

Bâtiment, énergie et changement climatique



Rapport

Les Notes du Plan Bleu n° 18

Article Futuribles

Etude de cas du Maroc

Etude de cas du Liban

Etude de cas de la Tunisie

Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée : perspectives régionales



Rapport

El Habib El Andaloussi, Rafik Missaoui, Adel Mourtada, Stéphane Pouffary et Ariane Rozo

Rapport réalisé sous la direction d'Henri-Luc Thibault, directeur du Plan Bleu (2006-2011), et coordonné par Pierre Icard, chef de l'unité thématique du Plan Bleu.

Le comité de pilotage de l'étude « Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée » a été coordonné par El Habib El Andaloussi (Plan Bleu) et Stéphane Pouffary (ADEME) pour les études régionale et nationales.

Auteurs

Les auteurs de la partie « Perspectives régionales » sont El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie) et Adel Mourtada (Ecotech, Liban).

Les études nationales ont été rédigées respectivement par les experts nationaux, Adel Mourtada pour le Liban, Rafik Missaoui pour la Tunisie, Mohamed Berdai et Naim Lahlou pour le Maroc.

Relecture

Stéphane Pouffary, Ariane Rozo, Prof. Fatiha Bourbia et El habib El Andaloussi.

Les experts qui ont contribué ou apporté leurs commentaires

Pascal Augareils (ADEME), Mohamed Berdai (CDER, Maroc), Charlotte Colleu (ADEME), El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Sylvain Houpin (Plan Bleu), Pierre Icard (Plan Bleu), Julien Le Tellier (Plan Bleu), Naim Lahlou (Citech, Maroc), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie), Adel Mourtada (Ecotech, Liban), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Nathalie Rousset (Plan Bleu) et Noémie Zambeaux (ADEME).

Des commentaires ont été recueillis lors du premier comité pilotage énergie sur le projet d'étude en 2010, de la part de M. Eugène Howard (BEI, Luxembourg), M. Arthur Honoré (AFD/Division Environnement et Equipement, France), Professeur Mladen Borsic (Agence croate de l'énergie), M. Walid Al Deghaili (UN-ESCWA/Chef de Section Energie, Liban), M. Abdenour Keramane (Directeur de la Revue Medenergie, Algérie), Mme Lisa Guarerra (OME, France) et M. Klaus Wenzel (Med-Enec, Beyrouth/Tunis). D'autres commentaires ont été également recueillis lors d'un second comité de pilotage tenu le 17 juin 2011 qui regroupait additionnellement : Agnès MOREL et Mohamad TARHINI (BEI/Energy Efficiency & RE Division, Luxembourg), Thierry LATREILLE (AFD, France), Florentine VISSER (Med-Enec, Caire), Rafik MISSAOUI (ALCOR, Expert Energie & Environnement, Tunisie) et Adel MOURTADA (Ecotech, Expert Energie & Bâtiment, Liban).

Réalisation

Cartographie : Jean-Pierre Giraud, Benoit Briquetti

Mise en page : Sandra Dulbecco

Cette étude a été financée par le Fonds fiduciaire FEMIP. Ce Fonds, établi en 2004 a été financé - jusqu'à ce jour - par 15 États membres de l'UE et la Commission Européenne dans l'intention de soutenir le développement du secteur privé via le financement d'études et de mesures d'assistance technique, ainsi que par l'apport de capital risque



Cette étude a bénéficié également du soutien de :



Les analyses et conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Banque Européenne d'Investissement.

Sommaire

Résumé	5
I. Introduction	7
II. Energie et Bâtiments : Etat de l'art en Méditerranée	9
1. L'Energie en Méditerranée : un bilan tout en contraste	9
1.1. Une dépendance énergétique à surveiller	9
1.2. Une demande d'énergie et d'électricité en forte croissance.....	10
1.3. Des ressources renouvelables insuffisamment exploitées.....	10
1.4. Une intensité énergétique élevée, révélatrice d'une utilisation inefficace de l'énergie	12
2. Le Bâtiment en Méditerranée : un secteur clé pour les économies d'énergie	13
2.1. Le bâtiment résidentiel comme principal levier d'actions.....	13
2.2. Panorama actuel des pratiques de construction : l'existant-récent en Méditerranée synonyme de gouffre énergétique.....	16
2.3. Une stratégie à double action.....	18
3. Amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment : mesures actuelles et freins réels	19
3.1. Réglementation thermique et autres initiatives nationales et internationales.....	19
3.2. Les freins dans la mise en œuvre de mesures d'EE dans le secteur du bâtiment.....	24
III. Des scénarios tendanciels alarmants à l'horizon 2030	27
1. Un scénario de base préoccupant : Une évolution inquiétante de la situation énergétique et climatique	27
1.1. Une augmentation significative de la demande	27
1.2. Une offre et un mix énergétique en deçà des besoins.....	27
1.3. Des émissions de CO ₂ et une zone particulièrement sensible au changement climatique.....	28
2. Un besoin en nouveaux logements sans précédent.....	30
2.1. Croissance démographique et urbanisation rapide.....	30
2.2. Conséquences en termes de construction de logements	31
2.3. Revues de quelques politiques de construction/réhabilitation dans les PSEM	33
IV. Scénario énergétique de rupture	34
1. Mise en œuvre des politiques de maîtrise de l'énergie dans les PNM.....	34
1.1. Réglementation Européenne relative à la réduction des consommations énergétiques	35
1.2. Exemple du Volet « Bâtiment » du Grenelle de l'Environnement en France	38
2. Scénario de rupture dans les PSEM	41
2.1. Définition du scénario de rupture	41
2.2. Hypothèses du scénario de rupture dans les PSEM.....	41
2.3. Résultats du scénario de rupture dans les PSEM.....	44
3. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment.....	47
3.1. Evaluation des coûts additionnels sur la construction (logements neufs).....	48
3.2. Evaluation des coûts de réhabilitation des logements existants	48
3.3. Evaluation des surcoûts de l'éclairage efficace	48
3.4. Evaluation des surcoûts des équipements efficaces	48
3.5. Evaluation des coûts de chauffe-eau solaires.....	48
3.6. Récapitulatif des coûts.....	49
4. Coût de la non action sur le cycle de vie du bâtiment	49
4.1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau régional	49
4.2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée au Changement Climatique	50
V. Conditions de mise en œuvre du scénario de rupture	51
1. Les barrières à la mise en œuvre du scénario de rupture.....	51
1.1. Les barrières d'ordre informationnel	51
1.2. Les barrières d'ordre économique.....	52

1.3. Les barrières d'ordre organisationnel.....	55
1.4. Les barrières d'ordre technique	55
2. Les mesures et moyens pour la mise en œuvre de scénario de rupture.....	56
2.1. Les outils réglementaires	56
2.2. Les outils incitatifs	57
2.3. Les outils de renforcement de capacités et d'accompagnement des filières	61
2.4. Les outils institutionnels et organisationnels	61
3. Exemple de programme réussi : PROSOL en Tunisie	62
Conclusion : synthèse et messages clés	64
Annexes : Synthèses études nationales Liban, Tunisie et Maroc	69
Annexe 1 : Synthèse de l'étude nationale du Liban	69
Contexte général	69
Contexte énergétique.....	69
Situation actuelle du secteur des bâtiments	70
Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030	70
Impacts énergétique et socio-économique des mesures d'efficacité énergétiques.....	71
Annexe 2 : Synthèse de l'étude nationale de la Tunisie	77
Contexte énergétique de la Tunisie	77
La situation actuelle du secteur des bâtiments	77
Prospective énergétique du secteur des bâtiments	78
Impact des changements climatiques et coût de la « non action »	80
Mesures d'accompagnement pour la mise en œuvre du scénario alternatif	81
Annexe 3 : Synthèse de l'étude nationale du Maroc.....	82
Bibliographie	89
Table des illustrations	91

Résumé

Dans un contexte d'inquiétude croissante face aux conséquences possibles du changement climatique, les questions d'atténuation mais aussi d'adaptation doivent être désormais au cœur des préoccupations de nos sociétés. Les enjeux et les défis sont nombreux et il s'agit de mettre en place des actions avec un calendrier très contraint compte tenu des alertes émises par la communauté scientifique internationale tout en anticipant au mieux les perspectives de développement des pays dans un esprit de solidarité entre les pays riches et les pays les plus vulnérables. Ceci étant dit, il ne faut pas minimiser la défense des intérêts économiques et politiques nationaux et c'est pourquoi les défis à relever sont à la fois collectifs et individuels.

Les stratégies et plans d'action à mettre en place se doivent d'être inscrits sur le long terme et prendre en compte les secteurs les plus consommateurs en énergie tout en s'appuyant sur les solutions technologiques adaptées et les leviers économiques existants ou à inventer afin de mettre en place des projets viables en termes d'économies d'énergie et donc de diminution de gaz à effet de serre.

Les pays méditerranéens, qui regroupent les pays du Nord de la Méditerranée (PNM¹) et les Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM)², situés dans une zone considérée comme un véritable « hot spot » du changement climatique, sont d'autant plus concernés si l'on considère la forte croissance démographique attendue avec une population qui pourrait atteindre 360 millions d'habitants en 2030, associée à l'augmentation de la demande en énergie primaire qui devrait être multipliée par 1,5 d'ici 2030. De plus, l'augmentation rapide de la dépendance énergétique des PSEM rend nécessaire d'anticiper au mieux des investissements lourds à venir du côté de l'offre (production en favorisant notamment les énergies renouvelables) mais surtout de mettre en place des actions significatives du côté de la demande (réduction de la consommation).

A cette situation il faut ajouter que les pays du sud de la Méditerranée connaissent une urbanisation accélérée (plus des 3/4 de la population des PSEM sera urbaine en 2030) qui s'accompagne d'une demande massive de logements. A l'horizon 2030, les experts prévoient un besoin de près de 42 millions de logements supplémentaires par rapport à aujourd'hui.

Le Bâtiment, qui représente le premier secteur consommateur d'électricité et le second pour les énergies fossiles (après le transport), constitue un secteur à fort enjeu car il permet d'agir à la fois sur la demande (mesures d'efficacité énergétique) et sur l'offre (intégration d'énergies renouvelables). Au niveau mondial, il est estimé que le potentiel d'économies d'énergie dans ce secteur est de l'ordre de 40 % et ce en grande partie via des mesures dès à présent économiquement viables.

La présente étude dresse un état des lieux du secteur du bâtiment dans les PSEM et analyse quelle pourrait ou devrait être sa place dans le cadre de politiques ambitieuses en faveur de la maîtrise de la demande en énergie. Même si les recommandations peuvent s'appliquer à l'ensemble du secteur du bâtiment, ce rapport se concentre sur le secteur du « résidentiel » (70 % des émissions et 27 % de la consommation du secteur du bâtiment) et plus particulièrement sur le résidentiel « neuf » du secteur formel. Il est entendu que les actions réglementaires, techniques et financières pour l'« existant » et pour le secteur informel devront faire l'objet d'études complémentaires.

Aujourd'hui, force est de constater que les opportunités en matière d'économies d'énergie dans le secteur du bâtiment n'ont pas été exploitées à leur juste valeur et que les constructions récentes, calquées sur des modèles internationaux et inadaptées dans la plupart des cas aux conditions climatiques des PSEM ont provoqué l'essor de bâtiments particulièrement énergivores et cela sans compter l'abandon d'organisations urbaines pourtant très performantes. C'est pourquoi, dans de nombreux cas, pour obtenir un confort thermique décent, les occupants doivent investir dans des équipements de type chauffages et climatiseurs et

¹ Les PNM regroupent : l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, Chypre, l'Espagne, la France, la Grèce, la Croatie, l'Italie, Monaco, Monténégro, Malte et la Slovaquie.

² Les PSEM regroupent : le Maroc, l'Algérie, la Libye, la Tunisie, l'Égypte, Israël, la Jordanie, la bande de Gaza et la Cisjordanie, la Jordanie, le Liban, la Syrie et la Turquie.

cela en ayant des conséquences fortes sur le coût d'usage des occupants sans parler des situations de précarité énergétique qui se développent de plus en plus.

Comprendre la situation actuelle est un pré-requis indispensable afin d'être à même d'élaborer des scénarios pertinents aussi réalistes que possible. De nombreuses initiatives ont déjà été mises en place au niveau national et, dans de nombreux cas, dans le cadre de coopérations bilatérales ou internationales. Le rapport passe en revue les différentes initiatives afin de répondre aux questions du « qui finance » ou du « qui doit financer » ainsi que « par où initier » la mise en place d'une politique ambitieuse de maîtrise de la demande en énergie dans le secteur du résidentiel.

Au-delà des spécificités des PSEM, les barrières mais aussi les opportunités d'actions en termes d'organisation, de disponibilité des technologies mais aussi les questions économiques et financières sont assez similaires à ce que nous pouvons analyser au niveau européen ou international. C'est pourquoi le transfert de compétences et les partenariats Nord-Sud mais aussi Sud-Sud doivent être encouragés sous toutes leurs formes. Les meilleures pratiques mises en place par des pays méditerranéens ont été étudiées et les mécanismes qui pourraient en permettre la généralisation à l'ensemble des PSEM ont été analysés.

Sur ces bases deux scénarios ont été établis. Le premier scénario dit « tendanciel ou de référence » et le second dit « de rupture » qui prend en compte la mise en place de politiques volontaristes de maîtrise de la demande en énergie et d'intégration des énergies renouvelables. Sur la base des hypothèses retenues, la différence est significative avec près de 42 Mtep dans le scénario de rupture en prenant en compte une consommation d'énergie finale de 130 Mtep à l'horizon 2030 dans le scénario de référence.

L'étude propose également des recommandations d'action pour la mise en œuvre du scénario de rupture au niveau organisationnel, économique et informationnel qui devront se traduire au niveau réglementaire et par la mise en place de mécanismes de soutien incitatifs et pérennes dans le temps et par le renforcement de capacités des acteurs concernés afin d'accompagner la transformation de la filière.

Des dynamiques nationales à la mise en place d'une stratégie régionale, il s'agit, sous réserve de la mobilisation de tous les acteurs concernés, d'élaborer un véritable scénario « gagnant-gagnant » sur la rive Sud et Est de la Méditerranée selon un processus similaire à celui qui a été mis en place en Europe.

I. Introduction

La responsabilité des activités humaines dans le changement climatique n'est plus à démontrer. Mais, au-delà de cette prise de conscience plus ou moins partagée, il est nécessaire de mettre en place des actions véritables car le temps presse et, pire, il joue contre nous si nous nous basons sur le constat dressé par les scientifiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Au regard des défis à relever et du besoin vital de solidarité entre les pays riches et les pays les plus vulnérables, les conclusions du « Sommet de Copenhague » de décembre 2009 sont forcément décevantes même si la volonté politique au plus haut niveau reste en soi un signal encourageant. Pour autant, force est de constater la difficulté d'intégrer une vision sur le long terme associée à la défense des intérêts économiques nationaux.

Face à ce constat, il est essentiel que les organismes internationaux se mobilisent ensemble pour anticiper un cadre réglementaire international afin de répondre aux défis et aux enjeux posés par la question climatique.

Localisation des zones géographiques particulièrement vulnérables, identification des secteurs énergivores, inventaire des solutions technologiques adaptées et des leviers économiques existants ou à créer sont les étapes préliminaires pour être capable de proposer des projets viables en termes d'économies d'énergie et donc de diminution de gaz à effet de serre.

Pour ce qui concerne les pays méditerranéens, qui regroupent les pays du Nord de la Méditerranée (PNM³) et les Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM)⁴, situés dans une zone considérée comme un véritable «hot spot» du changement climatique, la nécessaire action est d'autant plus urgente.

Cette zone est soumise à une forte augmentation de la demande en énergie primaire qui devrait être multipliée par 1,5 d'ici 2030. Cette demande dans les PSEM devrait croître 4 à 5 fois plus rapidement que celle des pays de la rive nord jusqu'à représenter en 2030 plus de 42 % de la demande d'énergie du Bassin méditerranéen contre 30 % en 2007⁵. D'autre part, la dépendance énergétique des PSEM s'accroît progressivement au fil du temps, laissant présager d'inévitables tensions dans le futur. Dans ce contexte, répondre à cette demande croissante va représenter un véritable défi pour les PSEM dans les années à venir et impliquer des investissements lourds, notamment si les solutions ne sont recherchées que du côté de l'offre (production) en négligeant les actions portant sur la demande (consommation).

Parallèlement, les pays du sud de la Méditerranée connaissent une urbanisation accélérée (plus des 3/4 de la population des PSEM sera urbaine en 2030) qui s'accompagne d'une demande massive de logements. A l'horizon 2030, les experts prévoient un besoin de près de 42 millions de logements supplémentaires par rapport à aujourd'hui.

Le Bâtiment, qui représente le premier secteur consommateur d'électricité et le second pour les énergies fossiles (après le transport), constitue un secteur à fort enjeu car il permet d'agir à la fois sur la demande (mesures d'efficacité énergétique) et sur l'offre (intégration d'énergies renouvelables). En guise d'exemple, au niveau mondial, il est estimé que le potentiel d'économies d'énergie dans ce secteur est de l'ordre de 40 % et ce en grande partie via des mesures dès à présent économiquement viables.

La présente étude a pour objet de dresser un état des lieux du secteur du bâtiment dans les PSEM et d'analyser quelle pourrait ou devrait être sa place dans le cadre de politiques ambitieuses en faveur de la maîtrise de la demande en énergie.

En effet, force est de constater que les opportunités en matière d'économies d'énergie dans le secteur du bâtiment n'ont pas été exploitées à leur juste valeur par le passé. Plus problématique encore, les constructions récentes, calquées sur des modèles internationaux et inadaptées dans la plupart des cas aux conditions climatiques des PSEM ont provoqué l'essor de bâtiments particulièrement énergivores. Enfin,

³ Les PNM regroupent : l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, Chypre, l'Espagne, la France, la Grèce, la Croatie, l'Italie, Monaco, Monténégro, Malte et la Slovénie.

⁴ Les PSEM regroupent : le Maroc, l'Algérie, la Libye, la Tunisie, l'Égypte, Israël, la Jordanie, la bande de Gaza et la Cisjordanie, le Liban, la Syrie et la Turquie. Si la Jordanie n'est pas un pays côtier de la Méditerranée, elle fait partie de l'Union pour la Méditerranée et est donc à ce titre incluse à cette étude.

⁵ Source : Plan Bleu 2009, Infrastructures et Développement énergétique durable en Méditerranée : Perspectives 2025

L'abandon d'organisations urbaines pourtant très performantes serait à revoir entièrement. C'est pourquoi, dans de nombreux cas, pour obtenir un confort thermique décent, ce bâti mal isolé et conçu sans respecter les règles de l'architecture bioclimatique oblige ses occupants à investir dans des équipements de type chauffages et climatiseurs. Si l'on se place à un niveau purement économique, on peut constater ici que cette situation n'est pas viable sur le long terme : en effet, par leurs fortes consommations en électricité, ces appareils reviennent extrêmement chers aux occupants, si tant est qu'ils puissent se permettre leur achat initial... Enfin, même s'il s'agit d'une évidence unanimement acceptée, il n'est pas inutile de rappeler ici que dans le secteur énergétique, le coût de la « non action » dépassera largement celui de « l'action » : investir aujourd'hui dans la maîtrise de l'énergie, c'est économiser demain.

En Méditerranée, parmi les divers types de bâtiments existants (résidentiels, administratifs, commerciaux...) le « résidentiel » représente à lui seul 70 % des émissions du secteur du bâtiment. Les données relatives aux autres bâtiments étant excessivement difficiles à obtenir, il a été décidé que cette étude se concentrerait sur les perspectives qu'offrirait le secteur « résidentiel » en termes de diminution de consommation d'énergie. De plus, et au regard de l'ampleur des objectifs de construction en terme de nouveaux logements dans les PSEM, la présente étude se concentrera sur le résidentiel « neuf » du secteur formel. Il est entendu que les actions réglementaires, techniques et financières pour l'« existant » devront faire l'objet d'une étude complémentaire.

Au regard de ces diverses considérations, il est aisé de réaliser à quel point l'efficacité énergétique dans le bâtiment résidentiel est un enjeu stratégique pour la maîtrise de la demande en énergie dans les PSEM. Si le retard par rapport à l'autre rive de la Méditerranée est grand, l'anticipation et un infléchissement des différents scénarios est encore possible.

Après avoir rappelé dans la première partie la situation énergétique en Méditerranée et la place particulière du secteur du bâtiment, nous analyserons en détail un scénario tendanciel et un scénario de rupture à l'horizon 2030 pour le secteur du résidentiel dans les deuxième et troisième parties.

Dans la quatrième partie nous nous intéresserons aux barrières mais aussi aux opportunités d'actions en regardant plus particulièrement les questions économiques et financières. Nous essayerons de répondre aux questions du « qui finance » et du « par où commencer » une politique ambitieuse de maîtrise de la demande en énergie dans le secteur du résidentiel. Nous regarderons en détail des meilleures pratiques et nous étudierons les mécanismes qui pourraient en permettre la généralisation à l'ensemble des PSEM.

Dans la conclusion, nous rappellerons la nécessité d'une approche régionale en soutien aux dynamiques nationales à mettre en place ou à renforcer. Une telle dynamique aurait tout son sens et, sous réserve de la mobilisation de tous les acteurs concernés, un véritable scénario « gagnant-gagnant » pourrait être mis en place sur la rive Sud et Est de la Méditerranée selon un processus similaire à celui qui a été mis en place en Europe.

II. Energie et Bâtiments : Etat de l'art en Méditerranée

1. L'Energie en Méditerranée : un bilan tout en contraste

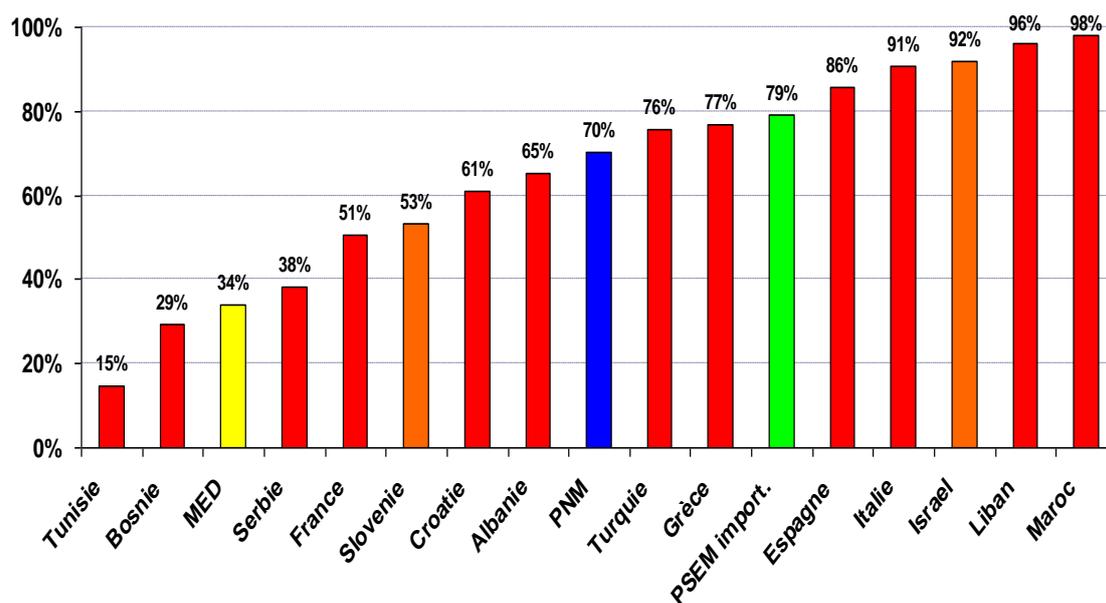
Les pays méditerranéens présentent des situations énergétiques extrêmement contrastées : des pays exportateurs d'énergies fossiles qui jouxtent des pays entièrement dépendants des importations, certains pays sensibilisés et avancés en termes de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique et d'autres quasiment tout reste à faire... Pour autant et quel que soit les contextes nationaux un constat s'impose : la demande en énergie et en électricité en Méditerranée n'a cessé de croître ces dernières années et cette tendance n'est pas prête de s'inverser dans les prochaines années...

1.1. Une dépendance énergétique à surveiller

Dans la région méditerranéenne, les PSEM présentent la particularité de regrouper à la fois des pays exportateurs d'hydrocarbures (Algérie, Egypte, Libye, Syrie) et des pays dépendants des importations pour leur approvisionnement⁶.

La dépendance énergétique, toute énergie confondue, est actuellement de près de 35 % en Méditerranée. Les pays riverains ont importés 267 Mtep en 1971 dont 10 Mtep par les PSEM importateurs et, en 2007, le montant des importations a atteint 589 Mtep dont 123 par les PSEM (soit une croissance 7,2 % par an).

Figure 1 - Dépendance énergétique de pays méditerranéens importateurs en 2007



Source : Plan Bleu (calculs à partir des statistiques AIE-Bilans Energétiques, édition 2009)

*NB : Sur le graphe ci-dessus, par « MED », on entend la moyenne entre les pays importateurs (« PNM » et « PSEM import. ») et les pays méditerranéens exportateurs. La moyenne MED des seuls pays importateurs méditerranéens au Sud comme au Nord (PNM + PSEM importateurs) est de 72 % en 2007.

Face à cette inégale répartition des ressources et, pour anticiper au plus tôt une inexorable amplification des tensions énergétiques, il devient essentiel pour les PSEM d'intégrer dès à présent les notions d'efficacité énergétique et de maîtrise des consommations tout en continuant à développer les différentes énergies renouvelables.

⁶ La Tunisie est devenue un pays importateur net depuis 2001.

1.2. Une demande d'énergie et d'électricité en forte croissance

Environ 485 millions de personnes vivent dans le bassin méditerranéen et consomment près de 1000 millions de tep d'énergie (Mtep) soit environ 8,2 % de la demande mondiale d'énergie. A noter que la consommation annuelle d'énergie primaire per capita est 3,3 fois moins élevée dans les PSEM (1,1 tep) que dans les PNM (3,6 tep).

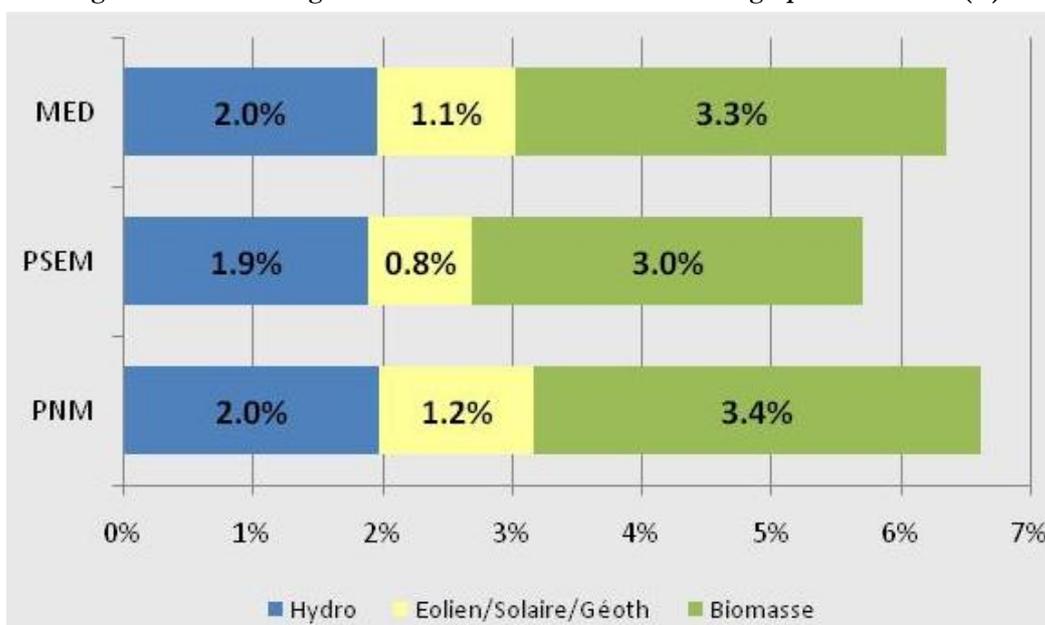
La demande totale d'énergie en Méditerranée a plus que doublé sur la période 1971-2007 (de près de 400 à près de 1000 Mtep) ce qui représente en moyenne 2,7 % de croissance par an. Au cours de cette période, l'essentiel de l'augmentation de la demande d'énergie a concerné les PSEM. La demande énergétique s'est caractérisée par une croissance de la demande d'électricité beaucoup plus rapide que celle de l'énergie primaire ou de la population. A noter que la subvention des tarifs de l'électricité comme en Egypte, en Syrie, au Liban, en Jordanie ou en Algérie favorise l'utilisation de l'électricité pour le chauffage de l'eau et des locaux au dépend des autres sources d'énergie, entraînant de fait une forte augmentation de la consommation d'électricité.

1.3. Des ressources renouvelables insuffisamment exploitées

La Méditerranée est dotée d'un potentiel important en énergies renouvelables et particulièrement en énergie solaire et énergie éolienne. D'une manière générale ce potentiel reste sous-exploité et cela malgré un doublement en volume de 1971 à 2007. Actuellement les énergies renouvelables (EnR) représentent moins de 7 % (biomasse incluse) du bilan énergétique de l'ensemble de la région.

Pour autant il faut souligner qu'encouragés par des incitations, des politiques et des progrès technologiques, les énergies renouvelables en Méditerranée ont enregistré une croissance exceptionnelle dans le secteur de la production d'électricité (principalement éolienne), avec plus de 9,1 %⁷ de croissance moyenne par an au cours de la période 1980-2006 (même s'il ne faut pas oublier que les capacités installées étaient faibles à la fin des années 80).

Figure 2 - Part des énergies renouvelables dans la demande d'énergie primaire en 2006 (%)



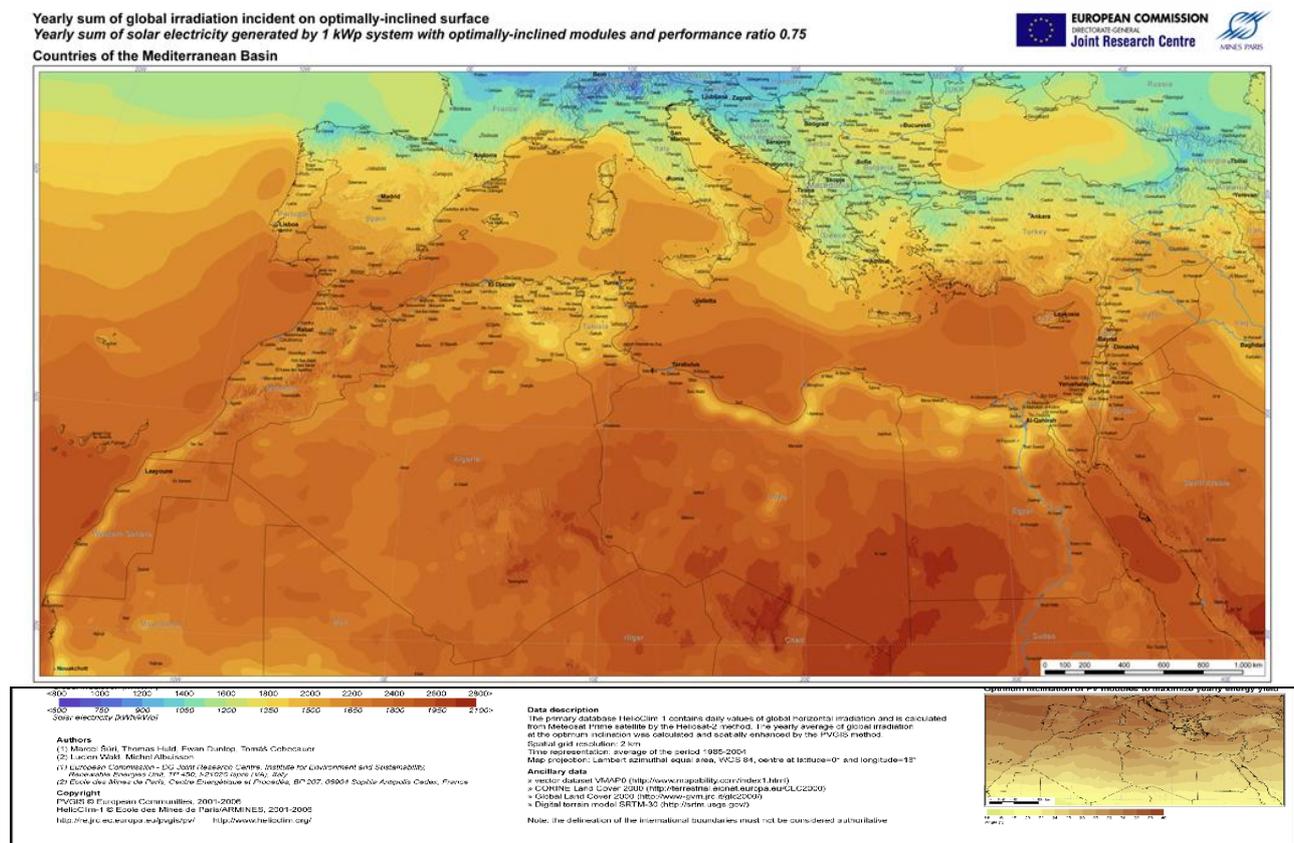
Source : Plan Bleu (Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée-2009, p48)

⁷ La croissance mondiale a été de 10,5% par an sur la même période 1980-2006 (de 31 à 414 TWh).

Enfin, même si la quantité d'énergies renouvelables produite en valeur absolue s'accroît, l'augmentation simultanée de la demande fait que la part relative des EnR dans l'approvisionnement en énergie primaire progresse très lentement : elles ne représentent que 2,7 % dans les PSEM (5,7 % avec biomasse) de la demande d'énergie, ce qui reste insuffisant à l'égard de l'objectif de 7 % de l'énergie primaire préconisé par la CMDD⁸.

Et pourtant, le potentiel est bel est bien là ! En plus de présenter des conditions privilégiées pour l'éolien, les PSEM se caractérisent par un ensoleillement conséquent, comme le montre la carte ci-dessous, offrant de nombreuses possibilités de valorisation de l'énergie solaire : passive et active à travers des applications thermiques et électriques.

Figure 3 - Radiation solaire et potentiel pour le solaire photovoltaïque en Méditerranée



Source : PVGIS © European Communities, 2001-2008 (Photovoltaic Geographical Information System)

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu_opt/PVGIS_Mediterranean_globrad_opt_angle.png

A titre d'illustration on citera également l'exemple d'Israël, qui se positionne comme 5^{ème} pays au monde en termes de surface de capteurs solaires thermiques installés et 2^{ème} en considérant la surface installée par habitant (juste devant les Territoires palestiniens, respectivement 420 et 350 m² pour 1 000 habitants en 2007⁹).

Mais il serait trop périlleux de ne miser que sur le développement des énergies renouvelables pour répondre à la demande croissante en énergie et lutter contre la dépendance énergétique. En effet, de nombreux experts s'accordent à dire que même aux prix d'investissements massifs, ce secteur ne pourra à lui seul enrayer les problématiques propres à cette région. Là encore, sobriété et efficacité énergétique apparaissent comme les incontournables éléments de la solution.

⁸ La Commission Méditerranéenne du Développement Durable (CMDD) est une instance de dialogue pour la définition d'une stratégie méditerranéenne de développement durable. La CMDD a élaboré une Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable (SMDD), coordonnée par le Plan Bleu et fixant des objectifs et des indicateurs à atteindre afin d'engager la région vers un développement durable et renforcer la paix, la stabilité et la prospérité.

⁹ Source ESTIF.

1.4. Une intensité énergétique élevée, révélatrice d'une utilisation inefficace de l'énergie

Au-delà des enjeux propres à la production d'énergies renouvelables, l'usage optimum de l'énergie doit être dans tous les cas une priorité. L'indicateur « intensité énergétique (IE) ¹⁰ », globale ou primaire, est un bon moyen pour évaluer l'efficacité énergétique globale de l'économie, même s'il ne permet pas une évaluation de l'efficacité énergétique d'un point de vue purement technique.

Cet indicateur, qui s'exprime en tep par unité de PIB, caractérise le degré de "sobriété énergétique" d'un pays ou d'un mode de développement : il mesure la quantité d'énergie consommée pour un même niveau de confort ou de production. L'intensité énergétique dépend bien évidemment de facteurs comme le climat (plus il fait froid, plus on consomme d'énergie pour se chauffer, à niveau économique égal) et de la structure de l'économie : si un pays a beaucoup d'industries lourdes, fortes consommatrices d'énergie, son IE pourra être plus élevée. Mais lorsque l'on compare des pays à structure économiques voisines, le facteur essentiel est l'efficacité avec laquelle l'énergie est produite et consommée : très schématiquement, plus l'intensité est basse, plus l'efficacité est grande¹¹.

La prise de conscience de l'importance de la maîtrise de l'énergie est grandissante à travers le monde. Sur la rive Nord, dans l'Union Européenne, l'adoption de mesures drastiques pour le développement de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables et la réduction des émissions de GES en est l'illustration (historiquement les politiques d'efficacité énergétique ont commencé à être mises en place à l'issue du premier choc pétrolier de 1973).

Ces gains d'efficacité énergétique correspondent à des économies d'énergie réalisées chaque année et qui peuvent être exprimées en "négawatts ou négajoules", calculés sur la base de l'amélioration de l'intensité énergétique de 1980. La Figure 4 montre l'évolution de la consommation d'énergie primaire sur la période 1980-2006. La courbe inférieure représente la consommation d'énergie primaire réelle, et la courbe supérieure indique ce qu'aurait été cette consommation si l'intensité énergétique de l'ensemble des PNM était restée à sa valeur de 1980. La portion la plus haute du diagramme (négawatts) représente les économies réalisées sur la consommation d'énergie primaire du fait de la diminution de l'intensité énergétique globale¹². En 2006, la quantité des négawatts pour les PNM était de près de 114 Mtep, soit 16 % de la consommation d'énergie primaire observée de 690 Mtep (volume équivalent à 1,5 fois la consommation de produits pétroliers dans les PNM). De ce fait, les PNM ont réalisé, grâce à l'amélioration de leur IE, sur la période 1980-2006 des économies cumulées de l'ordre de 1300 Mtep, soit l'équivalent de près de 2 années de consommations (niveau de 2006).

Les informations pour les PSEM sont basées sur les données disponibles pour l'évaluation des quantités d'énergie théoriques non-économisées donc non-réalisées (représentées en vert dans le graphe de droite de la Figure 4) pour montrer la correspondance avec les négawatts des PNM, quant à eux bien réalisés.

La légère baisse de l'intensité énergétique dans les PSEM (-0,7 % depuis 2000), est loin d'être suffisante aux regards des enjeux de la zone face à une demande énergétique en pleine explosion. Si les PNM ont ouvert la voie, il est crucial que les PSEM suivent ce courant en s'engageant dans des actions de sobriété énergétique et en investissant dans des technologies d'efficacité énergétique.

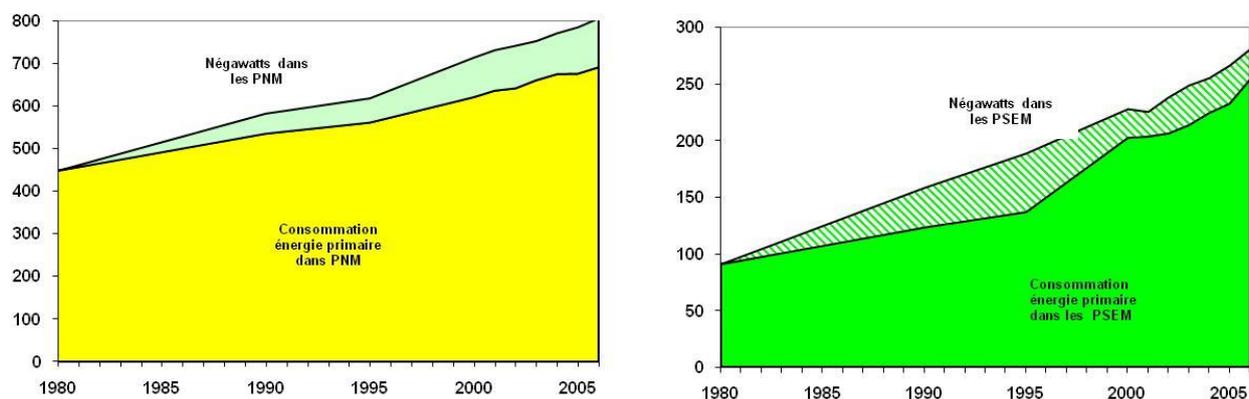
Au regard de la situation énergétique des PSEM, où l'offre énergétique est déjà clairement en deçà des besoins, il apparaît essentiel d'agir au plus vite sur la demande en énergie. En effet, face à des ressources et des moyens de production limités, face à des besoins en énergie et en électricité en pleine croissance et compte tenu des filières renouvelables insuffisamment développées à ce jour, il apparaît essentiel de se concentrer sur la source même du problème à savoir les consommations énergétiques.

¹⁰ L'IE, Intensité énergétique, est le rapport de la consommation d'énergie au produit intérieur brut (PIB), celui-ci étant calculé "à parité de pouvoir d'achat (ppa)" afin de tenir compte des différences de niveau de vie.

¹¹ Si on prend l'inverse de l'IE, qui représente la productivité énergétique, plus elle est haute, meilleure est la production par unité d'énergie (1 tep).

¹² Approche utilisée par Bernard Laponche "Prospective et enjeux énergétiques mondiaux: un nouveau paradigme énergétique, 24-26 Nov 2006.

Figure 4 - Potentiel des économies d'énergie grâce à la baisse de l'intensité énergétique globale



Source : Plan Bleu (Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée-2009, p49)

En parvenant à les minimiser sensiblement, c'est toute la donne énergétique et, in fine, climatique qui en sera transformée. Partant de cette alternative, il s'agit alors d'identifier en premier lieu les principaux postes consommateurs d'énergie en Méditerranée.

Le secteur du bâtiment se distingue comme tel tout en offrant des possibilités d'actions économiquement viables et avec un fort impact social. C'est donc tout naturellement que la présente étude se focalise sur les promesses et perspectives qu'offre ce secteur en termes d'économies d'énergie.

2. Le Bâtiment en Méditerranée : un secteur clé pour les économies d'énergie

Responsable à lui seul de plus d'un tiers de la consommation d'énergie des pays méditerranéens, le secteur du bâtiment pourrait permettre jusqu'à 60 % d'économies d'énergie à des coûts relativement compétitifs. C'est en s'intéressant plus en détails aux caractéristiques de ce secteur, depuis les répartitions énergétiques par type de bâtiment jusqu'à l'étude de l'existant en Méditerranée, que nous parviendrons à cerner précisément les mesures prioritaires qui pourraient permettre de réaliser de substantielles économies d'énergie.

2.1. Le bâtiment résidentiel comme principal levier d'actions

2.1.1. Le bâtiment : un secteur particulièrement énergivore au potentiel d'économie avéré

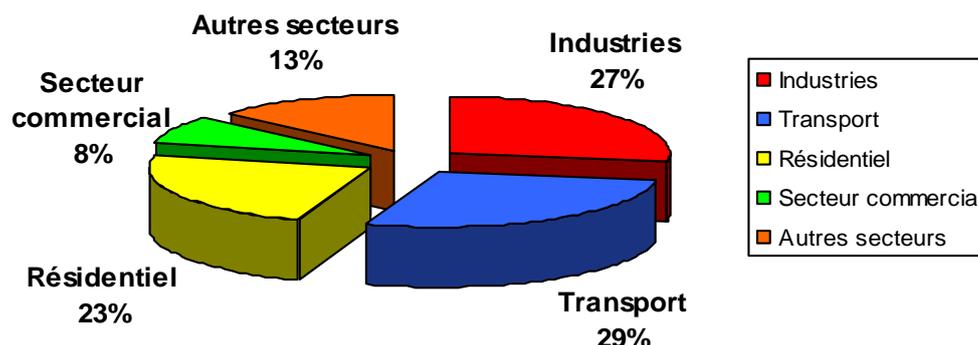
Au niveau mondial, le secteur du bâtiment représente à lui seul entre 35 et 40 % de la consommation d'énergie finale¹³ et contribue à hauteur d'un tiers environ des émissions de CO₂.

Par ailleurs, il est estimé que le potentiel d'économies d'énergie dans ce secteur est de l'ordre de 40 %, et ce en grande partie via des mesures économiquement rentables. C'est également un secteur éminemment stratégique du fait de la longue durée de vie des bâtiments¹⁴ : les constructions d'aujourd'hui conditionneront durablement les consommations de demain et un bâtiment bien pensé dès sa conception sera toujours plus performant et moins coûteux qu'un bâtiment rénové a posteriori. Si le secteur de la rénovation est crucial au vu du parc de logements existant, la construction neuve se doit dans tous les cas d'être exemplaire.

¹³ UNEP, WBCSD, IEA

¹⁴ En France par exemple, le taux de renouvellement du parc immobilier est d'environ 1% par an.

Figure 5 - Part des secteurs dans la consommation finale d'énergie au niveau mondial en 2007



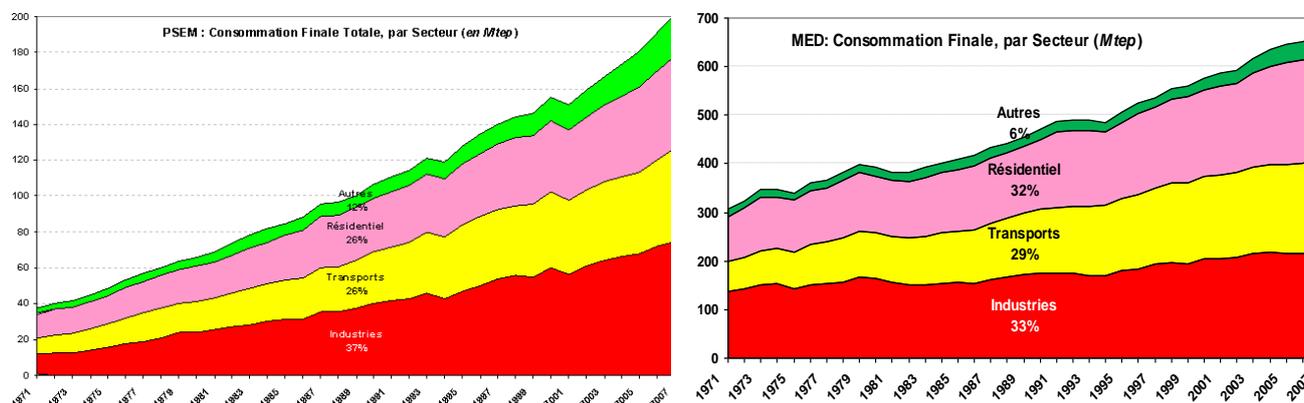
Source : IEA, energy balances of non-OECD countries, édition 2009

NB : La part du secteur du bâtiment correspond à la somme des contributions du « Résidentiel », du « Secteur commercial » avec une certaine proportion de « Autres secteurs » (agriculture, services...)

