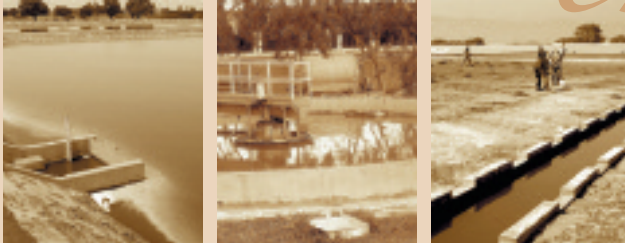


Série Évaluation et capitalisation



exPost
ExPost

Améliorer la qualité énergétique des bâtiments : les leçons de quatre programmes FFEM en Chine, au Liban et en Tunisie

Alain RIES et Diane SZYNKIER, division de l'Évaluation, AFD

Département de la Recherche

Division Évaluation et capitalisation

Agence Française de Développement
5, rue Roland Barthes 75012 Paris < France
www.afd.fr

Avertissement

Les analyses et conclusions de ce document sont formulées sous la responsabilité de ses auteurs. Elles ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel de l'Agence Française de Développement ou des institutions partenaires.

Directeur de la publication : Jean-Michel SEVERINO

Directeur de la rédaction : Jean-David NAUDET

ISSN : 1958-590X

Dépôt légal : septembre 2008

Mise en page : Vif-Argent

SOMMAIRE

Préambule		5
Liste des sigles		6
Résumé analytique		9
Introduction		13
1. Pertinence		14
1.1	Des contextes énergétiques favorables à la mise en place des mesures d'économie dans la construction	14
1.2	Des normes et réglementations locales peu développées justifiant des propositions de coopération adaptées	16
1.3	Des projets cohérents avec la stratégie d'intervention du FFEM	17
2. Efficacité		18
2.1	Une sélection préalable des promoteurs qui nécessite une implication forte de la maîtrise d'ouvrage locale	18
2.2	Des améliorations techniques simples à la portée des entreprises locales	19
2.3	De surcoûts limités dont les modalités de financement ont donné lieu à de longues négociations	22
2.4	Un suivi thermique des opérations de démonstration qui aurait gagné à être plus étendu	23
2.5	Au niveau des opérations pilotes, une amélioration spectaculaire de l'efficacité énergétique	24
2.6	Des actions de dissémination des résultats substantielles gagnant à être intégrées dans de véritables stratégies de communication	25
3. Efficience		26
3.1	Des délais importants pénalisants pour l'efficience des programmes	26
3.2	Des montages institutionnels complexes	27
3.3	Un suivi administratif et comptable mobilisateur de ressources	30

4.	Impacts	32
4.1	Des impacts substantiels sur les milieux professionnels	32
4.2	Des impacts auprès des industriels significatifs mais très ciblés	34
4.3	Des impacts réglementaires difficiles à isoler	35
4.4	Des bénéfices partagés entre amélioration du confort et économies d'énergie	37
5.	Viabilité	39
5.1	Des obstacles techniques et économiques à lever	39
5.2	L'importance de la tarification de l'énergie	40
5.3	Le besoin d'une ingénierie financière spécifique et la question des incitations publiques	41
5.4	L'adaptation dans le temps des normes et règlements	42
6.	Conclusions et perspectives	43
6.1	Un processus innovant qui permet d'envisager aujourd'hui des dispositions plus sévères	43
6.2	Un marché de l'efficacité énergétique dans la construction neuve qui doit être étendu	43
6.3	L'enjeu de la réhabilitation thermique du parc existant de logements	44
6.4	Vers de nouvelles formes urbaines	45
Annexes		47

Préambule

Le présent rapport constitue la synthèse des évaluations rétrospectives de quatre programmes d'efficacité énergétique dans la construction qui ont bénéficié de financements du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM). Ces différents travaux ont été menés, à la demande du FFEM, par la division Evaluation et capitalisation de l'Agence Française de Développement (AFD).

Ces évaluations ont été réalisées au Liban en juin 2006, en Tunisie en juin 2007 et en Chine (deux programmes) en mars 2008. Elles ont chacune donné lieu à un rapport d'évaluation spécifique qui est disponible auprès du FFEM et de l'AFD.

L'objet de l'évaluation rétrospective est de formuler une opinion motivée sur la pertinence, l'efficacité, l'efficience, les impacts et la viabilité des programmes financés au regard du contexte, de la politique et des procédures d'intervention du FFEM. Les évaluateurs ont examiné les réalisations des projets en fonction des objectifs qui étaient fixés et des finalités de développement du FFEM. Ils ont, par ailleurs, procédé à l'examen de leurs processus de préparation et d'exécution dans leurs différentes phases d'identification, d'instruction, de mise en œuvre et de suivi.

Les observations, appréciations et recommandations exprimées le sont sous la seule responsabilité des évaluateurs.

Liste des sigles

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (France)
AFD	Agence Française de Développement
ALMEE	Association libanaise pour la maîtrise de l'énergie et pour l'environnement
ANME	Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie (Tunisie)
CES	Chauffe-eau solaire
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment (France)
DOST	<i>Department of Science and Technology (Chine)</i>
DT	Dinar tunisien
ECSS	Eau chaude sanitaire solaire
ESC	<i>Energy Service Company</i>
FEE	Fonds d'efficacité énergétique
FEM	Fonds pour l'environnement mondial (GEF en anglais)
FFEM	Fonds français pour l'environnement mondial
FNME	Fonds national de maîtrise de l'énergie (Tunisie)
GES	Gaz à effet de serre
GRS	Garantie de résultats solaires
LCECP	Lebanese Center for Energy Conservation Project
LIBNOR	Agence libanaise de normalisation
MAEE	Ministère des Affaires étrangères et européennes (France)
MEEDDAT	Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (France)
MEDA	Programme de l'Union européenne concernant la zone euro-méditerranéenne
MEFE	Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Emploi (France)
MEL	Ministère de l'Environnement (Liban)
MESR	Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (France)

MOC	<i>Ministry of Construction (Chine)</i>
MOUS	Maîtrise d'œuvres urbaines et sociales
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
PEEC	Projet d'efficacité énergétique dans la construction
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
PVC	(Poly)chlorure de vinyle
RTEBNT	Réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs en Tunisie
RTMB	Réglementation thermique maghrébine des bâtiments
t eq CO ₂	Tonne équivalent de dioxyde de carbone
Tep	Tonne équivalent pétrole

Résumé analytique

Présentation et pertinence des programmes financés

Le FFEM s'est engagé, dès sa création, dans le montage et le financement de programmes d'efficacité énergétique dans la construction. Il s'est appuyé pour cela sur l'expertise constituée en France à l'occasion de la mise en place des premières réglementations thermiques.

Une première subvention a été accordée en avril 1997 pour un montant de 868 959 € au Liban. Elle a été suivie en mai 1998 d'une subvention de 1 900 000 € à l'Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME) en Tunisie, puis de quatre financements successifs en Chine à partir d'octobre 1999 pour un montant global de 5 984 500 €. Au total, les subventions apportées par le FFEM en faveur des programmes évalués s'élève à 8,75 millions €¹.

Les programmes financés présentent tous la caractéristique d'associer la réalisation de bâtiments économes en énergie, avec des surcoûts limités (5 à 10 %), à des mesures de renforcement des capacités des acteurs du secteur de la construction et d'accompagnement institutionnel au niveau de l'élaboration de normes et labels de manière à diffuser les résultats acquis au niveau des opérations pilotes.

Ils se sont avérés pertinents par rapport à leur contexte d'intervention : le secteur de la construction était dans les trois pays concernés en développement rapide et peu réglementé avec des logements de qualité thermique médiocre générant de l'inconfort ou une surconsommation d'énergie relativement importante. Les pays se caractérisaient, soit par une absence de réglementation thermique, soit par une mise en œuvre effective des réglementations existantes très faible, justifiant des propositions d'accompagnement spécifique dans chaque contexte. En ce qui concerne le FFEM, la sélection des pays d'intervention répond à une démarche volontariste en Chine et à des contacts préexistants au Liban et en Tunisie.

Les programmes ont été lancés alors que les prix du baril avaient atteint leurs niveaux les plus bas des quinze dernières années. Montrer l'intérêt de mesures d'efficacité énergétique dans la construction à travers des opérations pilotes était pertinent dans un tel contexte qui n'incitait guère les Etats à prendre des mesures draconiennes comme la France l'avait fait après les deux premiers chocs pétroliers.

¹ Un financement de 1 350 000 € a été accordé ultérieurement en 2004 pour la diffusion de bonnes pratiques d'efficacité énergétique dans le secteur de la construction des bâtiments publics en Afghanistan.

Exécution et résultats des programmes

Le premier volet des programmes financés est l'identification, la conception, la construction et le suivi d'opérations pilotes, menées avec des professionnels publics et privés essentiellement dans le secteur résidentiel neuf mais aussi, en Chine, dans la réhabilitation d'immeubles à usage d'habitation et, en Tunisie, dans des bâtiments tertiaires.

Des améliorations simples ont été apportées essentiellement sur l'isolation extérieure et plus rarement sur la conception architecturale ou sur des équipements énergétiquement efficaces. Les surcoûts ont pu être contenus dans la fourchette visée en obtenant des réductions de consommation énergétique remarquables de l'ordre de 33 % en Tunisie, entre 30 et 50 % au Liban, de 50 % dans un premier temps en Chine, puis de 65 % sur les dernières opérations. Des campagnes de mesures ont été réalisées quasi systématiquement mais avec des approches hétérogènes et pas toujours rigoureuses. Les bénéfices se partagent entre amélioration du confort et économies d'énergie.

Le calcul des surcoûts et plus encore leurs modalités de financement ont donné lieu à de longues négociations. Si le FFEM a accepté de prendre en charge les surcoûts liés à l'apprentissage, il ne souhaitait pas s'impliquer dans les surcoûts de construction eux-mêmes. Cette logique a été très difficile à faire admettre par les partenaires locaux et elle n'a pu être mise en œuvre que dans quelques programmes en Chine.

La mise à disposition des résultats des opérations pilotes et les actions de sensibilisation aux mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment occupent une place essentielle pour assurer la diffusion des bonnes pratiques. De nombreuses plaquettes, des films et sites internet, des séminaires et formations ont été réalisés. A l'instar de ce qui a été fait en Tunisie, les actions menées gagnent à être intégrées dans des stratégies globales de communication impliquant des professionnels capables de créer et gérer de l'événementiel.

Le délai moyen de réalisation d'un programme entre la décision de financement et la date du dernier versement des fonds ressort à 7,5 ans. Si on tient compte de la phase d'identification et d'instruction des concours, la durée moyenne des programmes d'efficacité énergétique est de l'ordre de 10 ans, dépassant en moyenne de plus de deux ans les estimations initiales. Ces délais sont pénalisants pour l'efficacité générale. Que les programmes avancent ou non, il faut maintenir en place les chefs de projet ou déclencher des missions régulières de suivi. De plus, les délais sont démobilisateurs pour les experts qui ne travaillent qu'à temps partiel sur le programme.

Le premier facteur explicatif des délais tient aux difficultés inhérentes au montage des opérations pilotes. Une bonne sélection préalable des promoteurs est un élément clé de réussite des programmes. L'implication des maîtrises d'ouvrage locales est déterminante à cet égard.

Le deuxième facteur est lié au montage institutionnel. L'organisation générale du FFEM qui est une structure légère et son orientation vers l'innovation conduisent à donner un rôle central dans le montage et le suivi des programmes à une maîtrise d'ouvrage déléguée et une maîtrise d'œuvre fortes. Cette dernière va assurer la coordination et le suivi des différents volets du programme en mobilisant les expertises nécessaires tout en veillant à les inscrire dans le cadre de coopération défini par le maître d'ouvrage. Cette organisation générale a été particulièrement délicate à mettre au point puis à être rendue opérationnelle en Chine où le FFEM intervenait pour la première fois.

Le dernier facteur concerne les modalités de gestion. Caractérisés par un grand nombre d'acteurs et de marchés pour des montants peu importants, les programmes conduisent à une gestion administrative et comptable conséquente. Alors que les programmes nécessitent souplesse et réactivité, notamment vis-à-vis des promoteurs, il faut veiller à ne

pas aggraver les conditions de gestion par des procédures pénalisantes en termes de délais.

Au-delà des résultats immédiats des opérations pilotes, les impacts des programmes sont conséquents.

Au niveau des milieux professionnels, un nombre significatif d'architectes et d'ingénieurs a été formé aux techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique dans la construction. Les programmes ont eu des impacts réels et observables sur les industriels produisant des matériaux isolants dont le marché est en plein développement. Des associations de professionnels ont été créées.

Les experts français ont été largement associés aux travaux. La plupart du temps de grande qualité, ils ont été conduits sur place par des équipes nationales. Les retombées sont plus limitées pour les industriels français, en raison des préconisations simples qui ont été faites et qui sont en général à la portée des entreprises locales.

Les programmes se sont associés aux démarches réglementaires engagées dans les pays. Des actions ont été menées. Elles ont eu un impact positif avec une accélération et des améliorations par rapport aux processus engagés par les pays. Les impacts propres à l'action du FFEM sont cependant, sauf cas particulier, difficiles à isoler.

Enseignements et recommandations

a) Etendre le marché de l'efficacité énergétique dans la construction neuve

Dans les trois pays, l'émergence d'un marché privé étroit a été constatée, qui développe des logements énergétiquement efficaces. L'enjeu est d'arriver à changer d'échelle en étendant les innovations actuelles et en encourageant la mise au point de nouvelles innovations.

Dans cette optique, la démarche de labellisation présente deux intérêts majeurs : renforcer progressivement la réglementation et récompenser les promoteurs anticipant les normes en certifiant leurs bâtiments.

La tarification de l'énergie conditionne la rentabilité des améliorations énergétiques. Un blocage des tarifs peut limiter artificiellement les possibilités d'investissement dans l'amélioration énergétique. La structure des tarifs joue également un rôle pour inciter ou au contraire pénaliser certains types ou niveaux de consommation. Une analyse fine de la tarification de l'énergie et de ses incidences sur les programmes d'efficacité énergétique est à intégrer dès l'étude de faisabilité, dans la mesure où elle peut influencer la définition du programme.

Le troisième levier avec la réglementation thermique de la construction et la tarification de l'énergie permettant la diffusion des innovations de l'efficacité énergétique est constitué par les incitations financières et fiscales. Dans un contexte de ressources budgétaires limitées, la diffusion sur une vaste échelle de l'efficacité énergétique dans les bâtiments peut difficilement reposer sur des subventions publiques. Ces dernières devraient être ciblées pour permettre la diffusion des améliorations dans le parc de logements sociaux dont les coûts de production sont très contraints mais aussi pour encourager ceux qui vont au-delà des obligations légales.

b) Renforcer l'innovation financière en accompagnement des programmes

Les programmes font ressortir un besoin de préfinancement des équipements et des améliorations thermiques que les bénéficiaires ne peuvent pas toujours assumer.

Cette question centrale pour la diffusion des innovations est peu abordée dans les programmes évalués qui se sont plus focalisés sur les aspects techniques et les surcoûts d'investissement. Elle mérite de donner lieu à une production intel-

lectuelle particulière afin de préciser la nature des besoins et les réponses qui peuvent être apportées, notamment au travers des opérateurs spécialisés qui se positionnent sur ce marché, les *Energy Service Companies* (ESCO).

Des mécanismes financiers spécifiques (garanties de résultats, partage de risques, ligne de crédit) sont à imaginer au niveau de chaque pays en liaison avec des établissements financiers qui pourront, dans un deuxième temps, contribuer à les mettre en place. Une démarche de ce type est d'ailleurs en cours dans le Wuhan (Chine) avec le soutien de l'AFD.

c) Prendre en compte l'enjeu majeur de la réhabilitation thermique du parc existant

A l'exception du deuxième programme conduit à partir de 2004 dans la province du Heilongjiang en Chine, les programmes se sont concentrés sur les améliorations des performances thermiques des bâtiments neufs.

Il est plus facile et moins coûteux d'intégrer des modifications thermiques dès la conception des bâtiments. Cependant, le marché du neuf est de moins en moins celui qui présente le plus grand potentiel de réduction de consommation d'énergie. Alors que le secteur du bâtiment représente selon les pays entre 30 et 35 % de la consommation d'énergie, s'attaquer à la réhabilitation thermique du parc existant est un enjeu majeur.

Sauf cas particulier, les techniques d'amélioration sont connues et mises en œuvre dans le neuf. Les besoins se situent davantage au niveau du montage social et financier

des opérations. En effet, les premières opérations pilotes menées montrent la complexité d'intervenir en habitat collectif. A l'instar des maîtrises d'œuvre urbaines et sociales développées en France, des approches sociales particulières de la réhabilitation sont à mettre au point dans le contexte particulier de chaque pays. C'est cependant dans le domaine des mécanismes de financement innovants que les attentes sont les plus fortes. De véritables partenariats sont à initier dans ce domaine.

d) Porter l'innovation au niveau des nouvelles formes urbaines

Les opérations pilotes se sont avant tout intéressées à l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. Bien qu'en Chine des recommandations énergétiques appliquées à la disposition architecturale du bâti aient pu être introduites, la majeure partie des préconisations techniques ont concerné l'enveloppe du bâtiment. Les modalités de sélection des opérations pilotes n'ont pas permis d'intervenir suffisamment tôt dans la conception et donc d'être en mesure de proposer des modifications des plans masses.

Il serait souhaitable de lancer de nouveaux projets pilotes pour chercher à améliorer les performances énergétiques de quartiers pris dans leur ensemble, voire d'une ville nouvelle, de manière à limiter leur vulnérabilité à une augmentation massive du coût de l'énergie ou à un réchauffement du climat. Une approche globale intégrant les réseaux de transport, la densité de la ville et la localisation des emplois, des industries et des résidences reste à promouvoir pour diminuer la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.

