon l'hygrométrie du hall.

En cas d'odeurs anormales (chloramines), le chef de bassin dispose d'un bouton poussoir permettant le fonctionnement en tout air neuf pendant 30 minutes.

En hiver, par temps froid, l'air neuf hygiénique suffit largement à la déshumidification.

- Récupération d'énergie

Un système à caloduc a été installé afin de récupérer l'énergie de l'air extrait pour le préchauffage de l'air neuf hygiénique introduit.

- Isolation

L'isolation du bâti et des vitrages a été très soignée afin d'éviter tout risque de condensation, limiter les déperditions d'énergie et éviter les effets de paroi froide qui nuisent au confort :

- isolation des murs par l'extérieur
- mise en place de vitrages à isolation renforcée (VIR) d'un coefficient $k = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$
- isolation du toit par des panneaux de mousse de verre cellulaire avec joint bitume pour éviter tout transfert de vapeur d'eau vers la toiture.

Cette très bonne isolation permet ainsi de maintenir une hygrométrie moyenne de 70%, contribuant ainsi au confort des usagers (moins d'évaporation sur les baigneurs sortant de l'eau) aux économies d'énergie (moins d'air neuf à insuffler) et à la pérennité du bâtiment en évitant les risques de condensation.

Chiffres-clés

Coût de construction	15 MFTTC (1994)
Coût équipement technique	1,225 MFTTC
Surface utile	1 403 m ²
Volume chauffé	7 803 m ³
Surface plan d'eau	438 m ²
(Un bassin sportif de 25 m chauffé à 28°C° et un d'apprentissage à 29°C, et une température d'air de 27°C)	
Nombre d'entrées annuelles	62 680
Nombre de semaines d'ouverture	50 semaines/an
Consommation d'eau	21 823 m ³ /an
Coefficient G1	0,25 W/m ³ °C

Consommations : (saison 95/96 pour 1 584 DJU)

Gaz	895 Mwh/an	134 500 FTTC/an
Electricité	351 Mwh/an	192 561 FTTC/an
TOTAL	1 246 Mwh/an	327 0611 FTTC/an

Ratios totaux par :

m ² de plan d'eau	2 845 kWh/m ² .an	747 FTTC/m ² .an
m ³ chauffé	159 kWh/m ² .an	42 FTTC/m ³ .an
m ² chauffé utile	888 kWh/m ² .an	233 FTTC/m ² .an

Estimations du temps de retour

des investissements spécifiques à cette piscine

Le coût énergétique d'exploitation par m² de plan d'eau est inférieur de 33% à celui des autres piscines de Montpellier, ce qui représente une économie d'environ 161 000 FTTC/an. Les surcoûts des équipements nouveaux sur cette piscine liés à l'optimisation énergétique sont de :

	Coût moyen	Surcoût	Surface	Total
Caloduc	48 240 FTTC			48 240 FTTC
Vitrage 4/12/4 classique	300 FTTC			
Vitrage VIR (K inf. à 2)	415 FTTC	115 FTTC	260 m ²	29 861 FTTC
Plancher chauffant des plages	260 FTTC		401 m ²	104 156 FTTC
Isolation du hall par l'extérieur		50 000 FTTC		50 000 FTTC
TOTAL GENERAL			232 257 FTTC	

d'où un temps de retour d'environ 2 ans

Les piscines sont les équipements des villes les plus consommateurs d'énergie et aussi les plus complexes. Une attention toute particulière est portée sur la conduite et le pilotage de leurs installations de chauffage.

F.-APPLICATION A LA CLIMATISATION DE LA MEDIATHEQUE JEAN JACQUES ROUSSEAU

a) Optimisation énergétique

D'une surface de 2 000 m², ce bâtiment a été conçu selon la fiche « bâtiment basse énergie » évoquée plus haut, mais compte tenu des apports internes importants (postes multimédias), sa climatisation était nécessaire.

Le bureau d'étude associé à l'architecte avait proposé dans un premier temps une puissance de climatisation de 250 kW, soit un ratio de 125 W/m².

Après une étude simplifiée du service énergie, notamment en comparant les ratios de climatisation d'autres bâtiments communaux, le dimensionnement de la climatisation est passé à 160 kW, soit 80 W/m².

Cette valeur nous semblant encore importante, compte tenu des protections solaires mises en oeuvre, de l'éclairage à haut rendement installé, nous avons confié à un bureau d'étude spécialisé en optimisation du confort thermique le calcul exact des besoins en climatisation.