Au niveau de la Méditerranée

Les PSEM et les PNM ne dérogent pas à ce constat puisque, en moyenne, le secteur du bâtiment représente environ 38 % de l'énergie finale consommée (ce pourcentage varie entre 27 et 65 % dans les PSEM) et qu'un potentiel important d'économie d'énergie existe dans ce secteur¹⁵. Des projets pilotes ont montré qu'avec un surcoût de 10 à 25 % à la construction, jusque 60 % d'économies d'énergie pouvaient être réalisées¹⁶.

Figure 6 - Consommation finale d'énergie, par Secteur (en Mtep)



Source : AIE-Balances Energétiques, pays OCDE et Non-OCDE, Sept 2009

2.1.2. Le bâtiment « résidentiel » : objet de la présente étude

Comme indiqué précédemment, le secteur du bâtiment représentait environ 38 % de la consommation finale d'énergie en 2007 en Méditerranée. La part du « résidentiel » y est prépondérante avec 26 % de cette consommation finale d'énergie dans les PSEM (soit entre 16 et 42 % du total selon les pays¹⁷) et 21 % dans les PNM.

De plus, si la part du secteur résidentiel dans la consommation finale globale peut être considérée comme globalement stable au cours de la dernière décennie, les consommations en valeur absolue ne font qu'augmenter et ont été multipliées par plus de 2,5 entre 1990 et 2007.

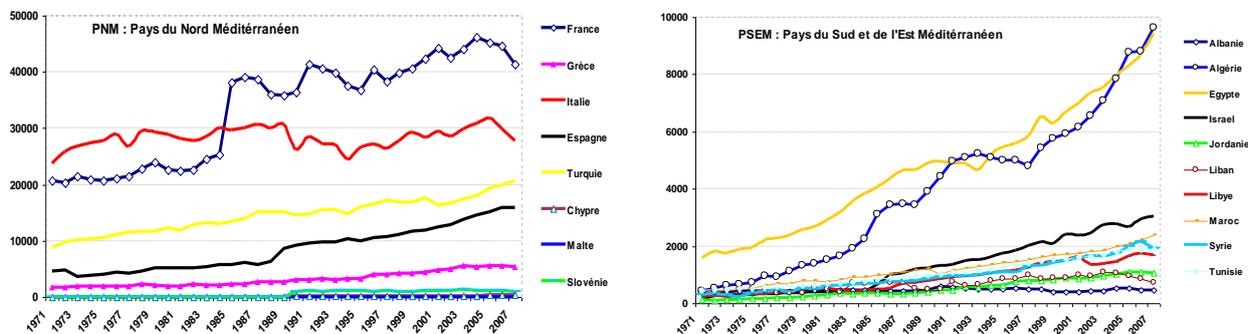
¹⁵ Egypt National Consultancy, MED-ENEC, Egypt, May 2009.

¹⁶ MED-ENEC

¹⁷ AIE, données 2007 dans "Energy balances in the non-OECD countries, Septembre 2009

Si l'on se penche maintenant sur la consommation électrique, le secteur résidentiel consomme entre 21 % et 51 % de la production nationale.¹⁸ Ces tendances ne devraient pas s'infléchir dans les années à venir étant donnée la croissance de la population de la région et une augmentation du niveau de vie global qui implique un taux d'équipement croissant.

Figure 7 - Consommation d'énergie dans le secteur résidentiel, par Pays (en ktep)

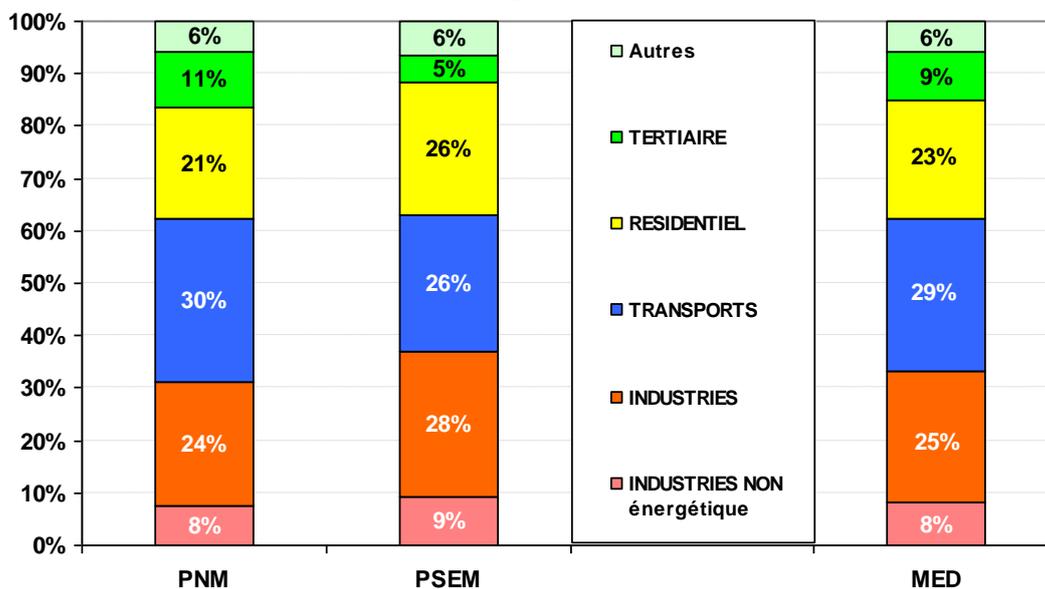


Source : Plan Bleu 2010 (données PSEM de Medstat sauf Libye et Turquie, données PNM de AIE-Sept 2009)

La Figure 8 rappelle la répartition des consommations énergétiques sectorielles en 2007 pour les PSEM en la comparant avec celle des PNM. A noter qu'ici, le secteur du bâtiment regroupe les parts 'Résidentiel'/'Tertiaire'/'Autres'.

Si la prédominance du « Résidentiel » sur les composantes « Tertiaire » et « Autres » du bâtiment ne fait aucun doute en termes de consommation énergétique, il est important de souligner que les données concernant ces 2 dernières composantes sont extrêmement difficiles à recenser de manière fiable pour les PSEM. Un travail supplémentaire de collecte d'information doit être réalisé.

Figure 8 - Consommations énergétiques sectorielles en Méditerranée en 2007



Source : Plan Bleu (calculs à partir des statistiques AIE-Balances Énergétiques, 2009)

Aussi, cette étude a pris le parti de se concentrer sur le résidentiel uniquement sachant que ce secteur est responsable de près de 70 % des émissions du secteur du bâtiment et que les données le concernant sont suffisamment précises pour constituer la base de scénarios prospectifs.

¹⁸ Algérie : 51%, Egypte : 31%, Israël : 28%, Jordanie : 31%, Maroc : 25%, Syrie : 36% et Tunisie 21% (AIE, données 2007 dans "Energy balances in the non-OECD countries, Septembre 2009"). Pour les territoires Palestiniens, cette part s'élève à 24% (source ADEME, 2009), Enfin, pour le Liban cette part atteint 65% pour le résidentiel et tertiaire (source MEDSTAT II, 2009).

2.2. Panorama actuel des pratiques de construction : l'existant-récent en Méditerranée synonyme de gouffre énergétique

Figure 9 - Sid Boussaid en Tunisie



Si les PNM appartenant à l'Union Européenne ont déjà engagé des actions pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments (voir partie 3.1), l'histoire récente du bâtiment dans les PSEM se caractérise par un mouvement d'uniformisation de la construction, calqué sur un modèle de construction que nous pouvons qualifier « d'international ». En effet, depuis le siècle dernier, la suprématie croissante des grands groupes internationaux de la construction dans la zone Méditerranée n'a fait qu'accentuer ce phénomène et accélérer la perte des savoir-faire ancestraux. Autrefois faits de murs épais, avec peu d'ouvertures sur l'extérieur et caractérisés par une bonne isolation thermique, les logements sont aujourd'hui avant tout constitués de murs fins en béton et de toits plats mal isolés, voire de toits en tôle pour les logements les plus modestes...

Le Tableau 1 fait état des principales évolutions de la construction dans les PSEM et de ses principales conséquences.

Des exemples comme celui du moucharabieh, de la maison Es-Suhaymi au Caire ou les maisons de Sid Boussaid en Tunisie : un élément de l'architecture traditionnelle.

Sur le plan architectural :

- Correction des fautes d'alignement des maisons / apport esthétique
- Augmentation de l'espace utile sans agrandir la parcelle
- Respect de la sphère privée / permet de voir sans être vu

Pour le confort thermique :

- A l'intérieur
 - protection contre le soleil
 - entrée de l'air frais de la rue : création d'un courant d'air au travers de la maison
- A l'extérieur
 - ombre sur la rue et les étages inférieurs
 - rafraichit l'air de la rue

La généralisation récente de pratiques de construction inadaptées et d'une architecture « mondialisée », misant davantage sur les équipements (chauffage et climatisation) que sur l'enveloppe pour obtenir des conditions de confort est particulièrement préoccupante. En effet, l'accès au chauffage et à la climatisation artificielle reste un luxe pour la majorité des familles et beaucoup sont aujourd'hui amenées à vivre dans l'inconfort thermique. Cette situation entraîne des retombées néfastes sur la santé et sur la productivité des individus et n'est pas viable sur le long terme...

Tableau 1 - Synthèse des tendances de la construction

	Architecture traditionnelle	Architecture moderne	Evolution + et -
Implantation agencement			
Aspect urbain	Gestion collective des aléas climatique	Individualisme plus affirmé	Moindre protection solaire mutuelle des bâtiments
Mitoyenneté	Forte	Faible (sauf dans les zones de forte pression foncière)	Plus fortes expositions aux éléments climatiques (température extérieure, soleil)
Aménagement intérieur	Maison construite autour d'un patio toutes les pièces s'ouvrent sur ce patio. Couloir autour de patio.	Les maisons ne sont plus pourvues de patio, elles sont construites autour d'une pièce principale, le séjour	Disparition du patio et ses nombreux mérites thermiques Interconnexion des pièces
L'entrée	L'entrée (la skifa) est une sorte de sas en chicane évitant ainsi les regards de la rue.	L'entrée est devenue plus courante, mais elle est placée près du séjour pour éviter que les invités ne puissent visiter la maison.	Disparition du sas
Les pièces de services	La cuisine est éloignée des autres pièces, pour éviter les odeurs	la cuisine est désormais une pièce comme les autres, et n'est donc plus éloignée des autres	
Les ouvertures	De petites dimensions et proche du sol,	Plus grandes ouvertures que pour l'architecture traditionnelle, souvent pourvu d'un système de climatisation implanté après la construction du bâtiment	Impact et question de l'utilité d'ouvertures plus importantes
Système constructif			
Les murs	Il existe plusieurs types de murs en fonction des matériaux utilisés Les murs de pierre Les murs de terre Les murs à ossature bois Les murs végétaux	Les murs structure porteuse de types poteaux poutres maçonneries de briques creuses	Diminution forte des épaisseurs des matériaux → inertie plus faible Usage de la terre en voie de disparition
Les revêtements de murs	Les enduits - étanchéifie - comble les irrégularités Les badigeons (chaux, terre, matières organiques) étanchéifie esthétisme renouvellement régulier Les céramiques	Les enduits (à base de plâtre chaux, ciment). Les céramiques Les badigeons	Préférence pour les traitements durables évitant un traitement saisonnier
Les structures de franchissement horizontal	Les planchers : Les planchers bois : - bois ou bois+remplissage Les voûtes : réalisées en pierre Les coupoles	Planchers : Deux types : - Les planchers bois - Les planchers béton	
Les couvertures	Les toitures plates Les toitures en pente Coupole	Les toitures plates Les toitures en pente	Inertie thermique insuffisante La coupole présentait certain intérêt thermique (climatisation radiative)

Source : D'après Mohamed Abdelsalam, Adel Mourtada, "Etat de l'art dans le domaine de la maîtrise de l'énergie dans le domaine des pays tiers méditerranéens" Convention Ademe/Solener – Rapport final, février 2006 & Stéphane Pouffary

2.3. Une stratégie à double action

Construire des bâtiments à haute performance énergétique et mettre en place les conditions afin de rénover le parc existant.

Dans le cadre de cette étude, il a été décidé de se concentrer dans un premier temps sur le bâtiment « neuf » du secteur formel, sachant que les levées d'actions réglementaires, techniques et financières pour l'« existant » devront faire l'objet d'une étude complémentaire. En effet, les jeux d'acteurs relatifs au secteur du bâtiment « neuf » et « existant » ne sont pas les mêmes et il n'est pas possible de généraliser les préconisations faites pour le « neuf » à l'« existant ».

De plus, l'important déficit de logements dans la plupart des PSEM a fait que la plupart des pays concernés ont lancé des programmes de construction de grande échelle pour les années à venir (partie 2). Au regard des objectifs quantitatifs fixés, cette situation risque de provoquer l'essor de nombreux logements conçus et construits « à la hâte »... ce secteur est donc de la plus haute importance pour éviter des effets rebonds dommageables pour la région.

Figure 10 - Exemples de pratiques et d'architectures inadaptées aux PSEM

Alger



Amman



Le Caire



Rabat



Crédit photos : Stéphane POUFFARY

3. Amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment : mesures actuelles et freins réels

L'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments est un phénomène à double vitesse en Méditerranée. La majeure partie des PNM, sous l'impulsion de l'UE, a déjà instauré un cadre réglementaire strict et contraignant qui a permis la concrétisation de nombreuses mesures. D'un autre côté, les PSEM présentent des situations contrastées qui dépendent grandement de l'état d'avancement des réglementations et de leurs applications concrètes lorsque ces dernières existent. Cette partie se consacre volontairement aux PSEM, l'état de l'art de la réglementation sur la rive nord de la Méditerranée étant explicité plus bas (partie 3.1).

3.1. Réglementation thermique et autres initiatives nationales et internationales

3.1.1. La réglementation thermique : un socle indispensable pour l'action mais une mise en œuvre concrète difficile

Dans le secteur du bâtiment, la mise en place d'une réglementation thermique est souvent un premier pas crucial pour la diffusion de l'efficacité énergétique. En effet, concevoir une réglementation thermique, c'est déjà mener une réflexion sur l'existant et sur le potentiel d'économies à réaliser. En pratique il est indispensable de définir un zonage climatique, d'effectuer une étude d'impact des différents paramètres de l'enveloppe du bâtiment sur les consommations en chauffage et sur les besoins en rafraîchissement, de mener une étude d'impact en termes économiques et d'émissions de CO₂, de définir un seuil minimal de performances et de proposer des mesures adaptées. La réglementation thermique constitue une exigence plancher pour les logements à construire et peut être réévaluée périodiquement.

Elle fixe en général des exigences en matière de performance énergétique de l'enveloppe (isolation thermique, taux de vitrage par orientation, protections solaires, etc.) et peut inciter à couvrir une partie des besoins en énergie à l'aide d'énergies renouvelables. Enfin, elle exige en général des systèmes de chauffage, de climatisation, de production d'eau chaude sanitaire et d'éclairage performants.

Différentes tentatives plus ou moins abouties de mise en place d'une réglementation thermique ont concerné les PSEM. Au début des années 1990, la Commission Européenne a ainsi cofinancé un projet de Réglementation Thermique Maghrébine des Bâtiments (RTMB) concernant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie.

Au Maroc et en Algérie, seule la première phase du projet concernant les études préparatoires a été mise en œuvre. Au Maroc, un projet du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) sur la période 2008-2012 avec un budget de 15 millions de dollars doit permettre de développer une réglementation thermique dans les secteurs résidentiels, les bâtiments commerciaux et les hôpitaux.

La Tunisie, en revanche, est aujourd'hui le pays du Maghreb le plus avancé sur le plan de la réglementation thermique puisqu'un projet FEM/FFEM/AFD mené de 2000 à 2006 a permis d'aller au bout de la démarche engagée par le projet RTBM. La Tunisie possède donc depuis 2008 une réglementation thermique pour les bâtiments neufs. Pour l'instant, il s'agit d'une démarche volontaire et différentes opérations exemplaires ont été réalisées à des fins de démonstration et de sensibilisation des acteurs du bâtiment¹⁹.

Un autre projet soutenu par le FEM (2002-2005) au Liban et dans les Territoires palestiniens a permis la mise en place d'un document simplifié et théorique sur l'enveloppe thermique des bâtiments mais sans trouver d'application réelle à ce jour, d'autant que ce document est volontaire. Au Liban, cette initiative faisait suite à un projet pilote pour la promotion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment (ALMEE-ADEME ; FFEM-AFD) qui avait pour objectif de démontrer la faisabilité technique et économique de l'amélioration énergétique dans l'habitat collectif, notamment via 5 sites de démonstration.

¹⁹ Voir le site www.enerbat.nat.tn

En **Egypte**, un projet PNUD/FEM²⁰ a permis d'aboutir à la formulation d'une réglementation thermique pour les bâtiments neufs résidentiels dont le décret d'application date de décembre 2005. Cette réglementation est cependant basée sur le volontariat et reste à ce jour largement inappliquée.

Pour la **Syrie**, un projet "Energy Efficient Building Codes in Syria" lancé par le PNUD et le FEM s'est concrétisé par une réglementation thermique obligatoire fin 2008 mais qui reste à ce jour non appliquée.

Israël possède une réglementation thermique depuis 1998 et a, depuis 2005, développé une norme volontaire Green Buildings.

Au **Liban**, il existe des certifications volontaires (genre LEEDS) appelées CEDRE pour les bâtiments industriels et ARZ pour les bâtiments du secteur des services (tertiaire) qui ont démarré en 2011 et les travaux continuent pour toucher les bâtiments résidentiels, un certain nombre de points pour certifier ces green building est attribué à l'efficacité énergétique.

Le Tableau 2 (voir paragraphe sur les dispositifs institutionnels) permet d'évaluer le niveau d'avancement en termes de réglementation thermique pour chacun des PSEM. Aussi, et comme mentionné précédemment, la majorité des bâtiments résidentiels sont construits sans isolation thermique (sauf en partie en Israël et en Turquie). Pour autant, l'isolation thermique des bâtiments est devenue depuis deux décennies au centre des politiques énergétiques gouvernementales. Des normes d'isolation thermique ont été développées ou sont en cours de développement dans ces pays mais leur application reste faible voire inexistante.

La principale limite de ces différents programmes de coopération ayant eu pour but la mise en place d'une réglementation thermique est qu'ils peinent à déboucher sur une application concrète. La difficulté de la mise en œuvre effective de ces réglementations thermiques s'explique par différentes raisons :

- Aucun moyen n'est véritablement mis en œuvre pour contrôler son application ;
- Ces réglementations thermiques sont parfois calquées sur des modèles importés et ne correspondent pas à la réalité du climat et des savoir-faire locaux ou encore aux matériaux et technologies disponibles localement.

Compte tenu des enjeux et au regard des résultats des projets pilotes, des mesures d'actions réglementaires ou normatives ont progressivement été adoptées par les pays riverains.

Pays	Etat de réglementation
Algérie	Document Technique Réglementaire (DTR) en 1996 Obligatoire depuis 2000
Egypte	Norme d'isolation thermique obligatoire en 1998 Code d'EE dans les bâtiments pour résidentiel obligatoire en 2003 Code d'EE dans les bâtiments pour tertiaire volontaire en 2005
Israël	Réglementation thermique pour résidentiel en 1986 obligatoire. Réglementation thermique pour les bureaux en 1998 obligatoire. Application : Bonne. Green Buildings code en 2005 ; mise en œuvre volontaire : application faible.
Jordanie	Norme d'isolation thermique en 1990 Code d'EE dans les bâtiments obligatoire (en cours d'adoption)
Liban	Norme d'isolation thermique en 2005, révisée en 2010
Maroc	Réglementation en cours; Cf Programme National d'EE dans le Bâtiment qui vise l'introduction d'un Code Energétique du Bâtiment. L'année 2010 a connu le développement des éléments techniques du projet de la réglementation thermique dans bâtiment dans le résidentiel/ tertiaire.
Syrie	Code d'EE dans les bâtiments obligatoire en 2008
Tunisie	Réglementation thermique obligatoire pour bureaux en 2008 Réglementation thermique obligatoire pour résidentiel collectif en 2009
Turquie	Norme d'isolation thermique en 2000 Norme obligatoire

Source: Plan Bleu, A.Mourtada (Liban) et R.Missaoui (Tunisie) ; Med-Enec

²⁰ Le projet Energy Efficiency Improvement and Greenhouse Gas Reduction (1999-2007) comprenait également un volet concernant la mise en place de standards d'efficacité énergétique pour 3 appareils électroménagers : lave-linge, réfrigérateurs et climatiseurs. Depuis 2003, un Décret du Ministère de l'Industrie impose aux producteurs locaux et aux importateurs de spécifier la performance énergétique de leurs produits au travers de l'affichage de label de performance énergétique.

3.1.2. Programmes internationaux et régionaux en cours

De nombreux programmes se penchent sur la question de l'efficacité énergétique dans le bâtiment que ce soit au niveau mondial (ESWB, SBCI, etc.) ou au niveau régional (MED-ENEC, IB-Med, projet RTMB cité précédemment, etc.). Un des enjeux de la présente étude est donc de tirer partie des avancées en termes de compréhension des mécanismes et opportunités du secteur du bâtiment tout en menant une réflexion sur les caractéristiques propres aux PSEM.

En effet, malgré les différentes initiatives et projets de coopération visant à élaborer une réglementation thermique des bâtiments ou encore à réaliser des projets pilotes, le secteur du bâtiment dans les PSEM reste encore très largement indifférent aux mesures d'économies d'énergie même si des nuances doivent être apportées dans le cas de la Turquie, inscrite dans un processus de préadhésion à l'Union Européenne, d'Israël ou encore de la Tunisie où des avancées sont constatées.

Les agences pour l'efficacité énergétique et leur association « MEDENER »

La mise en place de telles agences est révélatrice de la volonté d'agir au niveau de l'Etat puisqu'elles sont notamment en charge de contribuer à établir des normes et de les mettre en œuvre et qu'elles constituent un interlocuteur privilégié pour les différentes parties prenantes. La marge de manœuvre de telles structures dépend toutefois de leur ancienneté, de leur statut (degré d'autonomie) et de leurs moyens humains et financiers. Ainsi, on ne peut comparer le cas du Liban où il n'existe pas d'agence publique dédiée sur ce sujet mais diverses associations dont l'ALMEE et le LCEC²¹ qui sont des associations à but non lucratif et qui ne comptent pas de membres permanents à celui de la Tunisie où l'Agence Nationale de la Maîtrise de l'Energie (ANME) a le statut d'agence nationale et comptait en 2006 un effectif de plus de 130 salariés avec un budget de 15 millions d'€ (Senit, 2008). Les agences nationales pour la maîtrise de l'énergie du Sud de la Méditerranée apparaissent dans le Tableau 2 (paragraphe sur les dispositifs institutionnels).

L'association MEDENER, créée en 1997, regroupe les organismes en charge de la maîtrise de l'énergie de 12 pays du pourtour méditerranéen²². Elle a pour but l'échange de bonnes pratiques entre les pays des deux rives de la Méditerranée et de renforcer les initiatives régionales dans le domaine de la maîtrise de l'énergie. La présidence de MEDENER est tournante, c'est le nouveau Directeur Général de l'ADEREE (Maroc), M Said MOULINE, qui a été élu Président en exercice de l'association lors de la dernière Assemblée Générale du 12 Mai 2010 à Valence (Espagne).

L'Union pour la Méditerranée et le Plan Solaire Méditerranéen

L'Union Pour la Méditerranée (UpM) a été lancée le 13 juillet 2008 et regroupe 43 Etats membres. Elle a pour objectif de promouvoir une nouvelle politique de coopération et de développement dans toute la région méditerranéenne. Afin d'y parvenir, l'Union pour la Méditerranée veut réaliser des projets concrets répondant aux principaux défis qui se posent aux pays des deux rives de la Méditerranée. Le Plan Solaire Méditerranéen (PSM) fait partie des six grands projets d'intérêt régional retenus. Le PSM vise principalement à la construction d'une capacité de production d'électricité de 20 GW « bas carbone » d'ici 2020 et le développement de l'interconnexion des réseaux afin de permettre notamment l'exportation d'une partie de cette électricité verte vers l'Europe. Même si ce volet apparaît, dans les faits, secondaire, le PSM inclue également « la réalisation d'efforts significatifs pour maîtriser la demande d'énergie et augmenter l'efficacité énergétique et les économies d'énergie dans tous les pays de la région ». Le PSM ne donne pas accès à de ressources financières additionnelles, mais il peut permettre de créer une dynamique d'investissement dans les pays de la zone et permettre l'émergence de projets de qualités en jouant un rôle de coordination des différents interlocuteurs.

²¹ Association Libanaise pour la Maîtrise de l'Energie et pour l'Environnement (ALMEE), et Lebanese Centre for Energy Conservation (LCEC).

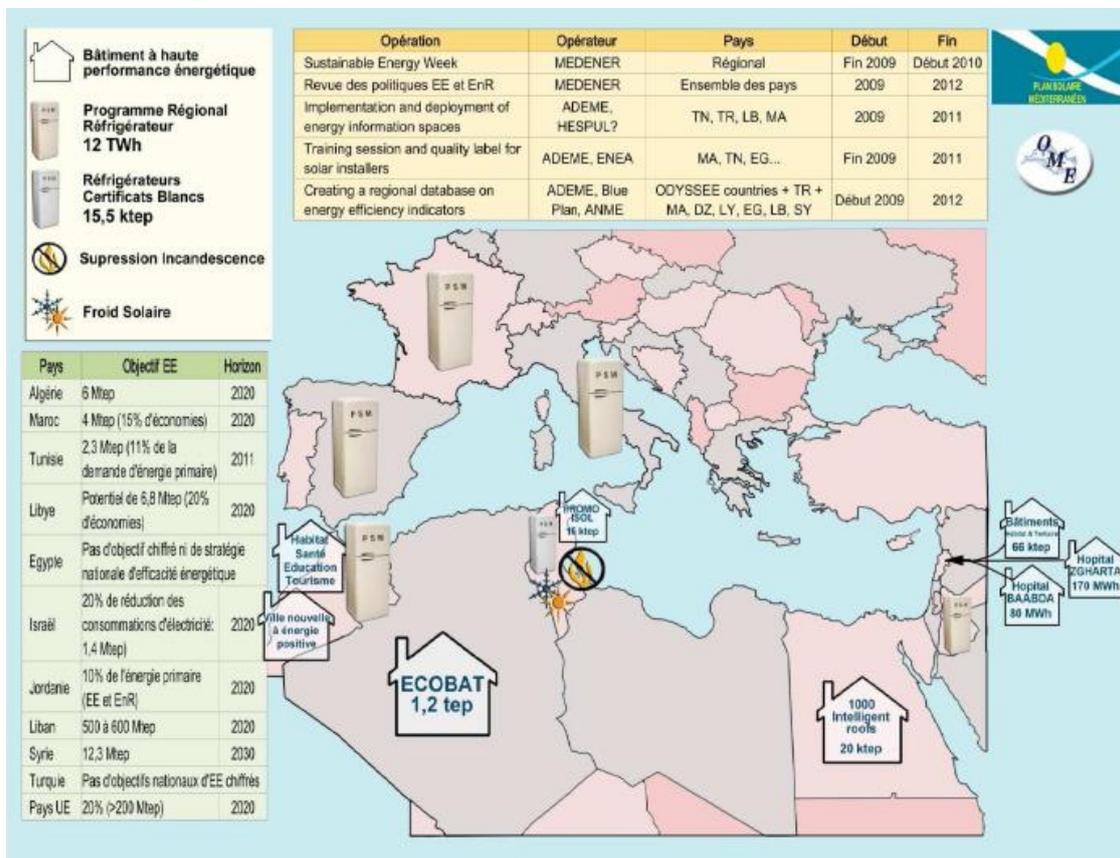
²² L'Agence pour la promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie (APRUE) pour l'Algérie, l'Institut pour la Diversification et l'Economie de l'Energie (IDAE) pour l'Espagne, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) pour la France, le Centre pour les Sources d'Energies Renouvelables (CRES) pour la Grèce, l'Agence Nationale Italienne pour les technologies Nouvelles, l'Energie et l'Environnement (ENEA) pour l'Italie, le Centre National de Recherche sur l'Energie (NERC) pour la Jordanie, l'Association Libanaise pour la Maîtrise de l'Energie et l'Environnement (ALMEE) pour le Liban, le Centre Palestinien pour l'Energie et l'environnement (PEC) pour les Territoires Palestiniens, l'Agence Nationale de la Maîtrise de l'Energie (ANME) pour la Tunisie, le Centre de la Conservation de l'Energie (ADENE) pour le Portugal, le Centre National de Recherche sur l'Energie (NERC) pour la Syrie ainsi que l'ADEREE (Agence nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique), la nouvelle agence mis en place en remplacement de l'ex-CDER (Centre de Développement des Energies renouvelables) pour le Maroc.

La Facilité euro-méditerranéenne d'investissement et de partenariat (FEMIP), qui regroupe l'ensemble des instruments mis à la disposition par la Banque Européenne d'investissement (BEI) dans les pays partenaires méditerranéens a organisé sa 8e Conférence du 10 au 12 Mai 2010 à Valence (Espagne) autour du thème : "L'énergie, de nouveaux défis pour la Méditerranée". Cette conférence était centrée sur les différentes facettes que revêt le défi énergétique en Méditerranée, avec comme axes forts de réflexion notamment l'importance d'un cadre institutionnel, réglementaire, économique, financier incitatif, propice aux investissements dans les énergies renouvelables, l'innovation et la mise en place d'instruments novateurs pour stimuler l'efficacité énergétique et l'intégration et le développement de l'électricité produite par des sources d'énergie renouvelables dans les réseaux électriques. Les premiers résultats de l'étude préliminaire effectuée sur les projets du Plan Solaire Méditerranéen (PSM) ont également été présentés à cette occasion.

M. Philippe de Fontaine Vive, Vice-président de la BEI, a rappelé que, développer les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique est une des six priorités retenues en juillet 2008 à l'occasion du premier sommet de l'UpM. La BEI s'est d'ailleurs vue confiée en novembre 2008 la rédaction d'une feuille de route pour le Plan solaire méditerranéen. L'étude a porté sur les objectifs suivants : (i) identification des projets renouvelables prévus par les différents pays jusqu'en 2020 susceptibles de faire partie du PSM ; (ii) analyse des principaux impacts économiques du développement des projets identifiés (investissements, écart entre les coûts des EnR et les coûts de l'énergie substituée, et la réduction des émissions CO₂) ; et (iii) identification des principaux obstacles à la réalisation des projets, à savoir techniques, réglementaires et financiers.

Selon les premiers résultats, les projets d'EnR identifiés à 2020 (de 4,1 à 10,3 GW) concernent les besoins d'investissements pour la capacité identifiée (de 7 à 21 milliards d'€) ; et la levée de trois principaux obstacles à la réalisation de ces projets : le financement, la réglementation et la capacité des interconnexions et des réseaux électriques. Des différentes présentations, il ressort que transférer de grandes quantités d'électricité verte de l'Afrique du Nord à l'Europe exigera une mise à niveau majeure des réseaux et des interconnexions électriques entre les deux régions.

Figure 11 - « Plan d'action immédiat 2009-2010 » du Plan Solaire Méditerranéen



Source : OME, 2008

3.1.3. Autres initiatives nationales

En plus des agences nationales pour l'efficacité énergétique citées précédemment, d'autres dispositifs sont en vigueur dans certains PSEM afin de promouvoir la MDE dans le bâtiment. Un échantillon de ces différentes mesures est présenté dans le Tableau 2. Elles constituent une base pour l'action dans les années à venir et mettent également en avant les lacunes dans certains pays de la zone.

Les dispositifs institutionnels

Au-delà de ces agences, d'autres dispositifs institutionnels intéressants peuvent être cités. Ainsi, en Algérie, il existe un Conseil Intersectoriel de la Maîtrise de l'Énergie (CIME) qui est un organe de concertation entre les partenaires : représentants des pouvoirs publics, des collectivités locales, des bailleurs de fonds, des entreprises énergétiques, des chercheurs, des associations professionnelles, etc. Autre exemple : en Tunisie, le conseil interministériel consacre au moins une séance par mois à la politique de maîtrise de l'énergie.

L'existence de ces dispositifs institutionnels facilite la prise de décision et le suivi des politiques d'efficacité énergétique. A noter que les agences nationales mettent en œuvre les politiques et programmes d'actions nationaux et contribuent elles-mêmes à la définition d'un cadre réglementaire et incitatif approprié.

Les différents dispositifs d'accompagnement

Pour qu'une réglementation thermique puisse être concrètement mise en œuvre, des dispositifs d'accompagnement sont nécessaires. Le Tableau 2 récapitule les différents types d'instruments mobilisables ou non dans les PSEM. A noter que ce tableau a été réalisé sur la base des éléments disponibles et sur les dires d'experts quant à la réalité de la mise en œuvre de ces mesures.

Un acquis existe donc d'ores et déjà mais il est indéniable que les différentes structures et initiatives existantes devront être renforcées afin de pouvoir faire face aux défis qui se présentent.

Tableau 2 - Types de mesures d'efficacité énergétique mises en œuvre par les PSEM

	ALG	MAR	LYB	TUN	EGY	PAL	ISR	SYR	LIB	JOR	TUR
Agence spécifique pour l'efficacité énergétique	A P R U E	A D E R E E ²³		A N M E	O E P/ N R E A	P E C		N E R C		N E R C	E I E
Programme national pour l'EE											
Loi nationale pour l'EE											
Labels et standards appareils électroménagers											
Réglementation thermique											
Programme d'audits obligatoires											
Fonds pour l'EE											
Réductions de taxes et d'impôts											
Subventions et prêts à taux préférentiels											
Campagnes de sensibilisation											

Source : Pascal Augareils

	Oui
	En cours
	Oui mais incomplet ou pas appliqué
	Non

²³ Au Maroc, le CDER (Centre de Développement des Énergies Renouvelables) a été restructuré en mai 2010 en Agence nationale (ADEREE) et a désormais également en charge le déploiement de la politique d'efficacité énergétique.

3.2. Les freins dans la mise en œuvre de mesures d’EE dans le secteur du bâtiment

Outre les obstacles techniques, économiques et réglementaires, différents aspects viennent freiner la diffusion de l’efficacité énergétique dans le bâtiment à une grande échelle : il s’agit de barrières informationnelles, organisationnelles et sociales.

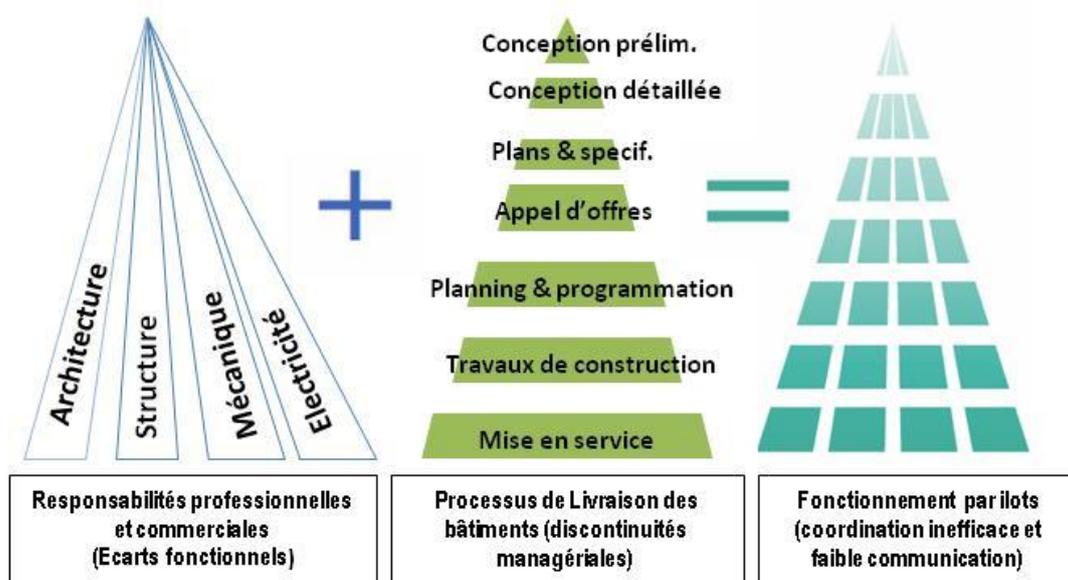
3.2.1. Le Bâtiment, un secteur intrinsèquement complexe et diffus

Tout d’abord, le secteur du bâtiment est très fractionné et mobilise une multitude d’acteurs sur un temps long, ce qui rend difficile une action à grande échelle en matière d’efficacité énergétique. Cela est d’autant plus vrai si l’on considère que toute démarche ambitieuse de bâtiments à haute qualité environnementale doit s’inscrire dans une approche urbanistique cohérente²⁴...

En effet, les mesures d’efficacité énergétique dans le bâtiment sont par définition des mesures diffuses dans le sens où seule une agrégation d’actions et la combinaison de technologies va permettre d’arriver à un résultat significatif. Il est donc nécessaire d’adopter une approche globale et intégrée à l’échelle du bâtiment, ce qui induit une coordination des différents acteurs et rend les coûts d’apprentissage d’autant plus importants.

La Figure 12 illustre la complexité du jeu d’acteurs dans le secteur du bâtiment. La variété des secteurs professionnels mobilisés (1^{ère} pyramide) associée à un processus de construction très fragmenté (2^{ème} pyramide) rendent ce secteur extrêmement complexe et difficile à appréhender (3^{ème} pyramide).

Figure 12 - La fragmentation du secteur du Bâtiment



Source : World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2007

De plus, bien souvent, les différentes parties prenantes du secteur du bâtiment (professionnels de la construction, architectes, financeurs, propriétaires, locataires, etc.) connaissent des divergences d’intérêts. La plus classique concerne sans doute la divergence entre propriétaires et locataires : les premiers cherchant avant tout à diminuer les coûts de construction et les seconds les coûts de fonctionnement du logement. Par ailleurs, le locataire est rarement prêt à investir dans des mesures d’efficacité énergétique, notamment celles concernant l’enveloppe du bâtiment, car il perdrait le bénéfice de son investissement lorsqu’il quittera le logement.

²⁴ Ainsi une approche urbanistique, et donc la cohérence entre le bâtiment et la manière dont il s’inscrit dans son environnement, sont cruciaux dans une démarche d’efficacité énergétique des bâtiments. La proximité de transports en commun, l’existence de réseaux de chaleur ou de refroidissement collectifs, l’inclusion d’espaces verts, la mixité fonctionnelle des quartiers (habitations, commerces, bureaux, loisirs, etc.) sont autant d’éléments qui renforceront et pérenniseront la recherche d’une plus grande efficacité énergétique.

3.2.2. Des instruments internationaux inadaptés : l'exemple du Mécanisme de Développement Propre

Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) est un des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto qui peut normalement être utilisé pour favoriser des projets de maîtrise de l'énergie dans les PSEM. Le MDP permet aux pays de l'annexe I au protocole de Kyoto (pays industrialisés) de financer des projets énergies renouvelables et maîtrise de l'énergie dans des pays hors Annexe I (soit les pays en développement). Ces projets sont cofinancés par des investisseurs du Nord (pays ou entreprises) qui reçoivent en échange des droits d'émissions. Il permet donc un accès au financement pour des projets pour lesquels un transfert technologique permet une additionnalité certaine et une réduction mesurable des émissions à effet de serre. Alors que les pays de la rive Nord de la Méditerranée évoluent progressivement vers une exigence de bâtiments basse consommation pour toutes les constructions neuves (probablement en 2019 au niveau européen) un transfert de technologie entre les deux rives est de plus en plus indispensable.

Cependant, il existe une double difficulté pour la mise en œuvre de projets MDP dans les PSEM dans le secteur du bâtiment :

- Des barrières liées à la zone géographique elle-même et à sa relativement faible attractivité pour les investisseurs. En effet, selon le classement provisoire 2009 de l'OCDE, le « risque pays »²⁵ des PSEM est en général considéré comme relativement élevé : le maximum (7) est attribué au Liban. La Libye et la Syrie sont notées 6, la Jordanie 5, l'Égypte et la Turquie 4, les autres pays 3 (les Territoires Palestiniens ne sont pas notés). Le climat d'investissement doit donc devenir plus attractif pour les investisseurs étrangers mais aussi nationaux.
- Des barrières liées au type d'actions concernées. Outre le fait que les projets d'efficacité énergétique sont relativement moins rentables que d'autres, une difficulté supplémentaire provient du fait que le MDP est avant tout adossé à des technologies alors que les mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment sont efficaces si elles combinent plusieurs technologies. Cela complexifie l'élaboration d'un projet dans le cadre du MDP et implique des systèmes de contrôle et de suivi lourds et coûteux. De plus, il manque encore des données d'entrée afin de définir le scénario de base à partir duquel sont calculées les émissions évitées et donc les certificats d'émissions délivrés. Enfin, comme nous l'avons vu, une meilleure efficacité énergétique ne se traduit pas systématiquement par une diminution mesurable des consommations et donc des émissions de GES lorsque des équipements électriques sont rajoutés dans le cadre des nouvelles constructions (nouveaux usages électriques). De même, les impacts plus diffus tels que l'évolution des comportements ne sont pas pris en compte par le MDP.

D'une manière générale, à ce jour, très peu de projets MDP sont donc enregistrés dans les PSEM²⁶ : fin septembre 2009, 61 projets étaient validés ou en cours de validation (soit 1,3 % de l'ensemble des projets MDP validés ou en cours de validation dans le monde) et aucun ne concernait l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel à l'exception notable du contrat de vente de crédits carbone signé entre l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie (ANME) et ORBEO (co-entreprise française entre la Société Générale et Rhodia) concernant le programme solaire thermique PROSOL²⁷.

Preuve que cette situation n'est pas propre à la zone méditerranéenne, on ne compte actuellement dans le monde que 21 projets concernant l'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel soit 0,45 % de l'ensemble des projets, représentant environ 0,15 % des certificats d'émission qui devraient être délivrés²⁸. L'attractivité de ce type de projet est donc très faible et il est nécessaire de faire évoluer ce mécanisme au plus vite afin qu'il puisse supporter plus facilement les projets diffus de type « efficacité énergétique dans le bâtiment ».

²⁵ Le risque pays au sens strict est la probabilité qu'un pays assurera le service de sa dette extérieure. . Certains pays peuvent présenter des vulnérabilités par rapport aux investissements internationaux. L'analyse de la vulnérabilité par rapport à ce type de risque devient une nécessité dans la gestion des risques financiers.

²⁶ A noter que la Turquie est incluse dans l'Annexe I du protocole de Kyoto.

²⁷ Le projet MDP PROSOL consiste à installer 460 000 m² de chauffe-eaux solaires dans le secteur résidentiel sur la période 2007-2011 ce qui devrait permettre d'éviter en moyenne l'émission de 35 000 tonnes équivalent CO₂ par an.

²⁸ UNEP Risoe / CD4CDM : <http://cdmpipeline.org/>

3.2.3. Une société encore trop réticente au concept d'économies d'énergie

D'une manière générale et plus particulièrement pour les foyers les plus aisés, le concept de maîtrise des consommations n'est pas toujours bien perçu et peut être vécu comme la remise en cause d'un confort et d'un pouvoir de consommation plus ou moins récemment acquis. La notion de consommation est en effet encore largement liée à la notion de progrès social et synonyme de statut social élevé. Un changement de paradigme de la notion de consommation à celle de confort est donc nécessaire mais demande un travail de sensibilisation et de diffusion de l'information conséquent.

Il faut ici noter qu'une plus grande efficacité énergétique des bâtiments et donc un allègement de la facture énergétique des ménages à confort constant ne se traduira pas automatiquement par une baisse des consommations. Elle pourra en effet également permettre d'atteindre un niveau de confort accru sans alourdir la facture énergétique. Ce phénomène de rattrapage complique la lecture des résultats des mesures mises en œuvre. Par ailleurs, cela souligne l'importance d'une approche sociologique de l'efficacité énergétique qui implique de mener une réflexion sur l'usage des bâtiments afin de mieux comprendre les aspirations des utilisateurs.

Au regard de ce synthétique état de l'art en termes d'énergie et de bâtiments en Méditerranée, il est aisé de cerner le niveau de complexité que suppose toute intégration de mesures de maîtrise de l'énergie dans des projets de construction. Manque de sensibilisation des acteurs, complexité du secteur du bâtiment, inadaptation géographique et structurelle de certains outils et mécanismes de soutien sont autant de barrières qu'il faut soulever et cela le plus rapidement possible... En effet, la situation est aujourd'hui urgente : si l'évolution démographique et l'urbanisation accrue laisse présager une demande forte et imminente en nouveaux logements, il est essentiel d'agir au plus vite sur la composante « MDE » de ces bâtiments car les prévisions énergétiques de la zone sont tout aussi préoccupantes, voire alarmantes...

III. Des scénarios tendanciels alarmants à l’horizon 2030

1. Un scénario de base préoccupant : Une évolution inquiétante de la situation énergétique et climatique

A l’horizon 2030, les travers de la situation énergétique actuelle en Méditerranée devraient s’accroître. En effet, face à une demande d’énergie toujours plus grande et à une production renouvelable timide, la dépendance énergétique demeure et devrait encore augmenter. Géopolitiquement parlant, les conséquences d’un tel contexte sont préoccupantes.