Introduction

La première réglementation thermique mise en place en France en 1974 à l'issue du premier choc pétrolier définissait des exigences minimales d'isolation (toits, murs, planchers, vitrages, renouvellement d'air) peu élevées dans un premier temps puisqu'elles entérinaient les bonnes pratiques professionnelles du moment, puis renforcées progressivement en 1977, en 1982 et en 1988. Cette action réglementaire développée avec continuité de 1975 à 1988 pour améliorer l'efficacité énergétique des nouveaux bâtiments a été un exemple d'action réussie qui a eu un impact marqué et rentable².

Des compétences ont été constituées à cette occasion, dans un contexte où la priorité absolue était la réduction de la demande de chauffage.

Elles ont ensuite pu être déployées à l'international dans le cadre du programme Rexcoop soutenu par le ministère des Affaires étrangères et européennes (MAEE), et avec le concours de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME). En particulier, un appel à contribution avait été lancé sur des modélisations d'efficacité énergétique dans la construction dans des pays en développement avec des contextes climatiques différents (méditerranéen, tropical humide, ...). Ce sont les bureaux d'études ayant travaillé sur ces problématiques que l'on retrouve dans les partenariats noués à l'occasion des programmes d'efficacité énergétique lancés à partir du milieu des années 1990 avec le soutien financier du FFEM.

Le FFEM est un fonds public bilatéral qui a été créé en 1994 par le gouvernement français à la suite du sommet de Rio. Il a pour objectif de favoriser la protection de l'environnement mondial dans les pays en développement et en transition. Il s'ajoute à la contribution de la France au Fonds pour l'environnement mondial (FEM, GEF en anglais), avec lequel il partage les mêmes domaines d'intervention.

La première subvention du FFEM en faveur d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction neuve a été accordée en avril 1997 pour un montant de 868 959 € au Liban. Elle a été suivie, en mai 1998, d'une subvention de 1 900 000 € à l'Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME) en Tunisie, pour un programme visant également l'efficacité énergétique dans les bâtiments neufs. Enfin, quatre financements successifs ont été accordés en Chine à partir d'octobre 1999 pour un montant global de 5 984 500 €. Au total, les subventions apportées par le FFEM en faveur des programmes évalués s'élèvent à 8,75 millions €³.

Les programmes financés présentent tous la caractéristique d'associer la réalisation de bâtiments économes en énergie avec des surcoûts limités (5 à 10 %) à des mesures de renforcement des capacités des acteurs du secteur de la construction et d'accompagnement institutionnel au niveau de l'élaboration de normes et labels.

² Rapport sur la politique énergétique de la France, Sénat, janvier 2004.

³ Un financement de 1,35 M€ a été accordé ultérieurement en 2004 pour la diffusion des bonnes pratiques d'efficacité énergétique dans le secteur de la construction des bâtiments publics en Afghanistan.

1. Pertinence

Les programmes financés par le FFEM se sont avérés pertinents par rapport à leur contexte local d'intervention, tant énergétique que propre au secteur du bâtiment. Un effort particulier a également été fait pour appréhender les stratégies nationales d'efficacité énergétique dans la construction qui avaient commencées à être mises en place dans les différents pays concernés et proposer en conséquence des actions d'accompagnement en s'appuyant sur des exper-

tises franco-nationales pilotées au double niveau national et français par les structures publiques ou parapubliques qualifiées.

Ces programmes s'inscrivent dans la première génération de subventions accordées par le FFEM dont la création est récente, comme nous venons de le voir. Ils répondent aux objectifs généraux qui ont été fixés au FFEM.

1.1 Des contextes énergétiques favorables à la mise en place de mesures d'économies dans la construction

Les zones retenues pour les interventions correspondent à des cas favorables pour la mise en place de mesures d'économies d'énergies. En ce qui concerne le FFEM, le choix des

trois pays répond à une approche volontariste en Chine et à l'existence de contacts antérieurs au Liban et en Tunisie.

Croissance et amélioration de l'efficacité énergétique en Chine

Le taux de croissance de la Chine (10,2 % en 2006) est l'un des plus élevés au monde : du fait de pénuries de fourniture d'électricité et de charbon qui compromettent la sécurité de l'approvisionnement et son indépendance énergétique, la Chine affiche un objectif de quadruplement de son PIB d'ici 2020 avec un simple doublement de sa consommation d'énergie. L'amélioration de l'intensité énergétique est donc un objectif et un prérequis de la croissance chinoise.

En outre, le charbon représentait 69 % de la production d'énergie primaire en 2005 et 75 % de la production d'électricité en 2006. Cette consommation énergétique massive de charbon pose de réels problèmes de pollution locale dans les villes, et relâche au niveau mondial plus de 5 milliards de tonnes de CO₂ chaque année dans l'atmosphère. Malgré une consommation énergétique par habitant de 60 % encore inférieure à la moyenne de l'OCDE,

la Chine devrait dépasser les émissions de CO₂ des États-Unis d'ici 2010.

L'investissement immobilier, quant à lui, a cru de 20 % par an depuis l'accès à la propriété (1998) et, en 2005, plus de 456 millions de m² devaient être construits, dont 232 dans le secteur résidentiel : le secteur de la construction consomme plus du quart (27,5 % en 2005) de la consommation totale d'énergie du pays et une faible minorité de bâtiments sont économes en énergie. D'autre part les besoins énergétiques du résidentiel en Chine sont conditionnés par le climat : le besoin en chauffage est élevé dans les régions du nord et centrales (à Harbin dans le Heilongjiang, la province la plus septentrionale, la température moyenne d'une journée en janvier est de -25° Celsius) et le besoin en climatisation augmente dans les régions centrales et du sud.

Généralisation des climatisations à Pékin (un bâtiment de Tian Tong « quartier français »)



Crédit photo : Michel Raoust.

Lors du démarrage des projets, le secteur de la construction était dans les trois pays en développement rapide et peu réglementé avec des logements de qualité thermique médiocre générant inconfort ou une surconsommation d'énergie relativement importante.

Le choix de privilégier dans un premier temps une action sur la construction neuve plutôt que sur le parc existant est cohérent avec ce contexte de fort dynamisme de la construction neuve. De plus, il paraît de manière générale préférable de commencer un projet d'efficacité énergétique dans le bâtiment par le secteur du neuf, même s'il ne présente pas le plus grand potentiel de réduction d'énergie. Il est, en effet, plus facile et moins coûteux d'intégrer les modifications thermiques dès la conception du bâtiment. Cibler le neuf peut également permettre d'avoir un effet de vitrine et de modifier les habitudes des professionnels du bâtiment.

Un déficit croissant de la balance énergétique de la Tunisie et une augmentation de la part du bâtiment dans la demande en énergie

Au début des années 1980, la Tunisie bénéficiait d'une situation énergétique favorable caractérisée par une balance énergétique largement excédentaire, avec un surplus d'environ 3 Mtep⁴. Cette situation s'est progressivement altérée sous l'effet du déclin de la production des hydrocarbures et de l'accroissement rapide de la demande intérieure. Un déficit croissant est apparu au début des années 2000, atteignant 0,7 Mtep en 2006. A l'horizon 2011, le déficit devrait dépasser les 3 Mtep avec une demande de 9 Mtep et des ressources qui ne devraient pas excéder 6 Mtep.

Le secteur du bâtiment se situe aujourd'hui au troisième rang par son niveau de consommation d'énergie avec 27 % (17 % pour le résidentiel et 10 % pour le tertiaire) du total national, devancé par l'industrie (36 %) et les transports (30 %).

Cette importance de la consommation du secteur résidentiel est également liée au développement économique soutenu de la Tunisie durant ces dernières années qui a induit une amélioration du niveau de vie des ménages. Celle-ci engendre une augmentation des besoins de confort avec un recours de plus en plus important aux équipements de climatisation et de chauffage dans les logements.

⁴ Mtep : millions de tonnes équivalent pétrole.

Liban : énergie importée et dynamisme du secteur de la construction

Au Liban, la quasi-totalité de l'énergie primaire du pays est importée. La facture énergétique représentait en 2003 plus de 1,2 milliard \$ soit 6,7 % d'un PIB de 18 milliards \$. Le secteur de l'habitat/tertiaire compte pour 30 % dans

cette consommation d'énergie, le transport pour 45 % et l'industrie pour 25 %. Le taux d'intensité énergétique de 0,29 tep/1 000 \$ de PIB est analogue à celui des pays développés.

1.2 Des normes et réglementations locales peu développées justifiant des propositions de coopération adaptées

Les trois pays concernés se caractérisaient lors du lancement des programmes, soit par une absence de réglementation thermique, soit par une mise en œuvre effective des réglementations existantes très faible, justifiant des propositions d'accompagnement spécifique dans chaque contexte.

Au Liban, il n'y avait pas de normes concernant la construction, les principales portant sur le génie civil et l'électricité, ni de prescriptions techniques sur la qualité thermique des bâtiments et les équipements consommateurs. Les actions conduites ont donc visé à renforcer les outils et compétences pour la conception thermique des logements collectifs, à élaborer des guides professionnels adaptés au contexte libanais, à les diffuser aux professionnels et à apporter une contribution à l'élaboration d'une première réglementation en liaison avec un projet financé par le FEM, et mis en œuvre par le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD).

En Tunisie, un premier projet régional financé par l'Union européenne avait permis à l'Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME) de définir un zonage climatique, les exigences de confort adaptées au contexte tunisien et des règles simples de conception architecturale qui permettent d'avoir un confort thermique raisonnable en l'absence de chauffage et de climatisation. Plutôt que de procéder à la promulgation d'une réglementation minimale à l'issue de ce projet, la Tunisie s'est en fait orientée vers la poursuite du processus expérimental en approfondissant l'élaboration

d'une réglementation optimale avec la création d'outils techniques spécifiques, d'un label ainsi que la mise en place d'opérations pilotes. Ce programme tunisien a été cofinancé par le FFEM et le FEM.

Le gouvernement chinois s'intéresse à l'efficacité énergétique depuis les années 1980 et une première norme d'efficacité énergétique dans le résidentiel des régions froides et très froides a vu le jour en 1995, avec un objectif de 50 % d'économies d'énergie par rapport à un bâtiment de référence non isolé : cependant, en 2000, le ministère chinois de la Construction (MOC) estimait à 6 % son taux d'application. Ceci explique que le programme du FFEM ait affiché l'objectif de montrer que la réglementation (50 % puis 65 %) était applicable dans le bâti neuf avec un surcoût raisonnable par des promoteurs dans les conditions de marché. C'est également ce qui justifiait l'approche par le terrain (*bottom-up*) voulue par les concepteurs du programme, à une époque où la volonté politique centrale restait faible sur ce sujet, et qui a permis des avancées concrètes sur le terrain. A l'issue de ces premières avancées, il a été proposé lors du deuxième programme une coopération au niveau central avec le MOC qui traite de la certification, la mise en place de règlements et normes nationales tout en sollicitant sur certains aspects la coopération internationale. Le deuxième programme en Chine a également recherché un lien avec un programme d'efficacité énergétique dans la construction engagé en 2005 auprès du MOC par le FEM et mis en œuvre par la Banque mondiale.

1.3 Des projets cohérents avec la stratégie d'intervention du FFEM

Le FFEM est un instrument interministériel de coopération original qui, depuis sa création, intervient spécifiquement dans plusieurs domaines : biodiversité, eaux internationales, couche d'ozone et effet de serre⁵. L'efficacité énergétique dans la construction s'inscrit dans ce dernier objectif.

C'est un outil bilatéral additionnel ce qui justifie, au-delà des stratégies propres à chaque pays, les recherches de synergies avec les projets soutenus par le FEM.

Le FFEM vise notamment l'appui à des projets ou initiatives novateurs par des cofinancements minoritaires, ce qui est bien le cas des opérations pilotes d'amélioration de l'efficacité énergétique dans la construction montées avec des promoteurs.

Il dispose d'un comité de pilotage où sont représentées cinq institutions, dont le ministère des Affaires étrangères et

européennes (MAEE), le ministère de l'Economie, des Finances et de l'Emploi (MEFE), le ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT), le ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MESR), l'Agence Française de Développement (AFD) et d'un secrétariat propre. La gestion du FFEM est confiée à l'AFD.

Les projets évalués ont été présentés au comité de pilotage du FFEM par le MEEDDAT. Deux d'entre eux associent de manière étroite l'ADEME, le premier, au Liban, en qualité de maître d'ouvrage avec une maîtrise d'ouvrage déléguée à l'Association libanaise pour la maîtrise de l'énergie et pour l'environnement (ALMEE) et le second, en Chine, sous forme de coordination des différentes activités avec le soutien d'une équipe technique et la mobilisation du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).

⁵ Depuis 2002, le FFEM intervient également dans le domaine de la dégradation des sols incluant la désertification et le déboisement, ou encore dans le domaine des polluants organiques persistants.

2. Efficacité

Les programmes financés comprennent tous l'identification, la conception, la construction et le suivi d'opérations pilotes, menées avec des professionnels publics et privés essentiellement dans le secteur résidentiel neuf mais aussi, en Chine, dans la réhabilitation d'immeubles à usage d'habitation et, en Tunisie, dans des bâtiments tertiaires.

Au Liban, le programme a permis de réaliser cinq opérations dans différentes zones climatiques, avec quatre opérateurs des secteurs privé, coopératif et social. Il a concerné un chantier de promoteur privé au nord de Beyrouth, une promotion dans un cadre coopératif près de Saïda, deux orphelinats dans la banlieue sud de Beyrouth et dans la plaine de la Bekaa, ainsi qu'un immeuble familial dans une zone résidentielle d'altitude.

En Tunisie, 44 opérations pilotes ont été menées à bien dont 36 dans le secteur résidentiel avec différents types de logements (social, économique ou standing, individuel ou collectif) et de promoteurs (publics et privés). Les opérations dans le social sont réparties dans toutes les zones climatiques alors que celles dans les secteurs économique et de standing sont majoritairement concentrées dans le Grand Tunis, où se situe

l'essentiel de ce marché. Les huit opérations tertiaires sont de différents types : une clinique, une école, des espaces commerciaux et de bureaux ainsi qu'une rénovation d'hôtel.

Les différents programmes de coopération en Chine sont situés dans deux provinces au Nord du pays (Heilongjiang et Liaoning) ayant des besoins importants en chauffage, à Shanghai où existe un besoin de confort climatique d'été, et à Pékin qui présente une situation intermédiaire caractérisée par une demande croissante de climatisation l'été s'ajoutant à celle traditionnelle de chauffage l'hiver. Ils portent sur un nombre limité d'opérations mais toutes de très grande taille, à l'exception de quelques maisons rurales dans le Nord de la Chine. Les opérations ont concerné dans un premier temps exclusivement la promotion neuve puis ont été élargies dans une deuxième étape à deux opérations de réhabilitation d'immeubles d'habitation.

La présente partie fait ressortir les principaux enseignements qui ressortent de l'analyse de ces différentes opérations pilotes au niveau des modalités de sélection des promoteurs, des améliorations techniques apportées, de leur coût ainsi que de la mesure des résultats.

2.1 Une sélection préalable des promoteurs qui nécessite une implication forte de la maîtrise d'ouvrage locale

Les programmes visent la réalisation d'améliorations énergétiques en s'appuyant sur des opérations immobilières financées et gérées par des promoteurs. Le promoteur présente les plans réalisés par ses équipes sur lequel les bureaux d'études - en général une association d'un architecte et d'un thermicien - sélectionnés par le programme vont faire des propositions d'amélioration. Dans un cas de figure idéal, une fois adoptés, les changements sont intégrés dans les études avec l'assistance de l'équipe du programme et font l'objet d'un chiffrage séparé.

Ce dialogue est tout sauf facile : il faut pouvoir intervenir au bon moment du processus d'étude, ne pas ralentir le déroulement de l'opération et convaincre le promoteur de l'intérêt des préconisations car celui-ci reste en définitive maître de ses décisions.

Les opérations sont soumises aux aléas des promotions immobilières. Au Liban, le programme a été monté à l'origine avec un important constructeur privé très motivé mais dont

l'opération n'a pas pu obtenir de permis de lotir pour des raisons d'excès de densité sur la partie constructible du terrain. Il a donc fallu retrouver très vite des opérations en substitution.

En Tunisie, après une première phase où l'ANME a dû aller chercher des promoteurs réticents à participer au programme, de nombreux promoteurs se sont déclarés intéressés par l'octroi d'un label de haute performance énergétique en échange d'améliorations apportées au bâti.

En Chine, l'identification des premières opérations a également représenté un investissement important. Dans un pays où le FFEM n'avait jamais travaillé, il a fallu, dans le cadre institutionnel de la coopération franco-chinoise et dans le respect des orientations du programme, trouver les bons partenaires chinois.

La clé d'une bonne sélection des opérations réside dans l'adhésion de la maîtrise d'ouvrage locale : ses objectifs

propres doivent parfaitement se recouper avec l'approche du programme financé par le FFEM.

Lorsque cette condition n'est pas remplie, les opérations ne réussissent pas à démarrer ou accumulent les conflits et les incompréhensions entre les bureaux d'études financés par le programme et les promoteurs, entre les maîtrises d'ouvrage françaises et locales, ...

Deux types de promoteurs se sont trouvés impliqués dans les premières opérations. Tout d'abord, il s'agit des promoteurs du secteur public ou qui s'avèrent proches des maîtrises d'ouvrage locales et souhaitent s'associer à leurs objectifs. Le deuxième type correspond à des promoteurs privés qui ont des convictions personnelles fortes en matière environnementale et sont persuadés qu'une clientèle existe pour des opérations immobilières innovantes.

2.2 Des améliorations techniques simples à la portée des entreprises locales

A la différence d'opérations de démonstration cumulant les meilleures innovations disponibles sur le marché international pour obtenir la consommation énergétique la plus faible possible⁶, les programmes soutenus par le FFEM se sont donnés pour finalité d'apporter des améliorations simples à la portée des entreprises locales pour un surcoût jugé acceptable par le marché.