Cette étude qui a coûté 25 000 FTTC, a été subventionnée à 50% par l'ADEME, et a permis de déterminer une puissance de climatisation de 100 kW seulement, soit 50 W/m².

Globalement, la puissance froid a donc été divisée par 2,5 entre le premier chiffrage et la puissance réellement installée, dont la valeur a été prise avec une marge de sécurité par ailleurs.

Cette installation a fonctionné durant l'été 1998 et a donné entière satisfaction, notamment malgré une période de forte chaleur de 15 jours.

Cet exemple montre clairement que l'optimisation de la conception énergétique est possible, que les logiciels de dimensionnement classiques (souvent réalisés par les constructeurs, notamment pour la climatisation...) prennent des marges beaucoup trop grandes, et qu'une expertise indépendante auprès du maître d'ouvrage permet d'obtenir non seulement des économies d'investissement importantes, mais aussi des gains en fonctionnement (une installation surdimensionnée a un mauvais rendement).

b) Comparaison avec une autre médiathèque récente

La comparaison a été effectuée avec la médiathèque tout électrique de l'Hérault qui a reçu le trophée « qualité-ville » d'EDF en 1998 :

EQUIPEMENT	COUT ENERGETIQUE TOTAL FTTC/an	SURFACE m ²	VOLUME m ³	Ratios annuels des dépenses d'énergie	
				FTTC/m ²	FTTC/m ³
Jean Jacques Rousseau Montpellier (1)	77 597	1 935	8 068	40	9,6
Victor Hugo Montpellier (1)	61 604	1 000	5 000	61	12,3
Médiathèque tout électrique (2)	117 335	1 000	4 200	117	27,9
Surcoût par rapport à JJ Rousseau				+ 192%	+ 191%

(1) chaufferie gaz + groupe d'eau glacée

(2) pompe à chaleur réversible

On a donc un écart proche de 1 à 3 entre les dépenses de la médiathèque J.J. Rousseau à Montpellier, comparées à celles primée par EDF; les surcoûts si les médiathèques de Montpellier

consommaient autant que l'autre sont alors de :

- Victor Hugo : 117 335 - 61 604 # 55 700 FTTC/an
- J.J. Rousseau : 1 935 x (117.40) # 149 000 FTTC/an

NOTA : * pour mémoire, les dépenses d'énergie estimées par le bureau d'études BEHI pour la médiathèque JJ Rousseau étaient de 120 900 FTTC/an en février 1997.

NOTA : * une étude sur la climatisation dans les bureaux a été effectuée par l'ARENE en provence-alpes-côte d'Azur : ils y indiquent un objectif de 50 W/m² à atteindre dans les bureaux.

* une autre médiathèque de Montpellier, Victor Hugo, avait été conçue sans climatisation en 1995 selon le concept bâtiment basse énergie, et le premier été, des températures de 29 à 30°C ont été atteintes, malgré une surventilation nocturne, en raison notamment des micro-ordinateurs. Une climatisation complémentaire a été installée en 1997, avec un ratio de 50 W/m² et a permis d'atteindre des températures de confort de 25 à 26°C en été ; les consommations d'électricité seule sur trois ans ont été les suivantes :

95/96 :	51 Mwh	42 kFTTC
96/97 :	62 Mwh	54 kFTTC
97/98 :	53 Mwh	44 kFTTC

On s'aperçoit ainsi que le surcoût d'électricité est quasiment nul entre la surventilation nocturne effectuée en 95/96 et 96/97 et la climatisation en 97/98.

G - APPLICATION A LA CONCEPTION DE LA BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE A VOCATION REGIONALE D'ANTIGONE (BMVR)

a - Données clés

- 15 700 m² de SHON
- 11 100 m² utiles chauffés et climatisés
- début construction : 1997
- mise en service : automne 2000
- 110 MF HT de marchés de travaux
- maître d'ouvrage délégué : Société d'Equipement de la Région Montpelliéraine
- architecte : Atelier d'Architecture CHEMETOV et HUIDOBRO
- BET tous corps d'états : OTH Méditerranée.

b - Méthodologie suivie pour l'optimisation énergétique de la BMVR

Dès l'élaboration du programme, l'accent a été mis sur l'importance que les candidats du concours d'Architecture devaient accorder aux coûts d'exploitation, notamment énergétiques tout en assurant un bon confort aux utilisateurs futurs de la BMVR :