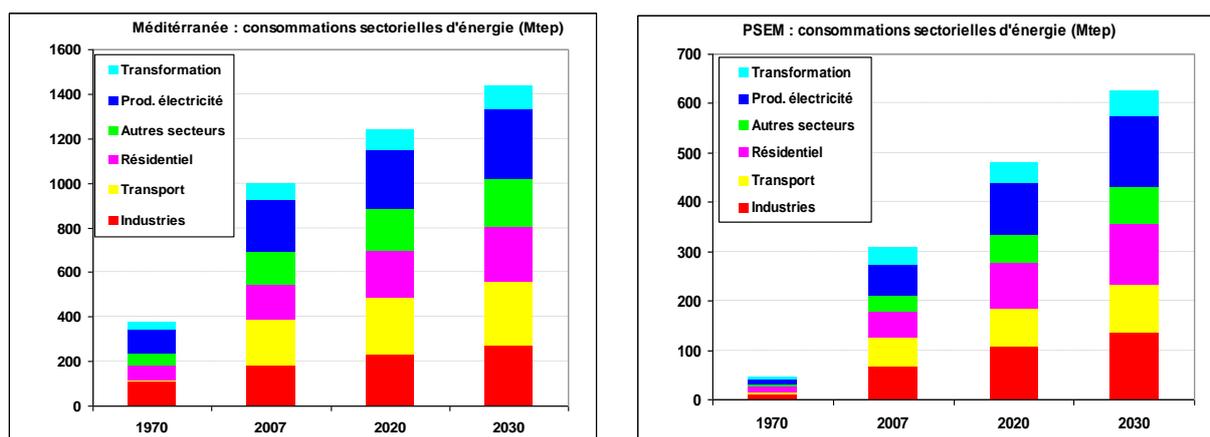
1.1. Une augmentation significative de la demande

La demande d’énergie primaire totale pour l’ensemble des pays méditerranéens devrait être multipliée par 1,5 d’ici 2030, passant de près de 1000 Mtep en 2007 à près de 1450 Mtep en 2030 (soit une augmentation de 2,7 % par an en moyenne). A l’horizon 2030, la part méditerranéenne de la demande mondiale d’énergie devrait rester relativement stable, autour de 9 %. Les PSEM devraient connaître un taux de croissance de la demande énergétique quatre à cinq fois plus élevé (3,2 %) que les PNM et leur part dans la consommation totale passerait de 30 % à 42 %.

La demande énergétique se caractérise également par une croissance considérable de la demande d’électricité. En effet, la demande d’électricité en Méditerranée est beaucoup plus forte que la croissance économique, celle de la consommation d’énergie primaire ou de la démographie.

Les PSEM, qui connaîtront une croissance plus forte que les PNM, nécessiteront une production accrue. Les croissances économique et sociale dans les PSEM stimuleront la consommation d’électricité dans cette région : de 1730 kWh per capita et par an actuellement à environ 3700 kWh en 2030. Pour satisfaire la demande en 2030, les pays devront installer plus de 320 GW de nouvelles centrales et rénover les anciennes. Plus des deux tiers des constructions additionnelles de nouvelles capacités de production électrique devront être effectués dans les PSEM.

Figure 13 - Demande sectorielle d’énergie en Méditerranée et dans les PSEM (H.2030)



Source : AIE-Balances Energétiques, pays OCDE et Non-OCDE Sept 2009 pour la rétrospective, OME et Plan Bleu pour la prospective.

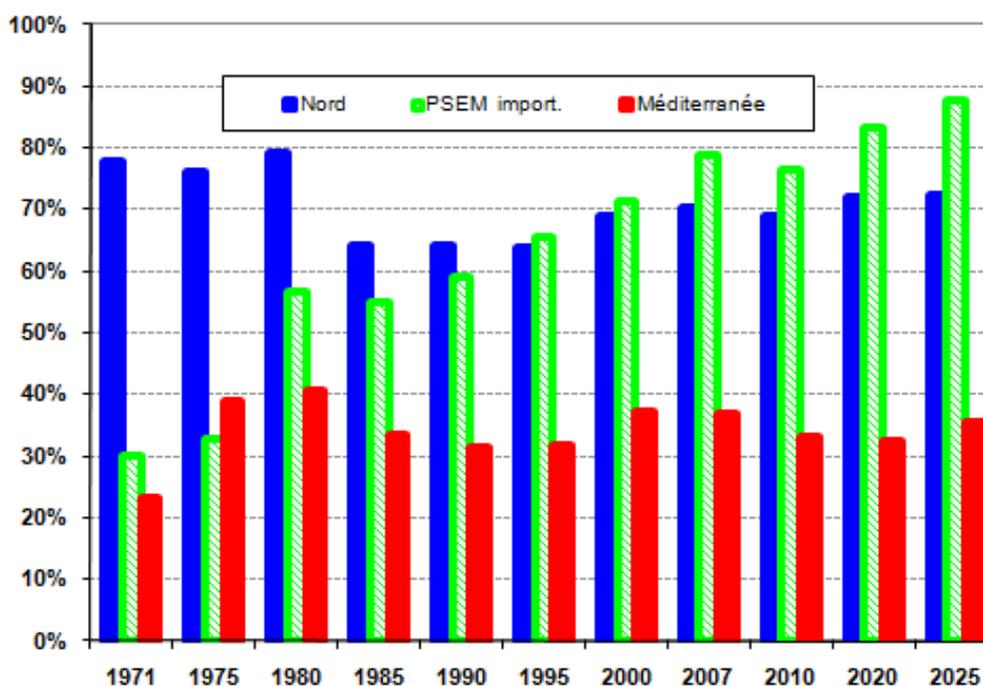
1.2. Une offre et un mix énergétique en deçà des besoins

La dépendance aux énergies fossiles demeure toujours en 2025, et la région devrait importer 39 % de ses besoins en pétrole et 28 % de ses besoins en gaz.

En effet, selon ce scénario de base, le futur énergétique de la Méditerranée semble demeurer essentiellement basé sur les énergies fossiles qui représenteront encore près de 80 % de la demande d’énergie primaire en 2030. Le pétrole resterait la source d’énergie dominante avec 36 % en 2030. Malgré le développement du gaz pour la production d’électricité, la demande de pétrole continuera d’augmenter, ainsi que la demande de

carburants dans le secteur des transports. La demande de gaz devrait doubler, pour atteindre plus de 500 milliards de m³ en 2030, et représentera 32 % du mix énergétique en Méditerranée. La demande en charbon continuera à croître, de 0,8 % par an en moyenne, pour représenter un peu plus de 10 % du mix énergétique en 2030. Les énergies renouvelables progresseront, partant il est vrai de valeurs plus faibles et elles ne représenteront encore qu'une dizaine de pour cent (inclus l'hydroélectricité) de la demande d'énergie primaire. L'exploitation insuffisante du potentiel d'énergies renouvelables dessine, dans ce scénario de base, un futur énergétique de la Méditerranée qui demeure quasi essentiellement fondé sur les énergies fossiles. Un tel scénario ne manquerait pas d'avoir des impacts importants, notamment en termes d'émission de gaz à effet de serre.

Figure 14 - Dépendance énergétique globale (en %)



Source : rétrospective 1971-2007 (AIE 2009), et prospective 2025 (Plan Bleu 2009).

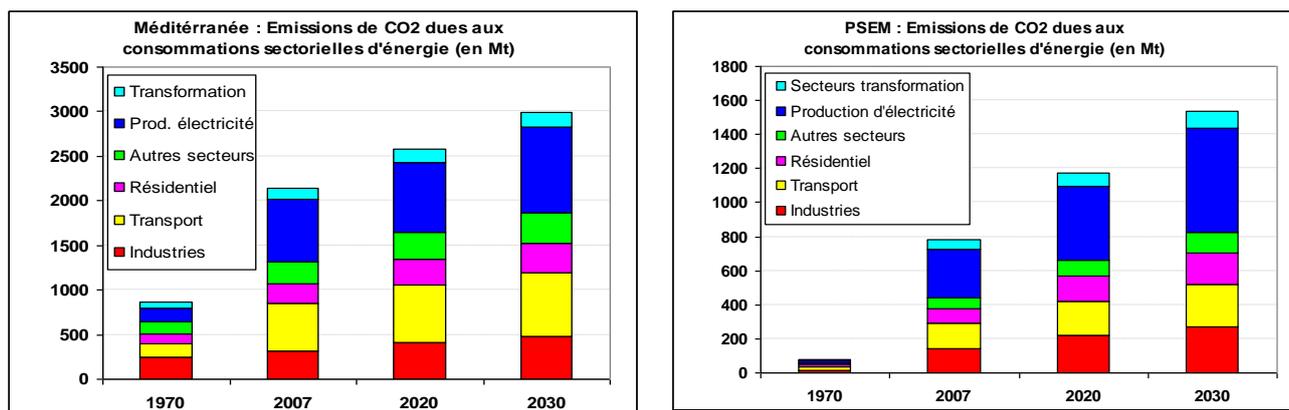
NB : Par « Méditerranée », on entend la moyenne entre les pays importateurs (« Nord » et « PSEM import ») et les pays méditerranéens exportateurs.

1.3. Des émissions de CO₂ et une zone particulièrement sensible au changement climatique

La région méditerranéenne est soumise à de nombreux aléas. Elle est particulièrement sensible aux accidents météorologiques et aux séismes. La vulnérabilité historique des villes méditerranéennes est désormais renforcée par les effets du changement climatique. La Méditerranée est l'une des régions du monde dans lesquelles les impacts du réchauffement climatique devraient marquer le plus fortement l'environnement et les activités humaines. Toute une série d'aléas météo-physiques qui affectent déjà la Méditerranée voient leurs conséquences aggravées par l'urbanisation accélérée des côtes et le changement climatique : glissements de terrain, inondations ou encore feux de forêt. Les zones côtières, au Nord ou au Sud du bassin, ainsi que les zones à forte croissance démographique (rives Sud et Est) où se trouvent les villes denses et les banlieues, figurent parmi les plus vulnérables. Les villes méditerranéennes, émettrices de gaz à effet de serre (GES) dues aux fortes consommations d'énergie seraient plus impactées que d'autres régions du monde et doivent donc être en première ligne pour l'élaboration des stratégies d'adaptation au changement climatique.

Cette prédominance est accentuée par la consommation d'énergies fossiles qui génère des impacts significatifs en termes d'émissions de CO₂ : elles devraient doubler dans les PSEM à l'horizon 2030 (soit près de 1550 MtCO₂ représentant un taux de croissance de 3 % par an.) Dans ces mêmes PSEM, les émissions de CO₂ par habitant sont passées de 2020 kg en 1990 à 2895 kg en 2007. Elles devraient atteindre 4760 kg d'ici 2030.

Figure 15 - Emissions de CO₂ dues aux activités énergétiques (1971-2030 ; en Mt)



Source : AIE (1971-2007), OME, Plan Bleu

Or, les PSEM sont particulièrement vulnérables au changement climatique et de telles augmentations d'émissions de CO₂ ne peuvent être prises à la légère... En effet, les PSEM ressentiront davantage l'effet du changement climatique que d'autres régions du monde et notamment que la rive Nord de la Méditerranée.

L'augmentation de température et la baisse des précipitations devraient en effet y être plus marquées. Pour la région Méditerranée, les spécialistes du climat anticipent au cours du 21^{ème} siècle²⁹ :

- Une augmentation de la température de l'air de 2,2°C à 5,1°C pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne sur la période 2080 – 2099 par rapport à la période 1980 – 1999³⁰.
- Une baisse sensible de la pluviométrie, comprise entre -4 et -27 % pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne (alors que les pays du Nord de l'Europe connaîtront une hausse comprise entre 0 et 16 %)³¹.
- Une augmentation des périodes de sécheresse se traduisant par une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépasserait 30°C³². Les événements extrêmes de type vagues de chaleur, sécheresses ou inondations pourraient être plus fréquents et violents.
- Une hausse du niveau de la mer qui, selon quelques études, pourrait être de l'ordre de 35 cm d'ici la fin du siècle.

Les impacts du changement climatique sur l'environnement méditerranéen concerneront particulièrement :

- L'eau, via une modification de son cycle du fait de la hausse de l'évaporation et de la diminution des précipitations. Cette question de l'eau sera centrale dans la problématique du développement durable dans la région.
- Les sols, à travers l'accélération des phénomènes de désertification d'ores et déjà existants ;
- La biodiversité terrestre et marine (animale et végétale), via un déplacement vers le Nord et en altitude de certaines espèces, l'extinction des espèces moins mobiles ou plus sensibles au climat et l'apparition de nouvelles espèces ;
- Les forêts, à travers une hausse du risque d'incendie et des risques parasitaires. Ces impacts amplifieront les pressions déjà existantes sur l'environnement naturel liées aux activités humaines.

Si la situation énergétique actuelle orientait déjà l'action vers une plus grande maîtrise de la demande en énergie, les scénarios à l'horizon 2030 dans ce domaine ne font que renforcer cette priorité.

Les PSEM connaissent par ailleurs des dynamiques, et donc des défis et opportunités, quelques peu différentes de celles de la rive Nord de la Méditerranée. Ces dynamiques plaident pour une action d'autant plus urgente.

²⁹ Ces prévisions sont extraites du rapport « Changement climatique et énergie en Méditerranée » du Plan Bleu, juillet 2008

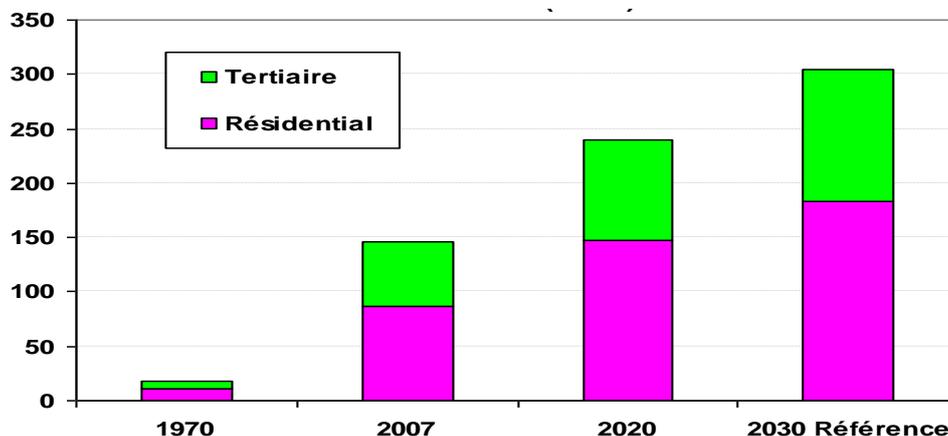
³⁰ GIEC 2007, scénario A1B

³¹ GIEC 2007, scénario A1B

³² Giannakopoulos et al. 2005

Dans le même temps, le niveau de vie de la population s'améliore ce qui se traduit, entre autres, par une augmentation du taux d'équipement des ménages avec, par exemple, un usage plus répandu de la climatisation. Cette combinaison d'une croissance démographique soutenue et d'une élévation du niveau de vie moyen implique une demande en énergie croissante, **notamment dans le secteur du bâtiment avec des émissions de CO₂ de plus en plus importantes.**

Figure 16 - PSEM : Emissions de CO₂ dans les secteurs Résidentiel & Tertiaire (en Mt)



Source : AIE pour l'historique, et calculs Plan Bleu

NB : Ne sont pas incluses, dans ce graphique, les émissions CO₂ dues aux consommations d'électricité dans les secteurs résidentiel et tertiaire, et qui doubleraient le niveau des émissions.

2. Un besoin en nouveaux logements sans précédent

Si la problématique relative à la pénurie de logements est partagée par les deux rives de la Méditerranée, les politiques relatives au secteur résidentiel varient cependant fortement : les PNM se placent dans une logique de réhabilitation de l'existant tandis que les PSEM mettent en œuvre de très importants programmes de construction. Comme mentionné précédemment, l'action doit être portée alors en priorité sur les nouvelles constructions et c'est pourquoi la section ci-après prend le parti de se focaliser sur la situation dans les PSEM.

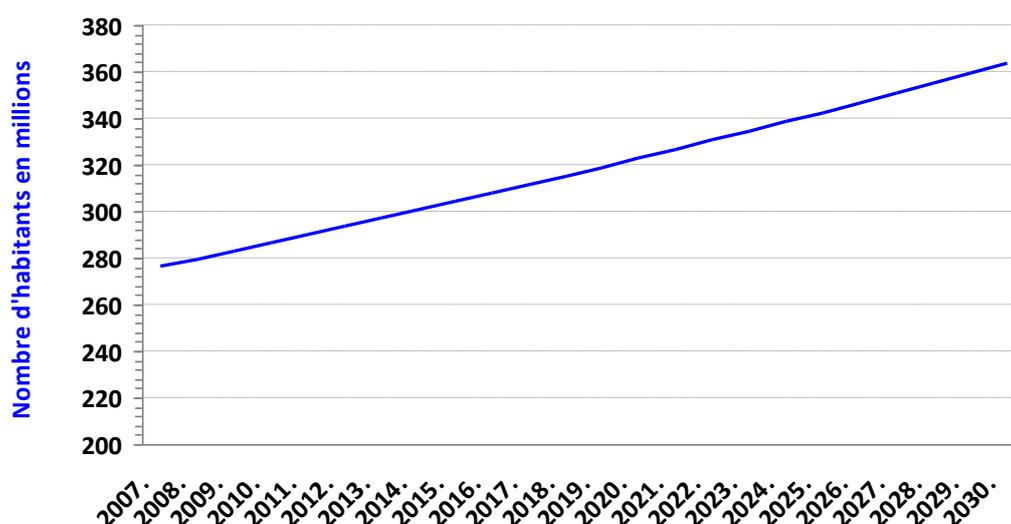
2.1. Croissance démographique et urbanisation rapide

Les PSEM connaissent une forte croissance démographique. La population a doublé en l'espace de trente ans et même si les taux de croissance baissent depuis les années 1970, ils restent forts (en général situés entre 1,1 et 1,8 %). La population des PSEM pourrait ainsi atteindre 323 millions d'habitants en 2020 et plus de 360 millions d'habitants en 2030.

Le taux d'urbanisation est lui aussi très fort : les 2/3 des méditerranéens sont aujourd'hui urbains, et il est attendu que plus des 3/4 le seront vers 2030. En Méditerranée, une trentaine de capitales politiques ou économiques et quelques métropoles de plusieurs millions d'habitants concentrent les activités, les ressources financières et les populations les plus aisées, tout en n'abritant qu'un tiers des populations urbaines des pays concernés. Environ 18 % des citadins vivent dans 85 villes de taille intermédiaire (entre 300.000 et un million d'habitants), et la quasi moitié des urbains vit dans plus de 3000 villes de moins de 300.000 habitants.

Dans les pays méditerranéens du Sud et de l'Est, ces villes moyennes et petites, connaissent une forte croissance alors qu'elles manquent de ressources et de capacités techniques : si des progrès ont été enregistrés depuis plus de vingt ans en matière d'offre de services, de forts déséquilibres persistent entre grandes et petites villes, zones urbaines centrales et zones périphériques, quartiers favorisés et quartiers démunis.

Figure 17 - Projection de la population des PSEM (H. 2030)



Source : WDI 2009 pour l'année 2007, et série UN World Population Prospects (variante moyenne) pour 2030

Un habitat informel en forte croissance : Cette extension urbaine s'est accompagnée de la prolifération de l'habitat informel. Ce phénomène est à mettre en lien avec l'exode rural mais il est également alimenté par la population citadine elle-même étant donné les coûts des terrains et de l'immobilier dans le secteur formel³³. Ainsi, jusque 20 % de la population du Caire est concernée et il est estimé que globalement, 30 à 60 % du parc urbain de logement dans les PSEM relèverait de l'habitat non réglementaire. A ce phénomène s'ajoute celui de l'auto-construction. L'absence de contrôle réglementaire de ces logements, l'incertitude juridique dans laquelle ils se trouvent et les faibles revenus de la plupart de leurs occupants rendent ce secteur particulièrement imperméable aux mesures de diffusion de l'efficacité énergétique. Enfin il faut souligner que peu de données existent sur ce secteur au-delà d'éléments fractionnés se référant plus à des dires d'experts qu'à des études scientifiques et sociologiques rigoureuses.

La Figure 18 présente l'évolution à l'horizon 2030 des principales villes du Bassin méditerranéen. Il apparaît clairement que les villes dont la population est amenée à croître le plus se situent sur la rive Sud du fait d'une double dynamique: croissance démographique et urbanisation.

Ces perspectives de croissance des villes méditerranéennes ne font que préfigurer une aggravation de problèmes actuels déjà inquiétants et cela encore plus pour le nombre de logements à construire et pour les consommations d'énergie et d'électricité du secteur résidentiel.

2.2. Conséquences en termes de construction de logements

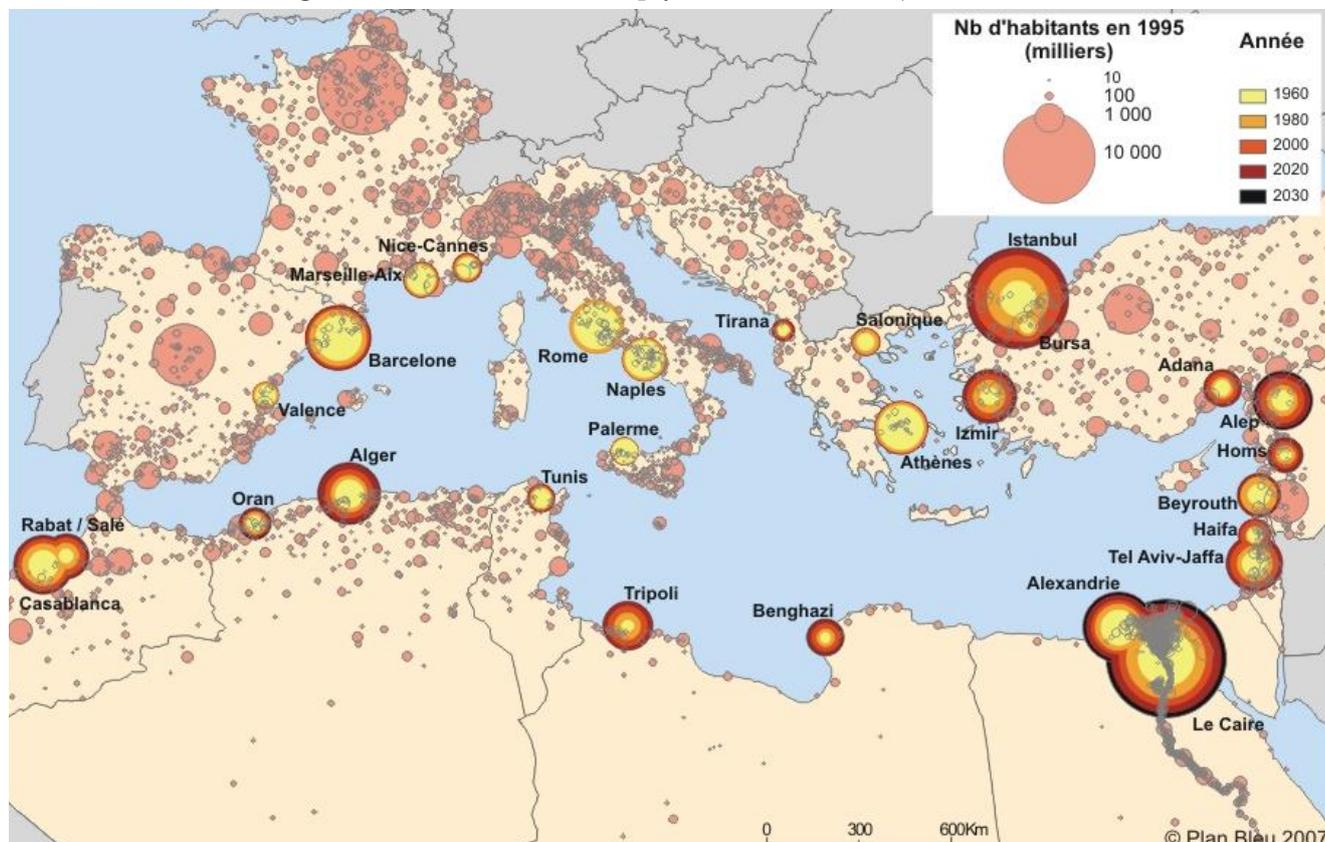
En se basant sur les prévisions de construction de nouveaux logements affichées dans les études de cas réalisées au Liban, au Maroc et en Tunisie et en collectant les autres prévisions à travers les publications nationales de programmes de construction à court et à moyen termes (voir plus loin), et en extrapolant ces chiffres à l'ensemble de la région, ce sont près de 2 millions de logements qui seront construits dans les PSEM annuellement entre 2010 et 2030.

Le nombre de nouveaux logements est estimé à 1,6 million par an en 2010, 1,9 million par an en 2020, pour atteindre 2,3 millions par an en 2030. En d'autres termes, et comme le montre la Figure 19, près de 42 millions de nouveaux logements seraient construits dans les PSEM d'ici 2030 (passant de 66 millions en 2007 à près de 108 millions à l'horizon 2030).

³³ Le secteur formel peut être défini par l'ensemble des activités économiques soumises à la législation pénale, sociale et fiscale et qui se retrouvent dans la Comptabilité Nationale

Cette forte demande en logements neufs peut constituer une opportunité pour la diffusion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment, notamment à travers les grands programmes lancés par les différents gouvernements.

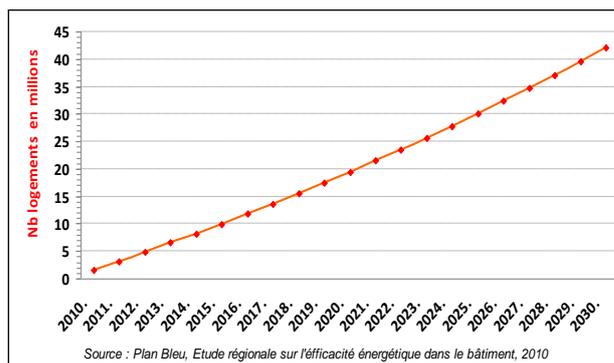
Figure 18 - Evolution des villes des pays méditerranéens- Projections 2030



Source : Plan Bleu, 2007

Figure 19 - Projection du nombre de nouveaux logements dans les PSEM (H. 2030)

	Population (millions)				Nb logements (milliers)	
	2007	2030	% lan 1971-2007	% lan 2007-2030	2007	2030
Turquie	73,0	92,5	2,0%	1,0%	23550	38528
Algérie	33,9	44,7	2,4%	1,2%	6045	11468
Egypte	80,1	104,1	2,2%	1,1%	19338	27387
Libye	6,2	8,4	3,1%	1,4%	919	1760
Maroc	30,9	39,3	2,0%	1,1%	4748	7904
Tunisie	10,2	12,5	1,9%	0,9%	2494	3188
Israël	7,2	9,2	2,4%	1,1%	2087	3053
Palestine*	3,8	7,3	—	2,8%	480	1220
Jordanie	5,7	8,6	3,6%	1,8%	1199	2516
Liban	4,1	4,9	1,4%	0,8%	889	2463
Syrie	20,5	29,3	3,2%	1,6%	3989	7917
PSEM	275	361	2,3%	1,2%	65737	107404



Source : Plan Bleu, Etude régionale sur l'efficacité énergétique dans le bâtiment, 2010

Source : Population, source WDI 2009 pour l'année 2007, et série UN World Population Prospects (variante moyenne) pour 2025 et 2030 ; Ensuite, calculs et estimations Plan Bleu pour 2025 & 2030.

*estimations par l'auteur à partir de la croissance démographique du WDI 2009 – PALTEL (Palestine) déclare en 2005, plus de 300.000 lignes d'abonnés fixe - <http://www.financesmediterranee.com/pdf/pays/palestine38.pdf>

2.3. Revues de quelques politiques de construction/réhabilitation dans les PSEM

Si le déficit de logements dans les PSEM est bien acté, ce phénomène n'est pas récent et de nombreux gouvernements ont d'ores et déjà défini et mis en œuvre des politiques de construction et de réhabilitation de logements. Selon le contexte du pays, ces politiques sont axées sur de la construction pure ou bien sur de la rénovation et de la réhabilitation. La revue³⁴ des grands programmes politiques ci-après permet de prendre conscience de l'ampleur des besoins en matière de logements décents dans les PSEM :

En **Algérie**, un déficit important a été enregistré dans la construction de logements et cela depuis plusieurs années. Entre 1967 et 1978, seulement 379 000 logements ont été réalisés, soit 31 000 logements en moyenne par an. Les capacités annuelles de réalisation ont été depuis nettement améliorées lors du programme quinquennal 2005-2009, passant de 110 000 unités en 2004 à 220 000 en 2008. Deux programmes ont été lancés successivement depuis 2004. Un premier programme dont l'objectif était la réalisation d'un million de logements sur le quinquennat 2005-2009 et qui aurait été "atteint" selon les données fournies par le Ministre de l'Habitat et de l'Urbanisme. L'Algérie annonce un deuxième programme de construction de deux millions supplémentaires de logements entre 2010 et 2014, représentant une cadence moyenne de construction de 400 000 logements par an. Ce nouveau programme, confirmé le 26 Août 2010 au cours de l'audition du Ministre de l'habitat et de l'Urbanisme par le Président de la République devrait comprendre la réalisation de 800.000 logements publics locatifs, 500 000 logements promotionnels et 700 000 logements ruraux (à titre indicatif, la construction en France dépasse les 462 000 logements neufs par an ces dernières années).

La **Tunisie** se place quant à elle davantage dans une politique de rénovation. Un effort important a en effet été entrepris afin de promouvoir des programmes destinés aux populations rurales et urbaines vivant dans des conditions peu décentes. Parmi ces programmes figurent le projet national de réhabilitation des quartiers populaires englobant 223 quartiers, le programme de relogement des habitants des « Oukalas » touchant près de 1300 familles et le programme national de résorption des logements rudimentaires. Ce dernier programme a permis la construction d'environ 94 000 logements entre 1987 et 1998, contribuant ainsi à l'amélioration des conditions d'habitat, perceptible notamment à travers la réduction de la part des logements rudimentaires de 44 % en 1956 à 1,2 % en 1999, et à l'accroissement du nombre des ménages propriétaires de leur logement qui a atteint 78,2 % en 1999. En outre, des prêts bonifiés ont été accordés à cette même population-cible, soit par le Fonds de promotion du logement pour les salariés (FOPROLOS) pour la construction ou l'acquisition d'environ 2 500 logements sociaux par an, soit par les Caisses de sécurité sociale pour l'amélioration des conditions d'habitat, la construction ou l'acquisition de logements.

Le **Maroc** s'est fixé comme objectif pour la période 2003-2007 le doublement de la production annuelle des unités d'habitat social, en vue d'atteindre le rythme de 100 000 unités par an afin de prendre en compte les besoins en logements sociaux estimés à 125 000 unités par an, En outre, le roi Mohammed VI a lancé en 2004 le programme «Villes sans bidonvilles» visant à éradiquer près de 1000 bidonvilles dans 83 villes sur la période 2004-2010. Les particuliers pourront obtenir des crédits sur 20-35 ans mis en place par le Fonds Solidarité Habitat. Ce programme concerne 280 000 ménages (1,5 million de personnes). Le gouvernement a également lancé un programme d'habitat social en milieu rural pour répondre aux besoins en logements en milieu rural et pour stabiliser la population dans les centres ruraux situés à la périphérie des grandes agglomérations afin de prévenir le développement de l'habitat insalubre. Enfin, le Royaume a décidé, dans le but de limiter et de détourner l'expansion des métropoles, de créer deux villes nouvelles à proximité de Marrakech (Tamansourt) et de Rabat-Salé-Témara (Tamesna).

En **Égypte**, la plus grande part de la demande en construction immobilière provient également des investissements publics : le National Budget Housing Project prévoit en effet la construction de près de 500 000 logements à l'orée 2014. Par ailleurs, le développement des villes nouvelles se poursuit : en témoigne l'émergence de nouveaux quartiers autour du Caire comme New Heliopolis, Medinet el Shourouk, New Cairo, Kattameya ou encore le quartier du 6 octobre.

³⁴ Hormis le descriptif du contexte algérien, cette revue est extraite du rapport de Carole-Anne Sénit « L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel : une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée », Sciences Po-IDDRI, 2008.

Afin de doter le pays en logements accessibles à une frange de population défavorisée, la **Turquie** a créé en 1984 un organisme relevant directement du Cabinet du Premier ministre : le Housing Development Administration of Turkey (TOKI). Cet organisme est chargé de mettre en œuvre les dispositions définies dans le plan d'action d'urgence pour le logement, notamment celles concernant l'habitat social. L'organisme prévoyait en outre la construction de 250 000 nouveaux logements en 2007.

Enfin, le contexte offert par le **Liban** est quelque peu différent. Victime d'un conflit en 2006, les besoins en reconstruction sont importants. Mais les ressources fiscales de l'État étant très faibles, la vie politique se fonde peu sur des programmes ou propositions : il n'y a donc pas de politique en matière d'habitat social au Liban, le secteur privé dominant largement. Une Institution de l'Habitat a cependant été mise en place pour financer les projets de construction des particuliers en leur octroyant des prêts. L'État a également passé un contrat avec les banques privées : les banques s'engagent à fournir des prêts aux particuliers et en échange, l'État rembourse les intérêts des prêts.

Face à cette pénurie excessive de logements, et face à l'urgence de la situation, il est tout naturel de constater que les gouvernements cherchent en priorité à accélérer les projets de constructions et de réhabilitation. A titre d'exemple, pour assurer un rythme de construction le plus rapide possible, le Maroc a accordé l'exonération de tout impôt, taxe, redevance, participation et contribution aux promoteurs immobiliers qui s'engagent à réaliser au moins 2500 logements sur cinq ans. Cet exemple traduit bien le fait que ce qui est jusqu'à présent privilégié est une logique de court terme où la priorité est de répondre à cette forte demande à moindre coût et dans les plus brefs délais. Cette nécessité d'agir rapidement ne plaide donc pas en faveur de l'introduction de techniques et technologies jugées novatrices telles que celles de l'efficacité énergétique qui nécessitent un coût d'apprentissage certain.

Mais si cette situation semble à priori relativement fermée nous pouvons également décider de voir le verre « à moitié plein » et de considérer tous ces projets de constructions comme autant de viviers potentiels pour l'intégration de mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables dans le secteur résidentiel.

Les perspectives énergétiques des PSEM à l'horizon 2030 ne font que confirmer et renforcer les problématiques qu'ils rencontrent déjà aujourd'hui: dépendance toujours plus forte aux énergies fossiles et ; parallèlement, augmentation de la demande en énergie. Or, si le boom prévu dans le secteur du bâtiment sera, de par sa nature-même, consommateur en énergie, il représente également le plus grand potentiel d'économies d'énergie.

Pour ce faire, il existe plusieurs options qui permettent de réduire les demandes en énergie : les plus importantes consistent en l'exploitation du potentiel élevé d'efficacité énergétique, en la promotion de technologies propres et efficaces ainsi qu'en la diffusion des énergies renouvelables. A titre d'exemple, des technologies permettant de prévoir plus de 30 % de réduction de consommation d'énergie dans le bâtiment à l'horizon 2030 avec des réductions substantielles d'émissions de CO₂ sont déjà disponibles à l'échelle mondiale.

Ces mesures doivent bien entendu être traduites et chiffrées dans des scénarios alternatifs adaptés aux PSEM et qui pourraient être orientés principalement sur la maîtrise de la demande en énergie. C'est ce que propose de traiter la partie suivante.

IV. Scénario énergétique de rupture

Comme évoqué précédemment, l'état de l'art en Méditerranée en matière de politique énergétique des bâtiments varie considérablement selon que l'on se place dans les PNM ou dans les PSEM. Après avoir rappelé le contexte réglementaire volontariste mis en place actuellement dans les PNM, cette partie précisera les contours d'un scénario de rupture basé sur les politiques de maîtrise de l'énergie envisagées pour les PSEM.

1. Mise en œuvre des politiques de maîtrise de l'énergie dans les PNM

Si les politiques énergétiques dans les PSEM sont loin d'être homogènes, la rive Nord de la Méditerranée, sous l'impulsion de l'Union Européenne (UE), a déjà posé les jalons d'un changement de grande ampleur en matière d'efficacité énergétique dans les bâtiments.

L'Union Européenne a pris conscience relativement tôt du potentiel que représentaient les bâtiments tant en termes de diminution de la demande énergétique finale (*le secteur représente 40 % de la consommation énergétique en Europe*) qu'au niveau de la réduction des gaz à effet de serre (*36 % des émissions de GES de l'UE sont produites par le Bâtiment*). Aussi, l'UE n'a eu cesse depuis 1993 de placer les économies d'énergie au cœur même de la stratégie de lutte contre le changement climatique. A cela il faut ajouter les questions de la sécurité de l'approvisionnement énergétique mais aussi les questions de création d'emplois et de développement économique. C'est pourquoi, qu'il s'agisse des aspects économiques, techniques, climatiques ou énergétiques, le secteur du bâtiment et de la construction est depuis longtemps au cœur des préoccupations communautaires.

A noter que, parmi les 12 Pays du Nord de la Méditerranée, seuls 7 pays appartiennent à l'Europe des 27 et plus précisément, l'Espagne, la France, la Grèce, l'Italie, la Slovénie ainsi que Chypre et Malte. A noter également qu'il n'est pas possible ici de présenter en détail l'intégralité des actions mises en œuvre dans les PNM. Pour les besoins du rapport seront présentés ici le contexte réglementaire européen ainsi qu'un exemple de mise en œuvre avec un focus sur la France³⁵.

1.1. Réglementation Européenne relative à la réduction des consommations énergétiques

L'objectif de ce rapport n'est pas de reprendre l'intégralité de l'historique des efforts en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment. Il s'agit ici simplement de rappeler les éléments qui ont favorisé cette construction collective et qui pourraient utilement servir les PSEM dans les démarches qu'ils devront développer. Les efforts de l'UE visant à réduire la consommation d'énergie dans le secteur de la construction ont véritablement démarré avec la directive "SAVE" (93/76/CEE) de 1993 relative à la réduction des émissions de dioxyde de carbone par une amélioration de l'efficacité énergétique. Cette directive exigeait la mise en place par les Etats membres de programmes sur l'efficacité énergétique et des comptes-rendus sur les résultats obtenus dans le secteur de la construction. On rappellera également :

- La **Directive EPBD**³⁶ de 2002 sur la performance énergétique des bâtiments (2002/91/CE) qui couvre à la fois les bâtiments résidentiels et non résidentiels. Elle est considérée comme un instrument complémentaire de SAVE, proposant des actions concrètes afin de combler les lacunes existantes.
- La directive SAVE fut remplacée en 2006 par la **Directive ESD**³⁷ relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et les services énergétiques (2006/32/CE) qui prenait en compte le secteur de la construction dans le cadre de ses efforts globaux d'économies d'énergie.
- Enfin, plus récemment, en décembre 2008, l'UE a adopté le **Paquet Climat-Energie** qui consiste un ensemble législatif visant à réduire significativement les émissions de GES de L'UE à l'horizon 2020. Le Paquet Climat-Energie fixe 3 objectifs clairs pour lutter contre le changement climatique :
 - réduire les émissions de GES de 20 % par rapport à leur niveau de 1990,
 - augmenter la part des énergies renouvelables à 20 % de la consommation finale,
 - réduire de 20 % la consommation d'énergie.

Si les deux premiers objectifs sont plus ou moins contraignants, c'est-à-dire que leur non-respect expose les États membres à des sanctions, l'objectif relatif aux économies d'énergie est seulement indicatif... (en fait, à ce jour, seul l'objectif d'énergies renouvelables est stricto sensu contraignant).

Concrètement, pour atteindre ces objectifs, de nouvelles directives ont été élaborées (ex : Directive EnR et Directive Quotas) et d'autres ont été révisées. La refonte de la Directive EPBD doit permettre de contribuer significativement à l'atteinte des objectifs du Paquet Climat en matière d'économies d'énergie (voir détails plus loin).

³⁵ Source : « L'efficacité énergétique dans l'Union Européenne : panorama des politiques et des bonnes pratiques » ADEME - Novembre 2008

³⁶ EPBD : Energy Performance of Buildings Directive

³⁷ ESD : Energy Services Directive

Le Tableau 3 rassemble les informations principales sur les 2 directives européennes clés en matière de réduction des consommations énergétiques.

Tableau 3 - Les 2 directives européennes clés pour une réduction des consommations énergétiques

Cadre réglementaire Européen	Objectifs & Cibles	Transposition par les états membres
<p>Directive EPBD « 2002/91/CE » <i>Performance énergétique des bâtiments</i></p>	<p><u>Objectif</u> : Réduire les consommations d'énergie via des mesures imposées : réglementation thermique, diagnostic de performance énergétique, certification et contrôle. Selon la Commission, une bonne mise en œuvre de la directive permettra une réduction de 11 % de la consommation énergétique finale de l'UE d'ici 2020. <u>Cible</u> : Bâtiments neufs et existants du secteur résidentiel et tertiaire (bureaux, bâtiments publics, etc.)</p>	<p><u>Rôle des Etats</u> : Les États membres sont responsables de l'élaboration des normes minimales. Ils sont aussi tenus d'assurer que la certification et le contrôle des bâtiments sont réalisés par du personnel qualifié et indépendant. <u>Etat d'avancement</u> : les transpositions dans les Etats membres ont été jugées insuffisantes face à l'ampleur de l'enjeu du secteur du Bâtiment. Aussi, une refonte de la directive a été proposée en 2008 afin d'élargir son champ d'application et de clarifier et renforcer certaines dispositions, notamment en vue d'assurer un rôle moteur du secteur public (voir détails ci-après).</p>
<p>Directive ESD « 2006/32/CE » <i>Efficacité énergétique dans les utilisations finales et les services énergétiques</i></p>	<p><u>Objectif</u> : La directive exige des États membres qu'ils se fixent un objectif minimum de 9 % de réduction de l'utilisation finale de l'énergie en 2016 et qu'ils instaurent les cadres et mesures institutionnels et juridiques nécessaires pour lever les obstacles à une utilisation finale efficace de l'énergie. <u>Cible</u> : variée et intersectorielle. Les équipements non fixes de type « appareils ménagers » sont particulièrement concernés. Il n'y a pas d'exigence imposée relative à l'efficacité énergétique dans les bâtiments mais les Etats sont libres de proposer des mesures sur ce secteur.</p>	<p><u>Rôle des Etats</u> : Chaque Etat membre devait soumettre mi-2007 à la Commission son plan d'action national pour l'amélioration de l'efficacité énergétique (PNAEE), révisable tous les trois ans. <u>Etat d'avancement</u> : La Commission a évalué en 2008 les 1^{ères} versions d'un certain nombre de PNAEE et le bilan fut assez mitigé : si les stratégies proposées permettraient probablement de réaliser des économies au-delà des 9 % exigés, ces plans étaient peu ambitieux et se contentaient bien souvent de reprendre des mesures déjà prévues ou existantes.... Les Etats membres devront soumettre une version plus ambitieuse de leur PNAEE avant le 30 juin 2011.</p>

Source : D'après <http://www.buildup.eu/>

Il est intéressant d'approfondir ces deux directives dans la mesure où elles peuvent être source d'enseignement pour les PSEM. Pour illustrer ce transfert législatif, la Ligue Arabe, qui inclut 11 PSEM, a déjà adopté, par le conseil des ministres de l'électricité, le guide cadre de l'efficacité énergétique au niveau du consommateur final d'électricité. La Ligue Arabe en train d'établir une stratégie pour le développement d'une Directive Arabe de l'EE qui se base sur la Directive européenne ESD «2006/32/CE». Fin 2010, les pays participants devront présenter leur PNAEE pour la période « 2011-2014 ».

1.1.1. La Directive Européenne EPBD sur la performance énergétique des bâtiments

Comme nous pouvons le constater dans le rappel ci-dessus, la directive EPBD est le principal outil juridique communautaire qui prévoit une démarche globale en matière d'utilisation efficace de l'énergie dans le secteur du bâtiment.

Elle aborde parfaitement les problématiques de la présente étude.

Encadré 1 - Caractéristiques de la Directive EPBD dans sa version initiale

La directive EPBD, entrée en vigueur en janvier 2006, repose sur les quatre principaux éléments suivants :

- Une méthode intégrée pour évaluer les performances énergétiques des bâtiments ;
- Des standards minimums d'efficacité énergétique pour les nouveaux bâtiments et ceux faisant l'objet d'une rénovation ;
- Des certificats de performance énergétique pour les bâtiments ;
- Des inspections régulières des systèmes de chauffage et de climatisation.

La méthodologie commune de calcul repose sur une approche intégrée. En effet, tous les éléments déterminant l'efficacité énergétique sont pris en compte (installations de chauffage et de refroidissement, installations d'éclairage, emplacement et orientation du bâtiment, récupération de la chaleur...) et plus uniquement la qualité de l'isolation du bâtiment.

Comme indiqué dans le Tableau 3, les États membres sont responsables de l'élaboration des normes minimales et doivent s'assurer que des certifications et contrôles des bâtiments soient réalisés par du personnel qualifié et indépendant.

Concernant son champ d'application, la directive prend en compte le secteur résidentiel et le secteur tertiaire (bureaux, bâtiments publics, etc.). Néanmoins, certains bâtiments sont exclus du champ d'application des dispositions relatives à la certification, par exemple les bâtiments historiques, les sites industriels, etc. La directive vise tous les aspects de l'efficacité énergétique des bâtiments en vue d'établir une approche réellement intégrée.

1.1.2. Refonte de la directive EPBD³⁸

L'objectif de la refonte de la directive EPBD est de clarifier et de simplifier certaines dispositions de la version initiale, d'élargir son champ d'application, de renforcer certaines de ses dispositions pour les rendre plus efficaces, et d'assurer un rôle moteur du secteur public. Cette réadaptation de la directive s'est avérée nécessaire pour **permettre** à l'Europe d'atteindre l'objectif de "20 % d'économie d'énergie à l'horizon 2020" du paquet climat-énergie.

La transposition et la mise en œuvre de la directive EPBD s'en trouveront facilitées et une grande partie du potentiel restant d'économies d'énergie rentables dans le secteur du bâtiment pourra être réalisée rapidement. Parallèlement, les objectifs et les principes de la directive actuelle sont maintenus et, comme par le passé, ce sera aux États membres de déterminer les exigences spécifiques et la manière de mettre en œuvre la directive.

Cette refonte doit avoir pour conséquence des réductions additionnelles de 5 à 6 % de la consommation totale d'énergie européenne, et de 5 % des émissions de CO₂. Elle doit aussi permettre la création de nombreux emplois, entre 280 000 et 450 000.