Ces améliorations portent potentiellement sur : le plan masse de l'opération ; la conception architecturale des bâtiments ; l'isolation de la toiture, des murs et des enveloppes ; le rapport au soleil de l'enveloppe (couleurs, parois opaques,

ouvertures, masques,...) ; le niveau d'inertie des bâtiments ; les systèmes de production d'eau chaude sanitaire ; les systèmes d'éclairage et leur mode d'utilisation ainsi que les systèmes de chauffage et de refroidissement.

Les programmes ne visent pas simultanément l'ensemble de ces dispositions mais uniquement celles qui présentent le meilleur rapport coût/efficacité dans leur contexte climatique.

Certaines améliorations, comme l'isolation des toitures ou l'isolation des murs, ont cependant été réalisées dans la totalité ou quasi-totalité des opérations pilotes.

⁶ Ou même aujourd'hui un bilan énergétique global positif, en utilisant par exemple les surfaces disponibles pour de la production d'électricité photovoltaïque vendu sur le réseau électrique.

Mur extérieur montrant une double cloison composée de deux briques séparées par des plaques de polystyrène isolantes.



Crédit photo : Alain Riès.

Brise-soleil assurant un ombrage des fenêtres orientées sud en été. Ces brise-soleil s'inspirent de l'architecture traditionnelle du pays.



Crédit photo : Alain Riès.

En Tunisie, des améliorations simples à la portée des entreprises

En Tunisie, la mesure la plus efficace a porté sur l'isolation des toitures. Des actions simples ont été réalisées au niveau des murs et des façades.

Il s'est avéré très difficile de modifier les plans masse des opérations : les équipes techniques susceptibles d'apporter des améliorations n'ont pas pu intervenir suffisamment en amont dans le processus d'étude. En revanche, il a été possible dans plusieurs programmes de travailler sur le bâti. Dans la mesure où le promoteur a jugé qu'elles étaient acceptables pour la clientèle, les préconisations de simplification de la forme du bâti ont permis de gagner à la fois en coût de construction et en consommation d'énergie.

En Chine, une simplification de la forme des bâtiments qui permet de gagner en coût de construction et en consommation d'énergie

A Pékin, lorsque l'opération Sun Stars City a été présentée aux bureaux d'études français en octobre 2002, les études techniques étaient terminées pour les premiers bâtiments.

Il n'était plus possible de remettre en question le plan masse des premières zones, ou plus exactement, il n'était pas possible de changer la position et l'importance des bâtiments de ces zones. Cependant, la volumétrie, la morphologie, l'architecture (plus ou moins solaire) des bâtiments pouvaient encore être modifiées.

Sur deux immeubles bien situés, les experts ont proposé d'améliorer le rapport surface habitable/surface des

façades en augmentant l'épaisseur du bâtiment de 12 à 14 mètres et en supprimant les décrochements. Après plusieurs variantes soumises au bureau d'études du constructeur, une solution finale a été retenue en septembre 2003. L'amélioration de 8 % du coefficient de forme se répercute directement sur les déperditions thermiques du bâtiment.

Sur une autre opération à Pékin (Tian Tong « Quartier français »), la modification du plan masse (suppression d'une rangée de bâtiments pour augmenter les apports solaires des niveaux bas) et la réduction de la surface de murs extérieurs a permis de réduire le surcoût à 0,8 % pour une économie d'énergie de l'ordre de 42 %.

En Tunisie et en Chine, les programmes ne se sont pas intéressés directement aux systèmes de production d'eau chaude sanitaire solaire. En revanche, au Liban des techniques innovantes ont été introduites.

Au Liban, les premières installations d'eau chaude sanitaire solaire (ECSS)

Avant le projet, il n'y avait pas de référence au Liban dans le domaine de l'ECSS collective avec chaudière d'appoint. Cette solution paraissait difficile à mettre en œuvre et un véritable travail de persuasion a dû être entrepris pour pouvoir mettre en place ce système sur le site de Zouk Mosbeh.

Après la mise en marche du système, les propriétaires se plaignaient de son rendement moyen. L'isolation a dû être renforcée, entraînant un surcoût par rapport à l'option initiale mais à la satisfaction des propriétaires. De plus, trois mois après la première mise en marche, le système de mesures a commencé à donner des signes de dégradation du rendement de l'installation. L'analyse a fait apparaître un blocage des échangeurs thermiques, côté circuit

ouvert, du fait de dépôts de tartre. Des filtres ont été installés et des visites périodiques pour leur nettoyage organisées.

La seconde installation à Maghdoucheh a intégré les améliorations techniques apportées à Zouk Mosbeh. Alors que pour la première installation les équipements avaient été importés, il a été possible de recourir à des produits fabriqués localement. La conception a également été faite localement.

Le transfert de conception et de technologie de l'ECSS s'est donc fait apparemment assez facilement, dès lors que les défauts de jeunesse de la première installation ont pu être corrigés et que celle-ci s'est révélée viable.

2.3 Des surcoûts limités dont les modalités de financement ont donné lieu à de longues négociations

Les améliorations techniques introduites dans les opérations devaient s'inscrire dans une enveloppe de surcoût ne dépassant pas 5 à 10 % du budget global, jugé absorbable par le marché.

Cet objectif a été globalement atteint dans les trois pays⁷.

Si les surcoûts ont pu être maintenus dans les limites fixées, il n'a été possible de les laisser à la charge des promoteurs que dans un nombre très limité de cas.

Le quartier Tai Hai à Harbin : un objectif de 50 % d'économies d'énergie atteint avec un surcoût limité à 5,7 %

Pour appliquer l'objectif fixé au niveau national en 1995 de 50 % d'économies d'énergie dans les bâtiments des zones froides et extrêmement froides du pays, les autorités du Heilongjiang estimaient qu'un surcoût de 12 à 15 % était nécessaire. Ce surcoût était difficilement compatible avec la situation économique de la province et le besoin considérable de logements. La province avait donc négocié avec les autorités centrales un délai de 10 ans pour se mettre en conformité.

Les missions d'identification du FFEM ont proposé à la commission de la construction de la province du Heilongjiang de travailler sur une opération pilote avec un objectif de surcoût de 7 % en ne se limitant pas à la mise en œuvre de nouveaux matériaux comme cela avait été envisagé jusqu'à présent.

La commission de la construction a retenu l'opération du quartier de Tai Hai à Harbin qui porte sur 300 000 m² de logements à vocation sociale.

La conception climatique des bâtiments dans le but d'accroître sensiblement les apports solaires gratuits n'a pas pu être mise en œuvre. Dans un contexte conservateur en

termes de conception des bâtiments, le promoteur et l'institut de conception n'ont pas retenu les propositions des experts visant à améliorer le plan d'origine.

En revanche, pour une première phase de 120 000 m² de l'opération, le programme d'économie d'énergie mis en œuvre par le promoteur a comporté les éléments suivants au niveau de l'ensemble des bâtiments : 8 cm d'isolation par l'extérieur et 6 cm d'isolation en toiture au lieu d'un simple mur en brique et un toit non isolé.

La pose d'un isolant a permis une réduction de l'épaisseur des murs de 49 cm à 37 et 24 cm. Le bâtiment utilisant moins de briques et étant plus léger, ses fondations ont été réduites.

De ce fait, le surcoût final a été limité à 42 yuans/m² habitable soit 5,7 % d'un coût de construction de 732 yuans/m² tout en atteignant l'objectif d'économie d'énergie fixé.

Au vu des résultats, les nouvelles tranches ont intégré les améliorations puis les ont renforcées pour viser un objectif plus ambitieux de 65 % d'économie d'énergie.

⁷ La principale exception est constituée par les 20 maisons rurales réalisées dans l'extrême nord de la Chine à Heihe. Les surcoûts sont compris entre 20 et 26 % mais en partant d'un coût en autoconstruction. De même, les surcoûts pour une opération de réhabilitation à Harbin sont de 27 % dont une partie a pu être financée pour l'ajout d'un étage supplémentaire.

L'enveloppe de surcoûts ayant été plafonnée à un niveau jugé absorbable par le marché, la logique des programmes est qu'ils soient financés par les opérateurs. Si le FFEM accepte de prendre en charge les surcoûts liés à l'apprentissage, il ne souhaitait pas s'impliquer dans les surcoûts de construction eux-mêmes. Cette logique a été très difficile à

faire admettre par les partenaires locaux et elle n'a pu être mise en œuvre que dans quelques programmes en Chine, où les aides matérielles directes concernent environ 9 % du budget total des deux programmes FFEM (plus environ 1 % pour l'aide directe à l'achat du matériel de mesures).

Une répartition des surcoûts difficile à négocier

En Tunisie, les surcoûts observés pour les opérations pilotes sont de l'ordre de 8 % pour le tertiaire, 9 % pour le logement social, 2 % pour l'économique et 4 % pour le standing. Pour l'ensemble des opérations pilotes, les surcoûts représentent un montant global de 8 millions de dinars tunisiens (DT), dont un million DT pour les surcoûts de conception, 6,3 millions DT pour les travaux et 0,7 million DT pour le suivi des performances. Après de longues et difficiles négociations, les surcoûts ont été partagés entre les promoteurs (2,7 millions DT), le FEM (2,4 millions DT), l'Etat tunisien (1,6 million DT) et le FFEM (1,3 million DT). La participation du FFEM a porté sur les surcoûts de conception et la moitié du suivi des performances.

En l'absence d'autre contribution possible, les surcoûts de construction au Liban ont été partagés entre le FFEM et les opérateurs.

La prise en charge effective des surcoûts de construction par les promoteurs n'a pu être mise en œuvre que dans quelques opérations en Chine où l'opérateur a trouvé son intérêt direct dans la réalisation des économies. Trois cas de figure ont été rencontrés. Le premier est celui d'un promoteur qui prépare son avenir en intégrant le fait que la réglementation sera tôt ou tard appliquée et qu'il y a un avantage par rapport à la concurrence à s'y préparer. Le deuxième correspond à un promoteur qui va pouvoir répercuter le surcoût dans son prix de vente en communiquant sur les innovations apportées auprès d'une clientèle sensible à ce type d'argument. Le dernier cas est celui d'un promoteur qui a l'obligation d'assurer le chauffage des bâtiments pour un prix convenu et donc est sensible aux économies de combustible qu'il va pouvoir faire.

2.4 Un suivi thermique des opérations de démonstration qui aurait gagné à être plus étendu

Le suivi thermique des opérations de démonstration vise à évaluer l'impact réel de l'amélioration du confort et de la réduction de consommation énergétique permis par les préconisations techniques.

Les campagnes de mesures permettent de comparer les besoins énergétiques réels aux estimations simulées et d'analyser les écarts. Elles permettent en particulier de s'as-

surer que les conditions de chantier n'ont pas eu d'impact substantiel sur les économies attendues.

Des campagnes de mesures ont été prévues dans chaque programme. Leurs résultats sont intéressants mais trop limités.

La première limitation tient au nombre de logements suivis. Au Liban, les moyens disponibles au niveau du programme ont

limité l'échantillon à sept logements (quatre performants et trois standards). Cet échantillon est faible et, surtout, hétérogène au niveau des surfaces et du nombre d'occupants par logement. La campagne de mesure a cependant été une première au Liban et a permis de quantifier les habitudes de consommation électrique au niveau des quelques profils étudiés.

En Chine, le nombre de logements pour lesquels des mesures ont pu être faites, est également très faible par rapport à la taille des programmes mais il a été plus facile de trouver des logements non améliorés pouvant servir de référentiel. Les promoteurs sont peu enclins à ce type de démarche qui ne leur est pas directement utile, peut les pénaliser si les résultats sont négatifs et nécessite de surcroît un accord de leurs clients. Les campagnes ont été limitées à quelques mois. Les résultats confirment les économies calculées mais ont aussi permis de détecter un certain nombre de dysfonctionnements dans la régulation des réseaux de chaleur.

La campagne la plus ambitieuse est envisagée en Tunisie. Le suivi est prévu sur un échantillon de quatre opérations de standing, quatre opérations économiques,

quatre opérations sociales et une opération tertiaire (rénovation d'un hôtel). Pour chaque opération dans le secteur résidentiel, les besoins et la consommation énergétique seront mesurés sur un logement amélioré et un logement témoin non amélioré présentant la même orientation après correction faite de la composition familiale et des autres différences pouvant avoir un impact (taux d'équipement, niveau de revenu...). Seule la différence de comportement du consommateur ne peut être prise en compte. Pour l'opération tertiaire, un bilan énergétique de l'hôtel avant rénovation existe qui permettra une comparaison précise avec les mesures effectuées sur l'hôtel rénové. Le suivi thermique est malheureusement limité à une période d'un an. Il aurait été préférable de le réaliser sur une durée plus longue afin de se soustraire des aléas climatiques pouvant survenir pendant un an (hiver exceptionnellement doux, par exemple) mais cela n'a pas été possible pour des questions de délais globaux de réalisation du programme.

Les campagnes de mesures sont les premières à être pénalisées lorsque les programmes dérapent au niveau de leurs délais puisqu'elles interviennent obligatoirement une fois les opérations pilotes livrées.

2.5 Au niveau des opérations pilotes, une amélioration spectaculaire de l'efficacité énergétique

Les objectifs d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments améliorés ont été atteints. Les résultats pour des surcoûts limités sont spectaculaires.

En Tunisie, les améliorations techniques des opérations pilotes ont permis des réductions de consommation énergétique de l'ordre de 33 %. Elles permettent ainsi d'envisager une réduction de 134 tep/an soit 6 700 tep sur la durée de vie des bâtiments (50 ans) de 31 projets pilotes. Ceci devrait se traduire par des réductions d'émissions de GES⁸ de 459 t eq CO₂ /an soit 23 000 t eq CO₂ sur 50 ans.

Au Liban, au niveau de la consommation générale d'électricité, les logements appartenant aux bâtiments performants consomment de 30 à 50 % de moins que les autres. Ces résultats plus élevés qu'en Tunisie s'expliquent par le fait que le programme a installé des équipements performants (chauffe-eau solaires) ce qui n'était pas le cas dans l'autre programme.

En Chine, la plupart des projets du premier programme visaient 50 % d'économies d'énergie en application de la réglementation, tandis que ceux du deuxième programme

⁸ GES : gaz à effet de serre

visaient 65 % voire 75 % pour les plus récents non encore construits. Les objectifs fixés ont été atteints sur la plupart des opérations pilotes, qui permettent de réaliser directement 250 000 MWh/an d'économies d'énergie soit 238 000 t

de CO₂ éq/an et 9 520 000 t de CO₂ éq/an sur une durée de vie des bâtiments supposée de 40 ans. Les programmes de réplication qui s'ensuivent permettent d'économiser 23 400 000 t de CO₂ éq/an.

2.6 Des actions de dissémination des résultats substantielles gagnant à être intégrées dans de véritables stratégies de communication

La mise à disposition des résultats des opérations pilotes et les actions de sensibilisation aux mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment occupent une place essentielle dans les programmes soutenus par le FFEM.

Au Liban, de nombreux documents techniques et guides professionnels ont été produits. Ils ont été disséminés à travers six séminaires spécialisés qui sont un des points forts du programme. Une brochure pédagogique illustrée, en arabe et en français, fait la synthèse du programme et des plaquettes sur les projets ont été produites.

Les opérations pilotes en Chine ont également donné lieu à la rédaction de nombreux rapports de la part des experts français. A l'issue du premier programme, un film a été tourné et un site internet ouvert. La capitalisation et la communication des résultats ont été particulièrement élevées dans le Heilongjiang : la province a produit onze rapports et trois

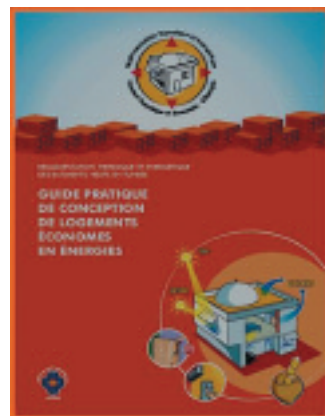
guides d'application, ce qui a d'ailleurs valu à la commission de la construction un prix national, et des articles sont parus dans la presse. Des actions de communication ont également été prévues dans le deuxième programme. Une action d'envergure est prévue à l'occasion du salon *Green Buildings 2009* qui réunit les professionnels du bâtiment.

La stratégie de communication la plus ambitieuse a été réalisée en Tunisie. Après le déficit de communication constaté par l'évaluation à mi-parcours en mai 2004, l'ANME a fait appel à un cabinet spécialisé. Une nouvelle stratégie de communication a été développée en s'adressant à plusieurs cibles (professionnels, étudiants, grand public) et en utilisant différents supports (audiovisuel, affichage, presse, événementiel, site internet). Elle a été renforcée par sa mise en cohérence avec la stratégie globale de communication de l'ANME. Une documentation d'excellente qualité technique et bien présentée a été produite, servant de base à de multiples formations.

Logo du projet de réglementation thermique en Tunisie



Guide pratique et fiches techniques réalisés lors du programme tunisien



3. Efficience

La question de l'efficience renvoie globalement à la manière dont le projet a été mis en œuvre pour atteindre les résultats. L'analyse de l'efficience qui est faite, porte sur les délais de réalisation ainsi que sur l'organisation générale du projet.

3.1 Des délais importants pénalisants pour l'efficience des programmes

Le délai moyen d'un programme entre la date de décision de financement et la date du dernier versement des fonds ressort à 7,5 ans.

Tableau 1. Délais des programmes

	Programme Liban	Programme Tunisie	1 ^{er} programme Chine	2 ^{ème} programme Chine
Dates des décisions de financement	Avril 1997	Juillet 2000	Juin 1999 Octobre 2000 Novembre 2001	Novembre 2003
Dates de signature des conventions de financement	Février 1999	Octobre 2000	Octobre 1999 Octobre 2000 Novembre 2001	Juillet 2004
Dates des premiers versements de fonds	Juin 1999	Août 2002	Novembre 1999 Décembre 2000 Décembre 2001	Février 2005
Dates des derniers versements de fonds	Décembre 2004	Juin 2009	Décembre 2001 Août 2006 Août 2006	Juin 2009

Les délais dépassent en moyenne de plus de deux ans les estimations initiales. Si on tient compte de la phase d'identification et d'instruction des concours, la durée moyenne des programmes d'efficacité énergétique est de l'ordre de 10 ans.