- des prescriptions sur les techniques, isolation, rendement lumineux étaient à respecter
- une fiche prévisionnelle des consommations et coûts énergétiques devait être renseignée par les candidats.
- il était signifié aux candidats que leur projet ferait l'objet d'une simulation thermique par un bureau d'étude spécialisé en optimisation énergétique, et que leurs conclusions seraient données au jury, et serait un des critères de choix du lauréat.
- le même bureau d'étude assisterait le maître d'ouvrage pour les choix des matériaux, équipements et leur dimensionnement jusqu'à l'APD.

c - La mission d'expertise technique

Elle a été confiée au bureau d'études OASIIS pour un coût de 180 000 FTTC, subventionnée à 50% par l'ADEME.

Sa première phase a consisté à analyser les quatre projets en compétition et à établir un tableau comparatif des coûts énergétiques prévisionnels.

La qualité intrinsèque du projet CHEMETOV-HUIDOBRO sur le plan thermique a effectivement été un des critères qui ont conduit au choix du jury.

Dans un second temps, l'étape la plus importante a été de modéliser l'ensemble du projet du lauréat, avec 60 zones différentes, et de simuler le comportement thermique dynamique prévisionnel du bâtiment (logiciel TAS) à partir des hypothèses d'éclairage, de fréquentations, d'horaires d'ouverture, de niveaux de températures intérieures, des matériaux et isolations, et des fichiers météo réels de Montpellier avec les données horaires de températures, d'ensoleillement, les ombres portées par les autres bâtiments,.. sur toute une année.

De nombreux scénarii ont été étudiés (une trentaine) en faisant varier notamment le coefficient k et le facteur solaire des vitrages, et les résultats obtenus ont été comparés à ceux obtenus par le bureau d'étude OTH associé à l'architecte (qui utilisait la méthode CARRIER pour le dimensionnement de la climatisation).

d - Bilan global du dimensionnement

Le tableau suivant donne l'évolution des puissances, consommations et dépenses prévisionnelles en chauffage et climatisation de la BMVR entre la fiche rendue par l'architecte au moment du concours, et la fiche de l'optimisation énergétique :

SOURCE	OTH à la remise du projet	OASIIS après optimisation	Puissances installées
Puissance chaud (kW)	1665	447	700
Puissance froid (kW)	1624	525	650
Consommations chaud (Mwh)	745	183	
Consommations froid (Mwh)	576	206	
Dépenses chaud (kFttc/an)	323	83	
Dépenses froid (kFttc/an)	401	132	
Dépenses totales (kFttc/an)	724	215	
Economie par rapport à la solution de base (kFttc/an)		509	

On constate donc un écart de - 965 kW (-58%) et de - 974 kW (- 60%) respectivement pour les puissances chaud et froid entre les valeurs annoncées par le lauréat et celles installées (il s'agit des puissances de raccordement payées au réseau montpellierain de chauffage et de climatisation - RMCC), sachant que la réalité des puissances qui seront souscrites sera déterminée par les puissances vraiment appelées sur les réseaux (une surpuissance a été mise en place entre les valeurs OASIIS et les puissances installées pour assurer l'intermittence et une remontée rapide des températures).

L'écart prévisionnel des dépenses d'énergie est de 509 000 FTTC/an.

Pour la climatisation, on arrive ainsi à un ratio de 59 W/m², et une division entre la puissance prévue et celle installée de 2,56.

Pour les consommations, il reste maintenant à faire fonctionner la BMVR pour comparer la réalité aux simulations présentées.

e - Eléments thermiques choisis pour le chauffage et la climatisation de la BMVR

- plancher chauffant et rafraîchissant au RDC
- vitrages à isolation renforcée ($k = 1,6 \text{ W/m}^2\text{°C}$)
- façade sud très faiblement vitrée (magasins pour les livres)
- façades est et ouest protégées des apports solaires directs en été par des stores intégrés dans le double vitrage et manoeuvrables entre l'été (fermeture) et l'hiver (ouverture)
- chauffage et climatisation par ventilo convecteurs et centrales de traitement d'air à variateurs électroniques de vitesse
- éclairage à haut rendement
- gestion technique centralisée des installations climatiques.

f - Incidence de l'optimisation énergétique sur le coût de construction

Il est intéressant d'évaluer dans le coût total du bâtiment l'incidence de l'optimisation énergétique. Le surcoût en vitrages est connu, soit 1,6 MFHT environ.