Encadré 2 - La proposition de refonte de la Directive EPBD apporte plusieurs modifications au texte de 2002 :

- -elle clarifie la formulation de certaines dispositions;
- elle élargie le champ d'application des dispositions obligeant les États membres à instaurer des exigences minimales en matière de performance énergétique lorsqu'un bâtiment fait l'objet d'une rénovation importante;
- elle renforce les dispositions relatives aux certificats de performance énergétique, aux inspections des systèmes de chauffage et de climatisation, aux exigences en matière de performance énergétique, à l'information et aux experts indépendants;
- elle dote les États membres et les parties intéressées d'un instrument de calcul d'étalonnage, qui permet de comparer les niveaux respectifs des exigences minimales en matière de performance énergétique adoptées au niveau national/régional avec les niveaux optimaux en fonction des coûts;
- elle prévoit que les États membres se fixent des objectifs à l'horizon 2020 en matière de bâtiments basse énergie ou zéro énergie ;
- elle encourage le secteur public à jouer davantage un rôle d'exemple par sa participation active.

Ces mesures seront soutenues par le programme « Énergie intelligente pour l'Europe », par les plateformes EPBD et BUILD-UP de la Commission et par le plan de relance économique de la Commission.

Enfin, les experts ont jugé que les investissements nécessaires et les coûts administratifs relatifs à la mise en œuvre de la directive étaient relativement faibles par rapport aux avantages et au retour sur investissement escomptés.

La refonte de la directive a été adoptée en seconde lecture par le Parlement européen en mai 2010.

³⁸ Source : site web EUR-Lex 'eur-lex.europa.eu'

1.2. Exemple du Volet « Bâtiment » du Grenelle de l'Environnement en France³⁹

L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments, en particulier des bâtiments existants, est incontournable pour réduire les émissions de GES. La France, qui a pris conscience du potentiel que représentait le secteur du Bâtiment, a déjà mobilisé une large gamme d'outils pour y parvenir : outils réglementaires, incitations financières et autres mesures d'accompagnement.

Objectifs réglementaires du Grenelle en matière de performance énergétique des bâtiments :

Le Grenelle de l'Environnement a fixé des objectifs très ambitieux pour le secteur du Bâtiment et qui viennent renforcer et compléter les mesures déjà en œuvre dans le secteur⁴⁰.

- Bâtiments existants : le Grenelle impose une réduction d'au moins 38 % des consommations d'énergie primaire du parc de bâtiments existants. Pour les logements, l'objectif est d'atteindre une consommation moyenne de 150 kWh d'énergie primaire par m² et par an.
 - Pour atteindre cet objectif, devront être mise en œuvre :
 - ◆ un programme de rénovation thermique et énergétique sur les logements. Le rythme à atteindre doit être de 400 000 rénovations complètes par an à partir de 2013.
 - ◆ une rénovation de l'ensemble des logements sociaux, avec, pour commencer, la réalisation des travaux sur les 800 000 logements sociaux les plus énergivores d'ici 2020.
 - ◆ la rénovation du parc des bâtiments de l'État afin de réduire leur consommation d'énergie de 40 % et leurs émissions de GES de 50 %. Les rénovations devront concrètement commencer d'ici 2012.
- Constructions neuves : le Grenelle exige la généralisation des Bâtiments Basse Consommation (BBC) d'ici 2012 et des Bâtiments à Énergie POSitive (BEPOS) à l'horizon 2020 (Encadré 3).
- Accompagnement des professionnels : relever les 2 défis précédents nécessite une extrême maturité et réactivité de la part du marché français de la construction durable. Afin de garantir les résultats attendus, le Grenelle a prévu toute une série de mesure d'accompagnement relative au recrutement, à la formation et au développement des filières industrielles.
- Incitations financières en place :

La France proposait déjà un certain nombre de mécanismes financiers incitatifs pour encourager les investissements des particuliers, des entreprises, etc. :

 - Les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE)
 - Le crédit d'impôt « développement durable »
 - L'exonération de taxe foncière bâtie (dans certains cas)
 - Le livret de développement durable
 - Les aides publiques de l'ANAH (Agence Nationale de l'Amélioration de l'Habitat)
 - Les fonds sociaux d'aide aux travaux de maîtrise de l'énergie

³⁹ Source : Cinquième communication nationale de la France à la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques - Novembre 2009

⁴⁰ Les principales mesures « pré-Grenelle » sont : la réglementation thermique RT 2005, le crédit d'impôts, le label Haute Performance Énergétique (HPE), le diagnostic de performance énergétique (DPE) et la recherche dans le cadre du PREBAT.

Encadré 3 - Bâtiments BBC en France

Bâtiments Basse Consommation en France Les normes BBC, la maison verte de demain

A partir du 1 Janvier 2013, seules les constructions économes en énergie obtiendront un permis de construire. Pour éveiller les consciences écologiques, un train de mesures incitatives fiscales a été émis en route.

Les normes BBC, qu'est-ce que c'est ?

Les français, bien qu'encore en retard par rapport à certains pays européens, commencent à prendre conscience de l'intérêt des bâtiments basse consommation (BBC), surtout grâce aux incitations fiscales.

Par BBC, on entend un bâtiment dont la consommation d'énergie est inférieure à 50 kWh par m² et par an. Elle est actuellement de 250 kWh par m² et par an pour une maison traditionnelle. Le but avoué du gouvernement est d'amener un nombre croissant des constructions neuves à s'adapter aux normes thermiques de 2012, avec en ligne de mire le 1 janvier 2013, date à partir de laquelle tous les nouveaux logements devront être des BBC.

Près de 20000 logements en projet de construction ont fait l'objet d'une demande de certification BBC en 2009, contre 2582 en 2008 et 853 en 2007.

Pour arriver à ce résultat, la conception doit tenir compte des dernières techniques permettant des gains énergétiques en matière d'isolation, de ventilation et de chauffage...

Certes le coût d'une construction aux normes BBC est 10 à 15% plus important qu'une maison traditionnelle. Mais l'ADEME estime que ce surcoût pourrait être réduit d'ici deux ans. Quoi qu'il en soit, les économies d'énergie réalisées (en chauffage, production d'eau chaude, éclairage,...) permettent un amortissement sur 10 ou 15 ans. L'installation de panneaux solaires sur le toit d'une maison et d'un ballon de stockage permet ainsi une économie de 80% de la consommation d'eau chaude.

Les aides gouvernementales

L'Etat a mis en place toute une palette d'aides financières en faveur des économies d'énergie dans les logements neufs ou existants.

Les travaux du Grenelle de l'Environnement ont abouti principalement au renforcement de 2 mesures (le crédit d'impôt « développement durable » et les CEE) mais surtout à la création de l'éco-prêt à taux zéro (ECO-PTZ). L'ECO-PTZ concerne les particuliers propriétaires et cible les projets d'amélioration de la performance énergétique dans leurs résidences principales. D'une durée de 10 ans, pouvant être étendue jusqu'à 15 ans par la banque, il permet de financer jusqu'à 30 000 € de travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique du logement et est cumulable avec les autres dispositifs de soutien.

Autres mesures d'accompagnement en place :

Informers les parties prenantes (aussi bien sur les réglementations en vigueur que sur les performances de leur bâti), former les professionnels, contrôler la qualité des réalisations et communiquer sur les résultats sont des aspects stratégiques pour développer durablement la filière. A cet effet, la France a défini entre autres les mesures suivantes :

- Obligation de réalisation de DPE lors de la vente ou de la location d'un logement
- Organisation sur le territoire d'un réseau d'Espaces Info-Énergie pour renseigner la population et les entreprises
- Elaboration de labellisation/accréditation pour les équipements et les petites installations EnR
- Financement de la recherche en matière d'énergie dans le bâtiment (PREBAT et PACTE)
- Formation des professionnels.

Cette dernière mesure a été renforcée dans le cadre du Grenelle de l'Environnement. Les acteurs de la formation professionnelle initiale et continue seront incités à engager, en concertation avec les régions, un programme pluriannuel de formation des professionnels du bâtiment dans le but d'encourager l'activité de rénovation du bâtiment, dans ses dimensions de performance thermique et énergétique, acoustique et de qualité de l'air intérieur. La FEEBAT (Formation aux Économies d'Énergie des entreprises et artisans du

BATiment), programme de formation ambitieux lancé en 2008, illustre bien la volonté de l'Etat français d'engager une rupture historique dans le secteur du Bâtiment.

Le dernier bilan énergétique de la France pour 2009 publié en Juin 2010 présente quelques résultats de ces mesures. Il montre notamment que le secteur résidentiel et tertiaire⁴¹ est celui qui a été le moins perturbé par la crise. La consommation énergétique du secteur résidentiel et tertiaire, après plusieurs années d'une progression par à-coups, marque le pas avec -0,9 % (à comparer aux +2,2 % de croissance annuelle entre 2002 et 2008). La consommation 2009 revient ainsi à son niveau de 2005. Ce résultat est d'autant plus remarquable que le nombre de logements est en hausse constante, même si le rythme a fléchi du fait de la crise: +1,2 % en 2009. En dépit de la baisse observée, le nombre de logements terminés en 2009 est supérieur à celui de l'année 2007. Il s'élève à 466 000 unités en 2009 après 474 000 en 2008, et 454 000 en 2007.

Tableau 4 - Production en équivalent logement par type en France

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<i>Nombre de logements en milliers</i>											
Individuel pur	133,1	153,1	159,1	157,3	160,5	160,3	172,4	179,8	188,7	189,0	177,8
Individuel groupé	30,0	34,2	31,0	31,4	34,4	36,5	41,2	46,7	51,9	56,5	59,2
Collectif	112,6	125,8	109,7	100,7	104,5	112,3	125,1	146,9	175,9	196,5	204,0
En résidences	3,8	6,1	8,6	9,2	9,6	9,3	11,4	16,3	18,7	20,3	21,2
Ensemble	279,5	319,3	308,4	298,6	309,0	318,4	350,0	389,7	435,1	462,3	462,3

Source : OeS, bilan de l'énergie 2009

Dans ce secteur également, la croissance de la demande ne semble plus inéluctable. Ce sont surtout les consommations de pétrole et de gaz qui régressent, au profit de l'électricité et des énergies renouvelables. On note le fort développement des énergies renouvelables depuis 2006. Utilisées seules, les EnR gagnent 6 points de parts de marché et, même plus de 8 points, à 36 %, si on prend aussi en compte leur usage combiné avec une autre énergie. Cette progression des EnR se fait essentiellement au détriment du gaz naturel, dont la part de marché est divisée par plus de 2 en deux ans, et du fioul qui est désormais négligeable dans le neuf (moins de 1 % des constructions de maisons individuelles y ont eu recours en 2008). Le chauffage électrique confirme sa vitalité : 48 % des ménages le choisissent comme seule énergie de chauffage, et 17 % combiné à une autre source. Les premiers résultats de l'enquête 2009 confirment ces tendances, et notamment le dynamisme du chauffage combiné électricité + EnR (pompes à chaleur, chauffage électrique + bois).

En conséquence de ces évolutions, les émissions globales de CO₂ dues à l'énergie baissent de 5,7 %, après -1,2 % en 2008. Elles sont 9,1 % en-dessous de leur niveau de 2005 et 6,1 % en-dessous de celui de 1990. En 2009, ce sont principalement l'industrie et la branche énergie qui contribuent le plus à la baisse.

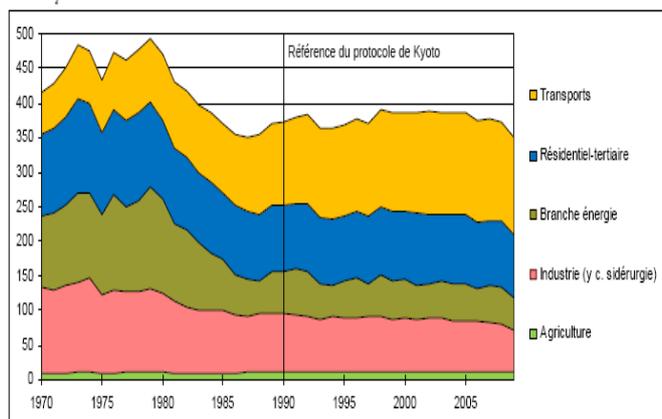
Encadré 4 - La réglementation thermique en France

<p>La réglementation thermique</p> <p>La réglementation thermique (RT), fixe des normes d'isolation et de performances énergétiques dans les bâtiments neufs. La première a été mise en place en 1974, suite au premier choc pétrolier. Les normes ont été durcies en 1982 puis en 1988. En 2000 le niveau d'exigence a été significativement renforcé et un objectif de division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050 a été fixé. A cette fin, différentes mesures sont mises en œuvre, notamment dans le secteur du bâtiment qui consomme 39 % de l'énergie finale et qui émet 18 % des gaz à effet de serre. Depuis, la réglementation thermique est revue tous les cinq ans afin de diminuer progressivement la consommation énergétique des bâtiments.</p> <p>La RT 2000 s'applique à tous les bâtiments neufs, quelle que soit l'énergie utilisée. Elle vise à réduire la consommation d'énergie des bâtiments et des logements de 20 % par rapport aux normes édictées avant sa mise en place. La RT 2005, qui succède à la RT 2000, renforce les exigences de performance énergétiques des bâtiments neufs de 15 % par rapport aux normes édictées par la RT 2000. Elle a aussi pour objet de limiter le recours à la climatisation. Elle est entrée en vigueur en juillet 2006.</p>

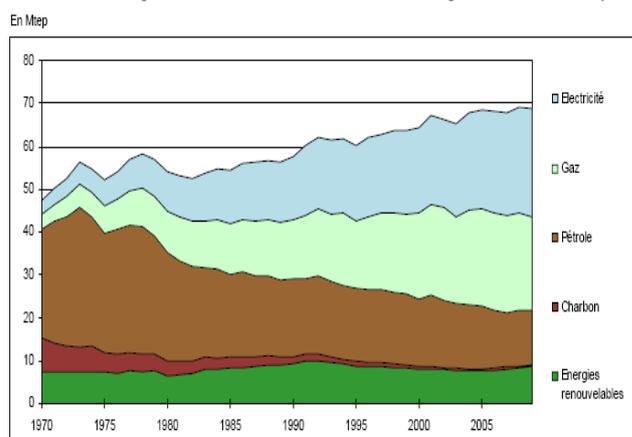
⁴¹ Il s'agit de la consommation d'énergie domestique des ménages et de celle du secteur tertiaire. Il s'agit donc surtout d'une énergie consacrée à chauffer, à cuire, à climatiser, et à faire fonctionner des appareils électriques ou électroniques.

Figure 20 - Consommation d'énergie et émissions CO₂ en France

Émissions de CO₂ corrigées des variations climatiques
En Mt CO₂



Consommation d'énergie finale dans le secteur résidentiel et tertiaire, corrigée des variations climatiques



Source : SOeS, bilan de l'énergie 2009

Tableau 5 - Diffusion en 20 ans des équipements utilisant le gaz et l'électricité en France

Énergie principale de chauffage	Parc de logements en 2008 (en milliers)			Évolution entre 1988 et 2008 (en milliers)			Évolution annuelle moyenne entre 1988 et 2008 (en %)		
	Locataires	Propriétaires	Ensemble	Locataires	Propriétaires	Ensemble	Locataires	Propriétaires	Ensemble
AIC	360	980	1 340	-2 000	- 1 610	- 3 610	-9,0	- 4,7	- 6,3
Fioul	1 030	3 340	4 370	- 980	390	- 590	- 3,3	0,6	- 0,6
Gaz	5 380	5 820	11 200	2 430	3 210	5 640	3,1	4,1	3,6
Électricité	3 680	4 580	8 260	2 240	2 370	4 600	4,8	3,7	4,2
Autres	1 010	910	1 920	- 50	- 70	- 120	-0,2	- 0,4	- 0,3
Ensemble	11 460	15 630	27 090	1 640	4 290	5 920	0,8	1,6	1,2

Source : Ceren Champ : résidences principales en France métropolitaine

AIC : Appareil indépendant de chauffage

2. Scénario de rupture dans les PSEM

2.1. Définition du scénario de rupture

Le scénario de rupture est un scénario alternatif de maîtrise de l'énergie qui est volontariste quant à l'intégration de mesures d'EE et de développement des EnR. Il suppose une mise en œuvre massive des mesures qui sont aujourd'hui les plus techniquement, économiquement et politiquement matures pour une diffusion à grande échelle.

2.2. Hypothèses du scénario de rupture dans les PSEM

Après avoir défini les zones climatiques de la région et les technologies adaptées à ce contexte, nous définirons les hypothèses retenues en ce qui concerne les taux de diffusion des mesures d'EE dans le secteur du bâtiment existant et neuf.

2.2.1. Climats représentatifs dans les PSEM

Considéré comme un des « berceaux de la civilisation », le bassin méditerranéen se situe dans une zone délimitée en latitude et pour ce qui concerne les zones côtières (les plus urbanisées) comprises entre :

- 30° pour les latitudes les plus basses (Alexandrie)
- 45° pour les latitudes les plus hautes (Venise)

Les PSEM sont caractérisés par des climats qui varient du type méditerranéen au climat continental. Caractérisé par une saison fraîche relativement clémente et un été sec marqué, le climat, mais aussi la sismicité ont généré une réponse architecturale traditionnelle commune, fruit de justes compromis.

Les réglementations thermiques existantes des bâtiments dans les PSEM ont délimité des zones climatiques dans chaque pays. Un travail d'analyse et de synthèse est nécessaire pour dégager des zones climatiques homogènes à l'échelle des PSEM.

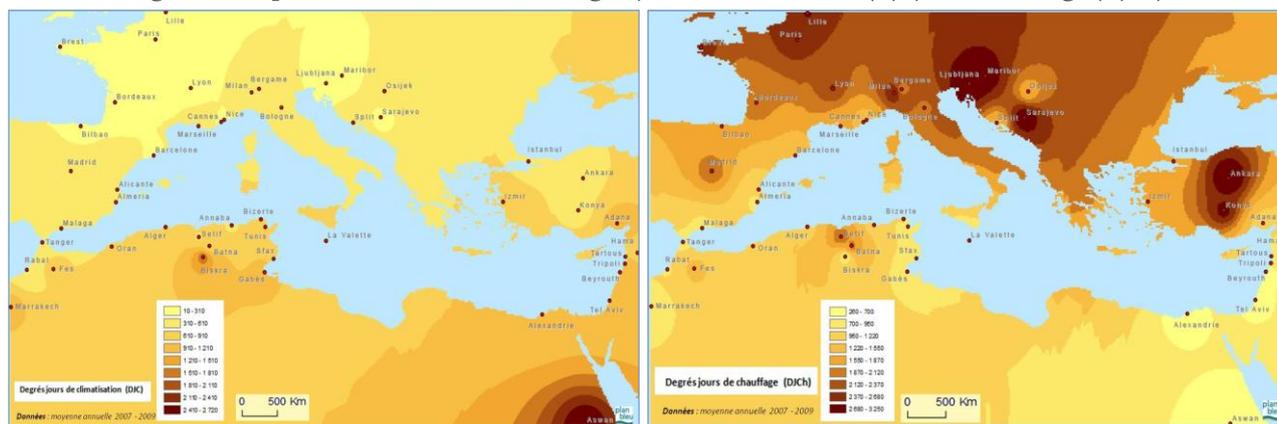
Dans cette attente on propose de considérer 4 climats représentatifs :

- **Z1 - Zone côtière** (exemple : Beyrouth, Liban). Le climat est du type méditerranéen tempéré humide, caractérisé par des pluies concentrées en hiver et au début du printemps et des étés chauds et secs avec une humidité relative assez élevée.
- **Z2 - Zone relief** (exemple : Marrakech, Maroc ou les Hauts-Plateaux en Algérie). Le climat est à tendance aride caractérisé par de fortes amplitudes thermiques saisonnières et diurnes. Cette zone souffre d'un important déficit pluviométrique en été. En hiver, les températures sont fraîches la nuit. Par contre en été les températures sont torrides.
- **Z3 - Zone désert** (exemple : Gafsa, Tunisie). Le climat y est très sec et chaud. Il y a, par contre, de très grandes différences de températures entre le jour et la nuit.
- **Z4 - Zone continentale** (exemple : Ankara, Turquie). Les étés sont ensoleillés le jour et frais la nuit. Les hivers sont froids avec de la pluie et de la neige.

En complément de cette répartition climatique, un zonage basé sur les degrés jours est également de la plus grande utilité car il met en relief les besoins de chauffage et de rafraîchissement. En effet, le degré jour est, pour un lieu donné, une valeur représentative de l'écart entre la température d'une journée donnée et un seuil de température préétabli. Il sert ainsi à évaluer les dépenses en énergie pour le chauffage ou la climatisation.

Les 2 cartes de la Figure 21 permettent de visualiser les besoins en chauffage et en rafraîchissement dans la région méditerranéenne. La température de référence choisie est de 18°C pour les degrés jours de chauffage et de 21°C pour les degrés jours de climatisation. Visuellement parlant, plus la couleur est sombre, plus les besoins sont importants. Aussi, et comme nous pouvons le constater, les besoins des PSEM ont principalement trait au rafraîchissement tandis que ceux des PNM concernent davantage le chauffage.

Figure 21 - Représentation du nombre de Degrés jours de climatisation (DjC) et de chauffage (DjCh)



Source : Plan Bleu, juin 2010 (basé sur les données moyennes sur 3 ans de www.degreedays.net)

2.2.2. Mesures envisagées dans le scénario de rupture

Les mesures d'efficacité énergétique retenues dans le cadre du scénario de rupture correspondent aux technologies les plus matures d'un point de vue technique, économique et politique pour les PSEM. Explicitement, ces mesures sont les suivantes :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments (par application effective des réglementations thermiques existantes avec l'hypothèse de révisions périodiques),
- Elimination progressive des lampes à incandescence du marché,
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture, des murs et changement des fenêtres),
- Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces,
- Diffusion des chauffe-eau solaires.

Les mesures prioritaires par zone climatique selon leur potentiel d'économies d'énergie et leur viabilité économique sont données dans le Tableau 6.

Tableau 6 - Les mesures d'EE par zone climatique en fonction de leur efficacité

Options ou mesures d'Efficacité Energétique	Zone côtière (Z1)	Zone Relief (Z2)	Zone Désert (Z3)	Zone Continentale (Z4)
Isolation des toitures				
Isolations des murs				
Isolations des fenêtres				
Protection solaire des fenêtres				
Eclairage naturel				
Eclairage efficace				
Chauffe eau solaire				
Climatisation efficace				
Equipements électroménagers à efficacité énergétique				
Chauffage efficace				
Eclairage par panneaux photovoltaïques				

Source : d'après Adel Mourtada & Rafik Missaoui

	Très efficace
	Efficacité moyenne
	Non efficace ou non adaptée

2.2.3. Hypothèses de diffusion retenues

Les hypothèses retenues pour les 5 mesures listées plus haut sont les suivantes :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments résidentiels
Il s'agit de l'application stricte de la réglementation thermique existante ou en cours de développement dans tous les PSEM avec une révision périodique tous les 5 ans. L'hypothèse retenue pour cette première mesure est une généralisation progressive de 13 à 80 % entre 2010 et 2030 pour les logements neufs.
- Rénovation thermique des bâtiments
La rénovation consiste essentiellement à l'isolation de l'enveloppe des bâtiments existants. Cette isolation pourrait concerner la toiture, les murs et les fenêtres dans les zones 2, 3 et 4 et la toiture et les murs dans la zone 1. L'hypothèse retenue pour cette seconde mesure est une rénovation progressive de 1 à 30 % des logements existants entre 2010 et 2030.
- Eclairage efficace : élimination progressive des lampes à incandescence du marché et généralisation des lampes basse consommation
Les différents pays éliminent progressivement les lampes à incandescence du marché, en commençant par les plus grandes puissances (150 W et 100 W). L'idée est d'éliminer totalement ce type de lampes et de généraliser les lampes "basse consommation" et les LED⁴². Nous supposons une montée progressive du taux de diffusion, estimé à environ 20 % en 2010, pour atteindre 100 % dès 2020.
- Diffusion des appareils électroménagers efficaces

⁴² Lampe à Diode Electroluminescente

L'amélioration des performances énergétiques des équipements électroménagers concerne essentiellement :

- Les réfrigérateurs dont la réglementation prévoit déjà l'élimination progressive des catégories les moins performantes dans certains pays ;
- Les climatiseurs seront également assujettis à la logique réglementaire d'élimination progressive des appareils les moins performants ;
- Les autres appareils, tels que les lave-linges et lave-vaisselles, etc.

Le scénario prévoit une diffusion progressive de cette mesure pour atteindre sa généralisation dans l'ensemble des logements à l'horizon 2030.

- Diffusion des chauffe-eau solaires

Le scénario prévoit un rythme de diffusion accéléré de capteurs solaires dans le parc de logements existants et dans les nouvelles constructions pour atteindre un taux de pénétration de 30 % dans l'existant et de 35 % dans le neuf en 2030.

Les hypothèses retenues pour la pénétration de ces mesures sont données dans le Tableau 7.

Tableau 7 - Taux de pénétration des mesures d'EE dans le résidentiel à l'horizon 2030

Mesures diffusées à grande échelle	Résidentiel existant			Résidentiel neuf		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments				13 %	50 %	80 %
Rénovation thermique des Bâtiments existants	1 %	10 %	30 %			
Eclairage efficace	20 %	100 %	100 %	20 %	100 %	100 %
Diffusion des appareils électroménagers, chauffage et climatiseurs efficaces	10 %	50 %	100 %	10 %	50 %	100 %
Diffusion des chauffe-eau solaires	7 %	20 %	30 %	5 %	25 %	35 %

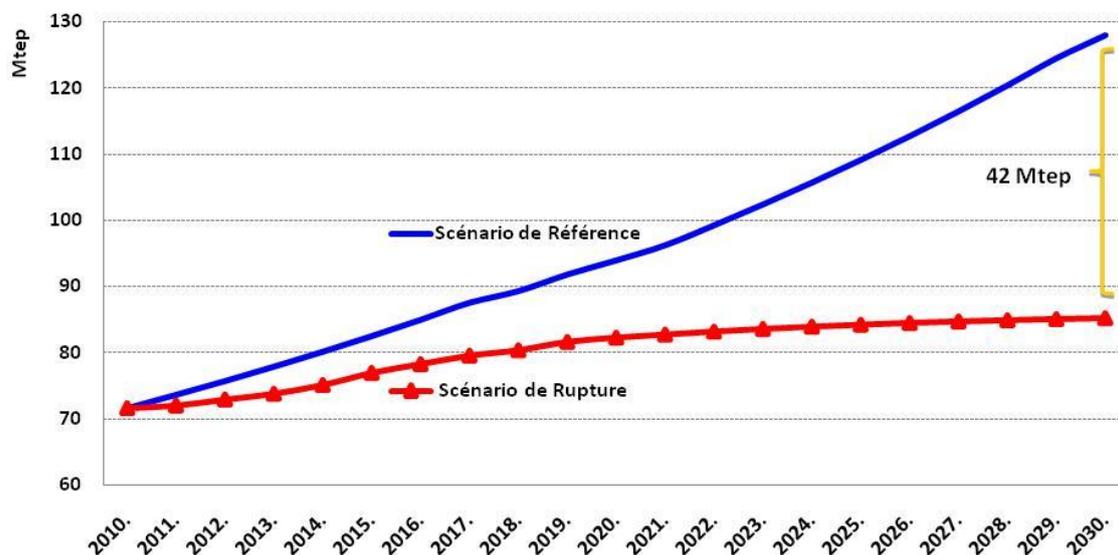
Source : D'après les hypothèses retenues par le groupe d'experts de l'étude/Plan Bleu

2.3. Résultats du scénario de rupture dans les PSEM

2.3.1. Résultats possibles en termes de réduction de la consommation d'énergie finale

La consommation du secteur résidentiel devrait atteindre près de 100 Mtep en 2020 et près de 130 Mtep en 2030. Comme le montre la Figure 22, la mise en œuvre du scénario de rupture dans les PSEM représente un potentiel d'économie d'énergie d'environ 42 Mtep à l'horizon 2030.

Figure 22 - Courbes des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM selon le scénario

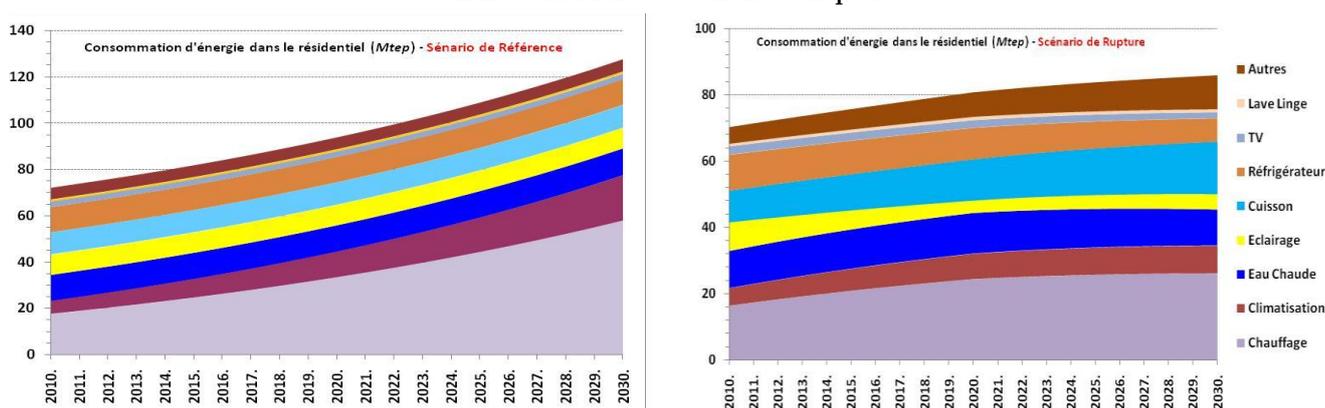


Source : Calculs Adel Mourtađa ; validés par le groupe d'Experts de l'étude/Plan Bleu

Sur la base de simulation de logements types dans les 4 zones climatiques retenues (par le logiciel VisualDOE.3, Encadré 5) et en tenant compte d'une répartition de logements des PSEM dans ces zones climatiques nous estimons les besoins en énergie finale du secteur résidentiel. La Figure 22 donne l'évolution des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel pour les deux scénarios : le scénario de référence qui représente une prolongation de la situation actuelle (Business as Usual), ainsi que le scénario de rupture qui est considéré comme le scénario alternatif de maîtrise de l'énergie.

En agrégeant les mesures retenues et en tenant compte des hypothèses de diffusion présentées ci-dessus, le scénario de rupture (ou de maîtrise de l'énergie) est donné dans la partie droite de la Figure 23.

Figure 23 - PSEM- Evolution des consommations d'énergie finale du Résidentiel par usage - Scénario de Référence et Scénario de Rupture



Source : Calculs Adel Mourtada ; validés par le groupe d'Experts de l'étude/Plan Bleu

Le potentiel d'économie d'énergie est ainsi estimé dans ce scénario de rupture (ou maîtrise de l'énergie) à environ 42 Mtep (d'énergie finale) à l'année 2030 par rapport au scénario de référence.

Ces économies d'énergie ont été calculées par source d'énergie (charbon, produits pétroliers, gaz naturel et électricité). Les estimations de ces économies sont de près de 1 Mtep de charbon, de 9 Mtep de produits pétroliers, de 17 Mtep de gaz naturel et de 14 Mtep d'électricité auxquels il y a lieu d'ajouter une augmentation de 4 Mtep d'énergies renouvelables. Ensuite elles ont été réparties, comme indiqué sur les figures, par usage (chauffage, climatisation, eau chaude, éclairage et appareils électroménagers). Cette répartition a été réalisée grâce au logiciel VisualDOE (décrit dans l'Encadré 5).

Les plus importantes réductions, selon les usages, proviennent du chauffage et de la climatisation pour environ 60 % suivis par l'éclairage pour près de 50 % et l'électroménager pour environ 33 %.

Tableau 8 - Consommation d'énergie dans le résidentiel, par usage (en Mtep)

(en Mtep)	Chauffage	Climatisation	Eau Chaude	Eclairage	Electroménagers	Autres	TOTAL
Sc. référence	58,0	19,6	11,5	8,9	14,4	15,8	128
Sc. Rupture	26,2	8,4	10,8	4,7	9,5	26,0	86
Réduction	-55%	-57%	-6%	-47%	-34%	64%	-33%

Source : Estimations du groupe d'experts de l'étude/Plan Bleu

Encadré 5 - Logiciel VisualDOE 3

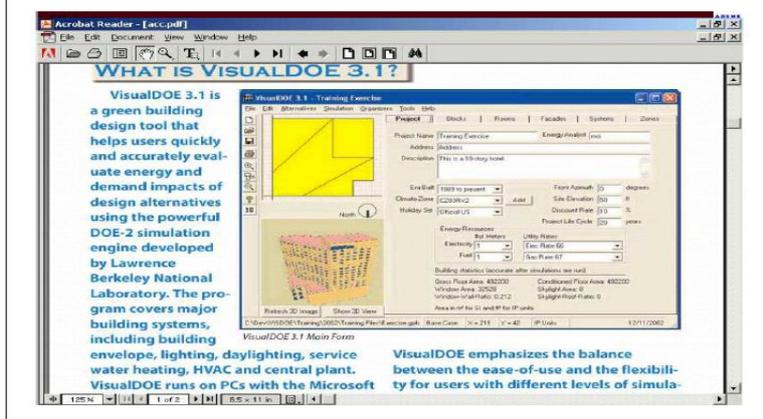
Logiciel VisualDOE 3

VisualDOE 3.0 est un logiciel avancé de simulation du comportement thermique et énergétique du bâtiment. Il permet aux architectes, ingénieurs et thermiciens d'évaluer rapidement les économies d'énergie annuelles pouvant être générées par des paramètres de conception ou par l'application des mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment. Il permet aussi aux campagnes d'électricité d'évaluer l'impact des mesures de la maîtrise de la demande de l'énergie sur les consommations électriques et sur la demande de l'électricité dans le secteur du bâtiment. Le logiciel VisualDOE3.0 utilise des fichiers climatiques annuels horaires ce qui permet d'augmenter la précision des résultats de simulation.

Utilisation du Logiciel Visual DOE

Réalisation de la simulation après l'introduction de tous les paramètres spécifiques à un bâtiment. Etude de proposition des améliorations du système énergétique du bâtiment. Comparaison des résultats avec et sans améliorations.

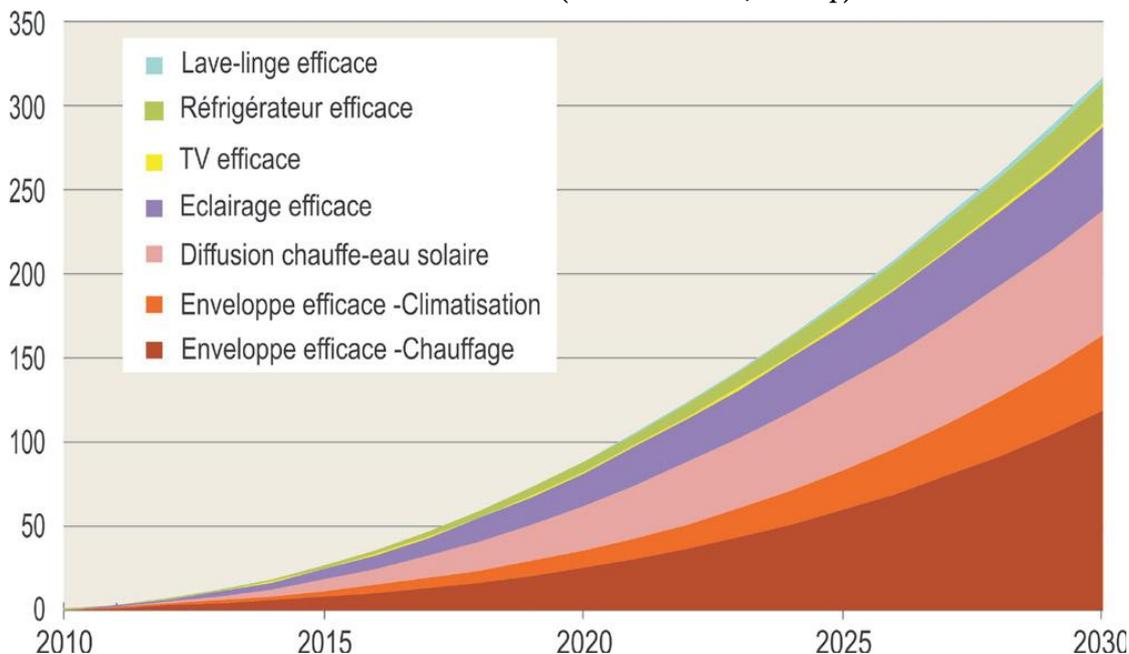
VisualDOE3.0 est basé sur le moteur de calcul DOE.2 le plus utilisé dans la simulation énergétique dans le monde.



Source : www.eley.com et <http://sabinaphillips.com/visualdoe.pdf>

Les potentiels des gains cumulés d'énergie finale sur la période 2010-2030 sont estimés à plus de 320 Mtep comme le montre la Figure 24.

Figure 24 - Gains cumulés d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM - Scénario de rupture par rapport au scénario de référence (entre 2010 et 2030, en Mtep)

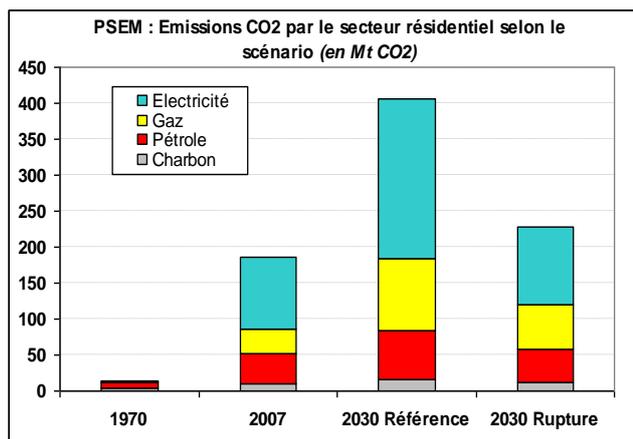


Source : Calculs Adel Mourtada ; validés par le groupe d'Experts de l'étude/Plan Bleu

2.3.2. Résultats possibles en termes de réduction des gaz à effet de serre

Le potentiel de réduction des émissions de CO₂ à l'horizon 2030 est évalué à partir **des économies d'énergies de combustibles et d'électricité (pétrole, gaz et charbon, et aussi celles indirectes dues aux consommations sectorielles d'électricité)** et des substitutions grâce aux apports des énergies renouvelables. En tenant compte de l'évolution des mixtes énergétiques dans les PSEM et d'une pénétration des énergies renouvelables de l'ordre de 11 % (15 % avec l'hydro) à l'horizon 2030 dans le bilan énergétique des PSEM, les estimations de la réduction annuelle des émissions de CO₂ seraient de l'ordre de 179 MtCO₂ en 2030. La réduction cumulée des émissions de CO₂ sur la période 2007-2030 serait près de 2 GtCO₂.

Figure 25 - Emissions CO₂ dans les PSEM, selon le scénario



Emissions CO₂ dans le secteur Résidentiel (Mt CO₂)

	1970	2007	2030
Référence	15	186	407
Charbon	4,0	10,7	16,3
Pétrole	7,0	41,5	67,0
Gaz	0,1	34,6	100,4
Electricité	3,4	99,0	223,3
Rupture	15	186	228
Charbon	4,0	10,7	13,0
Pétrole	7,0	41,5	44,9
Gaz	0,1	34,6	62,6
Electricité	3,4	99,0	107,9

Source : AIE pour l'historique, et calculs Plan Bleu.

3. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment

Le Tableau 9 rassemble les besoins en investissements nécessaires à la mise en place effective des mesures du scénario de rupture. **Le montant global des investissements s'élèverait alors à 262 milliards d'€** sur les PSEM pour les 20 années à venir réparti par pays et par mesure comme dans le Tableau 9.

Tableau 9 - Besoins en investissements pour les mesures EE du scénario de rupture, par pays (en milliards d'€)

Mesures	Total Besoins investissement sur 20 ans	Algérie	Egypte	Israël	Jordanie	Liban	Libye	Maroc	Palestine	Syrie	Tunisie	Turquie
En milliards €	262,0	33,3	74,3	7,0	4,5	2,8	6,0	30,3	4,1	19,2	3,6	77,2
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	132	16,5	37,2	3,5	2,2	1,6	3,0	15,1	2,1	9,6	1,2	40,2
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture, des murs et changement des fenêtres)	49	6,1	13,8	1,3	0,8	0,4	1,1	5,6	0,8	3,5	1,4	14,1
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché et diffusion LBC/LED	3	0,4	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,3	0,0	0,8
Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces	40	5,3	11,5	1,2	0,7	0,4	0,9	4,8	0,6	3,1	0,5	11,2
Diffusion des chauffe-eau solaires	38	5,0	11,0	1,0	0,6	0,3	0,9	4,4	0,6	2,8	0,5	11,0

Source : Estimations du groupe d'experts de l'étude/ Plan Bleu.

3.1. Evaluation des coûts additionnels sur la construction (logements neufs)

Pour un logement neuf d'une surface moyenne de 100 m², le surcoût des mesures d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (toiture, murs et fenêtres) et des équipements efficace (chauffage et climatisation) se traduit par un surcoût additionnel de l'ordre de 3300 € par nouveau logement, cela représente un surcoût de l'ordre de 7 % à 20 % du coût de la construction et des équipements énergétiques.

Ces surcoûts peuvent être résorbés par le marché de la construction à condition d'adapter les outils de financement actuels (montant des crédits, taux d'intérêt, etc.). Les besoins de financement sur 20 ans dans le neuf seraient de l'ordre de 132 Milliards €.

- Répartition du coût sur le cycle de vie des bâtiments

Les surcoûts sont répartis comme suivants : 70 % comme surinvestissement initial et 30 % comme surinvestissement relatif aux équipements à efficacité énergétique durant les 20 ans (y compris le remplacement de certains équipements).

- Coût de la tCO₂ évitée

Le coût de la tCO₂ évitée sur la durée de vie des logements entre 2010 et 2080 (durée de vie de logement de 50 ans) est de 38 €.

3.2. Evaluation des coûts de réhabilitation des logements existants

Pour un logement existant d'une surface moyenne de 100 m², le coût des mesures d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (toiture, murs et fenêtres) est de l'ordre de 2500 € par logement. *D'après la typologie des bâtiments existants, le parc de logements collectifs est important ce qui se traduit par une réduction des coûts de l'isolation des toitures des immeubles collectifs rapportés au logement unitaire, de même la mesure de remplacement des fenêtres par des fenêtres double vitrage connaîtra un taux de pénétration faible en zone côtière.*

Les besoins de financement sur 20 ans dans l'existant seraient de l'ordre de 49 Milliards €.

- Coût de la tCO₂ évitée

Le coût de la tCO₂ évitée sur la durée de vie des logements rénovés est de 42 €.

3.3. Evaluation des surcoûts de l'éclairage efficace

En considérant qu'à l'horizon 2020 l'éclairage efficace sera diffusé à 100 % dans le résidentiel neuf et existant. Les besoins de financement sur 10 ans seraient de l'ordre de 3 Milliards €.

- Coût de la tCO₂ évitée

Le coût de la tCO₂ évitée est d'environ 9 €.

3.4. Evaluation des surcoûts des équipements efficaces

En considérant qu'à l'horizon 2020 les équipements efficaces sont généralisés à 50 % et qu'à l'horizon 2030 tous les anciens équipements sont remplacés par des équipements efficaces et en considérant seulement les surcoûts engendrés par cette mesure, les besoins de financement des surcoûts sur 20 ans seraient de l'ordre de 40 Milliards €.

- Coût de la tCO₂ évitée

Le coût de la tCO₂ évitée est de 39 €.

3.5. Evaluation des coûts de chauffe-eau solaires

En considérant un taux de diffusion de chauffe-eau solaire respectivement de 30 % dans l'existant et de 35 % dans le neuf à l'horizon de 2030 et en considérant une baisse continue des prix de chauffe-eau solaire, les besoins de financement sur 20 ans seraient de l'ordre de 38 Milliards €.

- Coût de la tCO₂ évitée

Le coût de la tCO₂ évitée est de 120 € (en tenant compte que dans certains pays comme le Liban, la Jordanie et la Syrie le chauffage de l'eau par l'électricité est très répandu).

3.6. Récapitulatif des coûts

Le Tableau 10 récapitule les besoins en financement ainsi que le coût de la tCO₂ évitée par mesure.

Tableau 10 - Investissements pour les mesures MDE sur 20 ans et coût moyen de la tCO₂ sur la durée de vie de chaque mesure

Mesures	Besoins en investissements sur 20 ans En Milliards €	Coût de la tCO ₂ évitée sur la durée de vie de la mesure* en €/tCO ₂
Généralisation de l'enveloppe efficace des nouveaux bâtiments	132	38
Rénovation thermique des bâtiments	49	42
Généralisation de l'éclairage efficace	3	9
Diffusion des appareils électroménagers et des équipements de chauffage et de climatisation efficaces	40	39
Diffusion des chauffe-eau solaires	38	120
Total	262	41,5

*La durée de vie des mesures sur le bâti est considérée de 50 ans.

Source : Estimations du groupe d'experts/Plan Bleu.

4. Coût de la non action sur le cycle de vie du bâtiment

De plus en plus d'études se penchent sur le « coût de la non-action »⁴³. Il s'agit ici d'estimer les coûts des effets dus à la variation du climat dans le cas où aucune mesure n'est prise pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cette notion va donc au-delà de la notion de coût évité en tant que telle. Elle permet de comparer les coûts de l'action et celui de l'inaction afin de définir une politique d'adaptation la plus rentable possible économiquement. Cette évaluation est évidemment une approximation étant donné les différentes inconnues de l'équation : évolution du climat, interaction entre différents secteurs, occurrence d'événements extrêmes, taux d'actualisation, évolution du prix de l'énergie, etc.

4.1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau régional

Les changements climatiques futurs doivent être pris en compte dès maintenant dans les décisions d'investissements de long terme dans la région Méditerranée (bâtiments, énergie, transport, gestion de l'eau, etc.). Compte tenu de la durée de vie des investissements considérés dans le bâtiment, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables doivent être considérées comme priorités en tenant compte des conditions climatiques futures. Le dernier rapport paru en 2007 du GIEC⁴⁴ développe des hypothèses de changement climatique dans la région.

D'après le rapport du GIEC la température moyenne de la région méditerranéenne devrait augmenter entre 2,2 à 5,1 °C soit nettement plus que la moyenne planétaire. Le réchauffement maximal devrait se situer en été et serait détectable d'ici 15 à 25 ans et avec une augmentation entre 2,7 et 6,5 °C contre 1,7 et 4,6 °C en hiver⁴⁵.