Les difficultés inhérentes au montage des opérations pilotes et les conditions de gestion opérationnelle des programmes sont les principaux facteurs explicatifs de ces délais.

Les délais sont pénalisants pour l'efficience générale. Que les programmes avancent ou non, il faut maintenir en place

les chefs de projet ou déclencher des missions régulières de suivi. De plus, les délais sont très démobilisateurs pour les experts qui ne travaillent qu'à temps partiel sur le programme.

Le schéma du premier programme en Chine paraît intéressant. Il a donné lieu à trois décisions de financement successives, chacune ayant des objectifs plus limités que le programme global. Cette formule offre plus de souplesse dans la définition et l'adaptation des moyens nécessaires qu'un programme à composantes multiples, ce qui est particulièrement utile pour une démarche expérimentale.

3.2 Des montages institutionnels complexes

L'organisation générale du FFEM, qui est une structure légère, et son orientation vers l'innovation conduisent à donner un rôle central, dans le montage et le suivi des programmes, à une maîtrise d'ouvrage déléguée et une maîtrise d'œuvre fortes. Cette dernière va assurer la coordination et le suivi des différents volets du programme en mobilisant les expertises nécessaires tout en veillant à les inscrire dans le cadre de coopération défini par le maître d'ouvrage.

Cette organisation générale a été particulièrement délicate à mettre au point puis à être rendue opérationnelle en Chine où le FFEM intervenait pour la première fois.

Cette difficulté est directement liée au contenu des programmes d'efficacité énergétique dans la construction. Il faut, en effet, pouvoir travailler à différents niveaux (central, local, promoteurs), avec deux objectifs dont la réalisation n'implique pas les mêmes acteurs (opérations pilotes et réglementation). Au niveau central, quel ministère faut-il privilégier : environnement, construction, énergie ou plan ? Et comment les amener à travailler ensemble lorsqu'ils sont tous parties prenantes ? Quel acteur privilégier au niveau local ? A quel niveau décisionnel faut-il traiter dans les structures pour que le programme avance ? Ces questions renvoient à l'importance de la phase d'identification des programmes mais aussi à l'intérêt de les inscrire dans des partenariats de longue durée.

Un bon partenariat franco-libanais mais un ancrage institutionnel insuffisant

L'ALMEE est une association libanaise créée en 1990 dont la mission est de promouvoir les utilisations efficaces de l'énergie au Liban et le développement des énergies renouvelables. Ses moyens financiers sont limités mais sa capacité de mobilisation d'acteurs libanais est importante.

L'ADEME est un établissement public français qui exerce des missions d'expertise, de conseil et d'assistance auprès des acteurs institutionnels et privés. Elle a pour mission de susciter, animer, coordonner, faciliter ou réaliser des opérations ayant pour objet la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie. Elle intervient à l'international en complément de ses programmes en France.

L'ALMEE entretient depuis 1992 une coopération avec l'ADEME et c'est dans ce cadre que l'étude de faisabilité a été conduite.

Le programme a été présenté au comité de pilotage du FFEM par le MEEDDAT français. L'organisation du projet a fait l'objet d'un accord signé entre l'AFD et le ministère de l'Environnement libanais (MEL). Celui-ci prévoyait que la maîtrise d'ouvrage soit déléguée à l'ADEME en association avec l'ALMEE, dans des conditions qui ont été précisées par marché.

À l'ADEME, un chef de projet, basé à Paris, a assuré la coordination et la gestion du projet et des contacts avec le secrétariat du FFEM sous la supervision du chef du département « pays tiers ». L'équipe ALMEE comprenait pour l'essentiel quatre personnes. Les actions techniques ont associé des prestations courtes d'experts français et

celles, plus durables et continues, d'experts libanais, selon un budget indicatif de temps passé complété par un barème des coûts.

Ce montage a bien fonctionné grâce aux relations établies antérieurement entre l'ADEME et l'ALMEE ainsi qu'à la qualité et à la reconnaissance mutuelle des deux équipes. En revanche, l'ancrage institutionnel du programme s'est avéré insuffisant.

Le choix d'une tutelle du programme, au niveau libanais, par le ministère de l'Environnement s'explique probablement par son objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre et les conditions de saisine du FFEM. De création récente et doté de faibles moyens en dehors des projets internationaux, le MEL a vu se succéder cinq ministres pendant la durée du programme. Quatre directeurs successifs ont été en charge du dossier.

La priorité affichée du MEL n'était pas la réduction des gaz à effet de serre mais la gestion des déchets et la qualité de l'air. Il est peu concerné par les questions de l'énergie qui relèvent d'un autre ministère. Par ailleurs, le secteur de la construction est clairement contrôlé par un autre ministère.

Au Liban, les processus institutionnels sont difficiles, *a fortiori* lorsqu'ils concernent plusieurs ministères. Le comité de suivi prévu dans l'accord passé entre le MEL et l'AFD a été long à mettre en place et n'a pu être réuni que deux fois. En revanche, la participation de hauts fonctionnaires a été importante lors des séminaires organisés par le projet.

Un partenariat franco-chinois difficile à structurer

Le montage institutionnel des programmes conduits en Chine s'est avéré particulièrement complexe à mettre en place et à faire fonctionner. Le FFEM ne disposait lors de l'instruction du premier programme d'aucune antériorité en Chine ni de structure susceptible de le représenter sur place. Les barrières culturelles et linguistiques avec la France sont importantes, nécessitant des personnes ressources capables de faciliter le dialogue et de lever les incompréhensions. Par ailleurs, les partenaires impliqués, tant au niveau français que chinois, sont nombreux. Ils ont des stratégies propres qui peuvent ne pas se recouper avec celles du programme.

Le dispositif comprend pour la partie française un comité de suivi et une coordination des différentes activités du programme assurée par l'ADEME.

Le comité de suivi du programme auprès du FFEM est constitué de représentants du MEEDDAT, institution porteuse des programmes, du FFEM ainsi que de différents départements ministériels et autres organismes spécialisés français intéressés. Le rôle du comité est de valider les adaptations des programmes, de donner son avis sur le plan d'affaires et les rapports d'avancement préparés par le coordonnateur ainsi que d'assurer la liaison avec les autorités chinoises et les autres partenaires. Ce comité est animé par un secrétaire général qui est mandaté à cet effet par le MEEDDAT et le FFEM. Le secrétaire général a été chargé jusqu'en 2006 d'une mission spécifique de liaison avec les partenaires et de signer à cet effet des conventions.

Le coordonnateur est lié par convention au FFEM. Il est chargé de la gestion du programme avec le soutien d'une équipe technique et la mobilisation d'organismes tel que le CSTB, chargé au niveau du deuxième programme de la coordination des actions institutionnelles. A partir du deuxième programme, l'AFD qui venait d'ouvrir une agence à

Pékin, a servi de relais pour faciliter la logistique du programme et entretenir les contacts au niveau local.

Un dispositif aussi complexe dans lequel n'émergent pas clairement un maître d'ouvrage et un maître d'œuvre n'est pas simple à mobiliser. Il privilégie la recherche d'un consensus entre des partenaires qui n'ont pas forcément les mêmes objectifs et rend difficiles les décisions douloureuses lorsqu'elles s'imposent.

Au niveau chinois la situation est tout aussi compliquée.

Dans un pays comme la Chine, et en tenant compte des différents niveaux de décision et responsabilité dans l'application des textes à caractère réglementaire ou normatif, la coopération conduit à combiner au moins trois niveaux d'action : national, provincial et local.

A la suite d'un accord avec les autorités centrales, le FFEM a été autorisé à travailler directement avec trois provinces pour le premier programme. Pour le deuxième programme, un accord national a été conclu entre le ministère chinois de la Construction (MOC) et le FFEM. Le MOC est représenté, au niveau de la direction générale du programme, par le département des Sciences et techniques (DOST), qui délègue lui-même les tâches opérationnelles (à des agences du ministère, à des universités...) et qui est en liaison avec les services Sciences et techniques des commissions provinciales de la construction du Heilongjiang, de Pékin et de Shanghai.

La coopération au niveau central porte sur la normalisation, la réglementation, l'évaluation des projets pilotes et la communication. Elle doit s'effectuer en lien étroit avec les travaux menés au niveau provincial. Les commissions de la construction sont au niveau des provinces et des villes partenaires qui suivent les travaux. Elles apportent leur appui et assurent un contrôle des résultats en déléguant

s'il y a lieu l'exécution de campagnes de mesures, ou de toute autre action de terrain, à des centres publics ou à l'université.

Les autorités chinoises, qui doivent assurer une co-supervision du programme, ont également un rôle essentiel auprès des agents économiques impliqués : promoteurs intervenant dans les opérations de pré-diffusion avec les

instituts de conception associés, industriels chinois intéressés par une coopération avec les partenaires industriels français du programme, producteurs et distributeurs d'énergie, écoles d'architecture ou universités de la construction, instituts de recherche du bâtiment.

Dans un pays de la taille de la Chine, un tel niveau de partenariat est tout sauf facile à établir.

En Tunisie, un programme porté par l'Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME), avec l'appui d'un comité de pilotage

La Tunisie a mis en place, dès 1985, une politique volontariste d'utilisation rationnelle de l'énergie et de promotion des énergies renouvelables accompagnée de la création d'une agence spécialisée, l'ANME.

La direction du programme soutenu par le FFEM est assurée par le directeur de l'utilisation rationnelle de l'énergie de l'ANME qui s'appuie sur une équipe *ad hoc* constituée de cadres mis à disposition par l'agence, ainsi que d'ingénieurs et de consultants recrutés spécifiquement.

L'ancrage du projet au sein de l'ANME est un élément déterminant pour l'efficacité des travaux qui ont été conduits. L'ANME a en effet une véritable vision de la maîtrise de l'énergie qu'elle porte dans la durée avec des cadres

compétents. La rotation de ses cadres est faible : c'est le même chef de projet qui est en place depuis le début du programme d'anticipation expérimentale de la réglementation thermique dans les bâtiments et il a été associé à la plupart des travaux préparatoires.

L'ANME a mis en place un comité de pilotage constitué de représentants des directions des ministères concernées, d'organisations professionnelles et d'associations ainsi que des bailleurs de fonds. Le rôle du comité de pilotage est d'assurer la coordination entre les différentes parties prenantes et de participer à la validation, à la programmation et au suivi des activités du programme. Son bon fonctionnement a été un élément clé du succès du programme.

3.3 Un suivi administratif et comptable mobilisateur de ressources

La gestion administrative et comptable des programmes d'efficacité énergétique est substantielle : il y a de très nombreux acteurs et marchés pour des montants faibles.

Cette gestion a été confiée à des structures parapubliques.

L'application par ces structures de procédures se rapprochant de celles de la sphère publique offre des garanties de transparence. Ces procédures sont en revanche pénalisantes en termes de délais pour des programmes qui nécessitent souplesse et réactivité, notamment vis-à-vis des promoteurs.

Un suivi administratif et comptable complexe et mal vécu

Le montage financier du programme libanais était une première entre les partenaires. Il a donc fallu le mettre au point et tenir compte des spécificités. De nombreux facteurs ont contribué à rendre le suivi administratif et comptable complexe :

- un travail sur cinq opérations pilotes au lieu d'une seule, avec quatre maîtres d'ouvrages différents ;
- des négociations au cas par cas sur les améliorations et les subventions à apporter ;
- un fonds d'efficacité énergétique (FEE) nécessitant explication, contractualisation spécifique, suivi de remboursements pour de faibles enjeux financiers ;

- deux comptes séparés pour les dépenses du projet et le FEE avec deux caisses d'avance ;
- des écarts euro/dollar lors des demandes de remboursement des caisses d'avance ;
- un manque d'uniformisation des présentations budgétaires entre les partenaires ne facilitant pas le suivi et le contrôle de conformité des refacturations ;
- de nombreuses dépenses de faible montant pour les cinq programmes, mais aussi pour l'organisation du programme d'accompagnement (séminaires...).

Dans de telles conditions, la gestion administrative et comptable a été unanimement critiquée.

4. Impacts

Au-delà des résultats immédiats des opérations pilotes, les programmes visent un impact auprès des professionnels et industriels ainsi qu'au niveau réglementaire de manière à maximiser leur impact climatique.

4.1 Des impacts substantiels sur les milieux professionnels

L'impact sur les milieux professionnels est substantiel à l'échelle de la Tunisie.

Tunisie : un impact global sur les milieux professionnels

Le programme a été volontairement découpé en différents lots pour favoriser l'implication du plus grand nombre possible de professionnels. D'après la chambre syndicale des promoteurs, la moitié des 200 promoteurs exerçant de manière régulière ont été sensibilisés. 50 architectes sur les 2 600 exerçant en Tunisie ont été associés pour le montage des projets pilotes et 10 pour l'élaboration des guides sectoriels. Cinq bureaux d'études en thermique des bâtiments ont été impliqués pour élaborer les recommandations thermiques des projets pilotes et suivre les chantiers. Des formations spécifiques ont été réalisées à l'adresse des ingénieurs par les experts nationaux et internationaux qui ont élaboré le label et les logiciels. Les ingénieurs ont, par ailleurs, été amenés à former les ouvriers

sur les chantiers à l'utilisation des nouveaux matériaux ou techniques d'isolation.

Certaines préconisations techniques des opérations pilotes ont été étendues par plusieurs promoteurs à d'autres opérations immobilières.

En revanche, le programme a souligné la difficulté à associer des chercheurs du fait d'un manque de reconnaissance de ce type de démarche pratique par un milieu universitaire qui valorise de préférence les publications dans des revues spécialisées faisant référence au niveau international. Il pose également la question de l'harmonisation des travaux conduits et des arbitrages techniques lorsque des divergences entre experts apparaissent.

L'impact sur les milieux professionnels en Chine est beaucoup plus ciblé, mais il est tout de suite considérable auprès de promoteurs qui peuvent construire jusqu'à un million de m² par an.

Chine : un impact sur les réalisations immobilières réel bien que concentré là où la coopération a été fructueuse

La diffusion des pratiques par les promoteurs ou les commissions de la construction a porté ses fruits de manière ciblée mais substantielle.

C'est dans le Heilongjiang, où le programme ainsi que les relations ont bien fonctionné, que l'impact est le plus fort : autour de Heihe, 1 300 maisons rurales sont construites en s'inspirant, parmi d'autres expériences, des 20 maisons rurales efficaces du programme FFEM ; 800 000 m² de logements vont être réhabilités en 2008 sur le modèle de la réhabilitation du quartier de Habiao à Harbin et la commission de la construction du Heilongjiang a, cette année, un objectif obligatoire de réhabilitation dans le résidentiel fixé par le XI^e Plan quinquennal, de 15 000 000 m² pour lequel elle souhaite tirer l'expérience des réhabilitations effectuées avec le FFEM de l'étude des mécanismes de financement, ainsi que des travaux effectués par l'AFD à Wuhan.

A Pékin, le promoteur de Sun Star City annonce que, depuis 2004, 500 000 m² ont été construits avec les mêmes améliorations. La construction de 1 000 000 m² est prévue cette année (dont les deux tiers sur Pékin). Tous les logements réalisés bénéficient des progrès sur l'isolation de l'enveloppe ainsi que le système de chauffage suggérés par le FFEM, la nouvelle technologie de la Ventilation mécanique contrôlée étant installée sur les logements des standards les plus élevés.

En revanche, les relations difficiles entre le promoteur du quartier français (Tian Tong) à Pékin et les experts du programme ne laissent pas présager d'une bonne diffusion des améliorations apportées lors de l'opération pilote. Il en est de même à Shenyang.

A Shanghai, le promoteur de Billinwan se fixe pour objectif d'obtenir le label *Green Building* avec le soutien de la commission de la construction et donc d'aller plus loin dans sa démarche de recherche d'économies d'énergie.

Les dimensions de la Chine : une zone parmi d'autres du quartier de Sun Star City (Pékin)



Crédit photo : Michel Raoust.

Les ordres des ingénieurs et des architectes jouent un rôle majeur au Liban. L'adhésion y est d'ailleurs obligatoire pour pouvoir exercer. Le partenariat avec les ordres professionnels s'est donc révélé essentiel. Des séminaires ont été organisés avec eux et les résultats ont pu être diffusés par leur intermédiaire.

4.2 Des impacts auprès des industriels significatifs mais très ciblés

S'il a été recherché dans tous les programmes un impact auprès des industriels, les programmes en Chine visaient plus particulièrement un impact en faveur des entreprises françaises.

Des impacts limités pour les entreprises françaises sur le marché chinois des matériaux

L'impact pour les entreprises françaises des programmes conduits en Chine est limité : suite à l'abandon des projets d'usine de blocs RTH et de briques alvéolaires, l'apport n'a pu venir que des solutions techniques que les entreprises françaises venaient proposer à la vente.

Concernant les industries françaises susceptibles de fournir des produits d'efficacité énergétique, l'impact est essentiellement concentré sur deux entreprises : La Seigneurie et Aéreco. Les produits commercialisés par ces entreprises ont été introduits en Chine à l'occasion du premier programme.

La Seigneurie a eu pour 525 000 € de commandes directes en enduits isolants pour le premier programme (Harbin, Shenyang, tranche 1 de Bilinwan) et a engendré des commandes supplémentaires consécutives en particulier dans la province du Heilongjiang. Le marché des

revêtements extérieurs est très porteur. La Seigneurie a réalisé 1 200 000 m² en 2007 en se positionnant sur le marché de la qualité où elle est en concurrence avec quatre autres sociétés.

L'entreprise Aéreco qui commercialise des systèmes innovants de ventilation mécanique contrôlée (hygroréglables) a obtenu des commandes directes lors du premier programme (Harbin). Elle travaille désormais avec le promoteur de Sun Star City et démarché également les promoteurs positionnés sur le créneau du haut de gamme capables d'apprécier la qualité de ses produits par rapport à d'autres produits locaux moins chers mais aussi nettement moins performants.