En revanche, l'économie résultante sur les taxes de raccordement aux réseaux chaud et froid, ainsi que sur les installations thermiques, est plus délicat à cerner. Le calcul a pourtant été fait pour les deux groupes de façades qui sont prépondérantes du point de vue des échanges thermiques, à savoir façade Nord d'une part, et groupes des façades Est et Ouest d'autre part.

- Pour la façade Nord, de 1 700 m² et qui éclaire les grandes salles ouvertes au public, le choix concernait :

- soit un vitrage à isolation renforcée, performant en hiver mais avec l'inconvénient d'accroître l'effet de serre en été. Pour ce vitrage, on a couramment $k = 1.6$ et un facteur solaire de 0.8

- soit un vitrage à faible facteur solaire, plus coûteux mais avec $k = 1.7$ et un facteur solaire de 0.45

un calcul a été fait en phase APD, dont il ressortait que le surcoût des vitrages, estimé à 700 000 F était compensé :

* par une économie d'investissement sur les droits de raccordements aux réseaux urbains chaud et froid, de 437 000 F, la puissance souscrite étant abaissée d'autant.

* par une économie de fonctionnement de 50 000 F annuels.

Le temps de retour étant alors de 5 ans.

Ce calcul ne tient pas compte de l'économie réalisée sur le dimensionnement des équipements de distribution (échangeurs, caissons de traitement d'air, gaines, etc...). Une estimation grossière de cette économie consiste à considérer l'impact relatif de l'optimisation de la façade Nord sur la puissance installée mesurée au travers des droits de raccordement, soit 15%, en regard du coût total des installations d'échange et distribution, soit 8 MF sur les 14 MF du lot.

Alors, en tenant compte d'un coefficient d'élasticité coût, puissance installée de 0.7. L'économie correspondante est de $8\ 000 \times 0.6 \times 0.15 = 720\ \text{KF}$.

Alors, il n'y a plus surcoût mais économie d'investissement.

- Un calcul analogue a été fait pour les groupes de façades Est et Ouest.

Dans ce cas, le choix était à faire entre une solution vitrage à faible facteur solaire, et vitrage à stores intégrés. Le résultat donne un avantage immédiat à la seconde solution, puisque l'économie en droit de raccordement (225 KF) vient plus que compenser le surcoût (112 KF).

Ces deux exemples permettent d'affirmer que l'exercice d'optimisation a réduit le coût global d'investissement de la bibliothèque, et n'a pas augmenté le coût de construction, lequel ne comprend pas les taxes de raccordement.

H - APPLICATION A LA FUTURE PATINOIRE DE MONTPELLIER

La même méthodologie que pour la BMVR a été mise en oeuvre par le maître d'ouvrage délégué,

la SERM, et l'architecte lauréat a été désigné en juillet 1998.

La problématique de l'optimisation énergétique d'une patinoire est sensiblement différente de celle d'un bâtiment « chaud », mais outre l'importance de sensibiliser les candidats sur les aspects thermiques dès le concours, les simulations déjà effectuées montrent l'importance de certains paramètres :

- plafonds réfléchissants pour limiter le rayonnement froid vers le plafond
- puissance froid nécessaire pour la déshumidification
- récupération de l'énergie des groupes froids par des planchers chauffants basse température pour chauffer les locaux annexes et les gradins.

5 - LE RESEAU MONTPELLIERAIN DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION

En 1980, la ville de Montpellier a confié la réalisation de ce réseau à la SERM (Société d'Équipement de la Région Montpelliéraine). La première tranche est lancée dans le cadre de l'aménagement de la ZAC d'Antigone. Aujourd'hui, ce réseau implanté au cœur des nouveaux quartiers de Montpellier, alimente une clientèle diversifiée : 250 000 mètres carrés de bureaux, 7 000 logements, des hôtels, des centres commerciaux ainsi que les principaux équipements publics tels que l'Hôtel de Ville, l'Hôtel du district, l'Hôtel de la région, la piscine olympique d'Antigone, le Corum-Opéra/Palais des congrès, des administrations, des lycées et la future bibliothèque municipale à vocation régionale.

Le réseau possède une surpuissance de production qui lui permet de subvenir à tous les besoins, même dans des conditions climatiques extrêmes. La diversité des énergies et des équipements, et le maillage des réseaux (chaud et froid) garantissent une grande sécurité d'approvisionnement aux usagers. La SERM fournit une assistance technique et une mission de conseil aux syndicats et aux entreprises. La surveillance et l'entretien sont assurés 24 heures sur 24 par une équipe de professionnels. L'absence de nuisance, le respect de l'esthétique des bâtiments par la suppression des cheminées et autres émergences, l'utilisation de nouveaux fluides frigorigènes protégeant la couche d'ozone sont autant d'actions menées pour préserver l'environnement.