Le changement climatique va avoir un impact direct sur la production d'hydroélectricité qui est affectée par la hauteur de la colonne d'eau stockée dans les barrages. Les précipitations totales vont probablement diminuer d'entre 4 et 27 %. La rive sud de la Méditerranée serait plus touchée que la rive Nord et les effets du changement climatique seraient définitivement détectables dans les quelques prochaines années.

⁴³ La plus connue étant certainement la « Stern Review on the Economics of Climate Change; October 2006 »

⁴⁴ Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC, www.ipcc.ch)

⁴⁵ « Anticiper le changement climatique autour de la méditerranée » IPEMED, 2008.

- Une augmentation du nombre, de la durée et de l'intensité des canicules est donc à prévoir.
- les précipitations totales vont diminuer surtout sur la rive Sud de la Méditerranée.
- Des baisses de productivité sont attendues, avec des chutes allant jusqu'à 50 % localement.

Le changement climatique risque :

- d'agir comme amplificateur des inégalités déjà présentes dans la région méditerranéenne (entre pays et à l'intérieur de chacun des pays)
- de pénaliser le développement économique
- de compromettre l'avenir des générations futures
- d'être à l'origine de nouveaux conflits pour le contrôle de l'eau
- de pousser les populations à quitter les zones rurales et à l'immigration

4.2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée au Changement Climatique

4.2.1. Scénario de taux d'équipements en climatisation constant (30 %) à l'horizon 2020

En considérant une augmentation moyenne de 3°C en été et 2°C en hiver durant la vie des logements on pourrait considérer une augmentation de 21 % des besoins de climatisation et une réduction de 6 % des besoins de chauffage. L'augmentation des besoins de climatisation fera une pression sur les besoins de production d'électricité non pris en compte à ce jour dans les modèles d'évaluation de la demande. Ceci se traduirait par une augmentation de 2,5 % des consommations des énergies primaires des bâtiments liées à la production de l'électricité contrebalancée par une réduction de 2,5 % des énergies primaires liées au chauffage. Le bilan global est nul mais les besoins d'investissements dans la production d'électricité devraient augmenter de 5 % par rapport à ce qui a été prévu auparavant (en tenant compte de la baisse de la production d'hydroélectricité).

4.2.2. Scénario d'augmentation de la pénétration de la climatisation

Le changement climatique se traduirait par l'augmentation de jours de canicule en été ce qui pousserait la pénétration de la climatisation pour atteindre un taux d'équipements de 50 % en 2030. Ceci se traduirait par une augmentation des consommations d'énergies primaires liées à la climatisation de 11,5 %. Les consommations des énergies primaires liées au chauffage restent du même ordre du scénario précédent, le bilan est une augmentation des consommations en énergie primaire du secteur résidentiel de 8 % et de la puissance électrique à installer de 12 % par rapport au scénario tendanciel sans changement climatique.

La mise en œuvre de politiques d'efficacité énergétique, notamment dans le domaine du bâtiment, est lourde d'enjeux pour la zone méditerranéenne. Or, dégager des marges de financement pour une telle politique implique d'avoir conscience des bénéfices qu'elle induit à moyen et long terme. L'apparition d'un marché de l'efficacité énergétique dans le bâtiment repose en grande partie sur l'analyse économique qui décidera ou non les parties prenantes à passer à l'action. Les pouvoirs publics doivent jouer un rôle clé dans l'apparition de conditions favorables à l'apparition de ce marché, notamment en répercutant les bénéfices macroéconomiques induits.

V. Conditions de mise en œuvre du scénario de rupture

Comme évoqué à plusieurs reprises, les PNM appartenant à l'Union Européenne ont déjà mis en œuvre une série de mesures destinée à maîtriser la demande en énergie du secteur du bâtiment. La récente refonte de la directive EPBD, qui devrait permettre une mise en œuvre plus efficace des dispositions réglementaires relatives à la performance énergétique des bâtiments, contribuera activement à l'objectif européen de 20 % d'économies d'énergie à l'horizon 2020.

En ce qui concerne les PSEM, l'heure est à la mise en œuvre d'un scénario de rupture qui implique la levée de multiples barrières via des instruments innovants et transversaux.

1. Les barrières à la mise en œuvre du scénario de rupture

Les barrières au développement d'un marché à grande échelle de la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment dans les pays méditerranéens, dans le cadre du scénario de rupture, sont de plusieurs types :

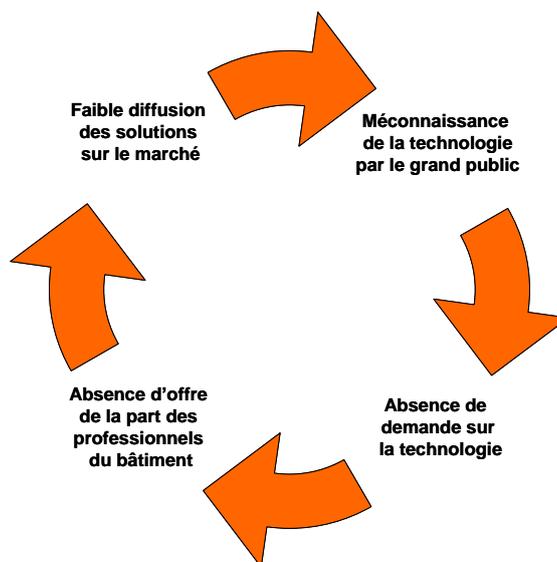
- Informationnel
- Economique
- Organisationnel
- Technique

1.1. Les barrières d'ordre informationnel

Dans la région du sud de la Méditerranée, très peu de mesures d'EE et d'EnR présentent aujourd'hui un taux de pénétration significatif dans le secteur des bâtiments. Il s'agit pratiquement uniquement des chauffe-eau solaires et des lampes efficaces dans un nombre réduit de pays de la région. De ce fait, la plupart des solutions techniques disponibles pour l'efficacité énergétique et surtout leur impact économique ne sont pas bien connues ni par le grand public, ni par les professionnels du bâtiment, ni par les décideurs.

On se trouve dans la situation du cercle vicieux classique de la diffusion de l'innovation, comme indiqué par la Figure 26.

Figure 26 - Schéma sur les obstacles à la circulation de l'innovation



Source : Rafik Missaoui

Dans ces conditions, la mise en place de solutions d'efficacité énergétique par un professionnel sensibilisé lui implique des coûts de transaction trop élevés pour convaincre le consommateur final, ce qui devient dissuasif pour lui.

Ils existent plusieurs moyens pour casser ce cercle vicieux qu'on présentera ensuite, mais cela impliquera dans tous les cas la contribution active des pouvoirs publics.

1.2. Les barrières d'ordre économique

Ce sont souvent les barrières les plus importantes et elles peuvent être liées à deux raisons principales :

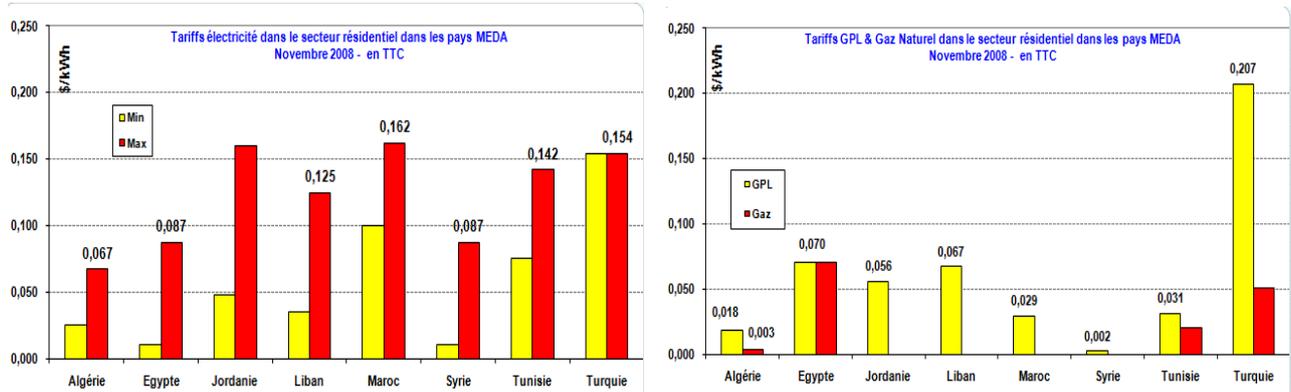
- La faible rentabilité des mesures pour le consommateur final
- Les coûts élevés d'investissement initial par rapport à la capacité d'autofinancement des ménages

1.2.1. La faible rentabilité pour le consommateur final

La rentabilité des mesures pour le consommateur final dépend d'une part, du coût de la technologie et d'autre part, des tarifs de l'énergie au consommateur final.

En particulier les tarifs de l'énergie conventionnelle sont encore largement subventionnés dans plusieurs pays de la région. Les graphiques de la Figure 27 montrent la différence des tarifs entre les pays de la région MENA.

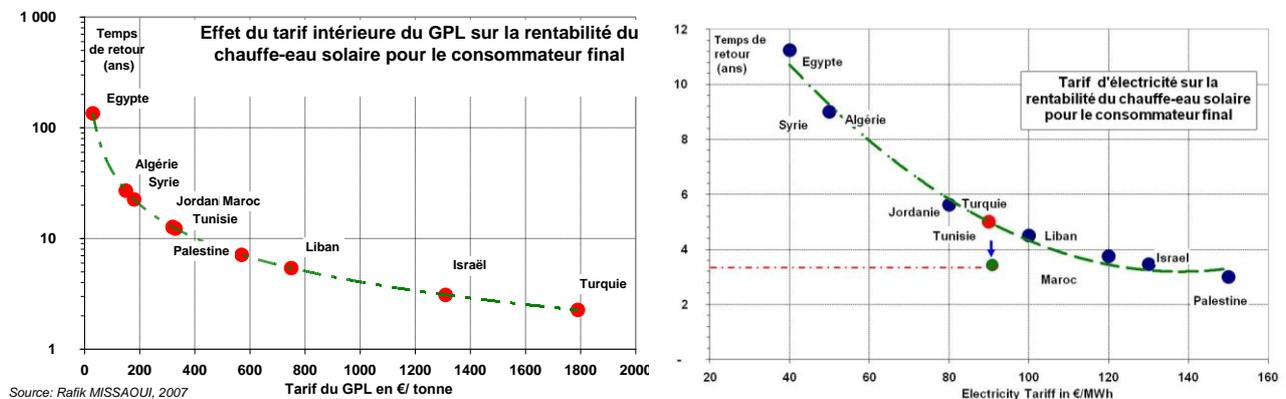
Figure 27 - Barrières d'ordre économique pour la mise en œuvre d'un scénario de rupture



Source : Rafik MISSAOUI, MED-NEC 2009w

La différence des tarifs explique dans une large mesure la différence de rentabilité des mesures d'efficacité énergétique dans ces différents pays. A titre d'illustration, nous présentons dans la Figure 28, l'analyse de rentabilité pour le consommateur final du chauffe-eau solaire (CES) dans le contexte de certains pays de la région, qu'on mesure à travers le temps de retour pour le consommateur.

Figure 28 - Taux de retour et effets des tarifs électricité/GPL

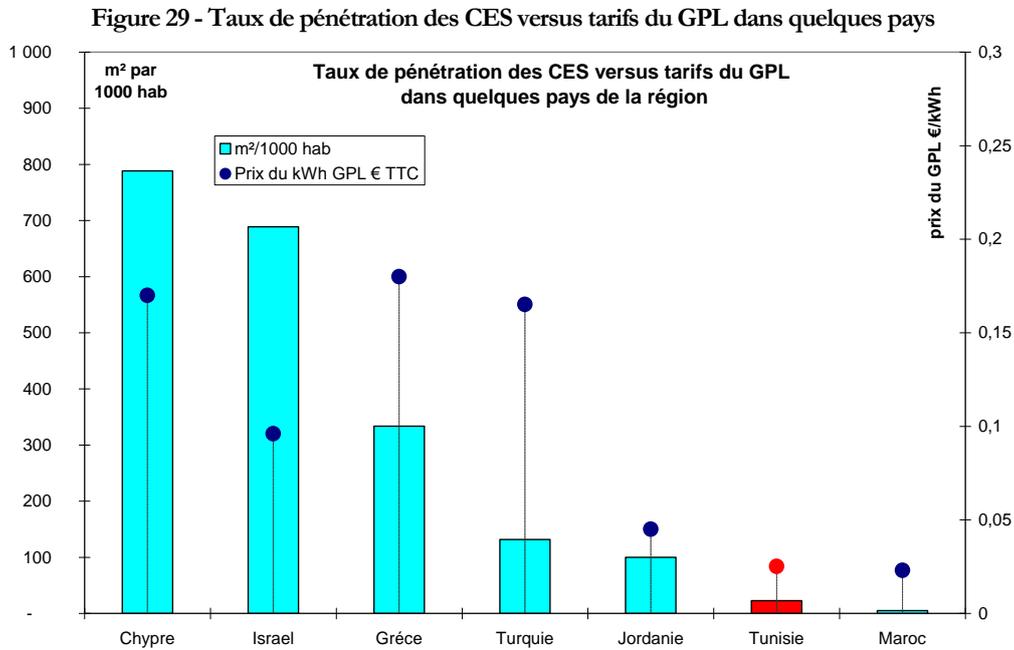


Source: Rafik MISSAOUI, 2007

Source : ALCOR (Tunisie)

Ainsi, compte tenu des tarifs de l'énergie, le temps de retour de l'achat d'un chauffe-eau solaire comparé à un chauffe-eau à GPL en Egypte dépasse une centaine d'années et est de l'ordre de 30 ans en Algérie et en Syrie. Le temps de retour est par contre de moins de 2 ans en Turquie.

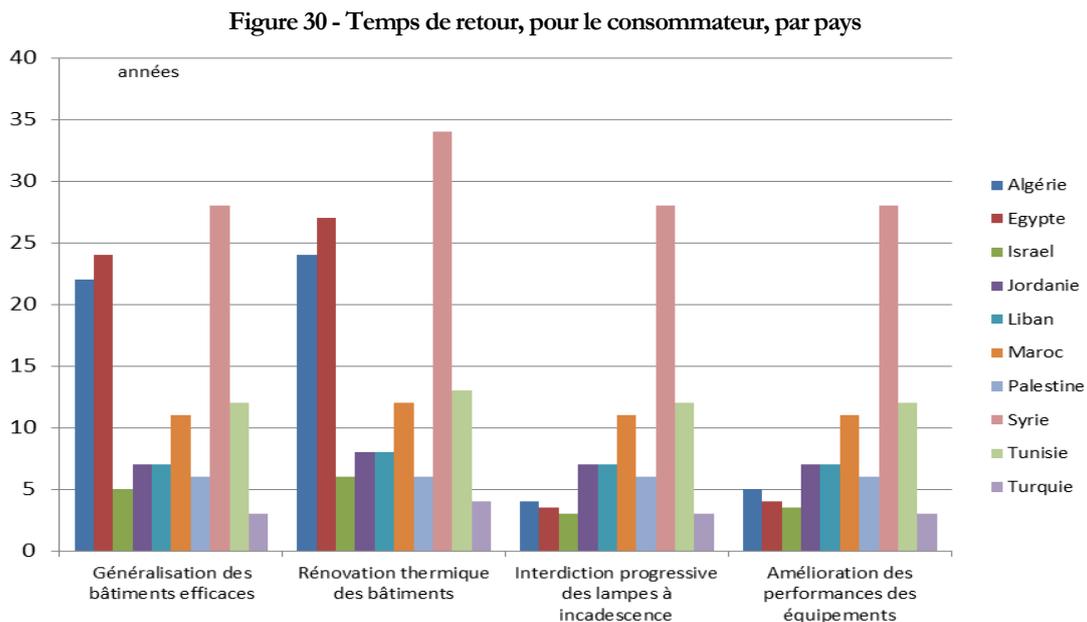
Bien entendu, cette différence de rentabilité se traduit par des taux de pénétration du chauffe-eau solaire très différents d'un pays à un autre comme l'illustre-la Figure 29.



Source : ALCOR (Tunisie)

L'importance du taux de pénétration en Israël s'explique également par les mesures réglementaires additionnelles qui obligent les ménages à installer un CES dès lors que le bâtiment est inférieur à 27 m de hauteur.

La même analyse peut être faite pour les autres mesures, comme le montrent la Figure 30 et le Tableau 11.



Source : ALCOR (Tunisie)

Tableau 11 - Temps de retour des différentes mesures pour le consommateur final

	Généralisation de bâtiments efficaces	Rénovation thermique des bâtiments	Interdiction progressive Des lampes à incandescence	Amélioration des performances des équipements
Algérie	20,9	24,6	1,8	4,7
Egypte	24,5	26,9	1,4	3,6
Israël	4,9	6,3	1	2,5
Jordanie	7,5	9	0,8	1,9
Liban	7,5	9,2	1	2,5
Maroc	10,3	11,8	0,8	1,9
Palestine	6,1	7,6	0,9	2,2
Syrie	29,5	31,2	1,4	3,6
Tunisie	10,8	12,5	0,9	2,2
Turquie	3,1	4	0,8	2

Source : ALCOR (Tunisie)

Cette analyse économique permet de tirer quelques enseignements clés quant aux conditions de développement d'un marché pour les solutions d'efficacité énergétique dans les bâtiments dans la région.

La diffusion des lampes efficaces est en général la mesure la plus rentable pour le consommateur final, avec un temps de retour généralement de moins de deux ans. Hormis l'Algérie, la Syrie et l'Egypte, le temps de retour est de moins d'une année.

La diffusion des équipements électroménagers performants vient en seconde place du point de vue de la rentabilité pour le consommateur final. Le temps de retour est en général de l'ordre de 2 ans sauf pour les trois pays où l'électricité est encore fortement subventionnée, à savoir l'Algérie, l'Egypte et la Syrie.

Pour ces deux mesures, il n'existe pas réellement de barrières économiques qui bloquent leur diffusion à grande échelle. La barrière est plutôt d'ordre informationnel résidant dans le manque de sensibilisation et d'information du public et des opérateurs au regard de l'intérêt de ces mesures.

La rénovation thermique ainsi que la production de nouveaux logements efficaces sont cependant des mesures peu rentables pour le consommateur final et auront du mal à se développer sur la base de mécanismes spontanés du marché dans la plupart des pays de la région.

A cause des faibles tarifs du GPL et du gaz naturel, les temps de retour dépassent souvent les limites acceptables par le consommateur final, mise à part en Turquie et dans une moindre mesure en Israël.

1.2.2. La contrainte de l'investissement initial

Dans certains cas, l'importance du coût initial des mesures d'efficacité énergétiques, en comparaison avec la capacité de financement des consommateurs, peut constituer une barrière à la diffusion.

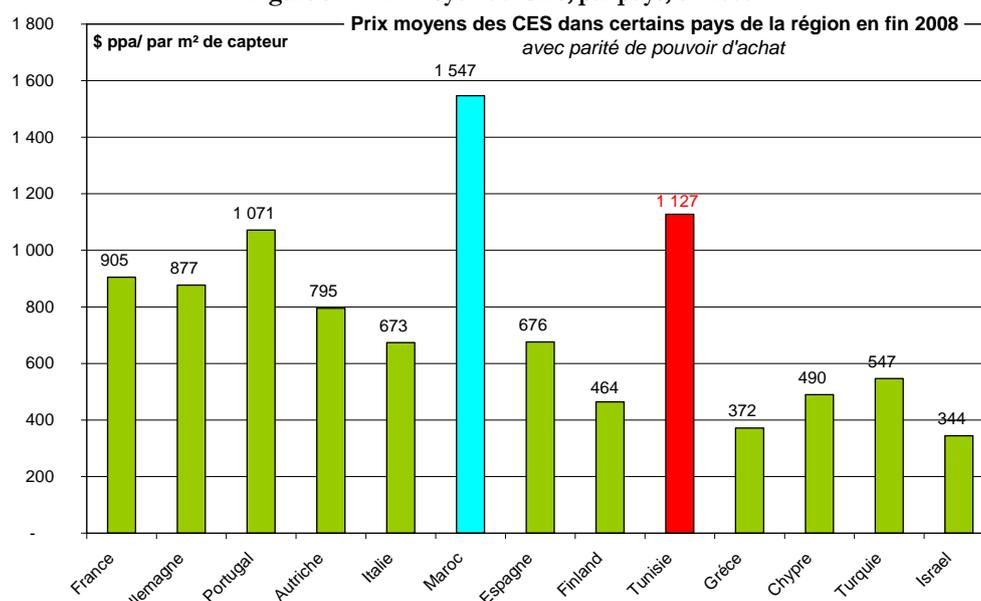
Ainsi, même si le temps de retour pour le consommateur devenait intéressant et attractif pour les ménages, le changement d'échelle du marché pourrait être encore inhibé par la barrière de l'investissement initial qui dépasse la capacité de paiement d'une large classe de ménages. Dans ce cas, seule une faible partie du marché potentiel pourrait être mobilisée.

A titre d'illustration, la Figure 31, qui présente les prix d'acquisition du CES, à parité de pouvoir d'achat (PPA), illustre la contrainte du coût du chauffe-eau dans certains pays de la région comme la Tunisie et le Maroc.

Par ailleurs, la construction de logements efficaces coûterait en moyenne, selon les pays et selon la catégorie des logements (standing, économique ou social), entre 3 % et 10 % de plus par logement. Ce surcoût ne pourra pas être absorbé par les mécanismes du marché actuels.

De la même manière, le coût de la rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture) pourrait coûter entre 1000 et 2000 € par logement, ce qui dépasserait la capacité de paiement d'une large catégorie des ménages.

Figure 31 - Prix moyen du CES, par pays, en 2008



Source : ALCOR, 2009

1.3. Les barrières d'ordre organisationnel

Sur le plan organisationnel, le secteur des bâtiments présente certaines caractéristiques spécifiques qui constituent des barrières à la mise en œuvre d'un scénario de maîtrise de l'énergie.

Le premier obstacle est le caractère diffus et hétérogène du secteur du bâtiment qui tend à accroître les coûts de transaction et rend coûteuse la mise en place de mécanisme de diffusion des mesures d'efficacité énergétique. Ces difficultés sont accentuées par la prépondérance, dans la plupart des pays méditerranéens du sud, des filières d'auto-construction, voire même informelles. Il devient par conséquent difficile de réunir les acteurs de ces filières autour d'une politique de maîtrise de l'énergie dans ce segment de marché.

Le secteur du bâtiment est par ailleurs caractérisé par la multiplicité des intervenants: promoteurs immobiliers, développeurs, architectes, concepteurs, banques, propriétaires, locataires, administration en charge de la gestion du secteur, etc. Ces intervenants ont parfois des intérêts, des motivations et des contraintes conflictuels qui bloquent la diffusion des mesures de maîtrise de l'énergie. Par exemple, les promoteurs immobiliers et les banques cherchent souvent à produire des logements à moindre coût pour être compétitifs sur le marché, sans pour autant prendre en compte le coût d'exploitation du logement sur son cycle de vie, en l'occurrence la consommation d'énergie. Même les Etats, dans le cadre de leurs politiques de production de logements sociaux adoptent souvent des stratégies de minimisation des prix de vente au détriment des coûts d'exploitation.

De manière générale, quand le logement est occupé par un consommateur différent du propriétaire, il y a un penchant vers la minimisation des coûts d'investissement sans prendre en compte les dépenses futures liées à la consommation d'énergie du bâtiment du fait que l'investisseur ne sera pas celui qui bénéficiera des performances énergétiques des bâtiments.

1.4. Les barrières d'ordre technique

Ces barrières sont liées essentiellement au manque de savoir-faire et de maîtrise des technologies relatives aux mesures d'efficacité énergétique par les professionnels du bâtiment, à tous les niveaux :

- Les concepteurs, intégrant les architectes et les ingénieurs conseils. Ces derniers sont de ce fait incapables d'identifier les solutions techniques les plus appropriées à chaque contexte et les intégrer efficacement dès la phase de conception du bâtiment ;

- Les entreprises de construction qui ne disposent pas d'une main d'œuvre qualifiée dans ce domaine et capable de réaliser les solutions techniques dans les règles de l'art. A titre d'exemple, les performances thermiques attendues de l'isolation des murs peuvent être totalement anéanties par les ponts thermiques que les maçons peuvent laisser au moment des travaux de construction.

Par ailleurs, l'indisponibilité d'une offre locale crédible des solutions énergétiques et des matériaux nécessaires à leur application (CES, matériaux d'isolation, appareils électroménagers performants, etc.) peuvent constituer un obstacle majeur à la mise en œuvre de tout scénario de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments.

2. Les mesures et moyens pour la mise en œuvre de scénario de rupture

La mise en œuvre du scénario de rupture, axé sur de fortes politiques de maîtrise de l'énergie, nécessite la mise en place d'outils de différentes natures qui doivent être conçus et utilisés de manière complémentaire et cohérente. Quatre types d'outils semblent être indispensables :

- Les outils réglementaires
- Les outils incitatifs
- Les outils de renforcement de capacités et d'accompagnement des filières
- Les outils institutionnels et organisationnels

2.1. Les outils réglementaires

Il s'agit essentiellement de mesures de type obligatoire qui visent à transformer le marché vers la performance énergétique. Ces mesures concernent à la fois l'enveloppe des bâtiments et les appareils électroménagers.

2.1.1. La réglementation énergétique des appareils électroménagers

Cette mesure consiste d'abord à rendre obligatoire l'affichage, sur les principaux appareils, des étiquettes normalisées indiquant le niveau (classe) de consommation énergétique. Cela permet de renseigner le consommateur sur les conséquences de son choix en termes de dépenses énergétiques futures en mettant en exergue le coût de consommation d'énergie de l'appareil comme un critère de choix additionnel au coût d'acquisition.

A titre d'exemple, la Tunisie a mis en place depuis 2004 une réglementation concernant l'obligation de l'étiquetage des appareils de réfrigération (8 classes). En 2005, une nouvelle réglementation a mis en place un planning d'élimination des classes 8, 7, 6 et 5 à l'horizon de 2007. Puis en 2009, la réglementation a évolué vers l'interdiction des classes 4 et 3. De la même manière, un texte de loi paru en 2009 a rendu obligatoire l'affichage des étiquettes pour les appareils de climatisation et a prévu un échéancier pour l'interdiction des classes 8, 7 et 6.

En complément à cette phase préparatrice d'introduction de l'étiquetage obligatoire, les pouvoirs publics procèdent souvent à une interdiction progressive de mise sur le marché des appareils de classes correspondant à de faibles performances énergétiques. Cette mesure permet de transformer progressivement le marché vers des appareils plus performants.

Dans les pays méditerranéens du sud, ces mesures devraient concerner en priorité les appareils de réfrigération dont l'usage constitue souvent la plus grande part de la consommation des ménages, mais aussi les appareils de climatisation qui connaissent une très forte croissance de pénétration, depuis quelques années.

Ce type de mesures peut couvrir aussi l'éclairage en instaurant une réglementation interdisant progressivement l'utilisation des lampes à incandescence. Plusieurs pays de la région se préparent à la promulgation de telle réglementation.

Comme il a été démontré précédemment, les impacts de ces mesures sont très positifs car ils conduisent à des économies d'énergie à moindre coût. Toutefois, l'applicabilité de ces mesures et l'efficacité de leur mise en œuvre sont conditionnées par un certain nombre de facteurs :

- Il faut disposer d'un système de contrôle efficace et peu coûteux de la commercialisation des appareils électroménagers. Cela implique une concertation et une collaboration étroite avec les services en charge du contrôle de commerce et des services de douane ;
- Il est nécessaire de mettre en place une infrastructure de test technique et de certification des appareils ;
- Il est indispensable d'accompagner les fabricants locaux des appareils électroménagers objets de la réglementation afin de les aider à améliorer leurs produits pour les mettre au niveau des exigences réglementaires.

2.1.2. La réglementation thermique des bâtiments

La réglementation thermique des bâtiments vise à obliger les opérateurs à produire des bâtiments respectant des exigences minimales en termes de performance thermique (ou énergétique).

Plusieurs pays de la région ont adopté déjà une réglementation thermique (Turquie, Tunisie, Algérie, Liban, Syrie, etc.). Toutefois, le vrai enjeu réside dans l'application effective de ces dispositions réglementaires sur le terrain. En effet, plusieurs obstacles peuvent s'opposer à la mise en œuvre effective de la réglementation :

- Le surcoût d'investissement qu'elle engendre et qui reste parfois difficilement absorbable par le marché de la construction, notamment pour les logements sociaux ;
- La difficulté et le coût élevé de contrôle de sa mise en œuvre ;
- L'insuffisance, voire l'absence d'offre de service et de matériaux pouvant répondre à cette demande créée par cette réglementation, etc.

Ainsi, la promulgation d'une telle réglementation devrait être précédée par une phase de préparation qui consiste à créer les filières nécessaires à l'implémentation des exigences techniques conséquentes (formation des compétences, offre des matériaux, etc.).

Très souvent, la mise en œuvre de la réglementation dans les contextes des pays du sud méditerranéen devait être accompagnée, dans la phase du lancement, par des mécanismes d'incitation financière pour initier la création des filières en question et déclencher progressivement les mécanismes du marché.

Par ailleurs, l'une des insuffisances de l'approche réglementaire est qu'elle ne couvre généralement qu'un segment réduit des bâtiments, à savoir les nouveaux bâtiments. En particulier, dans la quasi-totalité des pays de la région la réglementation exclut les bâtiments existants alors que cette réglementation intervient à un moment où le secteur du bâtiment tend vers la saturation. En plus, à cause des difficultés de mise en œuvre et de contrôle, la réglementation exclut souvent le segment des bâtiments produits dans le cadre de l'auto-construction, quelle soit légale ou illégale, ce qui limite d'avantage son impact.

Pour ces raisons, les mesures de réglementation thermique doivent être forcément complétées par des outils incitatifs basés sur une approche volontaire.

2.2. Les outils incitatifs

Les outils incitatifs visent essentiellement à lever les deux contraintes économiques majeures mentionnées précédemment, à savoir : la faible rentabilité des mesures pour le consommateur final et la contrainte de l'investissement initial.

2.2.1. Amélioration de la rentabilité des mesures pour le consommateur final

L'amélioration de la rentabilité pour le consommateur final implique nécessairement la baisse du coût d'investissement, toute chose égale par ailleurs. En théorie, trois types de mesures, toutes basées sur l'effort financier public, peuvent être appliquées, à cet effet :

- Subvention publique à l'investissement

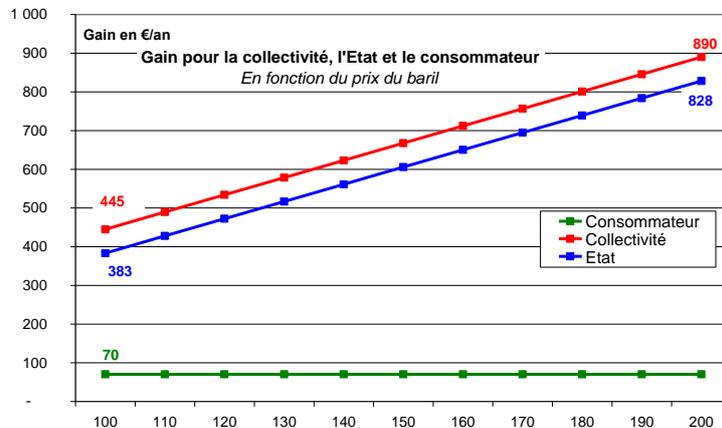
La subvention de l'Etat à l'investissement aux mesures d'efficacité énergétique se justifie par la distorsion économique introduite par la subvention publique aux énergies conventionnelles et qui rend les solutions alternatives peu rentables et du coup peu attractives pour le consommateur final.

Souvent, la mise en œuvre des solutions d'efficacité énergétique est suffisamment rentable pour l'Etat, du fait des subventions évitées sur l'énergie conventionnelle économisée (notamment après la hausse du prix international de l'énergie), mais en même temps très peu rentable pour le consommateur final, ce qui ne permet pas de faire naître une demande spontanée pour ces techniques.

Ainsi, l'objectif recherché de la subvention publique est entre autres de rééquilibrer la redistribution des retombées des solutions d'efficacité énergétique entre l'Etat et le consommateur final de manière à établir une situation gagnant – gagnant.

A titre d'illustration, la Figure 32 présente le gain pour les différents acteurs, résultant de la mise en place de mesures d'efficacité énergétique dans une maison type de 80 m² en Algérie (projet pilote MED-ENEC).

Figure 32 - Gain pour la collectivité et le consommateur, selon le prix du baril

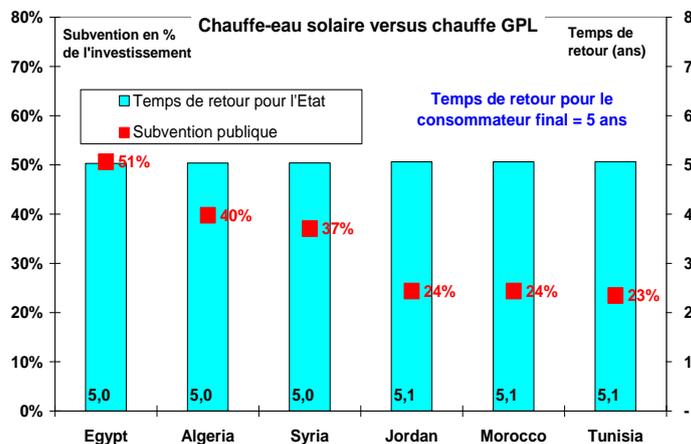


Source : Rafik MISSAOUI, MED-ENEC, 2008

Alors que le gain sur la facture d'énergie du consommateur est d'environ 70 € par an, celui réalisé par l'Etat varie, selon le prix du baril de pétrole de 383 €/an à 828 €/an. Une partie des gains réalisés par l'Etat peut être dans ce cas transférée, sous forme de subvention d'investissement, au consommateur final pour améliorer la rentabilité des mesures tout en conservant une rentabilité satisfaisante de cette subvention pour l'Etat : il s'agit d'établir une situation gagnant - gagnant entre le consommateur et l'Etat.

L'exemple de la Figure 33 illustre également les conditions pour établir cette situation gagnant - gagnant au niveau de la diffusion du chauffe-eau solaire dans différents pays de la région.

Figure 33 - CES versus chauffe-eau au GPL, par pays



Source : ALCOR (Tunisie)

Ainsi, pour garantir un temps de retour satisfaisant pour le consommateur final de l'acquisition d'un CES en comparaison d'un chauffe-eau à GPL (temps de retour = 5 ans), il faudra en moyenne une subvention publique d'investissement d'environ 20 % dans le contexte de la Tunisie, du Maroc ou de la Jordanie. Dans ces conditions, le temps de retour de cette subvention pour l'Etat serait à peu près équivalent, soit environ 5 ans.

Dans le cas de l'Algérie, l'Egypte et la Syrie où l'énergie est fortement subventionnée, l'Etat doit faire plus d'effort de subventionnement du CES, soit 40 % et plus.

Enfin, il faut souligner que cette mesure ne peut être efficace sur le long terme que si les ressources en amont destinées à être utilisées pour la subvention publique sont pérennes, venant par exemple de taxes affectées (cas du Fond National de Maîtrise de l'Energie en Tunisie). Les subventions adossées à des ressources budgétaires sont dangereuses, car elles peuvent être assujetties à des arbitrages sectoriels et par conséquent être amenées à disparaître ou être réduites à tout moment.

- Avantages fiscaux indirects

Il s'agit de mesures de réduction, voire même d'exemption des taxes indirectes, telles que la TVA, les droits de douanes, etc. Ces mesures sont simples à mettre en œuvre et souvent neutre pour les finances publiques. En effet, du fait de l'absence ou de l'étroitesse du marché des mesures d'efficacité énergétique, il n'y aura pas de manque à gagner pour l'Etat.

Ce type d'outils est d'ores et déjà utilisé dans plusieurs pays de la région qui ont instauré une réglementation exonérant totalement ou partiellement les énergies renouvelables et les équipements économes en énergie des TVA et des droits de douanes (Tunisie, Maroc, Jordanie, etc.).

- Réduction des impôts directs
- Cette mesure, connue communément sous le nom de « crédit d'impôt », consiste à autoriser l'abattement des investissements réalisés au titre des mesures d'efficacité énergétiques (travaux de rénovation thermique, acquisition de CES, etc.) de l'assiette d'impôt sur les revenus.

Compte tenu du contexte fiscal dans la plupart des pays de la Méditerranée du sud, cet outil est souvent peu efficace.

En synthèse, le Tableau 12 présente les avantages et les inconvénients des trois principaux types de mesures incitatives visant l'amélioration du temps de retour pour le consommateur, présentés ci-dessus.

Tableau 12 - Avantages/Inconvénients des principales mesures incitatives

Mesures	Avantages	Inconvénients
Subventions publiques à l'investissement	Effet clair sur la réduction des coûts Message fort au marché Bon vecteur de communication Effet stimulant pour l'offre	Pression sur les finances publiques Faible durabilité Gestion difficile et coûteuse
Avantages fiscaux indirects	Facile à mettre en œuvre Peu de pression sur les finances publiques	Faible visibilité Peu efficace en cas d'existence de marché informel Peu applicable sur le coût des services
Réduction des impôts directs	Peu de pression sur les finances publiques	Peu efficace dans les pays en développement Complexité de mise en œuvre dans les pays en développement

Source : ALCOR (Tunisie)

2.2.2. Levée de la barrière de l'investissement initial

L'accès facile à un crédit à des conditions appropriées pour le financement de l'investissement initial est la mesure fondamentale pour la levée de cette barrière. Toutefois, dans le cas des bâtiments et dans le contexte des pays de la Méditerranée du sud, plusieurs obstacles s'opposent à l'accès des ménages au crédit :

- Le faible taux de bancarisation, ce qui est de nature à exclure une grande partie des ménages de l'obtention d'un crédit bancaire pour financer les mesures de maîtrise de l'énergie dans leurs bâtiments ;
- Le coût élevé de la distribution du crédit du fait du caractère diffus de la demande et des montants faibles des prêts, ce qui dissuade les banques à se positionner sur ce marché ;
- Le taux d'intérêt souvent élevé en conséquence de ce coût de transaction élevé ;
- Différentes mesures sont souvent utilisées pour dépasser ces contraintes. Il s'agit en particulier des instruments suivants :
- La mise en place de lignes de crédit spécifiques au financement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Ces lignes mises en place par les bailleurs de fonds dans les pays ont l'avantage de proposer souvent des conditions concessionnelles et peuvent être ainsi utilisées aussi comme argument de communication en faveur de la diffusion de la maîtrise de l'énergie ;
- La bonification du taux d'intérêt pour réduire le coût élevé du crédit ;
- La mise en place de système de garantie des crédits pour encourager les banques à être plus actives dans le financement de ce type d'opérations en prenant plus de risque. Bien que sur le plan théorique, cette mesure soit séduisante, elle est dans la pratique souvent compliquée à mettre en œuvre dans le contexte des pays en développement.

Le Tableau 13 résume les avantages et les inconvénients des trois principaux types de mesures présentées ci-dessus.

Tableau 13 - Avantages/Inconvénients des mesures par rapport à l'investissement initial

Mesures	Avantages	Inconvénients
Ligne de crédit spécifique	Résoudre le problème de ressources en amont Implication du secteur bancaire Bon vecteur de communication Possibilité de neutraliser les remboursements par la réduction de la facture	Lenteur de mise en œuvre Coût élevé de distribution du crédit dans le cadre des financements diffus Exclusion des ménages non bancarisés
Bonification du taux d'intérêt	Bon vecteur de communication Améliore la rentabilité de la mesure pour le consommateur final	Couverture du risque de change Durabilité des ressources de bonification Distorsion du marché financier Pression sur le budget de l'Etat
Système de garantie des crédits	Facilitation de l'accès des ménages au crédit Incitation des banques	Complexité de mise en œuvre dans les pays en développement Risque de dérive

Source : ALCOR (Tunisie)

2.2.3. Les revenus carbone

Dans le cas des programmes d'efficacité énergétique dans les bâtiments, les revenus carbone issus du Mécanisme pour le Développement Propre peuvent fournir des ressources financières additionnelles pouvant être utilisées pour le renforcement de la durabilité de ces programmes : financement des mesures de renforcement de capacité, communication, etc.

Toutefois, compte tenu du caractère diffus de la cible, les méthodologies MDP ont été jusqu'ici complexes à mettre en œuvre. Actuellement, la mise en place de la nouvelle approche programmatique par le Conseil Exécutif de MDP introduit une grande simplification pour l'enregistrement de ces programmes et ouvre par conséquent de nouvelles opportunités.

2.3. Les outils de renforcement de capacités et d'accompagnement des filières

Afin de lever les barrières liées aux capacités et à la maîtrise des savoir-faire présentées ci-dessus, des mesures d'accompagnement permettraient de crédibiliser la filière prise en charge par les installateurs locaux. Parmi les actions de renforcement de capacités on citera essentiellement :

- Communication et sensibilisation

La communication et la sensibilisation des parties prenantes est un élément essentiel dans le changement d'échelle de la diffusion des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments. Pour cette raison, il faudra prévoir des activités de communication et de sensibilisation envers les différentes parties prenantes : grand public, architectes, concepteurs, promoteurs immobiliers, banques, décideurs, etc.

- Formation des architectes et des concepteurs

Ce type de formation est indispensable pour développer les compétences nécessaires à la promotion des mesures d'efficacité énergétique en amont de la production des bâtiments.

- Formation des artisans

L'un des goulots d'étranglement du changement d'échelle dans l'efficacité énergétique dans les nouveaux bâtiments est la faible structuration de l'offre de services, notamment au niveau des petites entreprises de travaux d'isolation. Ainsi, l'une des mesures d'accompagnement proposées est la mise en place d'un système de formation des artisans pour les travaux de mise en œuvre des différentes techniques d'efficacité énergétique en étroite collaboration avec les structures de formation professionnelle. L'objectif de ces programmes de formation est de renforcer d'une part les capacités des petites entreprises existantes dans le domaine et de créer de nouvelles unités d'autre part, afin de faire face au développement de la demande.

- Mise en place d'un système d'habilitation et d'agrément des entreprises de travaux d'isolation

Afin de rassurer les promoteurs immobiliers ainsi que les acquéreurs de logements et de garantir par ailleurs les économies d'énergies conséquentes aux mesures d'efficacité énergétique à promouvoir, il est important de mettre en place un système performant d'habilitation / agrément des entreprises de mise en œuvre des travaux (travaux d'isolation, installateurs de CES, etc.).

- Mise en place d'un système de contrôle et d'agrément des matériaux et équipements

Il est souvent nécessaire de mettre en place une infrastructure adéquate pour le contrôle et l'agrément des produits d'isolation et des équipements mis sur le marché, pour les mêmes raisons que précédemment.

2.4. Les outils institutionnels et organisationnels

Enfin, la mise en œuvre du scénario de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments qui implique un changement d'échelle dans la diffusion des mesures d'efficacité énergétique nécessite la mise en place d'un cadre institutionnel adéquat. En particulier, il semble indispensable de disposer d'une entité coordinatrice des programmes qui soit capable de travailler de manière horizontale avec l'ensemble des parties prenantes.

Le rôle de telles structures est essentiellement le suivant :

- Conception des programmes et des mécanismes de diffusion en concertation avec l'ensemble des acteurs institutionnels et privés du secteur des bâtiments ;
- Recherche de financement et montage des mécanismes financiers ;
- Communication et sensibilisation des acteurs ;
- Coordination de l'intervention des acteurs ;
- Suivi et évaluation de la mise en œuvre des programmes ;
- Préparation et entretien de la réglementation et du système d'incitation, etc.

Dans la plupart des pays, ce rôle incombe aux agences de maîtrise de l'énergie, telle que l'ANME en Tunisie, l'APRUE en Algérie, etc.

En résumé, la mise en œuvre d'un scénario ambitieux de maîtrise de l'énergie dans la région nécessitera la mise en place de mécanismes combinant de manière adéquate des instruments financiers et des instruments organisationnels et institutionnels, avec plusieurs types de mesures :

- 1) Instruments financiers :
 - ◆ Une subvention publique gagnant - gagnant pour réduire le temps de retour pour le consommateur final ;
 - ◆ Des mesures de fiscalité indirecte ;
 - ◆ Un crédit bancaire sur une période suffisamment longue pour atténuer la contrainte sur la capacité de paiement ;
 - ◆ Des ressources en amont suffisantes à la fois pour la subvention publique et pour le crédit.
- 2) Instruments institutionnels et organisationnels :
 - ◆ Un système simple et efficace de distribution des crédits ;
 - ◆ Des opérateurs efficaces et agrémentés ;
 - ◆ Un contrôle de qualité efficace sans qu'il soit lourd et coûteux ;
 - ◆ Des mesures d'accompagnement.

3. Exemple de programme réussi : PROSOL en Tunisie

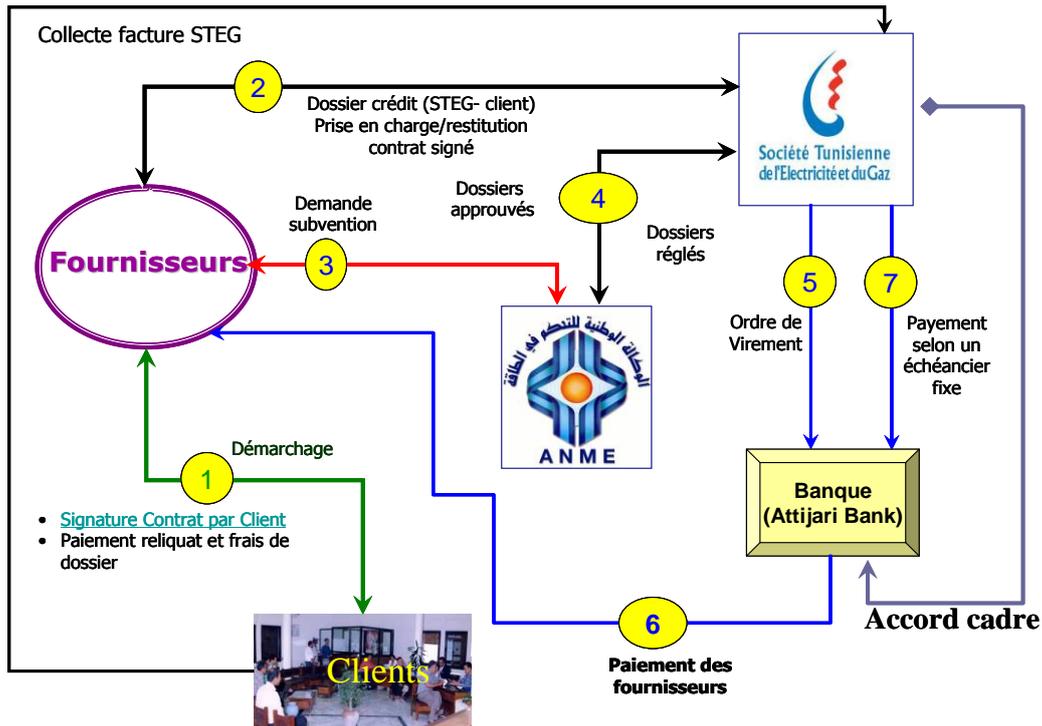
Le programme PROSOL, lancé en 2005, est basé sur un mécanisme innovant qui vise à lever les principales barrières d'ordre financier, technique et organisationnel à l'encontre du développement du marché des chauffe-eau solaires (CES).