Le projet d'un appartement vitrine à Shanghai a permis de mobiliser, mettre en concurrence et faire se rencontrer le promoteur et plusieurs entreprises françaises avec l'aide de la mission économique de Shanghai.

Des impacts industriels en Tunisie

Le programme a eu des impacts réels et observables sur les industriels produisant des matériaux isolants. Ainsi, les industriels du (Poly)chlorure de vinyle (PVC) ont créé un syndicat professionnel et mettent un place un processus de labellisation de la menuiserie PVC qui est depuis peu fabriquée localement.

Des professionnels de l'isolation souhaitent également créer une association les regroupant dans le but de mettre en place un salon professionnel et assurer une synergie de leurs actions de communication. Un industriel a investi 1,5 M€ dans une usine de fabrication de plaques de polystyrène servant à isoler les murs.

Des baisses des coûts des produits isolants ont été constatées par l'équipe projet de l'ANME entre les devis des premières et des dernières opérations pilotes. Ainsi, le coût des doubles vitrages a diminué de 40 %. Le prix du béton isolant de la toiture est passé entre 2004 et 2006 de 35 DT/m² à 15 DT/m² soit une diminution de 60 % et ceci en dépit de l'augmentation du coût des matières premières.

Ce renforcement du marché des produits isolants est toutefois très dépendant de la promulgation de la réglementation thermique.

Au Liban, les fabricants de chauffe-eau solaires se sont groupés en association pour stimuler le marché du solaire thermique. Une deuxième association de concepteurs et industriels a également vu le jour autour des intervenants des projets pilotes.

4.3 Des impacts réglementaires difficiles à isoler

Comme cela a été développé au point 1.2, la situation réglementaire se présente de manière très différente au Liban, en Tunisie et en Chine. Les programmes se sont

associés aux démarches qui étaient en cours avec des résultats variables et une contribution du FFEM pas toujours facile à identifier.

Chine : des apports réglementaires dans le Heilongjiang

Le volet « accompagnement réglementaire » des programmes FFEM en Chine s'est traduit par un travail avec le ministère de la Construction (MOC) et trois agences d'application (CHI, CSTC et RISN). Un « guide sur la réforme de la fourniture du chauffage dans le logement des régions froides et très froides du nord de la Chine », issu de la coopération du CHI et du CSTB, remis en septembre 2007, devrait être utilisé dans la définition de la politique de réhabilitation dans le nord de la Chine. Un travail a également lieu avec le RISN sur la révision de la norme de la zone nord pour le chauffage et une méthodologie a été dis-

cutée concernant l'évaluation technique du programme par le CSTC. Un contact a été établi avec la Banque mondiale (GEF) et son programme sur le même thème. Si la réglementation et son application ont effectivement évolué, il est difficile d'estimer la part du programme FFEM, entre l'urgence énergétique chinoise propre et les autres bailleurs de fonds présents en Chine. Néanmoins, dans le Heilongjiang la qualité des échanges et du travail accompli permet de penser que l'intervention du FFEM a accéléré le progrès de quelques années.

Des avancées en matière de normalisation thermique pour les bâtiments au Liban avec une contribution du programme FFEM

Une étude de normalisation thermique des bâtiments au Liban a été réalisée dans le contexte du projet régional "Capacity building for the adoption and application of thermal standards for buildings" couvrant le Liban et les Territoires palestiniens et financé par le FEM. Ce projet s'est déroulé de février 2002 à mai 2005, avec des synergies et des apports du programme FFEM. Le résumé du projet fait explicitement référence au programme financé par le FFEM. Des réunions de concertation communes avec les autorités ont été tenues par les deux projets.

Pour déterminer le niveau optimal d'amélioration de l'enveloppe, le coût additionnel a été comparé aux économies

énergétiques pour le chauffage et la climatisation. Le programme FFEM a contribué à ce travail en apportant des éléments de coûts réels au Liban, à travers les opérations pilotes. Les travaux en amont sur le zonage climatique ont également été mis à disposition.

Après l'achèvement du projet du FEM, l'Agence libanaise de normalisation (LIBNOR) a repris ce travail avec un comité technique associant les parties prenantes (ministères, associations, bureaux d'études et de contrôle, universités...). L'ALMEE participe à ce comité.

L'impact majeur et tant attendu du programme tunisien est la promulgation de la réglementation thermique et énergétique des bâtiments qui doit constituer l'aboutissement d'une démarche participative et consensuelle avec les professionnels.

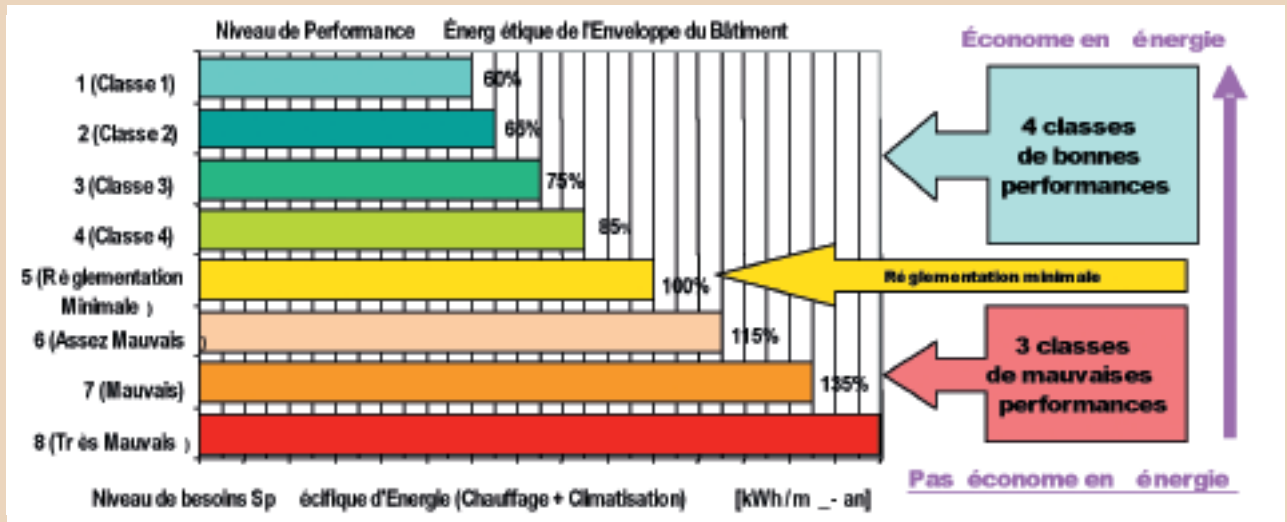
Lors de la mission d'évaluation en mai 2007, cette réglementation n'était que partiellement en place : plusieurs textes annexes mais ayant un impact sur la consommation énergétique des bâtiments étaient déjà adoptés, d'autres étaient en cours d'élaboration alors que certains restaient à rédiger.

La mise en place progressive d'une réglementation en Tunisie

Le projet de Réglementation thermique maghrébine des bâtiments (RTMB) aurait dû être suivi par l'entrée en vigueur en 1999 d'une réglementation thermique minimale pour certains types de bâtiments. Plutôt que de procéder à cette promulgation, la Tunisie s'est en fait orientée vers la poursuite du processus expérimental en approfondissant l'élaboration d'une réglementation optimale avec la création d'outils techniques spécifiques, d'un label, ainsi que la mise en place d'opérations pilotes de manière à aboutir à une réglementation qui puisse être appliquée et contrôlée.

Le label proposé pour les bâtiments comporte huit classes de performance avec un niveau 5 correspondant à la future réglementation minimale, quatre classes de bonnes performances énergétiques et trois classes de mauvaises performances. La conception et le graphisme du label s'inspirent fortement du label mis en place pour la performance énergétique des réfrigérateurs par l'ANME et qui est un réel succès.

Représentation schématique du label mis en place pour les bâtiments



Source : Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME) tunisienne.

La mise en place de la réglementation augmentera fortement les réductions des émissions de GES obtenue sur les opérations pilotes. En effet, l'application de la réglementation à la production neuve de logements d'une année (60 000 logements dont un tiers transitant par la promotion immobilière) représenterait une économie de 4 259 tep/an soit 212 950 tep sur la durée de vie des bâtiments (50 ans), ces données étant respectivement de 134 tep/an et de 6 700 tep sur 50 ans pour les opérations pilotes.

Le choix de la mise en place d'un label présente l'intérêt de permettre de durcir progressivement la réglementation

en modifiant la classe ciblée sans devoir remettre en place des études d'optimisation des paramètres. Ainsi, la future réglementation devrait cibler la classe 5 en 2008, la classe 3 en 2010 et la classe 1 en 2012.

Par ailleurs, en anticipation de la réglementation, le label permet de répondre à une demande volontaire de la part des promoteurs souhaitant construire des bâtiments plus performants que ne l'exigent les normes. Ce système peut permettre de mettre en œuvre un processus d'amélioration de l'efficacité thermique des bâtiments basé sur la demande de clients exigeants.

4.4 Des bénéfices partagés entre amélioration du confort et économies d'énergie

Les améliorations thermiques apportées se traduisent par une réduction des besoins énergétiques des bâtiments dans des proportions qui peuvent être spectaculaires comme cela ressort du point 2.5.

Elles vont avoir pour conséquence une réduction des consommations d'énergie par rapport à un scénario où les bâtiments n'auraient pas été améliorés et donc une économie d'émissions de gaz à effet de serre.

Une partie de l'amélioration est cependant utilisée pour augmenter le confort du logement et non réduire les consommations d'énergie.

Ce point peut être illustré par l'exemple des maisons rurales dans le Heilongjiang.

Maisons rurales dans le nord de la Chine : entre amélioration du confort et réduction de la consommation de combustibles

Les résultats des campagnes de mesure réalisées mettent clairement en évidence des améliorations très sensibles de confort thermique dans les maisons avec isolation renforcée. Les températures y sont ainsi plus élevées en particulier dans les pièces de vie : séjour et chambres. Ces augmentations de températures intérieures réduisent les économies potentielles des maisons, les performances énergétiques des maisons n'étant pas comparées à « température intérieure constante ».

Pour une maison de 80 m² environ, c'est-à-dire une assez grande maison, et utilisant du charbon, les calculs donnent une économie de près de 5 tonnes de charbon par an. Les données collectées montrent cependant que les économies réelles seraient plus souvent de l'ordre de 3 tonnes par an, la différence étant utilisée pour augmenter la température intérieure des maisons en hiver. L'impact environnemental n'en demeure pas moins extrêmement positif en termes de réchauffement global, répondant ainsi aux objectifs du FFEM à travers ce programme.

Ces économies générées par les maisons thermiquement améliorées n'ont cependant d'intérêt financier réel pour les propriétaires que pour les maisons chauffées au charbon car ce combustible fossile doit être acheté. Dans les maisons situées en zones forestière et agricole qui sont chauffées uniquement au bois, à la paille ou avec des rafles de maïs, l'intérêt financier est moindre car ces combustibles renouvelables ne sont pas achetés. Toutefois, les gains sont aussi importants en confort d'usage (fumée, pénibilité de la collecte des combustibles,...) et la dépendance vis-à-vis des combustibles, quels qu'ils soient, est moindre.

En zone urbaine, les économies peuvent être atténuées par un système de chauffage non réglable aboutissant ainsi à des températures intérieures trop élevées. En outre, les retombées économiques positives peuvent se limiter à l'employeur, le promoteur ou bien la compagnie de chauffage selon la tarification de la chaleur en place.

5. Viabilité

La diffusion des innovations de l'efficacité énergétique dans la construction emprunte deux voies complémentaires : modifier la tarification de l'énergie et adapter la réglementation et les normes. Le succès des programmes dépend en

partie de la qualité de l'articulation de ces deux volets et de l'accompagnement financier qui va pouvoir être mis en place. Des obstacles techniques ou économiques à la diffusion des innovations doivent également être levés.

5.1 Des obstacles techniques et économiques à lever

Les améliorations techniques dont ont bénéficié les opérations pilotes sont, pour la plupart, extrêmement simples à mettre en œuvre : isolation des murs et de la toiture, joint isolant sur les fenêtres.

Certaines améliorations en Tunisie, comme la diminution du taux de vitrage ou l'inversion de la disposition des briques, sont même gratuites. D'autres préconisations comme le double vitrage ou un système d'éclairage performant sont plus coûteuses mais les matériaux sont disponibles sur place.

Ces préconisations techniques présentent donc le double avantage d'être faciles à mettre en œuvre et à contrôler.

Leur diffusion peut cependant se trouver limitée par des obstacles techniques ou économiques non prévus au départ.

Les deux encadrés suivants illustrent les difficultés auxquelles se sont trouvés confrontés les programmes conduits au Liban et en Chine.

La diffusion des chauffe-eau sanitaires solaires (ECSS) au Liban : des obstacles qui ne sont pas seulement économiques

Le principal obstacle au développement de l'ECSS au Liban est la rentabilité insuffisante des installations mais d'autres facteurs s'y ajoutent.

Le premier est l'individualisme et le peu de confiance dans les systèmes collectifs d'immeuble. Cette contrainte sociologique n'est pas facile à lever. De nouvelles solutions techniques peuvent néanmoins être essayées pour mieux la prendre en compte en allégeant la gestion des charges communes.

Dans un autre registre, il peut tout simplement être impossible d'installer des capteurs solaires du fait de la forte compétition dans l'usage des toitures (réservoirs d'eau, privatisation des terrasses, climatiseurs...). L'absence de gaine technique disponible peut rendre les travaux d'installation trop coûteux.

Enfin, les capacités d'installation peuvent être limitées par le nombre d'opérateurs capables de faire des installations de ce type.

La question de la répartition des coûts et bénéfices des améliorations d'efficacité énergétique : le cas de réhabilitation de logements à Harbin

Dans un cas simple où le même acteur paye les travaux d'amélioration énergétique et la consommation d'énergie, se posent uniquement les questions de rentabilité de l'investissement et de l'accès au crédit de l'investisseur.

La situation qui prévaut à Harbin est plus complexe. En effet, le pouvoir de décision et le bénéfice des économies d'énergie sont partagés entre plusieurs acteurs : les habitants, les employeurs, les compagnies de chauffage et les pouvoirs publics.

Dans le nord de la Chine, le chauffage fait partie des avantages sociaux des employés. Les principaux intéressés aux économies d'énergies sont les employeurs mais ceux-ci ne sont plus propriétaires des logements qui ont été cédés à leurs occupants. Ne payant pas leurs dépenses de chauffage, les occupants ne sont pas motivés pour économiser l'énergie ni désireux de payer les travaux d'isolation, malgré un gain en confort et en valorisation de leur patrimoine.

Le chauffage est assuré collectivement à partir de chaudières et réseaux de chaleur gérés par une compagnie de chauffage. Le tarif du chauffage est forfaitaire en fonction de la surface du logement et non de sa consommation réelle. Les employeurs n'ont donc un intérêt financier direct que si le tarif baisse pour les logements réhabilités.

Le prix du chauffage est un prix administré fixé par la mairie. Les tarifs ne prennent pas en compte les hausses récentes du prix du charbon. En l'état actuel et si le tarif reste uniforme, c'est-à-dire s'il ne distingue pas les logements améliorés des autres, seule la compagnie de chauffage (et la ville, si celle-ci subventionne la compagnie de chauffage en contrepartie du maintien de tarifs trop bas) est bénéficiaire des économies de consommation de charbon découlant des travaux d'amélioration thermique.

L'intérêt de la compagnie de chauffage est cependant directement lié au niveau des tarifs. Si celui devient rémunérateur, elle n'aura plus aucun intérêt à limiter la demande.

5.2 L'importance de la tarification de l'énergie

La tarification de l'énergie conditionne la rentabilité des améliorations énergétiques. Une analyse fine de la tarification de l'énergie et de ses incidences sur les programmes

d'efficacité énergétique est à intégrer dès l'étude de faisabilité, dans la mesure où elle peut influencer la définition du programme.

Liban : l'influence de la tarification de l'électricité sur les investissements dans l'efficacité énergétique

Au Liban, le blocage des tarifs de l'électricité limite artificiellement les possibilités d'investissement dans l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments.

La structure des tarifs joue également un rôle. Ainsi, compte tenu des tarifs progressifs en vigueur, l'eau chaude sanitaire solaire sera d'autant plus rentable que la consommation d'électricité du logement sera importante. Ceci favorise les familles nombreuses mais aussi et surtout celles qui ont les revenus les plus élevés, du fait de la corrélation entre revenus et niveau d'équipement en appareils électriques des logements.

Un tarif spécifique a été instauré pour les créneaux horaires de forte demande. L'objectif est d'inciter les gros clients à utiliser leur groupe de secours plutôt que le réseau pendant cette période. Ce tarif horaire contrasté offre des opportunités d'efficacité énergétique pour des structures jusqu'à présent peu étudiées comme les hôpitaux ou les hôtels.

Le programme soutenu par le FFEM a fait ressortir l'intérêt d'une politique énergétique consolidée combinant, dans le temps, réforme des tarifs et réduction de la consommation pour limiter l'accroissement de la facture pour la population, notamment pour les plus démunis.

5.3 Le besoin d'une ingénierie financière spécifique et la question des incitations publiques

Le prix subventionné de l'électricité ne constitue pas le seul frein au développement de l'efficacité énergétique dans des conditions de marché.

Le programme au Liban a montré qu'il y a un besoin de pré-financement des équipements énergétiques que les bénéficiaires ne peuvent pas toujours assumer. Complexe aux plans juridique, institutionnel et financier, cette question devrait être étudiée avec le concours d'un établissement de crédit. Plusieurs options sont possibles selon la nature de l'emprunteur : clients particuliers mais avec des montants unitaires faibles et des garanties difficiles à mettre en œuvre ou société censée vendre de l'énergie d'origine solaire avec garantie de résultat. Compte tenu de la situation de départ, il était certainement prématuré de vouloir traiter ce sujet au niveau du programme.