De plus, l'utilisation d'énergies fossiles pour le chauffage, en substitution de l'électricité, reflète la volonté de la ville de ne pas favoriser le tout-nucléaire. Enfin, les coûts d'énergie sont rendus moins chers et plus stables grâce à l'achat en grandes quantités, la diversité des approvisionnements et l'utilisation de technologies industrielles performantes.

Des investissements importants - 130 millions de francs - ont été effectués ces dix dernières années dans l'économie locale, dynamisant ainsi ce nouveau secteur d'activité. L'utilisation du charbon, énergie principale du réseau avec plus de 5 000 tonnes par an, a contribué au maintien de l'emploi dans les bassins miniers du Sud de la France (Alès, Carmaux, Le Bousquet d'Orb). Un savoir-faire local a été développé pour la maintenance de ces installations performantes à caractère industriel, entraînant la création d'une vingtaine d'emplois.

Confrontée à de nouveaux besoins en chaleur, la SERM, concessionnaire du réseau de chaleur de la ville de Montpellier, initie en 1995 une étude de faisabilité sur l'installation d'une centrale de cogénération. Cette étude, financée par l'ADEME, conduite par SINERG (filiale du groupe Caisse des dépôts et consignations) et SERETE Industries, confirme l'intérêt du projet qui sera mis en œuvre dès janvier 1996.

On appelle cogénération un cycle de transformation dans lequel on produit et on valorise simultanément deux énergies, à partir d'un combustible : l'électricité et la chaleur. Cette technologie permet d'obtenir des rendements énergétiques nettement supérieurs (80%) à ceux observés pour les centrales de production électrique classiques (35%), qu'elles soient à combustible fossile ou nucléaire. Le système emploie comme énergie primaire un combustible propre, le gaz naturel, ce qui contribue de façon significative au respect de l'environnement.

La centrale de cogénération d'Antigone est constituée de deux moteurs alimentés par le gaz naturel approvisionné par GDF. Elle produit de l'électricité et de la chaleur utilisées respectivement par EDF et le réseau de chauffage urbain. Pour réussir son intégration au cœur du quartier d'Antigone, un soin particulier a été apporté tant au niveau architectural, que pour éviter toutes nuisances sonores et limiter les rejets gazeux. La centrale est composée de deux moteurs à gaz de 16 cylindres en V, avec système de combustion bas Nox et pot catalytique. L'électricité est produite par un alternateur en 660 volts, et revendue en 20 000 volts sur le réseau moyenne tension EDF. La chaleur est récupérée sur les circuits de refroidissement haute température et sur les gaz d'échappement des moteurs.

La SERM a confié à SINERG une mission de maîtrise d'ouvrage déléguée, associée à un financement en tiers investissement de la globalité de l'opération. En coordination étroite avec les services techniques et administratifs de la SERM, SINERG a géré :

- les appels d'offres du maître d'oeuvre et des entreprises ;
- les déclarations et demandes de certificats et autorisations ;
- la rédaction et la négociation du contrat de maintenance et d'exploitation ;
- le suivi et la réception du chantier.

Par un montage financier calé sur les économies réellement constatées dans les années à venir, la SERM est assurée de la rentabilité de cette installation.

Les chiffres clés

ELECTRICITE

- Puissance électrique : 3 700 kW
- Tension du transformateur : 660 V/20 kW
- Production annuelle : 15 500 Mwh
- Rendement électrique : 36,8%

LE BILAN ECONOMIQUE (HT)

- Investissement : 18,3 millions de francs
- Economie : 7 millions de francs par an sur la facture EDF ; 2,7 millions de francs par an sur le chauffage
- Charges annuelles : 5,6 millions de francs par an.

THERMIQUE

- Puissance thermique : 4 500 kW
- Température de production : 90°C
- Production annuelle : 20 250 Mwh
- Rendement thermique : 44,3%

LES CHIFFRES CLES

- Durée des travaux : six mois
- Mise en service : 12 novembre 1996
- Rendement global : 80%
- Performance acoustique : émergence = 0
- Durée de fonctionnement : 4 500 heures par an.