Ce mécanisme intégré est basé sur un ensemble cohérent de mesures, à savoir :

- Une subvention publique au consommateur de 100 DT/m² qui a été fixée sur la base d'une logique gagnant - gagnant entre le consommateur et l'Etat. Cette subvention vise à réduire le temps de retour pour le consommateur final tout en permettant des gains nets significatifs par l'Etat tenant compte de la consommation déplacée de GPL et d'énergie conventionnelle pour le chauffage de l'eau ;
- Un crédit remboursable via la facture d'électricité de la STEG à des conditions adaptées aux caractéristiques socio-économiques de la cible, notamment en termes de durée. L'objectif étant de supprimer la barrière initiale de l'investissement ;
- Un mécanisme simple et efficace de distribution et de recouvrement des crédits impliquant les fournisseurs et la STEG ;
- Un système de contrôle de qualité en amont et en aval de la distribution des CES.

L'organisation des acteurs du mécanisme est présentée dans la Figure 34.

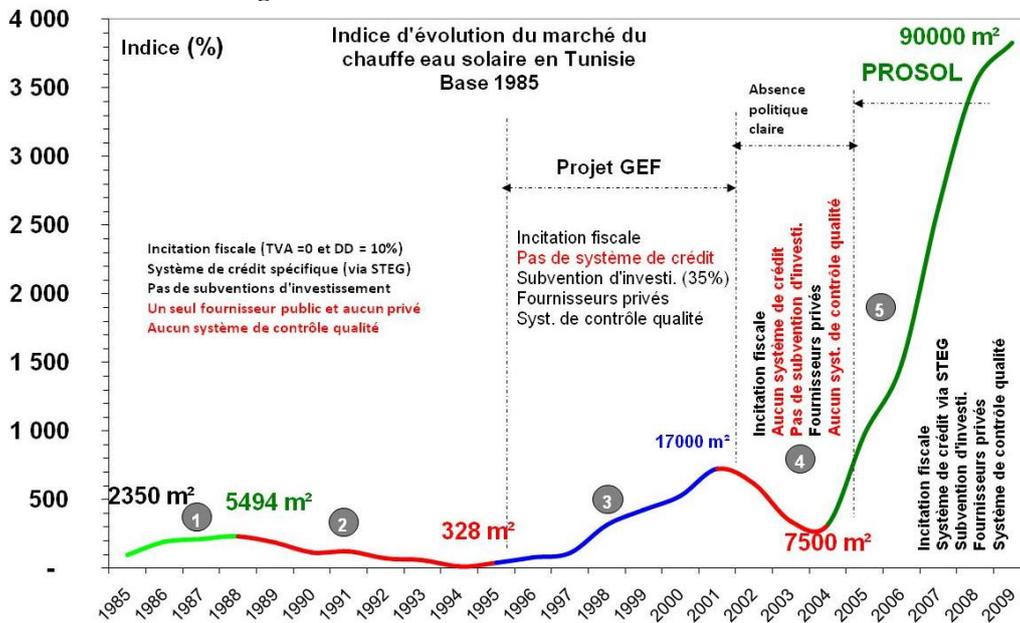
Figure 34 - Organisation pour la réussite d'un programme (exemple du PROSOL en Tunisie)



Source : ALCOR (Tunisie)

Grâce à ce mécanisme, PROSOL a permis une réelle transformation du marché du CES en Tunisie, comme le montre le graphique d'évolution du marché de la Figure 35.

Figure 35 - Transformation du marché CES en Tunisie



Source : ALCOR (Tunisie)

Conclusion : synthèse et messages clés

Cette étude met en avant sans aucune équivoque que le Bâtiment est un secteur clef pour faire face à la nouvelle donne énergétique et climatique en Méditerranée.

Qu'il s'agisse du bâtiment neuf ou du bâtiment ancien et, même si les actions à mettre en œuvre sont assurément différentes, il n'en reste pas moins que **c'est aujourd'hui qu'il faut agir sur ce secteur** si nous souhaitons diminuer substantiellement les émissions de gaz à effet de serre de la zone et lutter ainsi contre le changement climatique. Au-delà de cette évidence, il n'est peut-être pas inutile de rappeler qu'un bâtiment neuf mal construit est un bâtiment qui nécessitera des besoins en chauffage et climatisation accrus pendant les 50 prochaines années...

Dans le contexte propre aux PSEM, où le plus gros reste à faire en termes de structuration de la filière, il est important d'avoir à l'esprit que seule une **action concertée entre les différentes parties prenantes** permettra l'émergence d'un marché pérenne de la construction durable.

Les conclusions de ce rapport ainsi que les préconisations pour l'action sont listées ci-après :

- Il est urgent de repenser le bâtiment dans son ensemble et dans son empreinte territoriale
Les scénarios tendanciels de consommation d'énergie dans les PSEM sont particulièrement alarmants et la croissance de cette consommation sera essentiellement couverte par des énergies fossiles, ce qui pose la question de la durabilité du système énergétique de ces pays. Pour les pays producteurs comme pour les pays importateurs, l'efficacité énergétique est donc un enjeu majeur, notamment dans le **secteur résidentiel qui représente 27 % de la consommation finale d'énergie**.
Parallèlement à ce constat, la dynamique démographique des PSEM associée à un phénomène d'urbanisation conduira, **à l'horizon 2030, à un besoin de 42 millions de logements supplémentaires**.
Face à cette situation, il est important de mettre en place les conditions pour transformer cette situation de contraintes en une opportunité pour améliorer la performance énergétique du parc de logements. Dans tous les cas, il est essentiel d'agir au plus vite pour ne pas laisser passer cette chance et risquer alors d'assister au développement hâtif de bâtiments mal conçus et très énergivores.
- L'effort doit être porté en priorité sur le bâti neuf
Dans un premier temps, il est indispensable de se concentrer sur le bâtiment neuf étant donné le dynamisme du secteur de la construction dans les PSEM et la forte demande existante. Ce secteur, sous réserve d'un cadre réglementaire et financier incitatif, sans oublier la nécessité de disposer localement des technologies indispensables, pourrait faire l'objet d'un cadre réglementaire très volontariste.
La question de la rénovation dans le bâtiment ancien est également importante mais force est de constater que les situations nationales paraissent encore dans bien des cas insuffisamment mûres au regard des contraintes de ce secteur.
- Les solutions techniques sont disponibles
Diverses solutions techniques ont été identifiées comme particulièrement appropriées au contexte méditerranéen. Sans se risquer à une quelconque généralisation, elles ont trait à :
 - Une meilleure prise en compte de l'architecture d'autrefois qui suivait les principes bioclimatiques : apports solaires passifs, ventilation naturelle, orientation du bâtiment, etc. De plus, la mise en avant de techniques de construction bioclimatique doit être également vue dans l'optique d'une revalorisation du patrimoine architectural et culturel et donc comme une opportunité en termes de retombées touristiques. Tirer les leçons d'une architecture traditionnelle permettrait de concevoir un bâtiment méditerranéen durable et porteur d'une forte identité. Des projets pilotes ont déjà largement mis en avant l'intérêt de ce savoir-faire même pour des bâtiments collectifs.
 - Des mesures présentant un bon rapport coût/bénéfice : isolation des toitures et des murs extérieurs, protections solaires sur les façades les plus exposées, double vitrage, appareils et lampes basse consommation, solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire... Pour un logement moyen, le surcoût de l'ensemble des mesures retenues dans le cadre du scénario de rupture est estimé à 3300 € pour un logement neuf.
- Les barrières à la diffusion de ces solutions ne doivent pas être sous-estimées...

Les barrières au développement d'un marché à grande échelle de la maîtrise de l'énergie dans le secteur de bâtiments dans les pays méditerranéens sont de plusieurs types :

- **Barrière informationnelle** : d'une manière générale, la problématique de l'efficacité énergétique dans les PSEM n'est pas le fruit d'une culture ancienne et partagée. La plupart des solutions techniques disponibles pour l'efficacité énergétique et surtout leur impact économique ne sont pas bien connues du grand public, des professionnels du bâtiment et dans bien des cas des décideurs eux-mêmes. On se trouve alors dans la situation du cercle vicieux classique de la diffusion de l'innovation.
- **Barrière économique** : il s'agit souvent de la barrière la plus importante pour le consommateur. Cette barrière peut être liée à deux raisons principales :
 - ◆ La relative faible rentabilité des mesures pour le consommateur final
 - ◆ Les coûts élevés de l'investissement initial par rapport à la capacité d'autofinancement des ménages
- **Barrière organisationnelle** : le secteur du bâtiment présente certaines caractéristiques intrinsèques spécifiques qui bloquent considérablement la mise en œuvre d'un scénario de maîtrise de l'énergie.
La diversité des corps professionnels mobilisés et la fragmentation du processus de la construction rendent ce secteur extrêmement complexe et difficile à appréhender. A cela s'ajoute la divergence des intérêts pour les diverses parties prenantes qui freine considérablement les investissements (ex : le propriétaire et le locataire n'ont pas les mêmes préoccupations, le premier n'étant pas enclin à investir dans des mesures qui ne bénéficieront concrètement qu'au second...)
- **Barrière technique** : au-delà de la lacune informationnelle citée précédemment, le manque de savoir-faire et de maîtrise des technologies relatives aux mesures d'efficacité énergétique par les professionnels du bâtiment est considérable. Sans main d'œuvre qualifiée et sans technologie fiable et performante disponible facilement, le marché ne peut se développer.

Ces barrières n'ont rien de spécifiques aux PSEM mais sont particulièrement importantes dans le contexte économique, social et énergétique des pays de la rive Sud et Est de la Méditerranée.

Préconisations d'actions pour lever ces barrières et développer le marché du bâtiment durable en Méditerranée

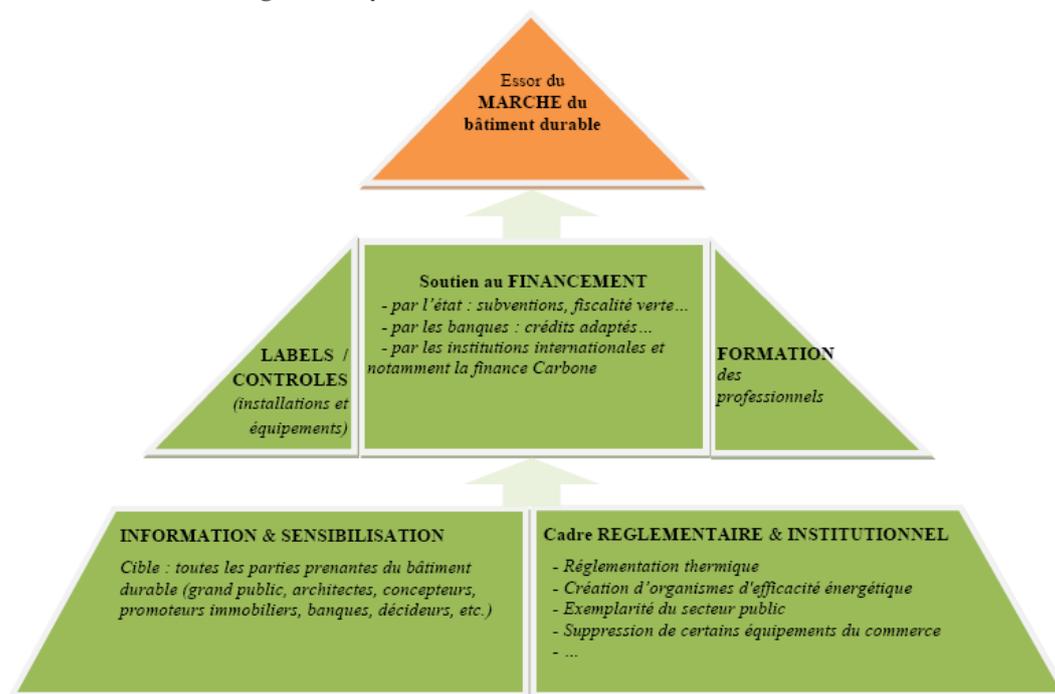
L'émergence d'un marché du bâtiment durable ne sera possible que sous l'impulsion d'une ferme volonté de la part de l'Etat. En effet, il est indispensable de créer une approche par la rupture et seul le pouvoir politique a les capacités d'initier une telle démarche : rupture dans les options politiques au travers d'un cadre réglementaire adapté assorti de moyens de contrôles et mise en place de manière effective, rupture dans les options techniques à privilégier au travers d'un système d'aides adaptées et enfin rupture dans la manière d'appréhender le bâtiment de sa conception à sa réalisation sans oublier l'impact de son fonctionnement pendant sa durée de vie.

Le schéma de la Figure 36 synthétise les diverses étapes clefs pour créer un marché de l'efficacité énergétique des bâtiments.

En résumé :

- Les bases (conditions nécessaires mais non suffisantes pour assister au déploiement du marché) : l'Etat doit être le moteur du changement en imposant des choix stricts en matière de réglementation, en proposant une structure institutionnelle adéquate et en communiquant massivement sur sa politique aux diverses parties prenantes afin de permettre un véritable changement d'échelle.
- Les mesures d'accompagnement : il s'agit ici de créer les conditions indispensables à la diffusion des mesures d'efficacité énergétique. La barrière économique, qui représente certainement l'obstacle le plus important, peut être levée s'il existe des mesures de soutien capables à la fois de diminuer l'investissement initial et de rendre le temps de retour acceptable. Parallèlement, il est essentiel de créer un climat de « confiance ». Si les professionnels sont bien formés, si les technologies sur le marché sont de qualité et si les réalisations sont dûment contrôlées, alors seulement les consommateurs seront enclins à investir.

Figure 36 - Pyramide du bâtiment durable en Méditerranée



Source : Stéphane POUFFARY et Pascal AUGAREILS

Développer durablement un tel marché implique la mise en œuvre de mesures destinées à organiser la filière, à la financer et à l'accompagner sur le long terme.

Les actions à mettre en place peuvent être classées autour de ces 3 axes, en ayant à l'esprit que leur mise en œuvre doit se faire de manière parallèle et coordonnée. En effet, il existe des synergies évidentes entre les actions proposées (ex : communiquer est essentiel pour lancer la filière mais aussi pour la pérenniser) et il n'est donc pas possible de catégoriser strictement ces préconisations.

Mettre en place une filière du bâtiment durable

- Définir un cadre réglementaire contraignant, transversal et contrôler sa mise en œuvre

La première étape consiste à élaborer un cadre réglementaire adapté au travers d'une réglementation thermique ou de prescriptions énergétiques minimales dans la construction. De la même manière, il est indispensable que les appareils et équipements soient au cœur du dispositif. Les politiques doivent aussi concevoir une large gamme d'outils et de mesures d'accompagnement permettant la bonne mise en œuvre des réglementations (outils financiers et fiscaux, support technique et aide à la décision, procédures de contrôle quant à l'application des mesures...).

En effet, une réglementation thermique ne peut suffire à elle seule à changer les modes de construction. Si il est essentiel de créer des mesures d'accompagnement, il est encore plus crucial de s'assurer de la bonne application de la réglementation. Une loi aura beau être extrêmement bien pensée, elle n'aura aucun impact concret sur le terrain si aucun contrôle relatif à son application n'est organisé.

- Elaborer un accompagnement institutionnel adapté et pérenne

La désignation d'un organisme en charge de l'efficacité énergétique au sens large est indispensable pour accompagner efficacement les professionnels de la filière. Pour que l'énergie puisse peser dans la balance décisionnelle au plus haut niveau, il est essentiel qu'un organisme soit chargé d'élaborer, de coordonner, de contrôler et de promouvoir les programmes et mesures gouvernementaux. Cet organisme doit aussi informer et sensibiliser les institutions publiques (ministères concernés), les opérateurs du secteur privé (associations d'architectes, promoteurs et banques) et les particuliers. Enfin, pour devenir un point de contact crédible et incontournable pour les parties prenantes du bâtiment durable, cet organisme doit être mis en place sur le long terme et non seulement durant la phase de lancement des mesures.

- Repenser les politiques énergétiques

En d'autres termes, il s'agit ici de cesser de subventionner les tarifs de l'électricité (en particulier en Egypte, en Syrie, au Liban, en Jordanie et en Algérie) qui favorisent l'utilisation de l'électricité pour le chauffage de l'eau et des locaux. De plus, le budget mobilisé pour ces subventions pourrait être en partie réalloué au soutien à l'efficacité énergétique afin de permettre la réduction des consommations.

Financer le bâtiment durable

- Mettre en place une tarification adaptée et assurer des prix incitatifs

L'objectif est de définir une tarification incitative qui valorise sur un plan financier la maîtrise de la consommation plutôt que la consommation. Cela rejoint le point évoqué précédemment relatif à la diminution voire à l'abandon des subventions des tarifs de l'électricité. Le crédit d'impôts et les aides à l'investissement sont deux mécanismes qui ont fait leurs preuves sur la rive nord de la Méditerranée car ils permettent d'alléger la facture initiale pour le consommateur tout en garantissant un temps de retour sur investissement plus compétitif. Si ces mesures peuvent paraître à première vue très lourdes pour les finances des pays concernés, il est important de souligner les bénéfices économiques sur le long terme. En effet, la « non-action » face au changement climatique et la poursuite des subventions sur les tarifs sont certainement les pires options à prendre d'un point de vue strictement économique.

- Associer les banques et adapter les crédits

L'accès au crédit est essentiel pour permettre un véritable changement d'échelle en termes de construction durable. Le secteur financier doit proposer des mécanismes et crédits de financement spécifiques à des conditions acceptables adaptés à la situation économique et aux usages des pays concernés. Comme certains exemples l'ont déjà démontrés, il est possible de mobiliser les banques pour l'achat d'un logement à efficacité énergétique (augmentation du montant empruntés avec un abaissement du taux d'intérêt).

- Développer les partenariats « publics-privés »

Renforcer les collaborations entre le secteur public et le secteur privé est une manière efficace de mobiliser des moyens supplémentaires. Les capacités de gestion du secteur privé ainsi que son insertion naturelle au cœur des populations en font un acteur majeur du développement. Il ne s'agit pas ici de promouvoir le désengagement public mais d'en démultiplier les moyens en conciliant la performance du secteur privé sous couvert d'une orientation et d'une régulation publique forte. L'exemple des ESCo, sociétés de services énergétiques qui visent à l'optimisation des consommations de leurs clients et tirent leur rémunération des économies qui en découlent est révélateur. Ce système « gagnant-gagnant » offre le double avantage d'être rentable pour la société (le profit étant indexé sur les économies réalisées) et moins onéreux pour l'Etat.

- Faciliter l'accès aux financements internationaux

Il est primordial, au moins durant la phase de mise en place du marché, que les projets de maîtrise de l'énergie dans le secteur de la construction soient soutenus par des institutions financières internationales, capables de garantir ou de couvrir l'accès au crédit. Dans le même esprit, il est essentiel d'adapter et de développer les mécanismes de développement propre (MDP) et de mise en œuvre conjointe issus du protocole de Kyoto. Le projet de MDP « PROSOL » en Tunisie prouve à quel point ce type de mécanismes peut s'avérer profitable. Les nouvelles Mesures d'Atténuation Appropriées Nationales (MAAN) discutées sous couvert de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques pourraient permettre de mieux prendre en compte les possibilités de financement Carbone dans la mise en place de politiques et mesures nationales adaptées au secteur du bâtiment.

Pérenniser le marché du bâtiment durable

Pour que la filière se développe durablement, il est nécessaire d'instaurer un climat de confiance. Le bouche à oreille doit véhiculer des notions de qualité, de fiabilité et de rentabilité économique. Dans les deux recommandations ci-après, il est important de souligner la plus-value que peut apporter des transferts d'expérience Nord-Sud mais aussi Sud-Sud.

- L'Etat doit être exemplaire et montrer la voie

L'Etat doit encourager les projets pilotes sur son propre parc et notamment s'ils concernent des secteurs à fort potentiel de démonstration en s'assurant que le surcoût de ces bâtiments est maîtrisé et que les matériaux et technologies sont disponibles localement afin de maximiser le potentiel de réplication. Il est important de veiller à ce que ces initiatives dépassent le stade du simple projet de démonstration comme cela a souvent été le cas par le passé. A cet effet, un suivi des performances de ces projets pilotes offrirait une meilleure connaissance de l'existant.

- La qualité des équipements et réalisations doit être contrôlée et les professionnels formés

Les PSEM doivent développer des labels et des certifications pour les bâtiments et les équipements domestiques. A terme et, dès que possible, il faudrait que les critères de ces référentiels soient reconnus à minima régionalement et, dans tous les cas, qu'ils s'inscrivent dans les processus européens et internationaux en cours. De plus, il serait intéressant d'instaurer un système de contrôle de qualité en amont et en aval afin de rassurer le consommateur, notamment au regard de technologies qu'il ne connaîtrait pas. Dans le même esprit, il est essentiel de mettre en place des programmes de formation dédiés à l'efficacité énergétique et aux constructions durables. Autant que possible, les formations existantes doivent être reprises, complétées et/ou adaptées. Ici encore, une approche régionale permettrait de démultiplier les effets et de gagner en expertise. Si ces aspects « labellisation » et « formation » paraissent relativement lourds à mettre en place, ils sont cependant essentiels pour assurer une diffusion à grande échelle des mesures d'efficacité énergétique dans les PSEM.

Annexes : Synthèses études nationales Liban, Tunisie et Maroc

Annexe 1 : Synthèse de l'étude nationale du Liban

(Juin 2010)

Contexte général

Le Liban, dont la superficie totale atteint 10 452 km², est situé à l'est de la Méditerranée et s'étend sur environ 210 km le long des côtes et 50 km à l'intérieur des terres.

Le nombre de résidents⁴⁶ était de 3 759 136 habitants en 2007. Beyrouth et le Mont-Liban – la plus grande division administrative – abritent 50,4 % de la population. Le nombre de ménages est de 888 813 et la moyenne de nombre de personnes par foyer est de 4,23.

Le PIB du Liban a atteint 25 milliards US\$ en 2007 soit 6 665 US\$/habitant.

Le climat du Liban⁴⁷ est typiquement méditerranéen avec de fortes pluies en hiver (janvier à mai) tandis que sécheresse et aridité règnent pendant les sept autres mois de l'année. Cependant, l'influence de la Mer Méditerranée, les caractéristiques topographiques et le désert de Syrie au nord créent une variété de microclimats à l'intérieur du pays avec des températures et une répartition des précipitations contrastées.

Figure 37 - Les zones climatiques au Liban

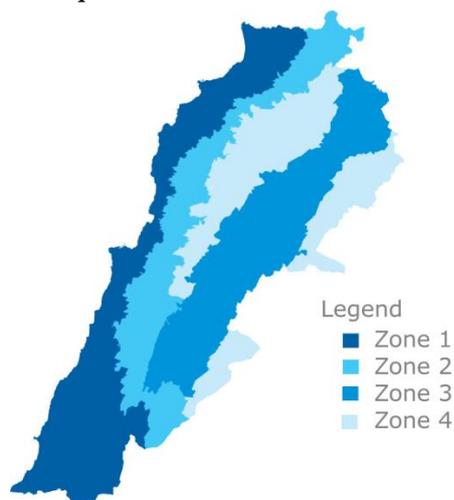
Les 4 zones climatiques du Liban sont:

Zone 1 – Côtière

Zone 2 – Montagne ouest à moyenne altitude

Zone 3 – Plateau continental

Zone 4 – Haute montagne



Source : Project GEF LEB/99/G35 au Liban

Contexte énergétique

La consommation en énergie primaire a connu une forte croissance de 1992 à 1998, puis une augmentation moins importante pour atteindre 5,4 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) en 2008 après une chute conjoncturelle en 2006 et 2007. Les besoins énergétiques sont couverts à 95 % par l'importation de produits pétroliers. Un gazoduc partant de la Syrie est en place pour alimenter la centrale électrique de «DEIR AMAR» au nord (435 MWe), le gaz est arrivé en 2010 mais pour la moitié de la centrale. La facture énergétique du Liban a atteint 3,2 Milliards US\$ en 2007 (12,8 % du PIB).

La consommation finale d'énergie en 2007 était d'environ 2710 ktep dont 1271 ktep dans le secteur des transports (47 %), puis 910 ktep dans le secteur des ménages et tertiaire (33 %) et enfin 530 ktep dans le secteur industriel (20 %). Notons qu'en 2004 le secteur des ménages et tertiaire consommait 1030 ktep (30,5 %), la raison de cette baisse est donnée plus loin.

46 "The National Survey of Households Living conditions, 2007", Central Administration for Statistics.

47 "Liban : Enjeux et politiques d'environnement et de développement durable " Georges Abujawdé et Sylvia Laria, Plan bleu, 64 pages, 2000.

En 2007, la consommation finale d'énergie est essentiellement basée sur des produits pétroliers à 61 % suivi par l'électricité (31 %) puis par le charbon (4 %) et le reste est constitué par des énergies renouvelables à 4 %.

La consommation finale d'électricité reste concentrée à 65 % dans le secteur résidentiel et le secteur tertiaire, puis à 30 % dans le secteur industriel, et enfin à 5 % dans les autres secteurs (agriculture et administratif).

Le gouvernement subventionne lourdement l'électricité. Ces subventions ont atteint 1,2 Milliards US\$ en 2007 (17 % des dépenses de l'Etat) et 1,45 Milliards US\$ en 2009, ce qui représente une subvention de 11,4 \$cents/kWh débité sur le réseau en 2007 et 12,7 \$cents/kWh en 2009.

En 2007 la quantité d'électricité débitée sur le réseau (y compris l'achat de la Syrie 972 412 MWh) était de 10547 GWh les pertes techniques atteignaient 1583 GWh.

Les libanais ont recours à la production d'électricité par groupes électrogènes pour satisfaire leurs besoins. L'autoproduction était de l'ordre⁴⁸ de 33 à 38 % de la production d'EDL en 2007 (soit 3000 GWh). La demande finale d'électricité peut être évaluée à 3354 kWh/habitant.an (chiffre dépassant de loin les statistiques connues de l'IAE et de MEDSTAT qui ne prennent pas en compte l'autoproduction).

Situation actuelle du secteur des bâtiments

Le nombre de logements principaux était de 888 813 en 2007. Au Liban 67 % de logements sont des appartements dans des bâtiments à plusieurs étages. 52 % de logements sont à 4 ou 5 pièces. La surface moyenne de logements au Liban est de 129,3 m².

21,8 % de logements sont chauffés à l'électricité, 25 % au Mazout, 27,3 % au gaz (GPL). 17,6 % au bois ou au charbon. Le chauffage de l'eau sanitaire⁴⁹ s'effectue dans 70 % de résidences principales à partir de l'électricité, 25 % à partir de mazout et 5 % divers (gaz LPG, chauffe-eau solaire, bois, etc.).

Les bâtiments en général ne sont pas isolés.

Des projets de normes d'isolation thermique ont été finalisés et rendus publics. Ces projets de normes n'ont pas été adoptés, elles sont à ce jour non obligatoires et ne sont pas du tout appliqués. Le projet de la réglementation thermique des bâtiments 2010 préparé par l'Ordre des Ingénieurs et ECOTECH avec l'appui de l'ADEME et de l'ALMEE est en bonne voie car il a été accepté par LIBNOR.

Les MEPS (Norme de performance énergétique minimale) pour les réfrigérateurs, chauffe-eau solaire, climatiseur et lampes CFL ont été adoptées par LIBNOR en 2007 et 2008.

Les Labels pour les réfrigérateurs, chauffe-eau solaire, climatiseurs et lampes CFL n'existent pas. Il n'existe pas à ce jour de laboratoires de certification des appareils ci-dessus.

Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030

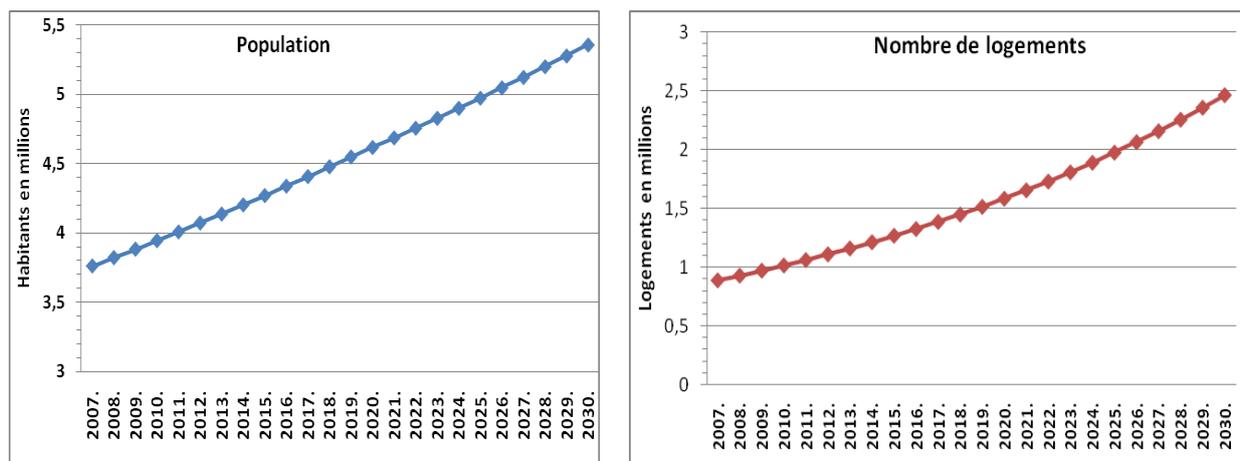
Le taux de croissance démographique était de 1,6 % en 2007. La population libanaise résidente atteindrait environ 5,4 millions d'habitants en 2030.

Le nombre de logements principaux en 2030 serait de 2,46 millions. Les libanais non résidents cherchent toujours à acquérir un logement au Liban, ce qui explique que le taux d'augmentation de logements dépasse le taux d'augmentation de la population résidente.

48 "Republic of Lebanon: Electricity Sector Public Expenditure Review", Report No. 41421-LB. World Bank, January 2008

49 "Le marché du solaire thermique au Liban", ALMEE, 2003.

Figure 38 - Projection de la population et des logements au Liban (H2030)



Source : Adel Mourtada

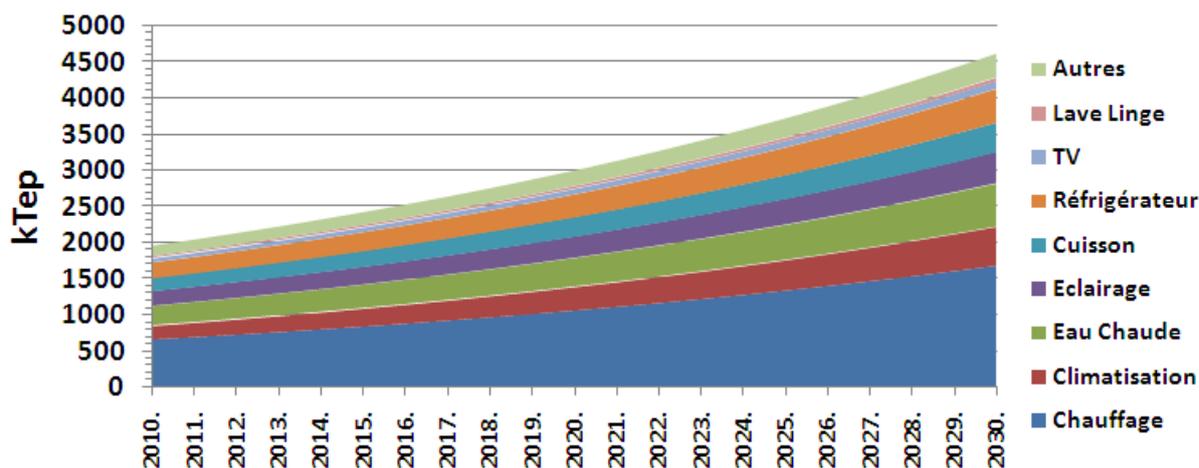
Impacts énergétique et socio-économique des mesures d'efficacité énergétiques

L'évolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel pour le scénario tendanciel de prolongation de la situation actuelle est donnée dans la Figure 39.

Explicitement, les mesures suivantes sont supposées être appliquées à large échelle :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments,
- Elimination progressive des lampes à incandescence du marché,
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture, des murs et changement des fenêtres),
- Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces,
- Diffusion des chauffe-eau solaires.

Figure 39 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel, selon scénario Référence



Source : Adel Mourtada

Les hypothèses retenues pour la pénétration de ces mesures sont dans le Tableau 14.

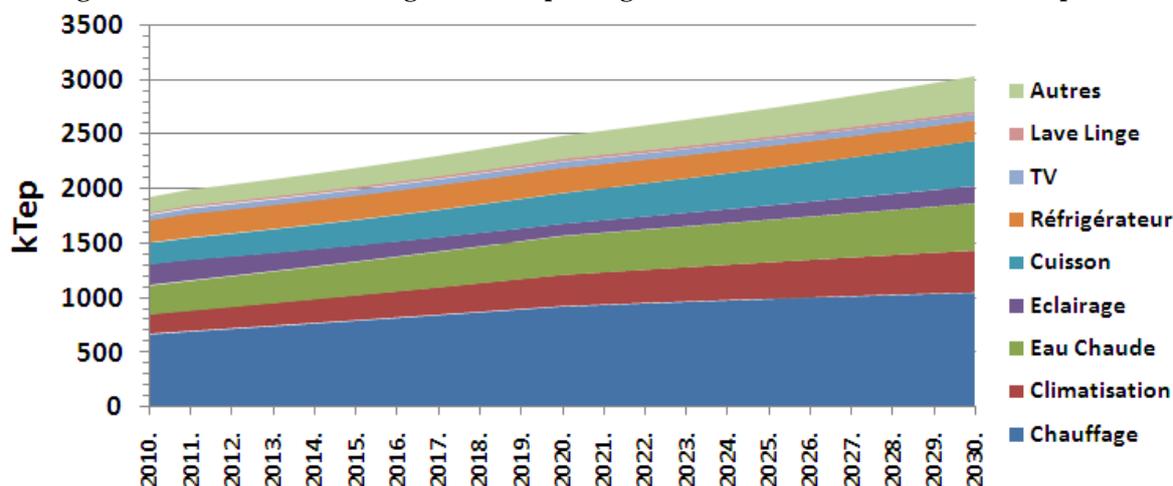
Tableau 14 - Hypothèses des taux de pénétration des différentes mesures EE, dans le scénario de rupture au Liban

Mesures diffusées à grande échelle	Résidentiel existant			Résidentiel neuf		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments				2 %	50 %	90 %
Eclairage efficace	20 %	100 %	100 %	20 %	100 %	100 %
Rénovation thermique des Bâtiments existants	1 %	10 %	30 %			
Diffusion des appareils électroménagers, chauffage et climatiseurs efficaces	10 %	50 %	100 %	10 %	50 %	100 %
Diffusion des chauffe-eau solaires	7 %	17 %	30 %	8 %	20 %	35 %

Source : hypothèses retenues par le Groupe d'Experts/Plan Bleu

En agrégeant les mesures retenues et en tenant compte des hypothèses de diffusion présentées ci-haut, le scénario de maîtrise de l'énergie est donné dans la Figure 40.

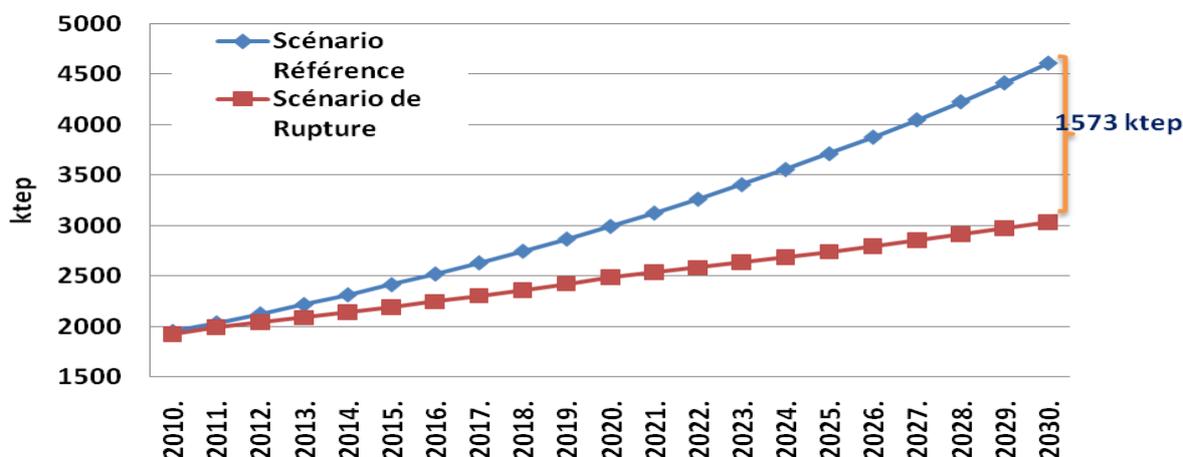
Figure 40 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel, selon scénario de Rupture



Source : Adel Mourtada

Le potentiel d'économie d'énergie est estimé à environ 1573 ktep à l'année 2030 par rapport au scénario tendanciel, comme le montre la Figure 41.

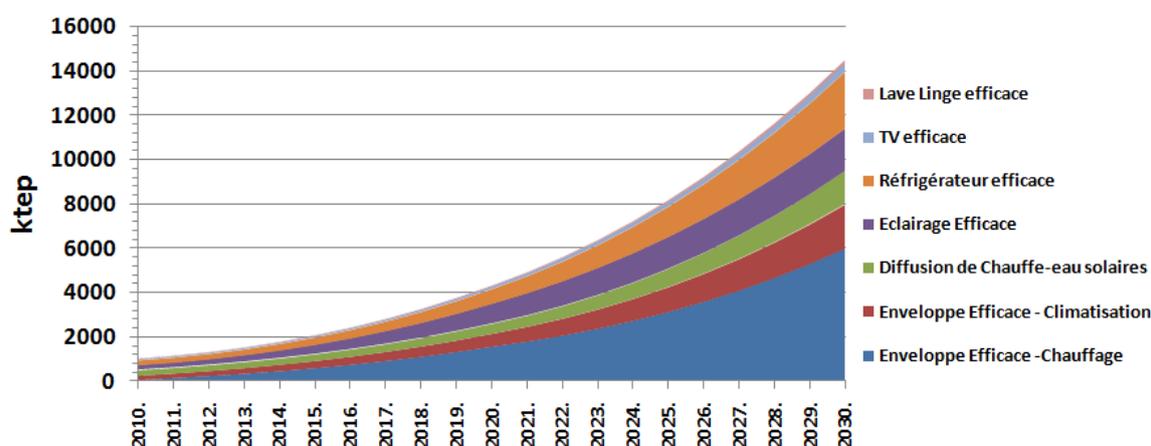
Figure 41 - Courbes de consommations d'énergie au Liban, selon scénarios de Référence et de Rupture



Source : Adel Mourtada

Les gains cumulés d'énergie primaire sur la période 2010-2030 sont de 14 Mtep comme le montre la Figure 42 et le Tableau 15.

Figure 42 - Gains cumulés d'énergie primaire 2010-2030) – Scénario de Rupture



Source : Adel Mourtada

Le potentiel d'économies d'énergies cumulées par mesure aux horizons 2020 et 2030 est donné dans le Tableau 15.

Tableau 15 - Potentiel d'économie d'énergie par mesure EE au Liban (H.2030, en ktep)

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – Chauffage (en ktep)	1344	5700
Enveloppe efficace – Climatisation (en ktep)	532	1900
Diffusion de chauffe-eau solaires (en ktep)	499	1497
Eclairage Efficace (en ktep)	803	1810
Réfrigérateur efficace (en ktep)	768	2554
Autres	175	557
Total (en ktep)	4121	14018

Source : estimations Adel Mourtada

En conséquence de ce potentiel d'économie d'énergie les émissions évitées cumulées sur la période 2010-2030 seraient de l'ordre de 39 MTECO₂.

La diffusion à grande échelle des mesures prioritaires contribuera à une réduction significative des coûts de ces mesures. Le surcoût global par logement neuf serait de l'ordre de 7 à 10 % (en dehors du prix du terrain). Les économies d'énergies seraient de 40 à 60 %.

Les gains cumulés suite à la réduction de la facture d'importations de produits pétroliers aux horizons 2020-2030 sont données dans le Tableau 16.

Tableau 16 - Gains cumulés au Liban, estimés en M\$

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – Chauffage (en MUS\$)	1050	4856
Enveloppe efficace – Climatisation (en MUS\$)	415	1619
Diffusion de chauffe-eau solaires ((en MUS\$)	390	1275
Eclairage Efficace (en MUS\$)	627	1542
Réfrigérateur efficace (en MUS\$)	600	2176
Autres (en MUS\$)	137	475
Total (en MUS\$)	3219	11943

Source : estimations Adel Mourtada.

La mise en œuvre des mesures préconisées à grande échelle se traduit par la création de nouvelles opportunités d'affaires. En tenant compte du rythme de diffusion des mesures, on peut évaluer le nombre d'emplois additionnels créés dans le cas du scénario de maîtrise de l'énergie à environ 12000 emplois à l'horizon 2030.

- Puissance électrique évitée

A l'horizon 2030, la puissance électrique évitée serait de l'ordre de 1800 MWe.

Cette capacité évitée correspond à un investissement de l'ordre de 2 160 MUS\$, sur la base de l'hypothèse de 1,2 MUS\$ par MW de centrales conventionnelles.

- Volume d'investissement additionnel

Le volume d'investissement additionnel est donné dans le Tableau 17.

Tableau 17 - Volumes des investissements additionnels au Liban, estimés en millions €

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace–Logements neufs (M€)	229	1577
Enveloppe efficace – Logements anciens (en M€)	96	416
Diffusion de chauffe-eau solaires (en M€)	83	325
Eclairage Efficace (en M€)	19	60
Réfrigérateur efficace (en M€)	42	180
Autres (en M€)	40	250
Total (en M€)	509	2808

Source: estimations Adel Mourtada.

Si l'on considère les investissements cumulés relatifs aux mesures diffusées et les économies cumulées d'énergie primaire sur la période 2010-2030, **le coût moyen de la tep économisée serait d'environ 237 €/tep, ce qui est bien inférieur au prix de la tep sur le marché. Mais, il faut considérer les économies additionnelles sur la durée de vie des mesures ce qui améliore d'avantage la rentabilité de ces mesures.**

Le coût de la tECO₂ évitée sur la période 2010-2030 est de 86 €. En considérant les émissions évitées sur la durée de vie de la mesure on obtient un coût de la tECO₂ évitée de 20,6 €.

Les bénéfices de l'action selon trois scénarios de prix de l'énergie au niveau international sont donnés dans le Tableau 18.

Tableau 18 - Temps de retour de l'action, selon le prix du baril

	Prix du baril en US\$	Temps de retour en ans	Prix du baril en US\$	Temps de retour en ans	Prix du baril en US\$	Temps de retour en ans
Isolation des murs	60	4,9	110	2,7	130	2,3
Isolation des toitures	60	16,9	110	9,2	130	7,8
Fenêtres double vitrage	60	19,3	110	10,5	130	8,9
Eclairage efficace	60	1,9	110	1,0	130	0,9
Protection solaire des fenêtres	60	4,5	110	2,5	130	2,1
Climatisation efficace	60	2,8	110	1,5	130	1,3
Réfrigérateur Efficace	60	5,3	110	2,9	130	2,4
Eau chaude solaire	60	6,1	110	3,3	130	2,8

Source : estimations Adel Mourtada.

Coût de la non action sur le cycle de vie du bâtiment

L'augmentation des besoins de climatisation feront une pression sur les besoins de production d'électricité non pris en compte à ce jour dans les modèles d'évaluation de la demande. Ceci se traduirait par une augmentation de 2,5 % des consommations des énergies primaires des bâtiments liées à la production de l'électricité contrebalancée par une réduction de 2,5 % des énergies primaires liées au chauffage. Le bilan global est nul mais les besoins d'investissements dans la production d'électricité devraient augmenter de 6,5 % par rapport à ce qui a été prévu auparavant (en tenant compte de la baisse de la production d'hydroélectricité).

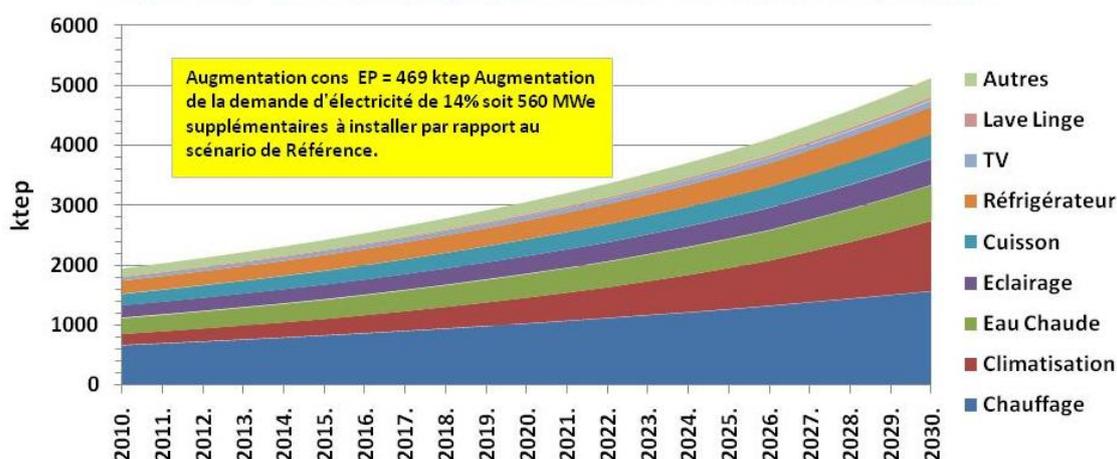
Le changement climatique se traduirait par l'augmentation de jours de canicule en été ce qui pousserait la pénétration de la climatisation pour atteindre un taux d'équipements de 60 % en 2030. Ceci se traduirait par

une augmentation des consommations d'énergies primaires liées à la climatisation de 13,5 %. Les consommations des énergies primaires liées au chauffage restent du même ordre du scénario précédent, le bilan est une augmentation des consommations en énergie primaire de 11 % et de la puissance électrique à installer de 14 %.