En Chine, des ESCO se positionnent sur ce marché, dès lors que les temps de retour sont très rapides par rapport à

la durée de vie des équipements. La question est alors celle de leur financement et des garanties de résultat qu'ils peuvent apporter.

A la lumière de l'expérience de certains pays développés tels que la France, des incitations financières peuvent s'avérer utiles pour renforcer les mesures réglementaires et tarifaires mises en place. Cette question reste largement à approfondir dans les trois pays visés par les programmes du FFEM.

En dehors des mesures réglementaires évoquées, la diffusion de l'énergie solaire au Liban repose aujourd'hui uniquement sur une logique de marché. Il n'existe aucune incitation sous forme fiscale ou de mécanisme financier. En revanche, elle est envisagée en Tunisie en s'appuyant sur un fonds déjà existant.

Dans un contexte de ressources budgétaires limitées, la diffusion sur une vaste échelle de l'efficacité énergétique dans les bâtiments peut cependant difficilement reposer sur

des subventions publiques. Des mécanismes financiers innovants sont à imaginer⁹ : taxes pénalisant les bâtiments

gros consommateurs et alimentant un fonds qui accorde une prime à ceux qui vont au-delà de la réglementation,...

5.4 L'adaptation dans le temps des normes et règlements

La promulgation d'une réglementation ne garantit bien évidemment pas sa mise en œuvre. Une volonté politique sans faille est déterminante à cet égard mais un travail de développement d'outils de contrôle et de formation des contrôleurs est également nécessaire.

Une réglementation ne peut être figée dans le temps sous peine de devenir inapplicable du fait de la modification des prix de l'énergie, des types de construction, des prix des matériaux isolants... Une modification du climat, du fait par exemple du réchauffement climatique planétaire,

peut conduire également à mettre à jour les zones climatiques.

Une maintenance de la réglementation permettant un durcissement progressif et une adaptation au contexte est donc absolument primordiale pour sa pérennité.

Ce processus est long et itératif. Il ne peut être mené que par des acteurs nationaux qui s'inscrivent dans la durée et peuvent créer une dynamique dépassant le temps limité d'un programme soutenu par un bailleur de fonds.

⁹ Un programme de ce type est actuellement conduit par le département de la Recherche de l'AFD avec la province du Wuhan en Chine.

6. Conclusions et perspectives

6.1 Un processus innovant qui permet d'envisager aujourd'hui des dispositions plus sévères

Les programmes soutenus par le FFEM ont été lancés à la fin des années 1990 dans un contexte énergétique peu favorable. Alors qu'au début des années 1990, le prix du brut était d'environ 19 \$/baril, le prix le plus bas de ces dix dernières années a été atteint à hiver 1998, avec 12 \$/baril. Après une remontée à environ 30 \$/baril au cours de l'hiver 2000, les prix ont à nouveau baissé, puis ont connu une très forte augmentation à partir de 2004. Montrer l'intérêt des mesures d'efficacité énergétique dans la construction à travers des opérations pilotes était pertinent dans un tel contexte qui n'incitait guère les Etats à prendre des mesures draconiennes comme la France l'avait fait après les deux premiers chocs pétroliers.

Dans le contexte énergétique actuel, les Etats ont une véritable nécessité de réaliser des actions de vaste ampleur ayant un impact macroéconomique.

Les opérations pilotes réalisées au Liban sont des références utiles pour montrer qu'il est possible d'agir en s'appuyant sur la dynamique des opérateurs nationaux.

Les programmes en Chine ont, pour leur part, montré qu'il était possible d'appliquer une première réglementation avec des surcoûts limités puis de la renforcer.

Si l'option de publication immédiate d'une réglementation peut s'avérer pertinente dans des pays disposant déjà d'une forte capacité de contrôle réglementaire dans le bâtiment ou à l'occasion de chocs énergétiques rendant directement rentables des actions simples à mettre à œuvre, elle pose question dans des pays ne disposant pas d'une masse critique de professionnels (ingénieurs, architectes, entrepreneurs, contrôleurs,...) qualifiés, ou pour lesquels les mesures d'incitation financière qui s'avèrent indispensables ne peuvent pas être mises en place. C'est la force de la démarche tunisienne que de mettre en concordance le rythme de mise en place d'une réglementation et le renforcement des capacités des professionnels qui auront à la mettre en œuvre et à la contrôler.

6.2 Un marché de l'efficacité énergétique dans la construction neuve qui doit être étendu

Dans les trois pays, on a constaté l'émergence d'un marché privé étroit qui, en dehors de toute obligation réglementaire, développe des logements énergétiquement efficaces.

Il existe une clientèle sensible à la qualité environnementale qui est prête à payer 2-3 % de plus si on développe des actions simples mais pas généralisées, et jusqu'à 5 % de plus pour des mesures plus ambitieuses. Des promoteurs se positionnent sur ce créneau et développent un marketing spécifique. A titre d'exemple, un programme en Chine comportant des ventilations mécaniques perfor-

mantes est commercialisé en s'appuyant sur le slogan « un logement pour respirer ».

L'enjeu est d'arriver à changer d'échelle en étendant à l'ensemble du parc les innovations actuelles et en encourageant la mise au point de nouvelles innovations.

La démarche de labellisation présente deux intérêts majeurs : renforcer progressivement la réglementation et récompenser les promoteurs anticipant les normes en certifiant leurs bâtiments. Elle permet également d'apporter de la

transparence dans des actions de communication autour de l'efficacité énergétique dans la construction.

Les incitations viseront à renforcer cette démarche. Elles veilleront particulièrement à ne pas laisser les logements des plus démunis en dehors du dispositif.

La recherche d'une maximisation des économies d'énergie au moindre coût pour la puissance publique pourrait conduire à cibler les logements de standing plutôt que les logements à caractère social. En effet, la consommation d'énergie dans les habitations s'accroît avec le niveau de vie de leurs occupants. De plus, compte tenu des tarifs progressifs par tranche de consommation souvent en vigueur, une économie d'électricité aura d'autant plus d'impact financier pour un ménage que le niveau de consommation de son logement est élevé. La répercussion des surcoûts de construction sur

le prix du logement s'en trouve facilitée et diminue les besoins d'un mécanisme d'incitation public.

Ceci ne doit pas faire oublier que les ménages les moins aisés sont aussi souvent ceux qui ont les systèmes de chauffage et de climatisation les moins chers à l'achat mais qui sont également les moins performants au niveau de leur rendement énergétique.

Une réglementation thermique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation ne peut que concerner l'ensemble de la construction. Ceci implique qu'une attention particulière soit portée à la construction sociale. Compte tenu des ressources de sa clientèle, celle-ci a des difficultés à répercuter dans ses coûts les améliorations thermiques apportées. Une incitation financière particulière est donc à prévoir pour les logements sociaux en accompagnement de l'entrée en vigueur de la réglementation.

6.3 L'enjeu de la réhabilitation thermique du parc existant de logements

A l'exception du deuxième programme conduit à partir de 2004 dans la province du Heilongjiang en Chine, les programmes se sont focalisés sur les améliorations des performances thermiques des bâtiments neufs, en forte expansion dans les années 1990.

Il est plus facile et moins coûteux d'intégrer des modifications thermiques dès la conception des bâtiments. Cependant, le marché du neuf est de moins en moins celui qui présente le plus grand potentiel de réduction de consommation d'énergie.

Les premières opérations pilotes menées en Chine montrent la complexité d'intervenir en habitat collectif. Cette diffi-

culté se retrouve également au Liban et en Tunisie où le fonctionnement des copropriétés est difficile.

Pour autant, le sujet est sur la table. Il est devenu une préoccupation politique majeure en Chine et c'est dans le domaine des mécanismes de financement innovants que les attentes sont les plus fortes.

Enfin, mener à bien des opérations de réhabilitation en milieu occupé nécessite une approche participative particulière. A l'instar des Maîtrises d'œuvres urbaines et sociales (MOUS) développées en France, des approches sociales particulières de la réhabilitation sont à mettre au point dans le contexte particulier de chaque pays.

6.4 Vers de nouvelles formes urbaines

Les opérations pilotes se sont avant tout intéressées à l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments. Bien qu'en Chine des recommandations énergétiques appliquées à la disposition architecturale du bâti aient pu être introduites, la majeure partie des préconisations techniques ont concerné l'enveloppe du bâtiment. Les modalités de sélection des opérations pilotes n'ont pas permis d'intervenir suffisamment tôt dans la conception et donc d'être en mesure de proposer des modifications des plans masses.

La démarche d'opérations pilotes ayant montré ses limites, il serait souhaitable de lancer un projet complémentaire pour chercher à améliorer les performances énergétiques d'un quartier dans son ensemble, voire d'une ville nouvelle, et de chercher à limiter leur vulnérabilité à une augmentation massive du coût de l'énergie ou à un réchauffement du climat. Une approche globale intégrant les réseaux de transport, la densité de la ville et la localisation des emplois, industries et résidences est nécessaire pour parvenir à diminuer la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'une ville.

ANNEXES

- Annexe 1.** Evaluation rétrospective d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction financé par le FFEM au Liban (juin 2008).
- Annexe 2.** Evaluation rétrospective d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction financé par le FFEM en Tunisie (mai 2007).
- Annexe 3.** Evaluation rétrospective de deux programmes d'efficacité énergétique dans la construction financés par le FFEM en Chine (juin 2008).

Annexe 1. Evaluation rétrospective d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction financé par le FFEM au Liban (juin 2008)

Résumé et conclusions par A. Ries et D. Szynkier

1. Présentation du programme et du contexte d'intervention

Le 1^{er} avril 1997, le ministère français de l'Écologie et du développement durable (MEDD) présentait au comité de pilotage du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), qui l'a accepté, un Projet d'efficacité énergétique dans la construction (PEEC) au Liban pour un montant de 868 959,40 €.

Ce projet consistait, à titre de démonstration, à mettre au point et en application des améliorations de conception énergétique pour l'enveloppe et les équipements de certains bâtiments neufs, à y effectuer des mesures puis, sur cette base, à développer au niveau national un programme d'accompagnement, visant la diffusion de meilleures pratiques pour l'efficacité énergétique dans la construction.

Plus spécifiquement, le projet devait permettre – à l'occasion de séminaires – de sensibiliser les décideurs libanais et les accompagner dans la préparation d'une nouvelle politique de maîtrise de l'énergie dans le secteur de l'habitat. Il devait inciter et contribuer à la mise au point de normes et règlements adaptés et faciliter les transferts de technologies permettant de renforcer les économies d'énergie dans la construction.

Sur un plan plus global, il s'agissait de diminuer les importations de produits pétroliers résultant de la consommation d'énergie dans l'habitat, de limiter la demande de pointe en électricité, qui commande les investissements en production, et de réduire les émissions de CO₂ – ce qui justifiait l'intervention du FFEM au titre de la lutte contre l'effet de serre.

Les grandes lignes et l'organisation du projet ont fait l'objet d'un accord avec le ministère libanais de l'Environnement (MEL), en date du 18 novembre 1998. Celui-ci prévoyait que la maîtrise d'ouvrage soit déléguée à l'Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et que la convention de financement soit signée entre l'Agence Française de Développement (AFD) et l'ADEME, ce qui a été fait le 22 février 1999.

Il était également convenu que l'ADEME travaille en association avec l'Association libanaise pour la maîtrise de l'énergie et pour l'environnement (ALMEE), dans des conditions qui ont été précisées par marché du 30 mars 1999. L'ADEME et l'ALMEE étaient en relation étroite depuis la création de cette association en 1990 et avaient réalisé ensemble l'étude de faisabilité du projet en septembre 1996.

Ce projet a été monté dans le contexte d'une économie quasi entièrement dépendante au plan énergétique des importations de produits pétroliers, y compris pour la production d'électricité. Le secteur de l'électricité, fortement déficitaire et aux capacités de production insuffisantes, offrait des perspectives de réorganisation.

Le secteur de la construction était en développement rapide, peu réglementé, avec des logements de qualité thermique médiocre générant l'inconfort ou une surconsommation d'énergie relativement importante.

2. Exécution du projet

Le projet a été initié avec un important constructeur privé. Le programme prévu n'ayant pas pu voir le jour, faute de permis de lotir, il a fallu monter de nouveaux partenariats.

En définitive, le projet a comporté cinq programmes menés dans différentes zones climatiques, avec quatre opérateurs des secteurs privé, coopératif et social. Il a concerné dans une première phase (1999-2001) un chantier de promoteur privé à Zouk Mosbeh, au nord de Beyrouth puis, dans un deuxième temps (2002-2004), une promotion dans un cadre coopératif à Maghdoucheh près de Saïda, deux orphelinats de la fondation Dar Al Aytam, très connue au Liban, dans la banlieue sud de Beyrouth (Ouzai) et dans la plaine de la Bekaa (Khirbet-Rouha) ainsi qu'un immeuble familial dans une zone résidentielle d'altitude (Aïn Aalak).

Les différents programmes ont été menés à bien sans pratiquement aucun incident. Les propositions techniques ont été bien acceptées.

Alors que l'ALMEE, structure associative légère, ne disposait ni de l'expérience ni des moyens administratifs et comptables lui permettant de gérer seule un projet de cette ampleur, que l'AFD n'avait pas d'agence sur place au moment où le projet a été identifié et que l'ADEME et l'ALMEE avaient des relations privilégiées de longue date, le montage administratif et financier avec l'ADEME s'est révélé ingénieux. Cette organisation a été économe en moyens.

De nombreux facteurs ont contribué à rendre le suivi administratif et comptable complexe. Le montage financier était une première entre les partenaires. Il a donc fallu le mettre au point, tenir compte des spécificités de chacun... De plus, un Fonds

d'efficacité énergétique (FEE) avait été intégré dans le projet. Ce fonds, alimenté par le remboursement d'une partie des surcoûts d'efficacité énergétique financés par le projet, devait permettre de réaliser de nouvelles opérations. Utile dans son principe, il s'est révélé trop complexe pour des montants en jeu très limités. Il a été clôturé avec le projet, fin 2004.

La campagne de mesures conduite sur le site de Zouk Mosbeh a consisté à comparer des logements d'un bâtiment dans lequel des dispositions constructives ont été prises pour réduire les consommations d'énergie tout en améliorant le confort des habitants, à d'autres logements représentatifs du parc immobilier libanais. Cette mini-campagne a apporté des éléments intéressants sur les consommations des équipements et la qualité des ambiances dans les logements. Elle a été une première utile dans un pays où les données sont rares. Il est cependant dommage que, pour des raisons budgétaires, elle n'ait pas pu être étendue pour mieux couvrir les différents profils de consommation.

La production intellectuelle liée au programme d'accompagnement a été substantielle. D'importantes actions de communication ont été conduites à travers des séminaires et des plaquettes de présentation, qui sont un point fort du projet.

Les séminaires réalisés ont porté sur la présentation des premiers résultats du PEEC, la conception des chauffe-eau solaires collectifs, les résultats et leçons de la campagne de mesures, la thermique du bâtiment et l'amélioration de la conception de l'enveloppe ainsi que la maîtrise de la demande d'énergie en secteur résidentiel. Le séminaire final portait sur le thème « Maîtrise de la demande d'énergie et municipalités ».

Ces séminaires ont permis la diffusion des documents pro-

duits, des interventions de professionnels et de fonctionnaires de haut rang et des échanges de vue. La participation a été importante, allant selon les séminaires de 25 à 150 participants de différentes professions.

En termes de communication, deux brochures ont été réalisées pour les inaugurations de Zouk Mosbeh et Maghdoucheh.

Une brochure pédagogique illustrée de 32 pages, en arabe et en français, fait la synthèse du projet. Elle a été imprimée en 2 000 exemplaires dont 200 diffusés lors du séminaire final en décembre 2004. L'ALMEE poursuit sa diffusion.

3. Résultats

Le projet a permis un renforcement des outils et des compétences pour la conception des logements collectifs, avec l'établissement de zones climatiques au Liban et des recommandations en matière d'isolation présentées aux professionnels en partenariat avec les ordres des ingénieurs et architectes. Après avoir été sollicitée pour des fournitures aux sites pilotes, une entreprise a initié la fabrication sur place de profilés et cadres pour double-vitrage avec rupture de pont thermique.

Des innovations ont été introduites dans le domaine de l'eau chaude sanitaire solaire (ECSS) collective. L'installation de Zouk Mosbeh a été une première au Liban, de même que les contrats de garantie de résultats solaires (GRS) et les contrats d'entretien mis au point à cette occasion. Les leçons tirées de cette installation ont conduit à des améliorations sur un deuxième site (Maghdoucheh) et à la mise en place d'un comptage individuel de l'eau chaude consommée.

Le transfert de conception et de technologie s'est fait apparemment assez facilement, dès lors que les défauts de jeunesse de la première installation ont pu être corrigés et que celle-ci s'est révélée viable.

L'adaptation de guides techniques au contexte libanais a permis d'associer savoir-faire international et pratique locale, constituant ainsi un bon support pour les professionnels.

Les fabricants de chauffe-eau solaires (CES) se sont groupés en association pour stimuler le marché du solaire thermique. Une deuxième association de concepteurs et industriels a également vu le jour autour des intervenants des programmes pilotes.

Le projet financé par le FFEM est valorisé au niveau libanais et régional. Des complémentarités ont pu être trouvées au Liban avec deux projets du Fonds pour l'environnement mondial (FEM – standards thermiques dans les bâtiments et Lebanese Center for Energy Conservation Project [LCECP]). De plus, un projet d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment dans la région méditerranéenne (MED ENEC) de 4 millions d'euros est en cours de démarrage. Son approche s'apparente à celle du PEEC. Lors du séminaire de lancement, en mars 2006, chacun des pays de la zone MEDA a dû présenter une bonne pratique ou un projet innovant. Pour le Liban, c'est le PEEC qui a été retenu et présenté par l'ALMEE.