6 - LE PROJET DE TRAMWAY DU DISTRICT DE L'AGGLOMERATION DE MONTPELLIER

En l'an 2000, une ligne de tramway traversera la ville de Montpellier du nord-ouest au sud-est, du stade de la Mosson au Millénaire, à proximité de Port Marianne. La mise en service de cette première ligne de tramway sera conjuguée avec un redéploiement des autobus de la SMTU (Société Montpelliéraine de

Transport Urbain).

L'itinéraire de la première ligne de tramway desservira directement les secteurs de la Paillade, Euromédecine, les hôpitaux, les facultés, le centre avec la place de la Comédie, les gares SNCF et routières, Antigone, les Consuls de Mer. Au total, vingt-huit stations seront prévues sur les 15,2 kilomètres de la première ligne. Des autocars départementaux, des autobus de la SMTU seront en relation avec le tramway dans des stations d'échanges, étudiées pour des correspondances quai à quai.

Un projet qui n'est pas seulement une solution au problème des transports, mais qui vise à structurer le district de l'agglomération de Montpellier autour d'un axe vital. Aujourd'hui, il y a, dans l'agglomération de Montpellier, plus de 800 000 déplacements mécanisés par jour, et les bus en assurent 17%. Il faut savoir que le taux de motorisation (0,41 voiture par personne) est très élevé, et ne cesse de croître. La vitesse moyenne d'une automobile en centre-ville, de 20 km/h aujourd'hui, serait ramenée de fait à 14 km/h en l'an 2000 selon les prévisions. D'où la décision d'implanter le tramway à Montpellier, qui paraît aujourd'hui la solution la meilleure à beaucoup de villes. Le tramway réunit en effet plusieurs qualités : la fiabilité, la rapidité et la non-pollution.

La mise en oeuvre, en l'an 2000, du tramway, coïncidera avec l'arrivée du TGV Paris-Montpellier, en 3h15, et avec la généralisation de la loi sur l'air. Selon une enquête de la Chambre de Commerce et d'Industrie, les trois quarts des Montpelliérains sont favorables au tramway et l'attendent. Il ne devrait pas les décevoir : climatisé, largement vitré, il sera sur rails encastrés dans la chaussée et monté sur système anti-vibrations. Le plancher sera à une trentaine de centimètres du sol, d'où une absence d'embranchement facilitant l'accès de toutes les personnes. Les rames auront une capacité de 220 personnes pour une longueur de 30 mètres pouvant passer à 40. La largeur de la rame de tramway sera comprise entre 2,50 et 2,65 mètres. Quant à l'écartement des voies, ce sera le standard de type ferroviaire, soit 1,43 mètre, afin de permettre ultérieurement l'interconnexion avec le réseau SNCF. Un appel d'offres a été lancé pour le matériel roulant (vingt huit rames au total) et le choix sera fait au deuxième trimestre 1997. Le coût total hors taxes de la ligne sera de 2,18 milliards, pour une longueur de 15,2 kilomètres.

Le maître d'ouvrage est le district de l'agglomération de Montpellier, et le maître d'ouvrage délégué la SMTU (Société Montpelliéraine des Transports Urbains), tandis que le maître d'oeuvre en matière de projet est la Semaly, qui a déjà réalisé les réseaux de tramway de Strasbourg, Nantes et Grenoble. Sur le montant total de l'investissement, 1,5 milliard de francs environ devrait bénéficier au secteur du BTP, ce qui est particulièrement attendu dans la région.

Parmi les objectifs fondamentaux des responsables de la cité, remarquons une intermodalité très forte permettant les échanges avec les trains, les bus, les automobiles (grâce à des parkings et à une tarification spéciale) et les vélos, mais aussi, en matière d'urbanisme, le maintien de l'identité de chaque quartier. Une mission a été confiée au cabinet d'architectes Garcia-Diaz de Montpellier. En clair, le tramway ne doit pas conduire à une banalisation architecturale de la ville mais, au contraire, être l'occasion de faire ressortir les caractéristiques de chaque secteur de la ville. De la même façon, la construction de la première ligne (qui pourrait être suivie par deux autres) sera l'occasion de planter 1 200 arbres appartenant souvent à des variétés méditerranéennes : palmiers, magnolias (qui doit son nom à Magnol, un Montpelliérain), micocouliers, oliviers. Une préoccupation supplémentaire qui confirme - si besoin était - que le tramway s'inscrit bien dans un projet d'aménagements du district de Montpellier.