L'évolution de la demande d'électricité due au secteur résidentiel et tertiaire et aux autres secteurs en tenant compte des hypothèses de changement climatique nécessiterait l'installation de 1810 MWe électrique supplémentaire au lieu de 1700 MWe initialement prévus à l'horizon de 2020. La capacité additionnelle à installer à l'horizon 2030 à cause du changement climatique (augmentation de température, exode vers la zone côtière, augmentation de la température urbaine « Heat Island ») serait de 560 MWe (essentiellement à cause de la climatisation et de la réfrigération : augmentation de la consommation des frigos). La puissance de climatisation à installer devrait aussi augmenter à cause de l'augmentation des températures extérieures de base utilisées pour le calcul des charges de climatisation.

Figure 43 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel (en ktep)

Scénario Changement Climatique (Augmentation Clim. 638 ktep, diminution Chauffage 118 ktep)



Source : estimations Adel Mourtada.

Moyens et outils de financement nécessaires à l'action et mesures d'accompagnement

Les besoins en financement pour les différentes mesures dans les logements neufs sur 20 ans ont été évalués à 3316 M€. Il faudrait ajouter 420 millions d'€ pour d'autres mesures pilotes (PV, climatisation solaire, etc.) soit au total 3736 milliards € sur 20 ans.

Des bailleurs de fonds, notamment bilatéraux, pourraient être intéressés par l'appui financier pour de larges programmes de développement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Parmi ces bailleurs, on notera en particulier l'Agence Française de Développement, le Fonds Français de l'Environnement Mondial, la coopération Allemande et la banque Européenne d'investissement.

L'intervention de tels bailleurs serait essentiellement sous deux formes :

- Des lignes de crédits spécifiques qui viendront alimenter les banques de la place pour octroyer des crédits aux industriels et entreprises d'isolation thermique.
- Des lignes de crédits pour financer des opérations de grande échelle comme le PROSOL tunisien pour les capteurs solaires et PROMO-ISOL pour l'isolation thermique dans l'existant.
- Des dons pour financer des mesures d'accompagnement à la mise en œuvre des programmes de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments.

En ce qui concerne les banques libanaises elles disposent d'une abondance de liquidité et cherchent à intervenir dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, mais les formules proposées à ce jour n'ont pas eu de succès.

Actuellement il n'y a aucun projet de MDP en cours d'exécution au Liban. Il serait intéressant de développer des projets MDP à l'instar du PROSOL Tunisien. Les revenus MDP générés peuvent être recyclés dans le mécanisme proposé afin de le renforcer (communication, formation, etc.).

La mise en œuvre opérationnelle des mécanismes de financement nécessitent un certain nombre de mesures d'accompagnement qui devraient être mis en place. Parmi ces mesures on cite principalement⁵⁰ :

- Sensibiliser et mobiliser les banques afin de les associer étroitement, dès le départ, aux efforts de mise en place des mécanismes financiers et de leurs procédures.
- Elaborer et mettre en place un programme de formation et de renforcement de capacités des acteurs de la filière. Le maillon, aujourd'hui le plus faible de la chaîne, qui doit être ciblé de manière spécifique, est le réseau des petites entreprises de travaux d'isolation et de chauffe-eau solaire collectifs. Le programme de renforcement de capacités doit avoir comme objectifs :
 - D'identifier les entreprises existantes et les renforcer ;
 - De faire émerger de nouveaux opérateurs.
- Mettre en place une démarche qualité en instaurant un système fiable d'agrémentation des opérateurs et des contrôleurs des travaux d'isolation.
- Doter les banques des moyens nécessaires pour assurer une gestion efficace du mécanisme de financement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments.

⁵⁰ "Mise en place d'un mécanisme financier pour la promotion de la réglementation et la rénovation thermique des bâtiments", Rapport conception du mécanisme, ALCOR/ANME/AFD, Tunisie, 2008.

Annexe 2 : Synthèse de l'étude nationale de la Tunisie

(Juin 2010)

Contexte énergétique de la Tunisie

La situation énergétique en Tunisie est caractérisée par un déficit chronique de son bilan énergétique, compte tenu de l'évolution rapide de la demande et de l'épuisement de ses ressources pétrolières dès le début des années 2000.

Les conséquences économiques de ce déficit se sont aggravées avec la flambée du prix international de l'énergie dès 2004. Ainsi, entre 2004 et 2007, la part des dépenses énergétiques dans le PIB est passée de 5,8 % à 12 %, ce qui pèse lourd dans pour la compétitivité de l'économie. Les subventions publiques aux énergies conventionnelles se sont passées d'environ 110 M€ en 2003 à près de 890 M€ en 2007, soit près de 4 % du PIB au prix courant, ce qui augmente la pression sur le budget de l'Etat.

La politique de maîtrise d'énergie en Tunisie date de plus d'une vingtaine d'années, mais s'est largement renforcée avec cette nouvelle conjoncture. Elle est basée sur trois instruments essentiels, à savoir :

- L'outil institutionnel qui est l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie, créée en 1986 ;
- L'outil réglementaire, basé sur la loi-cadre sur la maîtrise de l'énergie et les textes d'application qui sont rattachés ;
- L'outil financier et incitatif, basé sur le Fonds National de Maîtrise de l'Energie et les avantages fiscaux.

La situation actuelle du secteur des bâtiments

La consommation énergétique du secteur du bâtiment, recouvrant le résidentiel et le tertiaire, représente (26 %) de la consommation d'énergie finale et occupe la troisième place après l'industrie (36 %) et les transports (31 %). Ce secteur a connu la plus grande croissance de la demande ces dernières années, soit environ 3 % par an sur la période 2000-2007, contre une moyenne de 2 % pour la consommation totale d'énergie finale.

La consommation unitaire des ménages connaît une tendance à la croissance se justifiant notamment par l'amélioration du niveau de vie des ménages et de leur taux d'équipement en appareils électroménagers. Ainsi, la consommation unitaire est passée de 0,31 tep/ménage en 1990 à près de 0,41 tep par ménage en 2007. A titre de comparaison, la consommation unitaire en Europe varie entre 1,1 et 2,3 tep/logement, avec une moyenne de 1,7 tep/logement/an. Ramenée au m², la consommation finale d'énergie en Tunisie est estimée à environ 4,9 kgep /m² (58 kWh/m²) de logement occupé, contre 17 à 20 kgep/m² en Europe.

Conscient de ses enjeux, la Tunisie a mis en place plusieurs programmes visant la maîtrise de la demande dans ce secteur dont les plus importants sont :

- La réglementation thermique des bâtiments neufs ;
- La certification et l'étiquetage des appareils électroménagers (réfrigérateurs et climatiseurs, notamment) ;
- Le programme PROSOL de diffusion des chauffe-eau solaires ;
- La diffusion des lampes basse consommation ;
- Programme de rénovation thermique des bâtiments ;
- Le programme de raccordement au réseau de gaz naturel ;
- Les campagnes de communication, etc.

Le parc du logement tunisien a connu une forte croissance durant les trois dernières décennies résultant de la politique volontariste de la Tunisie en matière d'accès au logement. Le parc est passé d'environ 1 million de logements en 1975 à 2,5 millions de logements en 2004, selon le dernier recensement national. Cela a permis d'atteindre un taux de propriété des logements de plus de 83 %. Si l'on se base sur la projection des

tendances observées durant la période 1994-2004, le parc de logements serait, en 2009, de l'ordre de 2,65 millions de logements dont près de 1,9 millions en milieu urbain.

Du point de vue répartition géographique, environ la moitié du parc de logements est polarisée par le Grand Tunis (24 %) et la région du Centre Est (24 %), comportant les grandes villes côtières de Sousse, Monastir et Sfax.

Si l'on considère le zonage climatique, la plus grande partie du parc (70 %) est localisée dans la zone thermique ZT1 qui renferme le littoral allant du Gouvernorat de Bizerte à celui de Gabès.

Du point de vue socio-économique, la typologie des logements existants est dominée par l'habitat individuel qui représente près de 90 % des logements dont 38 % des villas et le reste des maisons traditionnelles. Les logements collectifs n'ont représenté que 7,5 % en 2005, mais sont en pleine expansion compte tenu de la politique de densification adoptée par l'Etat.

La taille moyenne des logements se situe autour de 3,1 pièces avec une superficie moyenne de 100 m² par logement.

Prospective énergétique du secteur des bâtiments

Définition des scénarios de consommation du secteur des bâtiments

Deux scénarios d'évolution de la consommation du secteur des bâtiments aux horizons 2020 et 2030 ont été étudiés. Le premier est un scénario tendanciel qui suppose un prolongement des tendances récentes observées en ce qui concerne :

- Le rythme de pénétration des équipements efficaces en énergie et des énergies renouvelables dans les bâtiments ;
- L'amélioration des performances des nouveaux équipements électroménagers, selon les tendances internationales (exemple amélioration des performances des appareils électroménagers, etc.).

Le second scénario, considéré comme un scénario de rupture, est un scénario alternatif volontariste de maîtrise de l'énergie. Il suppose une mise en œuvre massive des mesures d'efficacité énergétique qui sont aujourd'hui les plus techniquement et économiquement matures pour une diffusion à grande échelle. Explicitement, ces mesures sont les suivantes :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments ;
- Elimination progressive des lampes à incandescence du marché ;
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture) ;
- Diffusion des appareils électroménagers efficaces ;
- Diffusion des chauffe-eau solaires.
- Les hypothèses d'évolution des taux de pénétration de ces mesures sont dans le Tableau 19

Tableau 19 - Hypothèses des taux de pénétration des mesures EE retenues dans le scénario de rupture en Tunisie

	2010	2020	2030
Bâtiments efficaces (par rapport au total du parc)	2%	6%	10%
Taux de rénovation thermique du parc existant	8%	22%	70%
Taux de diffusion des appareils efficaces	50%	65%	100%
Taux de pénétration du chauffe-eau solaire (m ² /1000 habitants)	43	125	192

Source : Hypothèses retenues par le groupe Experts/Plan Bleu.

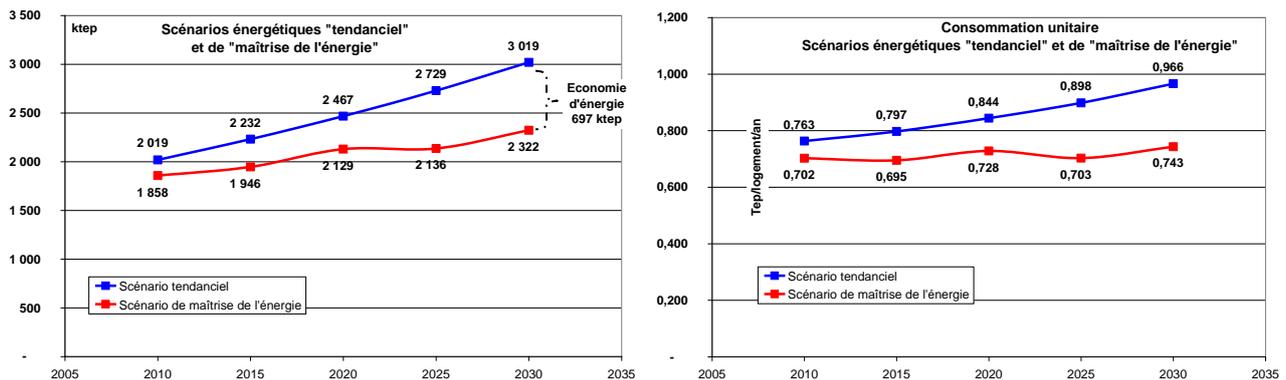
Impact énergétique des scénarios

A l'horizon 2030, le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait de faire passer la demande en énergie finale de 3020 ktep à seulement 2322 ktep, soit un gain d'environ 697 ktep à l'horizon 2030.

Le gain d'énergie primaire cumulé sur la période 2010-2030 généré par le scénario alternatif de maîtrise de l'énergie est estimé à environ 17 Mtep.

Comme le montre le graphique de droite de la Figure 44, le scénario de maîtrise de l'énergie devrait permettre une baisse importante du ratio de la consommation unitaire par logement. Il atteindrait 0,743 tep/logement en 2030 contre 0,966 dans le cas du scénario tendanciel.

Figure 44 - Evolution de la consommation d'énergie totale et par ménage, selon le scénario en Tunisie

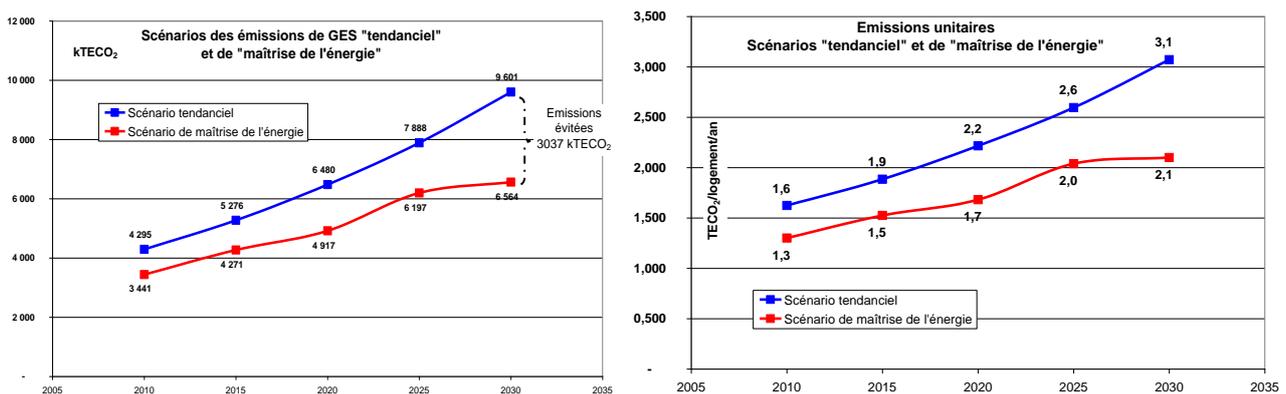


Source : estimations Alcor (Tunisie)

Impact environnemental des scénarios

Selon le scénario de maîtrise de l'énergie, les émissions de GES seraient de l'ordre de 6560 kTECO₂ à l'horizon 2030 au lieu de 9600 kTECO₂ prévues par le scénario tendanciel. Les émissions évitées à cet horizon sont alors d'environ 3037 kTECO₂.

Figure 45 - Emissions CO₂ totales et par ménage, selon le scénario en Tunisie



Source : estimations Alcor (Tunisie)

Sur la période 2010-2030, les émissions évitées sont estimées à environ 39 MTECO₂. Les émissions unitaires par logement baisseraient de manière considérable en cas d'application des mesures de maîtrise de l'énergie, passant de 3,1 TECo₂ dans le cas du scénario tendanciel à environ 2,1 TECo₂ par ménage.

Impacts socio-économiques des scénarios

Les impacts socio-économiques peuvent être évalués à plusieurs niveaux.

Pour la communauté des consommateurs, la réduction de facture énergétique (en considérant les tarifs actuels) est estimée en 2030 à environ 490 M€/an. Les gains cumulés sur la période 2010-2030 seraient de l'ordre de 6422 M€. Toutefois, dans les conditions actuelles, le paquet de mesures proposées, reste peu attractif pour le consommateur final, avec un temps de retour moyen de l'ordre de 10 ans.

Pour la collectivité, le coût nécessaire de la mise en œuvre du scénario alternatif est estimé à environ 2678 millions d'euro. Ainsi, le coût de la tep d'énergie primaire évitée est d'environ 156 €/tep à comparer à un coût moyen d'approvisionnement sur le marché international d'environ 650 €/tep en cas de baril de pétrole à 120 \$. Le coût de la TECO₂ évitée serait dans ces conditions de l'ordre de 68 €/TECO₂.

Le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait d'éviter la construction d'une capacité additionnelle cumulée de production d'électricité d'environ 1575 MWe à l'horizon 2030, ce qui correspond à des investissements différés de l'ordre de 1000 M€.

En termes d'emplois, la mise en œuvre de ce scénario permettrait la création d'environ 6900 emplois additionnels à l'horizon 2030 dans les filières développées dans ce cadre.

Impact des changements climatiques et coût de la « non action »

Les simulations des modèles climatiques montrent que les changements climatiques en Tunisie pourraient se traduire par une augmentation moyenne de température de l'ordre de 2°C en été (allant selon les régions de 1,6°C à 2,7°C) et de 1°C en hiver. Ainsi l'efficacité énergétique dans les bâtiments devrait être considérée aussi bien sous l'angle de l'atténuation des GES que de celui de l'adaptation aux effets des CC.

Les effets d'une telle augmentation de la température sur la consommation d'énergie du secteur de bâtiments peuvent être importants. Les simulations montrent que les besoins additionnels en énergie finale dus aux CC seraient de l'ordre de 259 ktep par an à l'horizon 2030. La demande incrémentale en climatisation se traduirait par un besoin additionnel en capacité de production électrique estimé à environ 500 MW en 2030.

Le coût de la « non action », soit les dépenses liées à cette demande additionnelle en énergie, doit être analysé pour les différentes parties prenantes : collectivité, communauté des consommateurs et Etat.

Pour la communauté des consommateurs, l'impact sur la facture énergétique annuelle s'élèverait à environ 122 M€ par an à l'horizon 2030, en considérant les tarifs actuels de l'énergie en Tunisie.

Pour la collectivité, le coût de la « non-action » correspond d'une part au coût d'approvisionnement en énergie primaire additionnelle (qui dépend directement du prix du pétrole sur le marché international) et d'autre part, du coût des investissements nécessaires pour faire face aux besoins additionnels en capacités électriques. Pour un baril de pétrole de 120 \$, le coût d'approvisionnement en énergie primaire peut être estimé à environ 160 M€ par an à l'horizon 2030. Les investissements en capacités additionnelles sont estimés à environ 300 M€.

Si l'on considère un amortissement des centrales électriques sur 40 ans, le coût de la tep d'énergie primaire additionnelle due aux changements climatiques serait de l'ordre de 646 € par tep pour un baril à 120 \$. Ce coût devra être comparé au coût de la tep économisée en cas de l'adoption d'un scénario de maîtrise de l'énergie.

Mesures d'accompagnement pour la mise en œuvre du scénario alternatif

Toutefois, quelques barrières d'ordre économique, technique et organisationnel bloquent aujourd'hui le développement à grande échelle du marché de l'efficacité énergétique et des ENRs dans le secteur des bâtiments.

Sur le plan économique, les contraintes se résument essentiellement à la faible rentabilité des certaines mesures d'efficacité énergétique et d'ENRs pour le consommateur final dans un contexte de subventionnement public des tarifs de l'énergie conventionnelle. Par ailleurs, même dans le cas la mesure est attractive pour le consommateur final, l'importance de l'investissement initial, en comparaison par rapport aux capacités financières des ménages, pourrait constituer une barrière à la décision d'investissement.

Sur le plan technique et organisationnel, les barrières résident essentiellement dans le manque de communication envers les consommateurs potentiels qui restent aujourd'hui peu sensibilisés et peu informés des mesures d'EE et d'ENRs. A cela s'ajoute l'absence d'une offre structurée et efficace capable de porter le développement du marché de ces mesures, mise à part le secteur du chauffe-eau solaire.

Pour pallier aux contraintes économiques, il convient de mettre en place des mécanismes de financement spécifiques combinant de manière optimale subventions publiques à l'investissement et crédits bancaires à des conditions acceptables pour le consommateur final, dans une optique d'un développement gagnant-gagnant entre les acteurs.

La contribution active du secteur bancaire est cruciale pour le financement du scénario de maîtrise de l'énergie. Ce dernier doit mobiliser environ 1860 M€ sur la période 2010-2030. Dans le cas où l'Etat maintient le niveau actuel de subventionnement des tarifs des énergies conventionnelles, il faudra prévoir une contribution des finances publics au financement de la mise en œuvre du scénario à hauteur de 620 M€, sous forme de subvention d'investissement. Enfin, la contribution des consommateurs se situerait autour de 655 M€ sur la période 2010-2030.

Enfin, le Mécanisme pour un Développement Propre, notamment sous son approche programmatique, devrait permettre de drainer des revenus additionnels liés à la valorisation des émissions de GES évitées. Ces revenus pourraient être utilisés pour financer en partie les mesures d'accompagnement nécessaires au développement de filières pérennes d'EE et d'ENRs.

Annexe 3 : Synthèse de l'étude nationale du Maroc

(Septembre 2010)

Aujourd'hui, le **secteur de l'habitat et le secteur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables sont inscrits à juste titre au Maroc parmi les priorités nationales**: une convention de partenariat entre le Ministère de l'Energie des Mines de l'Eau et de l'Environnement MEMEE et le Ministère de l'Habitat de l'Urbanisme et de l'Aménagement de l'Espace (MHUAE) est signée le 8 juillet 2008 devant S.M le Roi à Oujda engageant les deux parties à adopter l'efficacité énergétique dans le secteur de l'Habitat.

- **Au Maroc, le développement du secteur de l'habitat** s'impose de lui-même du fait que le déficit enregistré dans ce secteur est estimé à près de un million de logements : une situation pressante que les Pouvoirs Publics veulent définitivement maîtriser en augmentant la cadence de la production avec comme objectif , la réalisation de plus de 200 000 unités par an dont 150 000 dans l'habitat social en 2012, la mise en œuvre de programmes de lutte contre l'habitat insalubre et l'accélération de la politique des villes nouvelles , dont 4 sont en cours de réalisation : Tamansourt sur 1200 ha en cours de construction à Marrakech pour 300 000 habitants, Tamesna sur 840 ha en cours de construction à Rabat pour 250 000 habitants, Chrafate sur 2000 ha en cours de développement à Tanger pour 600 000 habitants, Lakhyayta sur 1300 ha en cours d'étude à Casablanca pour 300 000 habitants, Tagadirt sur 1100 ha en cours d'étude à Agadir pour 250 000 habitants...

Par cette situation, selon les projections du Centre d'Etudes et de Recherches Démographiques (CERED), relevant du Haut Commissariat au Plan, la population urbaine serait multipliée par 1,5 à l'horizon 2030 en passant respectivement de 16,43 millions en 2004, à 17,73 millions en 2008 et à 24,41 millions de citoyens, portant ainsi le taux d'urbanisation de 55,1 % à 64,3 %.

Cette affluence des populations vers les centres urbains posera – et pose déjà – des défis énormes aux pouvoirs publics : augmenter l'offre de logements, de transports et d'équipements publics – hôpitaux, dispensaires, écoles...–, ce qui fera accroître encore plus la demande en énergie. Et cette pression sera d'autant plus forte que le pays a des retards à combler tant en matière de logements que d'équipements publics.

Aux besoins nécessaires en énergie de base – éclairage, téléviseurs, réfrigérateurs, eau chaude sanitaire - s'ajoutent des besoins nouveaux en confort thermique comme le chauffage et la climatisation.

Le secteur de l'habitat est un secteur à fort potentiel de croissance qui draine toujours de plus en plus d'investissements locaux et étrangers, dont l'accroissement moyen annuel entre 2003 et 2006 est d'environ 9,5% contre à peine 3,2% entre 2000 et 2003. En 2006, les investissements dans la seule branche du bâtiment sont estimés à environ 36 milliards de dirhams (MMDH).

D'ailleurs en 2008, les secteurs de l'immobilier et du tourisme ont drainé près de 54% des Investissements Directs Etrangers (IDE) réalisés au Maroc. Le secteur de l'immobilier, à lui seul, a attiré près de 8,925 milliards de dirhams en 2008 contre 7,59 milliards de dirhams en 2007.

En matière d'emploi, le secteur emploie plus de 900 000 personnes en 2008, contre 813 000 en 2006, soit 8,9 % de la population active occupée.

- **Le secteur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables** s'impose aussi de lui-même du fait que le Maroc présente une très forte dépendance énergétique de l'extérieur à près de 94,6% en 2009 contre 97% en 2008. La consommation d'énergie a atteint 15,1 Mtep en 2009 contre 14,7 Mtep en 2008.
- La facture énergétique a été de 54,2 MMDH en 2009 contre 70,6 MMDH en 2008. Le pétrole brut et les produits pétroliers y représentent près de 87%.

Les subventions aux produits pétroliers allouées par l'Etat et versés par la Caisse de Compensation ont représenté 7,35 MMDH en 2009.

Malgré de faibles consommations d'énergie et d'électricité per capita, estimées à 0,46 tep et 700 kWh par an actuellement, la facture énergétique pourrait s'alourdir davantage avec les grands programmes d'infrastructure en cours (Habitat, Travaux Publics, Education Nationale, Tourisme,...) et la croissance

des taux d'équipements des ménages en liaison avec la croissance économique du pays qui évolue entre 4 et 5% annuellement.

La consommation d'énergie dans le secteur du Bâtiment représente 36% de l'énergie finale du pays avec respectivement 29% dans le résidentiel et 7% dans le tertiaire.

Face à ce constat, le Maroc fixe comme potentiel d'efficacité énergétique réalisable de 12% à atteindre en 2020 et la contribution des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national entre 15% et 20%. A cette échéance, la part du solaire, de l'éolien et de l'hydraulique va représenter environ 42% de la puissance installée (14 580 MW) contre 26% en 2008 (5 292 MW).

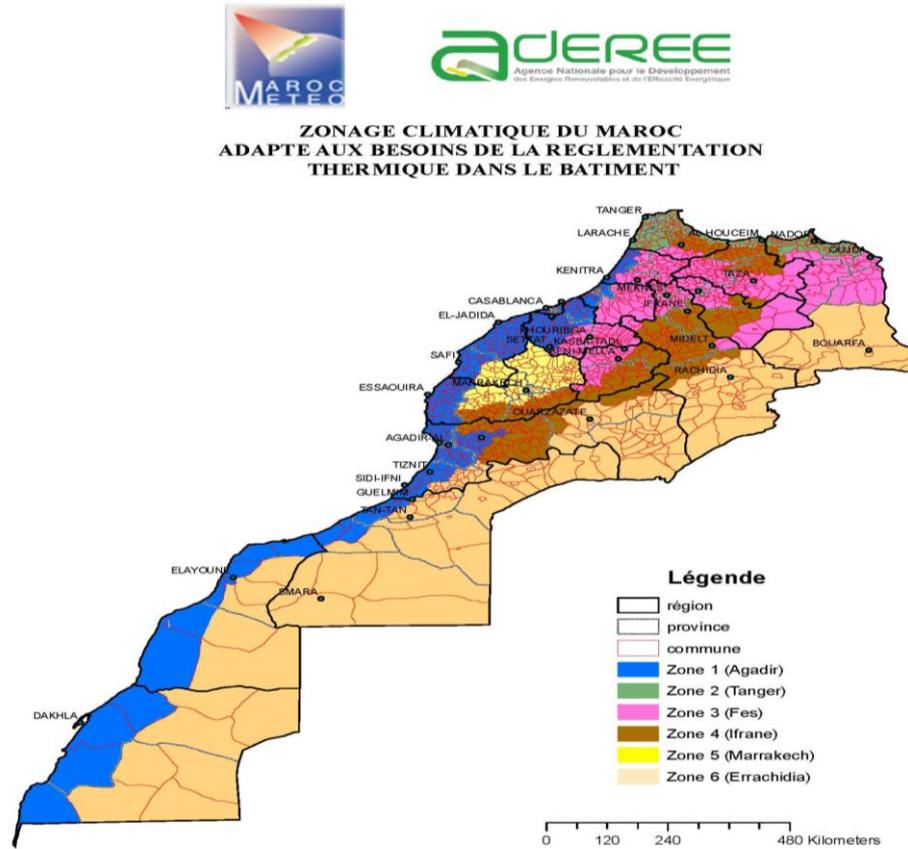
Quelques faits marquants de la nouvelle politiques EnR et EE :

- L'encadrement réglementaire : Loi-cadre sur les Energies Renouvelables approuvée.
 - ◆ Toute personne physique ou morale est autorisée à produire l'énergie à partir des EnR
 - ◆ Installation libre jusqu'à 20 kWe, 8 MWth, pour de plus hautes puissances: régime de déclaration jusqu'à 2MW et d'autorisation au-delà.
 - ◆ Droit d'accès au réseau THT, HT et MT.
 - ◆ Option de l'exportation.
 - ◆ Commercialisation de l'électricité à travers le réseau électrique national vers un consommateur ou un groupement des consommateurs.
- L'encadrement réglementaire : Loi-cadre sur l'Efficacité Énergétique en cours.
 - ◆ Introduction de la Performance énergétique: Code Énergétique Bâtiment, Etiquetage Electroménager, Transport, Collectivités Locales
 - ◆ Etude d'impact énergétique: grands projets d'aménagement
 - ◆ Audit énergétique obligatoire: à partir d'un seuil de consommation
 - ◆ Contrôle technique, constatation des infractions et des sanctions
- La mise en place du Fond de Développement de l'Energie de 1MM\$,
- La création d'une nouvelle agence et des investissements importants :
 - ◆ La création récente de l'Agence Marocaine de l'Energie solaire (MASEN) avec pour objectif à l'horizon 2020 la production de 2000 MW (38% de la puissance électrique installée actuelle) à partir de l'énergie solaire thermique par concentration et par conversion photovoltaïque.
 - ◆ Investissement de 70 MM DH sur 5 sites: Ouarzazat avec 500 MW (pré qualification en cours des soumissionnaires), Béni Mathar avec 400MW, Foum El Oued avec 500 MW, Boujdour avec 100 MW et Sebkhart Tah avec 500 MW. Le tout devra permettre une production de l'ordre de 4500 GWh.
- La mise place en juillet 2010 d'un programme éolien visant la réalisation par l'Office National de l'Electricité de 2000 MW, répartis sur différents sites à haut potentiel.
- La mise place de l'Agence Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique (ADEREE) par substitution au CDER. Cette agence a pour missions principales : l'accompagnement du département de l'Energies et des Mines dans le développement de politiques incitatives au profit des EnR et de l'EE, la cartographie des ressources EnR et EE, le montage et la mise en œuvre de programmes intégrés de valorisation de ces ressources et de promotions des filières prometteuses, l'accompagnement au renforcement des capacités, la sensibilisation et la communication, la coopération internationale...
- **Un programme d'efficacité énergétique dans le bâtiment** est développé par l'ADEREE (2009-2012), avec l'objectif d'établir et de mettre en œuvre un Code de l'Efficacité Énergétique. Ce programme doté d'une enveloppe financière globale de \$30 millions est soutenu respectivement par le PNUD-FEM avec \$3 millions, le Gouvernement marocain avec \$14 millions; la Commission Européenne avec E10 millions, le FFEM/ADEME/FASEP avec E1,5 million et la GTZ. Il s'articule autour des axes ci-après :
 - Mettre en place un cadre réglementaire et normatif opérationnel au niveau :

- ◆ de l'Aménagement Urbain: développement d'Etudes d'Impacte Energétique de villes nouvelles de Chrafate et Lakhyayta,
 - ◆ de la conception architecturale et des constructions,
 - ◆ des Equipements Energétiques: Eclairage, Chauffage, Ventilation, Climatisation,
 - ◆ et de la Gestion des Services Energétiques.
- Mettre en œuvre un plan national de communication, mobilisation et sensibilisation des administrations, entreprises, professionnels et grand public,
 - Accompagnement adéquat des professionnels et des administrations chargés du contrôle de l'application des normes de l'EE dans le bâtiment,
 - Mise en place d'un climat favorable aux investissements dans le domaine de l'Efficacité Energétique,
 - Réalisation d'un portefeuille de projets pilotes à échelle significative (équivalent de 5000 à 1000 logements efficaces),
 - Étiquetage & labellisation énergétique des équipements énergétiques domestiques et électroménagers :
 - ◆ i. Normes performances énergétiques minimales pour les réfrigérateurs, congélateurs, laves linges et climatiseurs et LBC.
 - ii. Procédures de test, Conception étiquette-Energie, Contrôle de marché.
 - iii. Généralisation des LBC.
 - iv. Augmentation des droits de douanes pour les lampes à incandescence et les équipements non efficaces en énergie.
 - ◆ Projets de Distribution de 22 millions de lampes à basse consommation : 700 GWh, Effacement à la pointe de 300 MW, Rabais facture électrique de 20% pour une consommation inférieure de 20% par rapport à la situation de référence, 5 millions de lampes remplacées à ce jour.

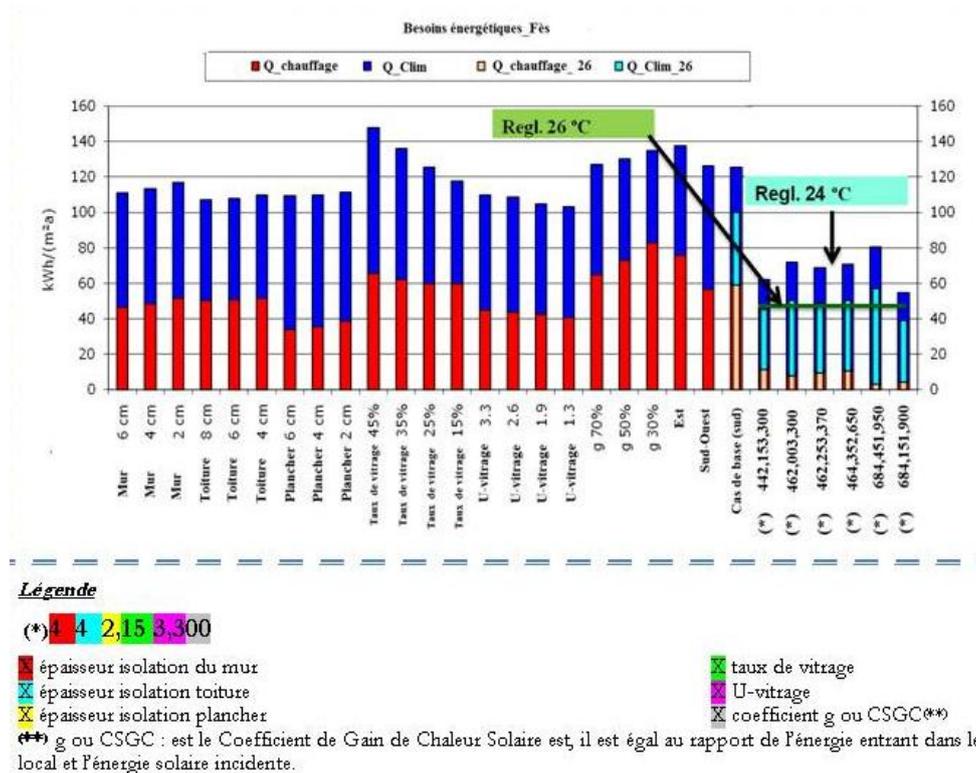
Projet de soutien au renouvellement de réfrigérateurs anciens en préparation
- L'engagement des secteurs vis-à-vis du Programme d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment porte sur l'intégration progressive des mesures EE dans les nouvelles constructions du secteur résidentiel et tertiaire par le développement « d'un chapitre énergie » au niveau des cahiers des charges des villes nouvelles (Tamesna, Tamansourt, Khiayta, etc.), des projets de développement de l'infrastructure hospitalière, du renforcement des capacités d'accueil hôtelières,... sur la base des éléments techniques du Code d'Efficacité Energétique en développement et dans le but de répondre progressivement aux opportunités et exigences apportées par le nouveau dispositif réglementaire consacré aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique pour la promotion de l'investissement dans ces domaines.
 - A cette dimension sectorielle, s'ajoutent :
 - **La dimension régionale** pour la création de dynamiques à l'échelon des régions du royaume à travers des partenariats avec des Régions pilotes (Souss-Massa-Drâa, Meknès-Tafilalet, Oriental, Tadla-Azilal, Rabat- Salé-ZZ) aux fins de valorisation des ressources locales.
 - **Et La dimension Euro-méditerranéenne:** le Plan Solaire Méditerranéen, dans le cadre de l'UpM vise l'implantation de centrales de production d'électricité par EnR (20 GW en 2020) et l'économie de 20% d'énergie fossile dans les pays de la rive sud de la Méditerranée et de la région MENA.
 - Développement de la réglementation suivant les étapes ci-après :
 - **Elaboration du zonage climatique du Maroc**, basé sur les degrés jours de chauffage et de climatisation, comme sur les résultats des simulations de comportement énergétique des bâtiments.
 - **Analyses paramétriques énergétiques et économiques des bâtiments types : résidentiel social, économique, standing, villa économique, école, hôtel, hôpital et bâtiment public**, dont ci-dessous à titre d'exemple les résultats de simulations énergétiques de bâtiments au niveau de la ville de Fès et les impacts positifs énergétiques obtenus par diverses mesures d'ordres techniques.

Figure 46 - Zonage climatique du Maroc



Source ADEREE

Figure 47 - Simulations Energétiques – Ville de Fez



Source ADEREE

- **Définition des exigences réglementaires minimales des bâtiments types** (en cours de validation avec l'ensemble des départements concernés et les acteurs publics et privés du secteur du bâtiment)

Tableau 20 - Limites max des Besoins Spécifiques Thermiques de chauffage et de climatisation (kWh/m²/an)

	Résidentiels	Scolaires	Administratifs	Hospitaliers	Hôteliers
Agadir Z1	40	44	45	72	48
Tanger Z2	46	50	49	73	52
Fes Z3	48	61	49	68	66
Ifrane Z4	64	80	35	47	34
Marrakech Z5	61	65	56	92	88
Errachidia Z6	65	67	58	93	88

Source ADEREE

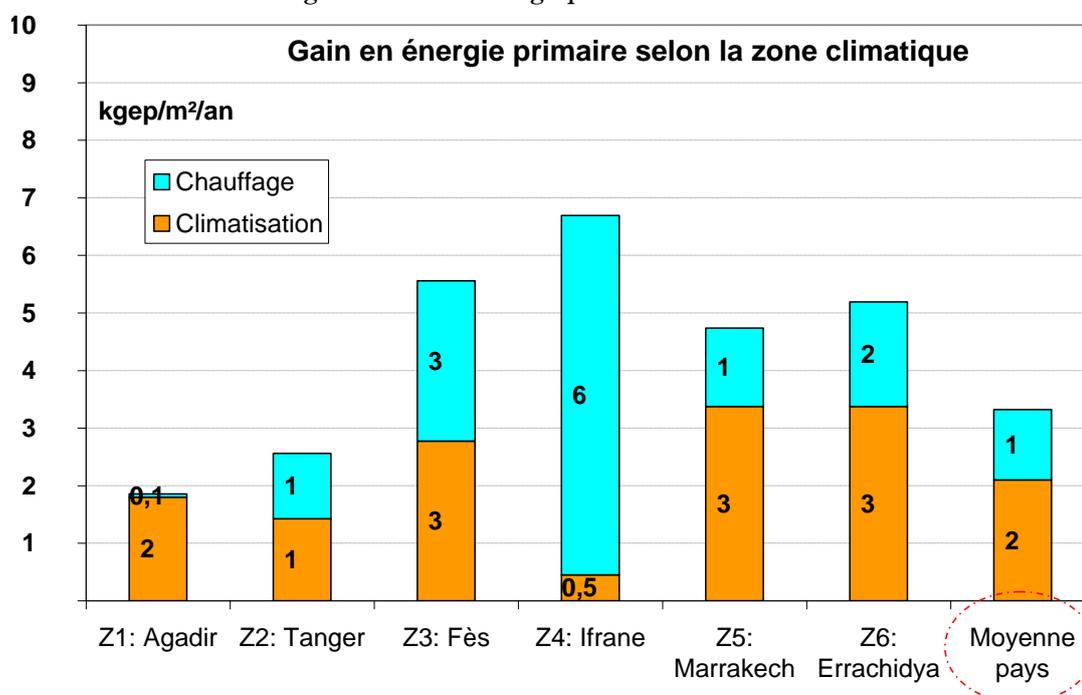
Analyse des impacts énergétiques et économiques des exigences réglementaires (y compris la réduction des émissions de CO₂).

Dans le secteur résidentiel, des surcoûts de l'ordre de 2 à 7%, avec une moyenne nationale de 112 Dhs par m², permettent de réaliser une réduction des besoins de chauffage et de climatisation de 39 à 64% selon la zone climatique.

Le gain en énergie primaire est alors de 3 kep/m²/an et la réduction des émissions de CO₂ est évaluée à près de 9 kg équivalent CO₂/m²/an.

Dans le cadre d'une large Concertation avec l'ensemble des partenaires concernés, l'ADEREE prévoit la finalisation du projet de réglementation thermique du bâtiment fin 2010 et la mise en œuvre progressive des mesures préconisées à travers une action de démonstration à grande échelle (l'équivalent de 5000 logements entre 2011 et 2013) accompagnée d'une stratégie spécifique de sensibilisation & communication et de renforcement de capacités politique avec les institutions de formation concernées.

Figure 48 - Gain en énergie primaire au Maroc



Source ADEREE

Tableau 21 - Exemples de Spécifications techniques max. des bâtiments résidentiels Agadir (Zone 1)

Taux de vitrage (%)	Valeur U de la toiture W/m².K	Valeur du mur W/m².K	Valeur U du vitrage W/m².K	CGSC*
≤ 15%	0.75	1.2	5.8	- Orientation Nord: pas d'exigence su CGSC - Sur autres orientations : pas d'exigence sur CGSC
16 – 25%	0.75	1.2	5.8	- Nord: pas d'exigence - Autres orientations: 70%
26 – 35%	0.75	1.2	3.3	- Nord: pas d'exigence - Autres orientations: 50%
36 – 45%	0.65	1.2	3.3	- Nord: 70% - Autres orientations: 30%

*Coefficient de Gain de Chaleur Solaire (CGCS)

Source ADEREE

• Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030

Evolution du parc de logement :

Lorsque les estimations de production de logements sont envisagées sur le long terme, il y a forcément manque de visibilité. A ce propos, le département de tutelle vient d'ailleurs de commanditer une étude sur les perspectives de l'habitat et de l'urbanisme à l'horizon 2030.

Parce que les mesures d'accompagnement et de soutiens actuels mises en place par les Pouvoirs Publics, tant au niveau de l'offre que de la demande sont très importantes, encore récemment renforcées par la mise en chantiers de 130 000 logements à 140000 DH l'unité sur les cinq ans à venir et destinés aux franges de la population la moins aisée, l'évolution du parc de logements dans le scénario tendanciel peut raisonnablement s'approcher des valeurs estimatives suivantes :

Tableau 22 - Evolution du parc logements au Maroc à l'horizon 2030

	2004	2008	2012	2020	2030
Nombre unités – x 1000 –	4323	4783	5283	6283	7904
Déficit en unités – x 1000 –	1131	971			

Source : Publications nationales et estimations de l'auteur.

Scénario tendanciel - prolongement de la situation actuelle.

Scénario alternatif de maîtrise de l'énergie – atteinte des objectifs du Ministère marocain MEMEE (respectivement en 2020 et 2030 : 12% et 15 % EE et 20% et 25 % EnR dans bilan énergétique).

Tableau 23 - Evolution de la consommation d'énergie et d'électricité dans le bâtiment au Maroc

	2012	2020	2030
Potentiel cumulé d'économies énergie en %	-	12	15
Demande d'énergie du secteur résidentiel (Scénario Référence, en Mtep)	5	7,5	10,5
Demande d'énergie du secteur résidentiel Scénario Efficacité Energétique en Mtep	-	6,5	9
Réduction CO ₂ EE en MtCo ₂		1,4	2,2
Energie nette appelée nationale (en TWh)	30	50	70
Consommation d'électricité résidentielle (en TWh)	14	22	30
Part de la réduction CO ₂ liée à l'électricité résidentielle, par l'introduction des EnR (en MtCO ₂)		2,7	4,5
Total réduction CO ₂ , pour le secteur résidentiel, scénario EE plus production EnR selon objectifs MEMEE (en MtCO ₂)		4,1	6,7

Source : ADEREE, OME, Plan Bleu et estimations auteurs

• Conclusion

Les potentiels réels d'économie d'énergie dans le secteur du bâtiment résident dans le découplage de la croissance économique du pays par rapport à la croissance de la demande énergétique aujourd'hui plus importante.

Partant d'un niveau bas de consommation moyenne par habitant de 0.46 TEP/H, le Maroc se retrouvera selon le scénario tendanciel à près d'une TEP/H en 2030. La réduction de consommation d'énergie fossile pourrait être réduite de 35 à 40% si les objectifs de la nouvelle stratégie énergétique ER et EE sont atteints.

La non action induirait une consommation énergétique encore plus importante que celle du scénario tendanciel, puisque le réchauffement climatique accélérera l'équipement en systèmes de conditionnement d'air qui connaît déjà un taux de croissance important, supérieur à 15%.

La clé de réussite résidera d'abord dans les efforts des pouvoirs publics de facilitation des changements de comportement vis-à-vis de l'énergie : sensibilisation, suivi de mise en œuvre intégrée des dispositifs réglementaires ER et EE, normatifs et de labellisation, renforcement des capacités industrielles et techniques, incitations tarifaires et fiscales, mécanismes de financement innovants. Les besoins en surcoût de la généralisation de bâtiments résidentiels efficaces dépassent 6 milliards d'Euro à l'horizon 2030.

Concilier l'impératif de production de logements à cadence élevée et l'intégration des mesures d'efficacité énergétique dans l'acte de bâtir constitue le défi majeur à relever. L'infrastructure de production se structure sous la contrainte de la compression des coûts de construction et de l'urgence de réalisation des programmes sociaux plaçant de fait l'EE dans une priorité moindre, même si la sécurité et la qualité rime particulièrement avec l'efficacité.

Bibliographie

Articles

- Chabot Bernard (2007). Du coût global à la rentabilité différentielle : une nécessité pour le développement durable, une opportunité pour les économistes du bâtiment. *E&C n°142, Octobre 2007*.
- Perthuis Christian de, Allal Houda Ben Jannet, Pouffary Stéphane (2006). Le Mécanisme de Développement Propre dans les pays méditerranéens ; comment accélérer la mise en œuvre ? *Liaison Energie Francophonie, n°71*.
- Pouffary Stéphane (2005). Enjeux environnementaux et économiques du solaire thermique dans les pays industrialisés et les pays en développement – exemple de l'Union européenne et du bassin méditerranéen. *Liaison Energie Francophonie, n° 66/67, 1^{er} et 2^{ème} trimestre 2005*.
- Pouffary Stéphane (2006). *Building and energy, a key issue in a moving energy market: The example of the Mediterranean region*. International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, Greece.
- Pouffary Stéphane (2006). Energie et bâtiment en Méditerranée, un enjeu stratégique régional. *Medenergie n°20*.
- Pouffary Stéphane (2007). Le financement des énergies renouvelables et de la maîtrise de la demande en Méditerranée : réalités, perspectives et opportunités. *Medenergie n°23 et n°24, mai-sept. 2007*.
- Wenzel Klaus (2009). *Low-energy buildings in southern and eastern Mediterranean countries*. ECEEE 2009 Summer study “Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainability”.