4. Diffusion des résultats

De premiers résultats en matière de normalisation et de réglementation de la construction ont été atteints. Une première norme thermique pour les bâtiments au Liban est en passe d'être publiée. Cette norme est proposée à titre volontaire jusqu'en 2010 pour permettre un temps d'essai et d'adaptation. Une nouvelle loi de la construction publiée fin 2005 introduit d'ores et déjà des dispositions favorisant la réalisation de doubles murs. Le PEEC a contribué par ses recommandations à cette dynamique qui continue d'être appuyée par l'ALMEE.

Au Liban, on sait aujourd'hui concevoir, produire, installer et gérer des systèmes solaires collectifs de qualité, mais sur un créneau rentable étroit. Le principal frein à leur développement est la tarification de l'électricité, qui ne reflète pas la réalité des coûts.

L'individualisme et le peu de confiance dans les systèmes collectifs d'immeuble constituent également un obstacle. De

nouvelles solutions techniques pourraient être essayées pour mieux prendre en compte cette contrainte. Par ailleurs, il existe une forte compétition dans l'usage des toitures d'immeubles (réservoirs d'eau, terrasses privatives...), ce qui limite la place disponible pour les capteurs solaires. De plus, le nombre d'opérateurs capables de faire des installations de ce type est limité et le coût du système de mesures associé à la GRS reste très élevé dans un marché concurrentiel.

En dehors des mesures réglementaires évoquées ci-dessus, la diffusion de l'énergie solaire au Liban repose aujourd'hui uniquement sur une logique de marché. Il n'y a pas d'incitation économique, par exemple sous forme fiscale ou de mécanisme de financement adapté. L'ALMEE a engagé une sensibilisation sur ce point et a avancé des propositions. Il manquerait cependant apparemment une étude précise sur le sujet.

5. Enseignements et recommandations

Le projet a été réalisé durant une période de contrechoc pétrolier peu favorable à la question de l'efficacité énergétique dans la construction. L'évolution du contexte international rend ce sujet de plus en plus d'actualité, comme l'atteste indirectement le décollage récent du solaire au Liban.

Le secteur de la construction est dynamique mais produit des logements de qualité thermique médiocre. Cette situa-

tion est ressentie différemment selon les régions avec des besoins de chauffage et de climatisation variables, rendant les préconisations et la quantification des effets complexes.

Dans les pays présentant une grande diversité climatique, il est recommandé de démarrer les programmes d'efficacité énergétique dans la construction par un premier travail de zonage climatique permettant de sérier les enjeux.

Le projet a choisi de partir d'un existant que l'on cherche à améliorer par des techniques simples moyennant un surcoût de construction limité, de l'ordre de 5 à 10 %. Cette approche est pertinente. En effet, dans un marché immobilier très concurrentiel, les promoteurs privés rechignent à augmenter leur prix de vente du coût des améliorations. Les acquéreurs préfèrent quant à eux, pour un budget donné, acheter plus grand que d'investir dans des améliorations.

Avec cette contrainte financière, les mesures les plus efficaces tant au niveau du bâti que des équipements ont été identifiées, négociées avec les opérateurs puis mises en œuvre avec succès. Une base de données précieuse a été constituée à cette occasion.

Une bonne pratique du projet a été de sélectionner les mesures proposées non seulement en fonction de leur impact énergétique, mais aussi en veillant globalement à ne pas compromettre la capacité du marché à les accepter pour des raisons de coûts.

Pour mener à bien cette opération, il a fallu monter des partenariats avec des promoteurs privés et des opérateurs sociaux. Il a fallu également articuler des prestations courtes d'experts français avec celles, plus durables et continues, d'experts libanais. Ce montage a bien fonctionné grâce aux relations établies antérieurement entre l'ADEME et l'ALMEE et à la qualité et la reconnaissance mutuelle des deux équipes.

De plus, les sujets traités s'inscrivant dans une durée plus longue que celle d'un projet, il est d'autant plus important que la capitalisation soit faite auprès d'acteurs locaux pérennes.

Il est difficile de faire avancer des composantes réglementaires sans ancrage institutionnel fort, les préconisations nécessitant une prise de relais aux niveaux administratif et

politique. Ce point n'est pas facile à traiter au Liban, *a fortiori* lorsque plusieurs ministères sont concernés.

Il est recommandé de s'appuyer sur des partenariats pour inscrire l'amélioration de l'efficacité énergétique dans une dynamique dépassant la durée limitée d'un projet. Un ancrage institutionnel fort est nécessaire lorsque l'on poursuit un objectif réglementaire.

La question de la tarification de l'énergie utilisée en l'absence d'amélioration énergétique est centrale. Ainsi au Liban, le blocage des tarifs de l'électricité – dont le coût de production s'accroît fortement – limite artificiellement les possibilités de développement des investissements d'amélioration de l'efficacité énergétique.

La structure des tarifs peut également rendre l'analyse et la communication complexes. Ainsi, avec des tarifs progressifs par tranche, les économies d'énergie seront d'autant plus intéressantes que le niveau de consommation du client est élevé.

Le projet a fait ressortir l'intérêt d'une politique énergétique consolidée combinant, dans le temps, réforme des tarifs et réduction de la consommation pour limiter l'accroissement de la facture pour la population, notamment parmi les couches les plus démunies.

Une analyse fine de la tarification de l'énergie et de ses incidences sur les programmes d'efficacité énergétique est à intégrer dès l'étude de faisabilité, dans la mesure où elle peut influencer la définition du projet. Elle doit également être vue comme une contribution à l'émergence d'une politique énergétique intégrée.

Le projet a fait apparaître un besoin de préfinancement des équipements énergétiques que les bénéficiaires ne peuvent pas toujours assumer. Complexe aux plans juridique, institu-

tionnel et financier, cette question devrait être étudiée avec le concours d'un établissement de crédit. Plusieurs options sont possibles sur la nature de l'emprunteur : clients particuliers mais avec des montants unitaires faibles et des garanties difficiles à mettre en œuvre ou sociétés qui vendent de l'énergie d'origine solaire avec GRS. Compte tenu de la situation de départ, il était certainement prématuré de vouloir traiter ce sujet au niveau du projet.

Le préfinancement des équipements énergétiques est un point qui doit être examiné dès que le marché a atteint une taille suffisante pour qu'il soit possible d'intéresser un établissement de crédit. Cette question rejoint plus largement celle des besoins d'incitations, qui doivent être appréciés sur la base de bilans économiques des projets d'efficacité énergétique et parallèlement à des mesures réglementaires et de normalisation.

Annexe 2. Evaluation rétrospective d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction financé par le FFEM en Tunisie (mai 2007)

Résumé et conclusions par A. Ries et K. Guillaumie

1. Présentation du projet et pertinence par rapport au contexte d'intervention

Le projet évalué porte sur la préparation d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs en Tunisie, conduite selon un processus original dit « d'anticipation expérimentale ». L'objectif de cette démarche est d'identifier les différentes barrières à une mise en place opérationnelle d'une réglementation et de les lever préalablement à son adoption.

Le coût total du projet a été estimé à 10,3 M€ lors de son évaluation en 1998. Le projet bénéficie de subventions du FFEM (1,9 M€) et du FEM (4,4 M\$ soit 4,2 M€), ainsi que de contributions de l'Etat (2,1 MDT soit 1,6 M€) et des maîtres d'ouvrages tunisiens (2,7 MDT soit 2,6 M€).

Le projet est géré par une équipe au sein de l'Agence nationale de la maîtrise de l'énergie (ANME) qui a mis en place un comité de pilotage constitué de représentants des directions des ministères concernées, d'organisations professionnelles et d'associations ainsi que des bailleurs de fonds.

Ce projet est pertinent par rapport au contexte énergétique local de déficit croissant de la balance énergétique et d'aug-

mentation de la part du bâtiment dans la demande en énergie associée à l'augmentation des besoins de confort. Il s'inscrit pleinement dans la stratégie nationale en matière de maîtrise de l'énergie en Tunisie à l'horizon 2030. Le renforcement du contexte institutionnel et réglementaire de la maîtrise de l'énergie pendant l'exécution du projet va dans le sens d'une consolidation des orientations prises par le projet et qui mérite d'être poursuivie.

Le projet a privilégié une action sur la construction neuve plutôt que sur le parc existant. Ce choix est cohérent avec le contexte de forte dynamique de la construction neuve au lancement du projet. Ce rythme de construction devrait se ralentir progressivement avec la fin de la transition démographique, rendant stratégique une extension du projet au parc résidentiel existant.

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment est au cœur de la stratégie de lutte contre le réchauffement climatique soutenu par le FFEM et le FEM.

2. Exécution et efficacité du projet

Un premier projet régional RTMB (Réglementation thermique maghrébine des bâtiments) financé par l'Union européenne a permis à l'ANME de définir un zonage climatique de la Tunisie, les exigences de confort adaptées au contexte tunisien et des règles simples de conception architecturale, qui permettent d'avoir un confort thermique raisonnable en l'absence de chauffage et de climatisation.

Plutôt que de procéder à la promulgation d'une réglementation minimale à l'issue du projet RTMB, la Tunisie s'est en fait orientée vers la poursuite du processus expérimental en approfondissant l'élaboration d'une réglementation optimale avec la création d'outils techniques spécifiques, d'un label ainsi que la mise en place d'opérations pilotes.

L'établissement de labels résidentiels et tertiaires a été accompagné de l'élaboration de méthodes de calcul simplifiées et de trois logiciels spécifiques afin d'évaluer le niveau de performance d'un bâtiment et de le classer selon la grille du label.

Le label proposé pour les bâtiments comporte huit classes de performance et s'inspire de celui mis en place pour la certification des réfrigérateurs par l'ANME, facilitant ainsi l'effort de communication. Le label présente deux intérêts majeurs : renforcer progressivement la réglementation (classe 5 en 2008, classe 3 en 2010 et classe 1 en 2012) et récompenser les promoteurs anticipant les normes en certifiant leurs bâtiments.

Les 46 opérations pilotes sont réparties sur tout le territoire tunisien et concernent différents types de bâtiments : logements et projets tertiaires (école, clinique, commerces, bureaux, rénovation d'hôtel non initialement prévue...). Pour chaque opération, l'ANME, à travers les bureaux d'études nationaux sélectionnés, préconise des améliorations de l'ar-

chitecture, de la structure et des équipements énergétiques. Une fois le bâtiment terminé, le promoteur peut bénéficier du label et l'utiliser comme argument de vente.

Les surcoûts observés sont de l'ordre de 8 % pour le tertiaire, 9 % pour le logement social, 2 % pour l'économique et 4 % pour le standing. La subvention apportée est de 100 % pour le social, 60 % pour l'économique et 50 % pour le standing et le tertiaire. L'Etat tunisien prend en charge la moitié de la subvention avec un plafond de 50 000 DT et le FEM la partie restante.

Le projet a favorisé des améliorations techniques simples et peu coûteuses (isolation des toitures et des murs, inversion des briques de la double cloison¹⁰) dans la totalité des constructions et a diversifié les autres améliorations afin de favoriser l'innovation permettant des économies d'énergie moyenne de l'ordre d'un tiers. Le suivi thermique des opérations de démonstration entamé à l'automne 2007 permettra d'évaluer l'impact réel de l'amélioration du confort et de la réduction de la consommation énergétique.

Après le déficit de communication constaté par l'évaluation à mi-parcours en mai 2004, l'ANME a fait appel à un cabinet spécialisé. Une nouvelle stratégie de communication ambitieuse a été développée en s'adressant à plusieurs cibles (professionnels, étudiants, grand public) et en utilisant différents supports (audiovisuel, affichage, presse, événementiel, site internet). Elle a été renforcée par sa mise en cohérence avec la stratégie globale de communication de l'ANME. Une documentation d'excellente qualité technique et bien présentée a été produite servant de base à de multiples formations.

¹⁰ Inversion de la double cloison de façon à mettre la brique 8 trous côté extérieur et la brique 12 trous côté intérieur pour augmenter l'inertie intérieure du mur.

3. Efficience

Au total, le projet aura duré plus de dix ans. L'ANME a en effet toujours privilégié le souci de qualité des résultats aux délais de réalisation. Ces délais s'expliquent par plusieurs facteurs : décalage dans la mise en place de l'équipe projet, difficultés pour attirer les premiers promoteurs des opérations pilotes et lourdeur administrative.

Les financements mis en place se sont avérés suffisants pour mener à bien le projet. La lenteur de mobilisation des fonds alloués reflète le rythme général d'exécution du projet.

La démarche participative du projet avec des appels d'offre en différents lots a favorisé l'implication de nombreuses équipes d'architectes et d'ingénieurs thermiciens dans les

opérations pilotes et dans l'élaboration des outils techniques. Il en a résulté de nombreux débats entre experts du fait de l'utilisation de méthodes différentes qui restent difficiles à homogénéiser. **Plus largement, le projet aurait gagné à mieux structurer le débat scientifique et à mobiliser sur les travaux les plus complexes des contre-expertises de manière à améliorer leur crédibilité au plan international.**

Le bon déroulement du projet piloté par l'ANME s'explique par la présence de cadres compétents dans la durée, de la forte synergie observée avec les autres programmes de maîtrise de l'énergie (labellisation des réfrigérateurs, programme PROSOL de diffusion de chauffe-eau solaires) et par un soutien politique qui s'est renforcé à partir de 2004.

4. Impacts

L'impact majeur et tant attendu du projet est la promulgation de la réglementation thermique des bâtiments, qui devrait entrer en vigueur en janvier 2008 si les arrêtés sont adoptés suffisamment rapidement. En réalité, plusieurs textes annexes mais ayant un impact sur la consommation énergétique des bâtiments sont déjà adoptés.

Au total, une centaine de promoteurs et une centaine d'architectes ont été sensibilisés par le projet. Certaines préconisations techniques des opérations-pilotes ont été étendues par plusieurs promoteurs à d'autres opérations immobilières. La mise en place d'une formation d'*e-learning* permettra de renforcer les compétences techniques des architectes, atten-

tifs à ce que leur profession ne soit pas écartée du processus de réglementation au profit des ingénieurs. Le projet a souligné la difficulté à associer des chercheurs à un tel projet pratique du fait d'un manque de reconnaissance de ces derniers par leurs pairs.

Le projet a eu des impacts réels et observables sur les industriels. Ainsi, les industriels du PVC ont créé un syndicat professionnel et mettent en place un processus de labellisation. Un industriel a investi 1,5 M€ dans une usine de fabrication de plaques de polystyrène isolantes. Des baisses de coûts importantes des produits isolants ont été constatées entre les devis des premières et des dernières opérations

pilotes. Ce renforcement du marché des produits isolants est toutefois très dépendant de la promulgation de la réglementation thermique avant fin 2007.

Une étude menée en 2006 a permis de mesurer le fort degré de sensibilisation du grand public et des professionnels. Les catégories de ménages les moins aisés soulignent toutefois leur incapacité à investir dans la réhabilitation d'un habitat économe en énergie sans aide.

Les améliorations techniques des opérations pilotes permettent d'envisager des réductions de consommation énergétique de l'ordre de 33 %, soit de 134 tep/an¹¹ ou de 6 700 tep sur 50 ans. Ceci devrait se traduire par des réductions d'émissions de GES¹² de 459 t eq CO₂ /an soit 23 000 t eq CO₂ sur toute la durée de vie des bâtiments de 31 projets pilotes. La mise en place de la réglementation augmentera fortement les réductions des émissions de GES¹³.

5. Viabilité-pérennité

Les préconisations techniques simples dont ont bénéficié les opérations pilotes présentent le double avantage d'être faciles à mettre en place et à contrôler. Leur diffusion au secteur inorganisé de la construction doit être **renforcée par une formation pour les différents corps de métier**.

Un département de thermique et d'énergétique du bâtiment sera opérationnel fin 2007 au sein du CTMCCV¹⁴. **Ce département sera un élément essentiel de la pérennité du projet** puisqu'il y sera transféré toute la documentation acquise ainsi que les équipements permettant le suivi thermique des opérations pilotes.

Il est recommandé dans ce type de projet de faire appel, en appui, à des professionnels de la communication. La maintenance du site Web, ainsi que les formations devront être poursuivis au-delà du projet. La sensibilisation du consommateur sera renforcée par la convention signée entre l'ANME et l'organisation de défense des consommateurs. **Elle peut toutefois difficilement débiter en l'absence de réglementation ou de mécanisme financier incitatif.**

Etant donné l'importance du secteur informel de la construction et la forte inertie inhérente au secteur du bâtiment, une réglementation autoritaire ne peut être le seul vecteur de la mise en place d'un habitat énergétiquement plus performant. Une étude récente propose plusieurs mécanismes financiers incitatifs sous la forme de subventions à l'investissement et de bonification des intérêts des emprunts. Les aides seraient progressives en fonction de la classe thermique du label atteint.

Le contrôle de la réglementation sera réalisé pour la majorité des bâtiments par les communes au moment de la délivrance du permis de bâtir. Des renforcements de capacités sont à prévoir. **Il serait également recommandé d'établir un tableau de contrôle de la mise en place de la réglementation en définissant des indicateurs à répertorier de manière régulière.**

¹¹ Tep : tonne équivalent pétrole (1 tep = 11 628 kWh).

¹² GES : gaz à effet de serre.

¹³ Selon une estimation réalisée par le cabinet ALCOR, l'application de la réglementation à la production neuve de logements d'une année (60 000 logements dont un tiers transitant par la promotion immobilière), représenterait une économie de 4 259 tep/an soit 212 950 tep sur la durée de vie des bâtiments (50 ans).

¹⁴ Centre des techniques des matériaux de construction, de la céramique et du verre.

Un suivi régulier de la réglementation permettant un renforcement progressif et une adaptation au contexte est

absolument primordial pour la pérennité de la démarche engagée.

6. Enseignements et recommandations

La force de la démarche tunisienne est de mettre en concordance le rythme de mise en place d'une réglementation et le renforcement des capacités des professionnels qui auront à la mettre en œuvre et à la contrôler. A la différence de l'expérience conduite en France à partir de 1974, ce n'est qu'au terme de ce premier processus qu'une réglementation minimale va être publiée en Tunisie.

Dans le cadre de démarches de mise en place progressive de réglementations thermiques dans les bâtiments, il est recommandé d'être attentif au moment où la première réglementation minimale va être promulguée. L'option de publication immédiate devrait être réservée aux pays à forte capacité de contrôle réglementaire ou à la suite de chocs énergétiques rendant rentables les mesures sans incitations financières.

La bonne exécution d'un projet expérimental de ce type tient d'une part à la démarche partenariale et cohérente entreprise avec les différents acteurs du projet et les autres programmes d'efficacité énergétique du pays et d'autre part au portage politique local fort.

Lorsque le contexte local le permet, il est recommandé d'opter pour une stratégie intégrée des différents projets d'efficacité énergétique, y compris au niveau de la communication, de manière à développer les synergies et maximiser les impacts auprès du public.

Le FFEM et le GEF ont renforcé l'efficacité de la démarche en accroissant sa visibilité au travers d'un projet spécifique

et en facilitant les échanges de savoir-faire internationaux. Ils ont su apporter un soutien dans la durée.

S'agissant de programmes à composantes multiples de faible montant pour lesquels la réactivité est déterminante, les bailleurs de fonds et les structures d'accueil des projets doivent veiller à mettre en place des procédures financières simplifiées et adaptées à la réalité du pays. Ils doivent être prêts à soutenir des processus nécessairement longs qui dépassent les durées traditionnelles des projets.

La recherche d'une maximisation des économies d'énergie au moindre coût pour la puissance publique pourrait conduire à cibler les logements de standing plutôt que les logements à caractère social.

Une réglementation thermique dans les bâtiments neufs à usage d'habitation ne peut que concerner l'ensemble de la construction. Une incitation financière particulière est à prévoir pour les logements sociaux en accompagnement de l'entrée en vigueur de la réglementation.

Le projet n'avait pas pour objet les constructions existantes. Une étude a montré qu'un mécanisme de subvention approprié et la mise en place d'un crédit spécifique pour les investissements d'isolation des toitures et des murs des villas déjà construites renforceraient l'impact énergétique et climatique du projet.

Il paraît de manière générale préférable de commencer un projet d'efficacité énergétique dans le bâtiment par le secteur du neuf, même s'il ne présente pas le plus grand potentiel de réduction d'énergie. Il est, en effet, plus facile et moins coûteux d'intégrer les modifications thermiques dès la conception du bâtiment. Cibler le neuf permet également d'avoir un effet de vitrine et de modifier les habitudes des professionnels du bâtiment.

Le projet s'est concentré sur des préconisations techniques au niveau de l'enveloppe du bâtiment et a peu concerné l'urbanisme.

Il est recommandé de lancer un projet complémentaire pour limiter la vulnérabilité des formes urbaines à une augmentation massive du coût de l'énergie ou à un réchauffement du climat. Une approche globale de la ville intégrant les réseaux de transport, la densité de tissu bâti et la localisation des emplois, industries et résidences est nécessaire pour parvenir à diminuer la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle d'une ville.

Annexe 3. Evaluation rétrospective de deux programmes d'efficacité énergétique dans la construction financés par le FFEM en Chine (juin 2008)

Résumé et conclusions par A. Ries et D. Szykier

1. Description des programmes

A la demande du MEEDDAT, le FFEM a débuté en 1999 un premier programme pour l'efficacité énergétique dans le bâti résidentiel en Chine. D'une durée de cinq ans et ayant donné lieu à trois financements successifs pour un montant total de 3,3 millions d'euros, il sera poursuivi par un deuxième programme d'un montant de 2,7 millions d'euros, prévu initialement de 2004 à 2007, mais prolongé jusqu'en juin 2009 en raison des retards constatés sur certaines opérations.

Un des premiers objectifs des programmes est la réalisation d'opérations immobilières de pré-diffusion de pratiques d'efficacité énergétique. Le premier programme se concentre sur le bâti résidentiel neuf, et particulièrement sur les zones à hiver froid. Il intervient principalement à Harbin dans le Heilongjiang (293 500 m²), à Shenyang dans le Liaoning (46 300 m²), à Pékin (280 000 m²) et de manière plus limitée à Shanghai (55 600 m²). Le deuxième programme élargit ses ambitions à la réhabilitation du bâti résidentiel existant, aux zones rurales, à une échelle urbaine plus grande, et aux zones à été chaud : il intervient à nouveau dans le Heilongjiang (20 520 m² de réhabilitation et 20 maisons rurales), à Pékin (600 000 m²) et à Shanghai (132 800 m²).

Les autres objectifs des programmes sont le développement d'un marché technique de l'efficacité énergétique en recherchant l'implication des industriels français, l'évolution de la réglementation de la construction chinoise au niveau

provincial puis national, ainsi que la mise en place d'un mode de financement innovant et viable.

Le dispositif institutionnel et organisationnel comprend au niveau français (1) un comité de suivi assumant la coordination entre les ministères français d'une part, et avec les autorités chinoises d'autre part (à ce titre c'est le secrétaire général du comité qui a signé les protocoles avec les autorités chinoises au nom du FFEM), (2) une direction de programme assurée par l'équipe ayant procédé à son identification pour le premier programme, sous contrat et avec l'appui administratif de l'ADEME et (3) des équipes d'experts de terrain (architectes et thermiciens) sélectionnés par appel d'offres. Cette structure a évolué au niveau du second programme avec, pour principales novations, (1) un accord et une coopération nationale avec le ministère chinois de la Construction (MOC) coiffant les accords avec les provinces, (2) une « coordination » des activités des programmes assurée directement par l'ADEME, (3) une plus grande implication recherchée du Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) et (4) la mise en place, à partir de 2004, d'un relais local au sein de l'AFD qui venait d'ouvrir un bureau à Pékin. En raison du grand nombre d'acteurs impliqués dans chaque pays, de la multiplicité des sites d'intervention, de la durée du programme et d'une barrière linguistique forte, le pilotage fut complexe à mener.

2. Contexte et pertinence

La Chine n'est pas seulement le pays dont le taux de croissance est le plus élevé au monde : c'est également le second producteur mondial d'électricité, assurée à 75 % par le charbon, très polluant. La moitié des bâtiments construits dans le monde aujourd'hui naissent en Chine. Dans ces conditions, l'impact climatique et les effets de levier potentiels d'une amélioration de l'efficacité énergétique du bâti chinois sont très élevés. Si l'objectif de 50 % d'économies d'énergie par rapport à un bâtiment de référence non isolé thermiquement est mentionné dans la réglementation nationale chinoise depuis les années 1980, il n'était pratiquement pas appliqué quand le programme a été conçu. Le FFEM a choisi, dans une première étape, de s'intéresser avant tout au terrain en démontrant la faisabilité de la norme dans trois provinces pour un surcoût ne dépassant pas 10 % et à la diffusion des bonnes pratiques. Aujourd'hui, la norme chinoise

est plus ambitieuse en visant 65 % d'économies. Les plus récents programmes immobiliers soutenus par le FFEM ont été adaptés en conséquence. Le XI^e Plan quinquennal chinois (2006-2010) affiche des objectifs ambitieux en particulier dans le domaine de la réhabilitation du bâti existant et concernant les zones rurales. Un label environnemental *Green Building* est également mis en place. L'histoire économique récente de la Chine explique néanmoins que l'on se retrouve rarement avec un acteur unique qui paye à la fois les travaux d'amélioration thermique et la facture d'énergie. Ainsi, lorsque le chauffage n'est pas facturé au propriétaire/occupant des logements mais à son employeur, ou lorsqu'un forfait est appliqué par une compagnie de chauffage quelque soit le niveau de consommation, l'incitation aux investissements dans les économies d'énergie reste faible par les simples mécanismes de marché.

3. Efficacité et efficience

En ce qui concerne les projets de pré-diffusion, le FFEM intervient en amont de projets immobiliers déjà prévus, eux-mêmes indiqués par la commission de la construction provinciale. Les experts français (thermiciens, architectes) suggèrent aux promoteurs immobiliers des améliorations techniques *Low Tech* permettant d'augmenter l'efficacité énergétique de leur bâtiment. L'intervention très en amont sur l'orientation et le plan masse des bâtiments permet des économies d'énergie importantes pour un surcoût quasi nul. Si le projet est déjà avancé, les innovations techniques le plus

souvent utilisées sont l'isolation des murs par l'extérieur, les fenêtres à double vitrage avec une menuiserie en PVC, la mise en place d'une ventilation, et en sus dans le deuxième programme les protections solaires et l'amélioration des systèmes de production et distribution du chauffage. Le promoteur décide au final des innovations à mettre en place, puis les experts français apportent un appui ponctuel pendant la réalisation du projet lors de missions de suivi et, enfin, des campagnes de mesure sont réalisées quasi systématiquement mais dans des conditions qui permettent uniquement

une vérification élémentaire de la mise en œuvre. L'apport d'une expertise technique correspond bien aux besoins chinois et les promoteurs paraissent plus demandeurs de celle-ci que du financement des surcoûts de construction. La plupart des projets pilotes sont conformes à leurs objectifs initiaux d'économie d'énergie (50 % pour la plupart), sauf lorsque les produits isolants choisis par le promoteur sont de mauvaise qualité. Les surcoûts sont également maîtrisés, sauf pour la réhabilitation (27 % bien qu'une partie des surcoûts soit amortie par l'ajout d'un étage supplémentaire) et les maisons rurales (20 à 74 % selon les améliorations apportées, car le coût de départ est faible et l'autoconstruction fréquente). Certains projets ont été abandonnés ou sont bloqués depuis plusieurs années. Une bonne sélection des projets pilotes en amont avec une véritable possibilité de choix entre plusieurs promoteurs alternatifs s'avère être l'élément clé de l'efficacité de ce type de programme.

Le volet « accompagnement réglementaire » s'est traduit par un travail avec le MOC et trois agences d'application (CHI, CSTC et RISN). Un « guide sur la réforme de la fourniture du chauffage dans le logement des régions froides et très froides du nord de la Chine » issu de la coopération du CHI et du CSTB, terminé en septembre 2007, devrait être utilisé dans la définition de la politique de réhabilitation dans le nord de la Chine. Un travail est en cours avec le RISN sur la révision de la norme de la zone nord pour le chauffage et une méthodolo-

gie a été discutée concernant l'évaluation technique du programme par le CSTC. Un contact a été établi avec la Banque mondiale et son programme sur le même thème. Si la réglementation et son application ont effectivement évolué, il est difficile d'estimer la part du programme FFEM, entre l'urgence énergétique chinoise propre et les autres bailleurs de fonds présents en Chine. Néanmoins, dans le Heilongjiang la qualité des échanges et du travail accompli permet de penser que l'intervention du FFEM a accéléré le progrès de quelques années.

La capitalisation et la communication des résultats sont élevées dans le Heilongjiang : la province a produit onze rapports et trois guides d'application, ce qui a d'ailleurs valu à la commission de la construction un prix national, et des articles dans la presse. Aujourd'hui, les experts travaillent à la réalisation d'un « guide à destination des usagers des appartements économes en énergie » à Shanghai, où l'opération Bilinwan est régulièrement visitée, et, sur financement complémentaire de l'ADEME, d'un « guide de réalisation de maisons rurales économes en énergie » dans le Heilongjiang. Des plaquettes, CD-ROM, ainsi qu'un site internet, ont été mis en place. Certaines opérations ont été visitées à l'occasion du passage de délégations ministérielles françaises en Chine. D'autres actions de communication restent à concevoir et à mener d'ici la fin du programme avec les autorités chinoises.

4. Impacts et viabilité

La diffusion des pratiques d'efficacité énergétique par les promoteurs et les commissions de la construction a porté ses fruits sur les programmes où la coopération a eu du succès : 1 300 maisons rurales construites sur le même modèle

autour de Heihe, 120 000 m² réhabilités à Harbin (le XI^e Plan quinquennal impose 15 000 000 m² de réhabilitation résidentielle dans le Heilongjiang), 500 000 m² réalisés et 1 000 000 de m² supplémentaires prévus par le promoteur de Sun Star

(Pékin)... D'autres opérations (Shenyang) n'ont pas connu de réplication. La tarification non incitative de la chaleur à certains endroits, l'absence de réglementation de la copropriété, l'absence de système de financement incitatif et la moindre qualité de la mise en œuvre et des produits techniques présents localement sont des facteurs qui atténuent la viabilité de ces opérations.

Le bilan du volet industriel est, quant à lui, limité en ce qui concerne la mobilisation des acteurs français : outre les experts techniques dont l'un d'entre eux s'implante en Chine, seules deux entreprises françaises (enduits isolants et ventilation mécanique contrôlée) ont directement bénéficié de l'intervention du FFEM en Chine et continuent à profiter de ses impacts. Ce constat est en partie dû à la forte concurrence en Chine pour le tissu industriel français, avec en particulier une difficulté pour justifier l'emploi de matériaux plus performants mais plus chers que d'autres fabrications locales en dehors du marché de la construction de standing.

Dans un contexte favorable caractérisé par la faible isolation préexistante des bâtiments et une production d'énergie très polluante, les opérations de pré-diffusion ont permis de réaliser directement des économies très substantielles : 250 000 MWh/an soit 238 000 t de CO₂éq/an et 9 520 000 t de CO₂éq sur une durée de vie des bâtiments supposée de 40 ans. Les programmes de réplication qui s'ensuivent permettent d'économiser 23 400 000 t de CO₂éq/an. Parce qu'il s'attaque à un secteur de forte inertie, le programme du FFEM est pertinent et efficace du point de vue climatique. Sur plusieurs opérations immobilières se pose tout de même la question de la répartition des bénéfices thermiques entre l'amélioration du confort des habitants et les économies réelles d'énergie consommée. A moyen terme, on peut néanmoins penser que l'augmentation du confort est inéluctable avec l'accroissement du niveau de vie de la population chinoise, comme cela a été le cas, par exemple, avec la généralisation des climatisations ces dernières années.

5. Enseignements et recommandations

a) Ce programme FFEM propose une approche de l'efficacité énergétique qui fut pilote au début du premier programme. La diffusion déjà bien engagée de ses résultats mérite d'être largement poursuivie, parmi les acteurs chinois (professionnels du bâtiment, administrations définissant ou appliquant la politique, organismes susceptibles de financer...) pour une meilleure réplication et parmi les acteurs français pour une meilleure visibilité. **Pour de nouveaux programmes**

à très fort effet de levier potentiel, il est recommandé de mettre au point dès le départ, puis de décliner, de véritables stratégies de communication. Celles-ci gagneront à être confiées à un prestataire spécialisé, afin d'assurer une cohérence et une réactivité élevée, qui permettrait de participer significativement aux principaux événements du domaine du bâtiment et de l'environnement mais aussi de créer de l'événementiel autour des programmes.

b) L'ambition du volet de la coopération industrielle était élevée mais ce programme montre notamment que l'insistance pour placer des produits français sur les opérations n'est pas une méthode payante en Chine. Le besoin des partenaires chinois étant essentiellement de l'expertise technique, **il est recommandé pour impliquer les industriels français intéressés de se limiter à favoriser les contacts des entreprises intéressées avec les promoteurs chinois, les démonstrations (techniques, de réactivité etc.) et la mise en concurrence**, comme cela est fait par exemple pour la réalisation d'un appartement témoin à Shanghai avec l'aide de la mission économique. Compte tenu des besoins, la sélection des experts français s'avère cruciale : au-delà de leur compétence technique, ceux-ci doivent savoir se positionner en écoute et suggestions.

Plus largement, ce programme fait ressortir la difficulté pour les acteurs de la coopération française d'intervenir en Chine. **La barrière linguistique produit des délais importants pour la traduction et rend les interfaces franco-chinoises cruciales pour la bonne entente et compréhension des partenaires : il est difficile de trouver des interprètes capables de traduire aussi bien les aspects techniques d'un projet complexe que les aspects culturels des jeux d'acteurs en présence.** Lorsque leur neutralité a été reconnue par les deux parties, ceux-ci sont précieux pour résorber blocages et incompréhensions. Enfin, au-delà des méthodes différentes de communication, les partenaires chinois savent être clairs sur leurs attentes et leurs besoins : il paraît peu efficace d'insister sur un projet qui ne les intéresse pas, politiquement ou techniquement.

c) Le montage institutionnel d'un programme avec un nombre élevé d'acteurs et dans un pays où le FFEM intervenait pour la première fois, s'est avéré complexe à mettre au point puis à faire fonctionner. **Il est recommandé pour piloter un tel programme de s'appuyer sur une maîtrise d'ouvrage et une maîtrise d'œuvre fortes concentrées sur des acteurs dévolus de manière importante au projet et en lien direct avec les partenaires chinois à travers une représentation sur place.** La représentation du maître d'ouvrage doit bénéficier d'une large délégation pour prospecter et sélectionner les acteurs chinois dont les besoins croisent l'offre du projet FFEM. Elle devrait également jouer un rôle important dans la décision de mobilisation de l'expertise technique recrutée par un pôle central de compétences dans le domaine.

d) Il est difficile de correctement calibrer les ambitions d'un programme pilote d'efficacité énergétique : faut-il viser 65 % voire 75 % d'économie d'énergie une fois que les 50 % sont atteints à certains endroits ? Faut-il intervenir sur des sites où les systèmes de chauffage existants risquent d'annihiler l'impact climatique d'une isolation portée strictement sur les bâtiments (si l'ambition d'intervenir à une échelle urbaine n'est pas à la portée des moyens engagés) ? Néanmoins, parmi les différents objectifs possibles, **la réhabilitation du parc de bâtiments existants (résidentiels ou non), malgré les questions sociales et financières qu'elle soulève, se dégage aujourd'hui très clairement comme la prochaine piste à suivre, non seulement dans l'expression des besoins des partenaires chinois, mais également dans le gisement de gaz à effet de serre qu'elle peut éviter.**