Notes de projets / Fiches de synthèse

- Banque Mondiale (2008). *Note sur le développement urbain au Moyen-Orient et en Afrique du Nord*.
- EcoSecurities (2008). *Projet chauffe-eau solaires Prosol 2 Résidentiel*. 26 mars 2008.
- ENERDATA (2008-2009). *Fiches Pays (Algérie, Egypte, Israël, Jordanie, Liban, Libye, Maroc, Tunisie, Turquie) : le marché de l'énergie*.
- UNEP (2008). *Prosol : Highlights; Creating the Climate for Change*.

Présentations

- Cornut Bernard (2007). *Energy economic context in Turkey: why & how to Combine Tariffs Reform & Energy Efficiency policy measures, to make both easier!*. ADEME, 20 novembre 2007.
- Cornut Bernard (2009). *How Municipalities, Joint ownerships, Gas distribution companies and Banks should cooperate to promote energy efficiency rehabilitation of existing buildings?* ADEME, 1st National Forum on Energy Efficiency – Istanbul, 15-16 January 2009.
- Viard Etienne (2008). *Plan Solaire Méditerranéen : le financement de projets novateurs*. AFD, Conférence sur les PSM, Paris, 22 novembre 2008.

Rapports

- AFD (2007). *L'efficacité énergétique dans la construction au Liban*. (Série Evaluation et capitalisation n°1)
- AFD (2008). *Améliorer la qualité énergétique des bâtiments : les leçons de quatre programmes FFEM en Chine, au Liban et en Tunisie*. (Evaluation et capitalisation n°18).
- AFD (2008). *Efficacité énergétique dans la construction en Tunisie*. (Série Evaluation et capitalisation n°7).
- AFD (2008). *Efficacité énergétique et énergies renouvelables : premières leçons des financements AFD et FFEM*. (Série Evaluation et capitalisation, n°11)
- AFD (2008). *Tunisie : Financer la maîtrise de l'énergie – Actes de la Conférence Internationale – Hammamet*.
- APRUE (2009). *Economie d'énergie dans les bâtiments : recueil des bonnes pratiques*.
- EIB (2007). *Mécanisme financier pour le développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables dans les pays sud et est Méditerranéens*.
- EuroACE (2009). *Working paper: current financial and fiscal incentive programmes for sustainable energy in buildings from across Europe*.
- FFEM (2005). *L'efficacité énergétique dans la construction au Liban*.
- IDDDRI (2008). *L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel : une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée*. (Idées pour le débat, n°14).

- IEA (2008). *Promoting Energy Efficiency Best Practice in Cities - A pilot study*.
- IEA (2009). *World Energy Outlook*.
- IEA, AFD (2008). *Promoting Energy Efficiency Investments: Case Studies in the Residential Sector*.
- IEA, OCDE (2007). *Financing Energy Efficient Homes: Existing policy responses to financial barriers*.
- IPCC (2007). *Residential and commercial buildings*. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 6:
- McGraw_Hill Construction (2009). *Cities of the future in the Middle East*. (Smart Market Report).
- MED-ENEC (2006). *Energy efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean – Market Analysis and Capacity Assessment” – Algeria, Egypt, Israel, Jordan, Lebanon, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia, Turkey*.
- NERC (Jordan National Energy Research Center), MED-ENEC (2008). *Energy Efficiency and Renewable Energies in the Construction Sector in the Mediterranean Region*.
- OECD, IEA (2008). *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*.
- Plan Bleu (2009). *Infrastructures et Développement Énergétique en Méditerranée : Perspectives 2025*. (Les Cahiers du Plan Bleu n°6). <http://www.planbleu.org>.
- Plan Bleu, BEI (2008). *Climate Change and Energy in the Mediterranean – Chapter 6: Renewable energy and rational energy use in the South and East Mediterranean countries: current situation and outlook*. <http://www.planbleu.org>
- PNUE-PAM (2006). *Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable : un cadre pour une durabilité environnementale et une prospérité partagée*.
- UNDP, ANME (2006). *Identification d'un mécanisme de financement pour la rénovation thermique et énergétique de l'habitat existant en Tunisie*.
- UNEP-SBCI (2007). *Assessment of Policy Instruments for Reducing Greenhouse Gas Emission from Buildings*.
- UNEP-SBCI (2007). *Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities*.
- UNEP-SBCI (2008). *The Kyoto Protocol, The Clean Development Mechanism and the building and construction sector*.

Ressources Internet :

- Energy efficiency in the construction sector in the Mediterranean: <http://www.med-enec.com>
- European portal for energy efficiency in buildings: <http://www.buildup.eu/>

Table des illustrations

Encadrés

Encadré 1 - Caractéristiques de la Directive EPBD dans sa version initiale	36
Encadré 2 - La proposition de refonte de la Directive EPBD apporte plusieurs modifications au texte de 2002 :	37
Encadré 3 - Bâtiments BBC en France.....	39
Encadré 4 - La réglementation thermique en France.....	40
Encadré 5 - Logiciel VisualDOE 3	46

Figures

Figure 1 - Dépendance énergétique de pays méditerranéens importateurs en 2007	9
Figure 2 - Part des énergies renouvelables dans la demande d'énergie primaire en 2006 (%)	10
Figure 3 - Radiation solaire et potentiel pour le solaire photovoltaïque en Méditerranée	11
Figure 4 - Potentiel des économies d'énergie grâce à la baisse de l'intensité énergétique globale	13
Figure 5 - Part des secteurs dans la consommation finale d'énergie au niveau mondial en 2007.....	14
Figure 6 - Consommation finale d'énergie, par Secteur (en Mtep)	14
Figure 7 - Consommation d'énergie dans le secteur résidentiel, par Pays (en ktep)	15
Figure 8 - Consommations énergétiques sectorielles en Méditerranée en 2007.....	15
Figure 9 - Sid Boussaid en Tunisie.....	16
Figure 10 - Exemples de pratiques et d'architectures inadaptées aux PSEM	18
Figure 11 - « Plan d'action immédiat 2009-2010 » du Plan Solaire Méditerranéen.....	22
Figure 12 - La fragmentation du secteur du Bâtiment	24
Figure 13 - Demande sectorielle d'énergie en Méditerranée et dans les PSEM (H.2030)	27
Figure 14 - Dépendance énergétique globale (en %).....	28
Figure 15 - Emissions de CO ₂ dues aux activités énergétiques (1971-2030 ; en Mt).....	29
Figure 16 - PSEM : Emissions de CO ₂ dans les secteurs Résidentiel & Tertiaire (en Mt)	30
Figure 17 - Projection de la population des PSEM (H. 2030)	31
Figure 18 - Evolution des villes des pays méditerranéens- Projections 2030	32
Figure 19 - Projection du nombre de nouveaux logements dans les PSEM (H. 2030).....	32
Figure 20 - Consommation d'énergie et émissions CO ₂ en France	41
Figure 21 - Représentation du nombre de Degrés jours de climatisation (DjC) et de chauffage (DjCh).....	42
Figure 22 - Courbes des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM selon le scénario.....	44
Figure 23 - PSEM- Evolution des consommations d'énergie finale du Résidentiel par usage - Scénario de Référence et Scénario de Rupture.....	45
Figure 24 - Gains cumulés d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM - Scénario de rupture par rapport au scénario de référence (entre 2010 et 2030, en Mtep)	46
Figure 25 - Emissions CO ₂ dans les PSEM, selon le scénario	47
Figure 26 - Schéma sur les obstacles à la circulation de l'innovation.....	51
Figure 27 - Barrières d'ordre économique pour la mise en œuvre d'un scénario de rupture	52
Figure 28 - Taux de retour et effets des tarifs électricité/GPL.....	52
Figure 29 - Taux de pénétration des CES versus tarifs du GPL dans quelques pays.....	53
Figure 30 - Temps de retour, pour le consommateur, par pays.....	53

Figure 31 - Prix moyen du CES, par pays, en 2008.....	55
Figure 32 - Gain pour la collectivité et le consommateur, selon le prix du baril.....	58
Figure 33 - CES versus chauffe-eau au GPL, par pays.....	58
Figure 34 - Organisation pour la réussite d'un programme (exemple du PROSOL en Tunisie)	63
Figure 35 - Transformation du marché CES en Tunisie.....	63
Figure 36 - Pyramide du bâtiment durable en Méditerranée.....	66
Figure 37 - Les zones climatiques au Liban.....	69
Figure 38 - Projection de la population et des logements au Liban (H2030)	71
Figure 39 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel, selon scénario Référence	71
Figure 40 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel, selon scénario de Rupture.....	72
Figure 41 - Courbes de consommations d'énergie au Liban, selon scénarios de Référence et de Rupture.....	72
Figure 42 - Gains cumulés d'énergie primaire 2010-2030) – Scénario de Rupture.....	73
Figure 43 - Consommation d'énergie au Liban, par usage dans le résidentiel (en ktep)	75
Figure 44 - Evolution de la consommation d'énergie totale et par ménage, selon le scénario en Tunisie	79
Figure 45 - Emissions CO ₂ , totales et par ménage, selon le scénario en Tunisie.....	79
Figure 46 - Zonage climatique du Maroc	85
Figure 47 - Simulations Energétiques – Ville de Fez.....	85
Figure 48 - Gain en énergie primaire au Maroc	86

Tableaux

Tableau 1 - Synthèse des tendances de la construction.....	17
Tableau 2 - Types de mesures d'efficacité énergétique mises en œuvre par les PSEM.....	23
Tableau 3 - Les 2 directives européennes clés pour une réduction des consommations énergétiques.....	36
Tableau 4 - Production en équivalent logement par type en France.....	40
Tableau 5 - Diffusion en 20 ans des équipements utilisant le gaz et l'électricité en France	41
Tableau 6 - Les mesures d'EE par zone climatique en fonction de leur efficacité	43
Tableau 7 - Taux de pénétration des mesures d'EE dans le résidentiel à l'horizon 2030.....	44
Tableau 8 - Consommation d'énergie dans le résidentiel, par usage (en Mtep)	45
Tableau 9 - Besoins en investissements pour les mesures EE du scénario de rupture, par pays (en milliards d'€)	47
Tableau 10 - Investissements pour les mesures MDE sur 20 ans et coût moyen de la tCO ₂ sur la durée de vie de chaque mesure	49
Tableau 11 - Temps de retour des différentes mesures pour le consommateur final	54
Tableau 12 - Avantages/Inconvénients des principales mesures incitatives	59
Tableau 13 - Avantages/Inconvénients des mesures par rapport à l'investissement initial	60
Tableau 14 - Hypothèses des taux de pénétration des différentes mesures EE, dans le scénario de rupture au Liban.....	72
Tableau 15 - Potentiel d'économie d'énergie par mesure EE au Liban (H.2030, en ktep).....	73
Tableau 16 - Gains cumulés au Liban, estimés en M\$	73
Tableau 17 - Volumes des investissements additionnels au Liban, estimés en millions €.....	74
Tableau 18 - Temps de retour de l'action, selon le prix du baril	74

Tableau 19 - Hypothèses des taux de pénétration des mesures EE retenues dans le scénario de rupture en Tunisie.....	78
Tableau 20 - Limites max des Besoins Spécifiques Thermiques de chauffage et de climatisation (kWh/m ² /an)	86
Tableau 21 - Exemples de Spécifications techniques max. des bâtiments résidentiels Agadir (Zone 1).....	87
Tableau 22 - Evolution du parc logements au Maroc à l'horizon 2030.....	87
Tableau 23 - Evolution de la consommation d'énergie et d'électricité dans le bâtiment au Maroc	87



Efficacité énergétique : bâtiment et changement climatique en Méditerranée

Les Pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM) connaissent une urbanisation accélérée qui se traduit par une demande massive de logements. A l'horizon 2030, les besoins sont estimés à 42 millions de logements supplémentaires. Sous l'effet conjugué de la pression démographique et de la croissance économique, la demande en énergie et en électricité devrait être multipliée par 1,5 d'ici 2030. Dans les PSEM, cette demande devrait croître 4 à 5 fois plus rapidement que dans les pays de la rive nord, conduisant à toujours plus d'émissions de CO₂.

Le Bâtiment, qui représente le premier secteur consommateur d'électricité et le second - après le transport - pour les énergies fossiles, constitue un secteur à fort enjeu car il permet d'agir à la fois sur la demande (mesures d'efficacité énergétique) et sur l'offre (intégration d'énergies renouvelables).

Au niveau mondial, il est estimé que le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur du bâtiment est de l'ordre de 40% en grande partie via des mesures économiquement viables. Responsable d'un tiers de la consommation d'énergie des pays méditerranéens, le secteur du bâtiment pourrait permettre jusqu'à 60% d'économies d'énergie.

Le secteur du bâtiment, principal levier pour maîtriser la demande d'énergie

Environ 450 millions de personnes vivent dans le bassin méditerranéen et consomment chaque année près de 1000 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep) d'énergie, soit environ 8,2% de la demande mondiale. Les villes sont des points centraux de la consommation d'énergie, particulièrement dans les PSEM où la « dépendance fossile » dépasse 90%. Le secteur du bâtiment représente environ 38% de l'énergie finale consommée. Parmi les divers types de bâtiments, le résidentiel consomme entre 21% et 51% des productions nationales d'électricité selon les pays.

Nouveaux logements, un besoin sans précédent

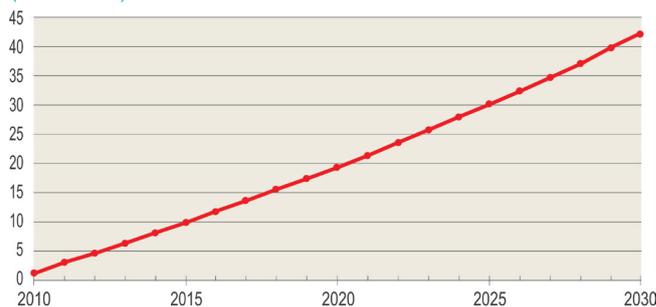
En considérant les projections des Nations unies, la population des PSEM pourrait atteindre plus de 360 millions en 2030 contre 280 millions actuellement.

Le taux d'urbanisation est lui aussi en nette augmentation : les 2/3 des Méditerranéens sont urbains, plus des 3/4 devraient l'être en 2030. Près de la moitié de la population urbaine est concentrée dans 3000 villes de moins de 300 000 habitants. Malgré les progrès enregistrés depuis plus de 20 ans, il existe dans les PSEM de forts déséquilibres entre grandes et petites villes, zones urbaines centrales et périphériques, quartiers favorisés et démunis. Les extensions urbaines se développent souvent sous forme d'habitat informel. L'absence de contrôle

réglementaire de ce type de logements, l'incertitude juridique dans laquelle ils se trouvent et les faibles revenus de la plupart de leurs occupants rendent ce secteur particulièrement imperméable aux mesures d'efficacité énergétique (EE).

Cette double dynamique - urbanisation et boom démographique - va générer un besoin considérable en logements. D'après les dernières études du Plan Bleu, près de 42 millions de nouveaux logements devraient être construits dans les PSEM d'ici 2030, passant de 66 millions en 2007 à près de 108 millions. Cette perspective laisse préfigurer une forte croissance des consommations d'énergie et d'électricité du secteur résidentiel. C'est pourquoi il est indispensable de développer au plus vite le marché de l'efficacité énergétique en Méditerranée.

Fig 1 : Nombre de nouveaux logements dans les PSEM d'ici 2030 (en millions)



Source : Plan Bleu

Mise en oeuvre des politiques de maîtrise de l'énergie

Face à la demande de logements, les politiques publiques des PNM (Pays du Nord de la Méditerranée) favorisent la réhabilitation de l'existant, tandis que les PSEM mettent en œuvre de vastes programmes de construction.

Si les politiques énergétiques dans les PSEM sont loin d'être homogènes, la situation est différente sur la rive Nord. Représentant 40 % de la consommation énergétique et 36 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'UE, le secteur du bâtiment et de la construction est depuis longtemps au cœur des préoccupations communautaires.

Le Tableau 1 rassemble les informations principales sur les deux directives européennes clés en matière de réduction des consommations énergétiques. En décembre 2008, l'UE a, ainsi, adopté le Paquet Climat-Energie qui fixe trois objectifs à 2020 pour lutter contre le changement climatique : réduire

les émissions de GES de 20 % par rapport à leur niveau de 1990 ; augmenter la part des énergies renouvelables (EnR) à hauteur de 20 % de la consommation finale ; réduire de 20 % la consommation d'énergie. La Directive Européenne EPBD (European Energy Performance of Buildings Directive) sur la performance énergétique des bâtiments est, par ailleurs, le principal outil juridique communautaire prévoyant une démarche globale en matière d'utilisation efficace de l'énergie dans le secteur du bâtiment.

Ces deux directives peuvent être source d'enseignement pour les PSEM : la Ligue Arabe, qui réunit 9 PSEM est, ainsi, en train d'établir une stratégie pour le développement d'une Directive Arabe de l'EE qui se base sur la Directive européenne ESD (Energy End Use Efficiency and Energy Services Directive) « 2006/32/CE ».

Nécessité d'un scénario de rupture pour les PSEM

Il s'agit d'un scénario de maîtrise de l'énergie volontariste fondé sur l'intégration et sur la mise en œuvre des mesures d'EE et de développement des énergies renouvelables (EnR), les plus matures techniquement, économiquement et politiquement :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments (application des réglementations thermiques révisées périodiquement) ;
- Elimination progressive des lampes à incandescence ;
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation, fenêtres) ;
- Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces ;
- Diffusion des chauffe-eau solaires.

Les mesures prioritaires ont été définies par zone climatique selon leur potentiel d'économies d'énergie et leur viabilité économique. Ce scénario se positionne donc dans une démarche de diffusion à grande échelle de l'existant et non de « rupture technologique ».

Fig 2 : Consommations énergétiques sectorielles en Méditerranée en 2007 (en Mtep)



Source : Plan Bleu (à partir des Bilans Énergétiques, AIE 2009)

Tab 1 : Les deux directives européennes clés pour une réduction des consommations énergétiques

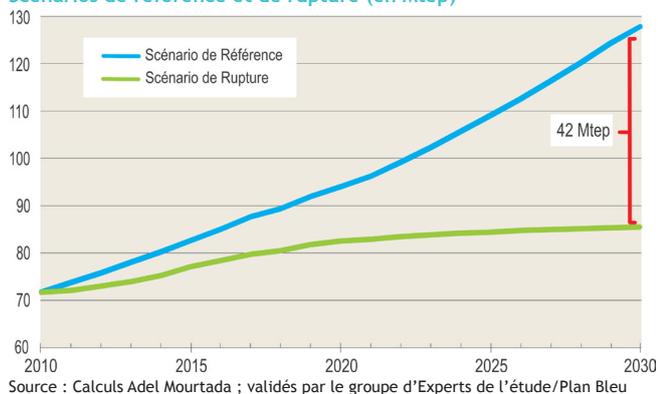
Cadre réglementaire européen	Objectifs et cibles	Transposition par les Etats membres
<p>Directive EPBD « 2002/91/CE » Performance énergétique des bâtiments</p>	<p>Objectif : Réduire les consommations d'énergie via des mesures imposées : réglementation thermique, diagnostic de performance énergétique, certification et contrôle. Selon la Commission européenne, une bonne mise en œuvre de la directive permettra une réduction de 11% de la consommation énergétique finale de l'UE d'ici 2020.</p> <p>Cible : Bâtiments neufs et existants du secteur résidentiel et tertiaire (bureaux, bâtiments publics, etc.)</p>	<p>Rôle des Etats : Les Etats membres sont responsables de l'élaboration des normes minimales. Ils sont tenus d'assurer que la certification et le contrôle des bâtiments sont réalisés par un personnel qualifié et indépendant.</p> <p>Etat d'avancement : Les transpositions dans les Etats membres ont été jugées insuffisantes face à l'ampleur des enjeux que représente le secteur du bâtiment. Une refonte de la directive a été proposée en 2008 afin d'élargir son champ d'application et de clarifier et renforcer certaines dispositions, notamment en vue d'assurer un rôle moteur du secteur public.</p>
<p>Directive ESD « 2006/32/CE » Efficacité énergétique dans les utilisations finales et les services énergétiques</p>	<p>Objectif : La directive exige des États membres qu'ils se fixent un objectif minimum de 9% de réduction de l'utilisation finale de l'énergie en 2016 et qu'ils instaurent les cadres et mesures institutionnels et juridiques nécessaires pour lever les obstacles à une utilisation finale efficace de l'énergie.</p> <p>Cible : variée et intersectorielle. Les équipements non fixes de type « appareils ménagers » sont particulièrement concernés. Il n'y a pas d'exigence imposée relative à l'efficacité énergétique dans les bâtiments, mais les Etats sont libres de proposer des mesures sur ce secteur.</p>	<p>Rôle des Etats : Chaque Etat membre devait soumettre mi-2007 à la Commission européenne son plan d'action national pour l'amélioration de l'efficacité énergétique (PNAEE), révisable tous les trois ans.</p> <p>Etat d'avancement : La Commission européenne a évalué en 2008 les premières versions d'un certain nombre de PNAEE et le bilan a été assez mitigé : si les stratégies proposées permettraient probablement de réaliser des économies au-delà des 9% exigés, ces plans apparaissaient peu ambitieux et se contentaient bien souvent de reprendre des mesures déjà prévues ou existantes.</p> <p>Les Etats membres devront soumettre une version plus ambitieuse de leur PNAEE avant le 30 juin 2011.</p>

Source : D'après <http://www.buildup.eu/>

Impacts du scénario pour les PSEM

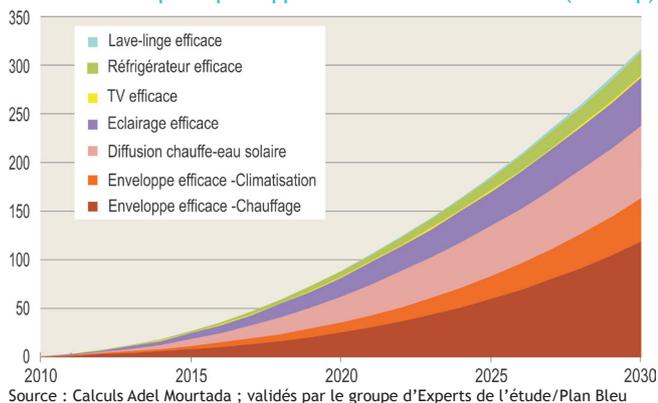
La mise en œuvre de ce scénario dans les PSEM révèle un potentiel d'économie d'énergie d'environ 40 Mtep à l'horizon 2030 (Fig 3). Parallèlement à une augmentation de 4 Mtep d'énergies renouvelables, les estimations des économies d'énergie sont de près de 1 Mtep de charbon, 9 Mtep de produits pétroliers, 17 Mtep de gaz naturel, 14 Mtep d'électricité. Les plus importantes réductions, selon les usages, proviennent du chauffage et de la climatisation pour environ 60 %, suivis par l'éclairage pour près de 50 % et l'électroménager pour environ 33 %. Les potentiels des gains cumulés d'énergie finale sur la période 2010-2030 sont estimés à plus de 320 Mtep.

Fig 3 : Consommation d'énergie finale dans le résidentiel des PSEM. Scénarios de référence et de rupture (en Mtep)



A l'horizon 2030, en tenant compte de l'évolution du mix énergétique et d'une pénétration des énergies renouvelables de l'ordre de 11%, la réduction annuelle des émissions de CO₂ seraient, selon ce scénario, de l'ordre de 179 MtCO₂ dans les PSEM. La réduction cumulée des émissions de CO₂ sur la période 2007-2030 serait alors de près de 2 GtCO₂.

Fig 4 : Gains cumulés d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM - Scénario de rupture par rapport au scénario de référence (en Mtep)



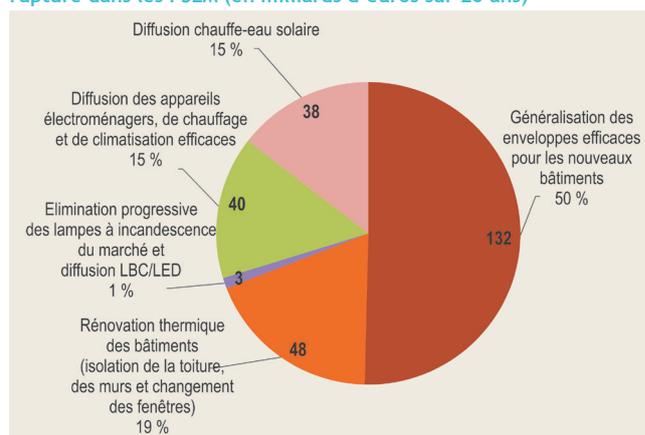
Besoin en investissement

Le montant global des investissements nécessaires à la mise en œuvre de ce scénario s'élèverait à 262 milliards d'€ dans les PSEM pour les 20 années à venir (Fig 5).

Ces montants doivent être considérés au regard du coût de la « non action » qui sera très important selon les experts. Véritable « hot spot » du changement climatique, la

région méditerranéenne nécessitera des investissements importants pour s'adapter à la hausse des températures prévue (de 2,2 à 5,1°C). Dans l'hypothèse d'une telle augmentation de température, les besoins additionnels en énergie primaire pour la climatisation dépasseraient les 21 % et les baisses des besoins en chauffage de 6 %. Ceci se traduirait par des besoins en capacité additionnelle dans la production d'électricité d'environ 12 % par rapport au scénario tendanciel sans changement climatique, et par une augmentation des consommations d'énergies primaires du secteur résidentiel de 8 %.

Fig 5 : Besoins en investissement pour les mesures EE du scénario de rupture dans les PSEM (en milliards d'euros sur 20 ans)



Préconisations pour l'essor de l'EE en Méditerranée

Le Bâtiment est un secteur clé pour faire face à la nouvelle donne énergétique et climatique en Méditerranée, et diminuer substantiellement les émissions de GES. Un bâtiment mal conçu et/ou mal construit est un bâtiment qui nécessitera des besoins en chauffage et climatisation accrus pendant des décennies. Dans les PSEM, où le plus gros reste à faire en termes de structuration de la filière bâtiment, seule une action concertée entre les différentes parties prenantes permettra l'émergence d'un marché pérenne de la construction durable. Il est donc urgent de repenser le bâtiment dans son ensemble et dans son contexte territorial.

L'effort devrait être porté en priorité sur le bâti neuf pour lequel les solutions techniques appropriées au contexte méditerranéen ont été identifiées :

- Une meilleure prise en compte de l'architecture « d'autrefois », en phase avec les principes bioclimatiques, qui agit sur les leviers naturels avant ceux sur les enveloppes des bâtiments : apports solaires passifs, ventilation naturelle, orientation du bâtiment, etc.

- Des mesures présentant un bon rapport coût/bénéfice : isolation des toitures et des murs extérieurs, protections solaires sur les façades les plus exposées, double vitrage, appareils et lampes basse consommation, solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire... Le surcoût de l'ensemble des mesures retenues dans le scénario de rupture est estimé à 3300 € pour la construction d'un logement moyen de 100 m².

Fig 5 : Représentation du nombre de Degrés jours de climatisation (DjC)

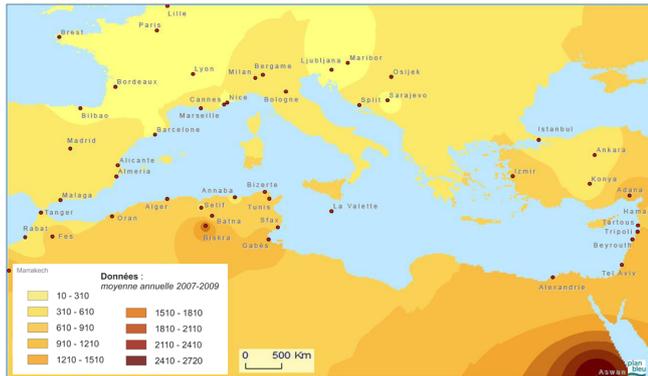
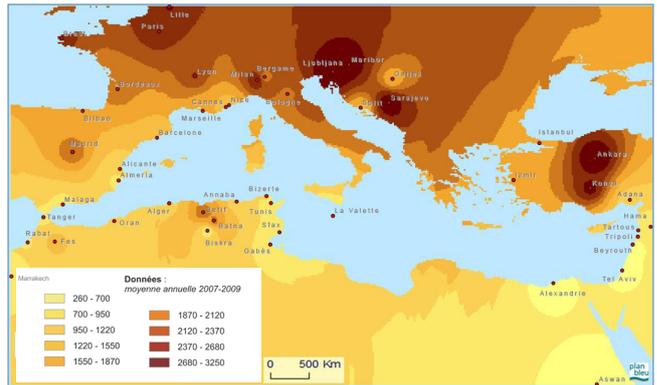


Fig 6 : Représentation du nombre de Degrés jours de chauffage (DjCh)



Source : Elaboration Plan Bleu, juin 2010 (basée sur les données moyennes sur 3 ans issues de www.degreedays.net)

Les barrières à la diffusion de ces solutions et au développement d'un marché à grande échelle de la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment sont d'ordre informationnel, économique, organisationnel et technique. En particulier, une mise en place de programmes de renforcement de capacités et d'accompagnement de filières de construction par la formation des concepteurs et des artisans (mise en place d'un système d'habilitation des entreprises) semble nécessaire.

Face à ce constat, l'émergence d'un marché du bâtiment durable ne sera possible que sous l'impulsion d'une ferme volonté des Etats. C'est une approche volontariste qui doit être envisagée. Il devient donc indispensable d'appréhender le bâtiment de sa conception à sa réalisation et d'intégrer l'impact de son fonctionnement pendant sa durée de vie.

Concrètement, développer durablement un tel marché implique la mise en œuvre de mesures destinées à organiser la filière, à la financer et à l'accompagner sur le long terme. Les actions à mettre en place peuvent être classées autour des trois axes.

Mettre en place une filière du bâtiment durable

- Définir un cadre réglementaire contraignant, transversal et contrôler sa mise en œuvre.
- Elaborer un accompagnement institutionnel adapté et pérenne.
- Repenser les politiques énergétiques.

Il s'agit de cesser de subventionner l'électricité qui favorise son utilisation pour le chauffage de l'eau et des bâtiments ; le budget mobilisé pour ces subventions pourrait être en partie réalloué au soutien à l'EE.

Financer le bâtiment durable

- Mettre en place une tarification adaptée et assurer des prix incitatifs
- Associer les banques et adapter les crédits.
- Développer les partenariats « publics-privés ».
- Faciliter l'accès aux financements internationaux.

Pérenniser le marché du bâtiment durable

- L'Etat doit être exemplaire et montrer la voie.
- La qualité des équipements et réalisations doit être contrôlée et les professionnels formés.

Tout comme l'ont fait les PNM, les PSEM doivent développer des labels et des certifications pour les bâtiments et les équipements domestiques. Si ces aspects « labellisation » et « formation » paraissent relativement difficiles et coûteux à mettre en place, ils sont cependant essentiels pour pérenniser le marché de l'EE dans les PSEM car ils sont les garants de la qualité des mesures et technologies déployées.

Au total, c'est dans une action déterminée en faveur du secteur du bâtiment que sont invités à s'engager les pays méditerranéens. Les programmes de rénovation au Nord et de construction au Sud ouvrent un large champ de futurs possibles pour la région. Aux acteurs concernés de choisir les options les moins coûteuses en énergie et les plus sobres en matière d'émissions.

Bibliographie

- BEI (2007). *Mécanisme financier pour le développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables dans les pays sud et est méditerranéens.*
- FFEM (2005). *L'efficacité énergétique dans la construction au Liban.*
- IDDDI (2008). *L'efficacité énergétique dans le secteur résidentiel: une analyse des politiques des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.* (Idées pour le débat, n°14).
- IEA, AFD (2008). *Promoting energy efficiency investments: case studies in the residential sector.*
- MED-ENEC (2006). *Energy efficiency in the construction sector in the Mediterranean: market analysis and capacity assessment – Algeria, Egypt, Israel, Jordan, Lebanon, Morocco, Palestine, Syria, Tunisia, Turkey.*
- Plan Bleu, BEI (2010). *Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée : perspectives régionales.*
- Plan Bleu, BEI (2008). *Changement climatique et énergie en Méditerranée.*
- UNEP-Sustainable Buildings and Construction Initiative (2007). *Buildings and climate change: status, challenges and opportunities.*
- Wenzel Klaus (2009). *Low-energy buildings in southern and eastern Mediterranean countries.* (Eceee Summer Study).

L'efficacité énergétique dans le bâtiment en Méditerranée

PAR HENRI-LUC THIBAUT ET EL HABIB EL ANDALOUSSI ¹

En dépit des cris d'alarme lancés depuis 1992 au fil de conférences internationales visant à enrayer le réchauffement climatique et malgré les perspectives d'amenuisement des ressources énergétiques fossiles qui incitent à la modération des consommations énergétiques, peu d'actions ou de mesures incitatives (et encore moins contraignantes) ont été véritablement développées pour agir sur la demande d'énergie. Pourtant, comme le montrent ici Henri-Luc Thibault et El Habib El Andaloussi, certaines mesures très concrètes peuvent avoir des effets majeurs en ce domaine. C'est le cas de tout ce qui touche à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le bâtiment — au sens du logement, de l'habitat et des consommations énergétiques qui y sont liées (chauffage, climatisation, etc.) —, dont les auteurs nous présentent l'impact potentiel dans la région méditerranéenne.

S'appuyant sur les travaux du Plan bleu, qui a élaboré un scénario de rupture dans le domaine de l'énergie pour les pays du Sud et de l'Est méditerranéen (à l'horizon 2030), ceux-ci commencent par rappeler l'importance du bâtiment dans la consommation énergétique régionale et les différents leviers qui pourraient être utilisés pour réduire cette dernière (réglementation, matériaux, efficacité des appareils, etc.). Dans un tel scénario, le potentiel d'économie d'énergie de ce secteur serait considérable ; cela permettrait, en outre, une baisse substantielle des émissions de gaz à effet de serre et aurait aussi des conséquences très positives en termes de créations d'emplois. Les auteurs indiquent enfin les besoins d'investissements,

1. Respectivement directeur du Plan bleu et chargé de mission Énergie au Plan bleu.

selon les pays, sur 20 ans, pour mettre en place les cinq grandes mesures phares d'économie d'énergie, qui pour le coup, seraient de réels investissements d'avenir... S.D. ■

Les pays du Sud et de l'Est méditerranéen (PSEM)² comptent environ 280 millions d'habitants. D'ici 2030 et selon un scénario tendanciel, ces pays verront leurs populations augmenter d'environ 80 millions d'habitants, dont 25 à 30 millions sur les côtes. À un horizon de 20 à 30 ans, c'est donc l'équivalent de 20 villes supplémentaires de plus d'un million d'habitants qui occuperont le littoral méditerranéen. En 2030, plus des trois quarts de la population des PSEM devrait être urbaine.

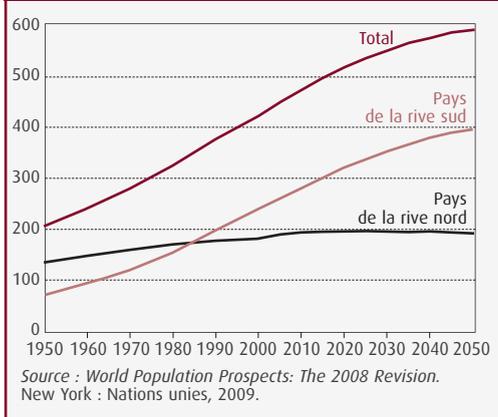
Sous l'effet conjugué de la pression démographique et de la croissance économique, la région méditerranéenne va être soumise à une

forte augmentation de la demande en énergie et en électricité, qui devrait être multipliée par plus de 1,5 d'ici 2030. Cette demande devrait croître quatre à cinq fois plus rapidement dans les PSEM que dans les pays du Nord de la Méditerranée (PNM), jusqu'à représenter en 2030 près de 43 % de la demande d'énergie du Bassin méditerranéen, contre 30 % aujourd'hui (et 47 % de l'électricité contre 28 % actuellement). Ces évolutions se traduiront par des émissions de CO₂ croissantes.

Elles interviendront dans un contexte de changement climatique puisque la région Méditerranée en est d'ores et déjà considérée comme l'un des points chauds. Les PSEM particulièrement vulnérables devraient notamment connaître une augmentation marquée des températures moyennes, de même qu'une baisse sensible des précipitations.

Aux questions démographiques vont donc être associées de formidables défis pour répondre aux demandes en eau, en énergie et en produits alimentaires d'une population de plus en plus urbaine et concentrée sur le littoral. Elles se traduiront également par un besoin important de construction de nouveaux logements.

Graphique 1 — Évolution et perspectives d'évolution démographique en Méditerranée (en millions d'habitants)



2. Le pourtour méditerranéen avec les deux rives, au sud : du Maroc à la Turquie, et au nord : de l'Espagne à Chypre. Voir carte 1.

Un scénario de rupture nécessaire

Au regard de la demande attendue en énergie, le Plan bleu a établi un scénario énergétique alternatif de rupture, fondé sur une amélioration de l'efficacité énergétique et le développement de sources renouvelables, à l'exemple de ceux développés dans le rapport spécial du GIEC publié en mai 2011 sur les sources d'énergie renouvelables et les mesures d'atténuation du changement climatique ³.

Ce scénario alternatif se traduirait par une diminution de la demande unitaire, permettant, en partie du moins, de couvrir les augmentations de la demande globale liées au développement économique et démographique de la région.

À l'heure actuelle, les PSEM comptent pour 30 %, et les PNM pour 70 %, de la consommation d'énergie primaire de la région. Depuis le début des années 1970, le taux moyen annuel de croissance de la consommation d'énergie primaire a été de 5,2 % dans les PSEM (48 à 291 Mtep [millions de tonnes équivalent pétrole] de 1971 à 2007) contre 1,9 % dans les PNM (340 à 665 Mtep de

1971 à 2007). Bien que la part des PSEM dans la consommation totale soit en constante augmentation depuis le début des années 1970, le rattrapage de la consommation par habitant entre les régions nord et sud du bassin se fait plus lentement, le rapport est passé de cinq en 1970 à près de trois actuellement.

L'augmentation progressive du niveau de vie global dans les PSEM devrait se traduire tendanciellement par un rattrapage de la consommation d'énergie des PSEM par rapport aux PNM à l'horizon 2050. Un tel rythme d'évolution de la consommation d'énergie n'est pas soutenable d'un point de vue environnemental, du fait de la raréfaction des ressources fossiles, d'une part, et

Carte 1 — Les pays méditerranéens



3. *Special Report on Renewable Energy Sources (SRREN): Summary for Policymakers*. Genève : GIEC, mai 2011. Voir l'encadré en page 46 de ce numéro (NDLR).

des effets des émissions de gaz à effet de serre et de leurs conséquences sur le climat, d'autre part. Il est donc urgent d'inventer de nouveaux modes de développement et d'aménagement du territoire moins énergivores.

Ceci vaut particulièrement pour le GPL (gaz de pétrole liquéfié) et l'électricité dont la demande est en très forte croissance. Ainsi, selon le scénario du Plan bleu, la demande électrique pourrait doubler voire tripler pour satisfaire les besoins d'éclairage et électroménagers. S'agissant du GPL, une croissance à deux chiffres pourrait être observée dans certains pays (Maroc, Égypte, Turquie) pour des usages de cuisson, de chauffe-eau et de chauffage.

À titre d'illustration, en 2009, plus de 350 000 climatiseurs ont été écoulés sur les marchés marocain et tunisien contre seulement moins de 100 000 avant 2004⁴. L'enquête STEG (Société tunisienne de l'électricité et du gaz) 2004 et le recensement national de 2004 en Tunisie ont, de même, montré que la part du chauffage et de la climatisation est passée de 20,4 % en 1989 à 25,7 % en 2004 dans le bilan des consommations des ménages⁵. Selon le scénario du Plan bleu, les besoins de chauffage / climatisation dans la consommation finale résidentielle des PSEM, passeraient de 30 % actuellement à plus de 60 % à l'horizon 2030.

Premier secteur consommateur d'électricité et second pour les énergies fossiles, le bâtiment constitue donc un secteur à fort enjeu quant au potentiel d'économies d'énergie dans les pays méditerranéens.

Le bâtiment, levier de maîtrise de la demande d'énergie

Environ 450 millions de personnes vivent sur les deux rives de la Méditerranée et consomment chaque année près de 1 000 Mtep d'énergie primaire, soit un peu plus de 8 % de la demande mondiale. Le bâtiment représente le premier secteur consommateur d'électricité et le second — après le transport — pour les énergies fossiles.

Nouveaux logements : un besoin sans précédent

Près de la moitié de la population urbaine méditerranéenne est concentrée dans 3 000 villes de moins de 300 000 habitants. Malgré les progrès enregistrés depuis plus de 20 ans, il existe dans les PSEM de forts déséquilibres entre grandes et petites villes, zones urbaines centrales et périphériques, quartiers favorisés et démunis. Les extensions urbaines se développent souvent sous forme d'habitat informel. L'absence de contrôle réglementaire de ce type de logements,

4. Cf. ADEREE (Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique). *Les Éléments techniques du projet de la réglementation thermique du bâtiment au Maroc*. Rabat : ADEREE, 2011.

5. Voir les études nationales réalisées, pour le Plan bleu, par les experts nationaux : Rafik Missaoui (pour la Tunisie), Adel Mourtada (pour le Liban), et Naïm Lahlou et Mohamed Berdai (pour le Maroc) ; disponibles sur le site Internet du Plan bleu, www.planbleu.org.

ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE DES MÉNAGES EN TUNISIE ET AU MAROC

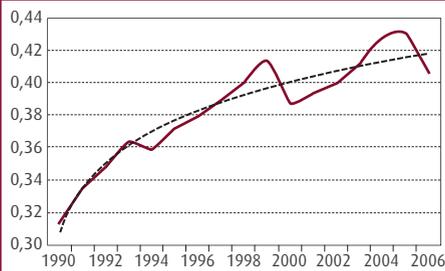
Le Plan bleu a mené des études nationales sur l'efficacité énergétique en Tunisie, au Maroc et au Liban ¹. En Tunisie, par exemple, la consommation unitaire des ménages connaît une tendance à la croissance se justifiant notamment par l'augmentation du niveau de vie des ménages et de leur taux d'équipement en appareils électroménagers. La consommation unitaire est passée de 0,31 tonne équivalent pétrole (tep) par ménage en 1990 à près de 0,41 tep par ménage en 2006, comme le montre le graphique A.

En Europe, la consommation unitaire varie entre 1,1 et 2,3 tep par logement, avec une moyenne de 17 tep par logement et par an. Ramenée au mètre carré, la consommation finale d'énergie en Tunisie est estimée à environ 4,9 kilogrammes équivalent pétrole (kgep) par mètre carré (58 kilowatt-heures par mètre carré) de logement occupé, contre 17 à 20 kgep par mètre carré en Europe. Cette augmentation de la consommation unitaire s'est traduite également par une transformation de la structure de la consommation finale qui a connu le développement de certains usages tels que la réfrigération, le chauffage et la climatisation, comme le montre le graphique B.

Ainsi, la part du chauffage / climatisation est passée de 20,4 % en 1989 à 25,7 % en 2004. L'enquête STEG (Société tunisienne de l'électricité et du gaz) 2004 et le recensement national de 2004, ont permis de dégager les indicateurs de consommations détaillées pour les consommations d'énergie finale et d'électricité, pour le chauffage et la climatisation, par mètre carré de surface de logement chauffé et climatisé (23 kilowatt-heures par mètre carré et par an, soit environ 2 kgep par mètre carré et par an).

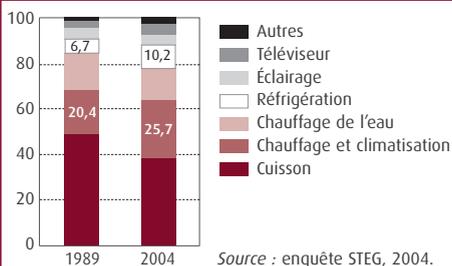
Quant au développement de la climatisation, il constituera un enjeu futur important dans les PSEM en général, compte tenu des évolutions observées ces

Graphique A — Évolution de la consommation finale unitaire d'énergie des ménages en Tunisie (en tep/ménage)



Source : Plan bleu (étude nationale Tunisie).

Graphique B — Structure de la consommation finale d'énergie des ménages selon les usages en Tunisie (en %)



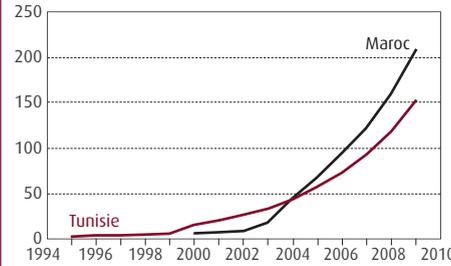
Source : enquête STEG, 2004.

1. Études nationales réalisées pour le Plan bleu par les experts nationaux Rafik Missaoui (pour la Tunisie), Adel Mourtada (pour le Liban), et Naïm Lahlou et Mohamed Berdai (pour le Maroc).

dernières années sur le marché des appareils de climatisation, consécutives à l'amélioration du niveau de vie des ménages et à leur aspiration à des *standards* de confort plus exigeants. Le graphique C, construit à partir des informations collectées de diverses sources, notamment les plus importants distributeurs d'équipements électroménagers sur les marchés marocain et tunisien, illustre cette forte évolution. À titre d'exemple, en 2009, plus de 350 000 climatiseurs ont été écoulés sur les marchés marocain et tunisien contre moins de 100 000 seulement avant 2004.

E.H.E.A

Graphique C — Estimation de l'évolution du marché annuel de la climatisation au Maroc et en Tunisie (en milliers d'unités)



Source : ADEREE (Agence nationale pour le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique).

l'incertitude juridique dans laquelle ils se trouvent et les faibles revenus de la plupart de leurs occupants rendent ce secteur particulièrement imperméable aux mesures d'efficacité énergétique.

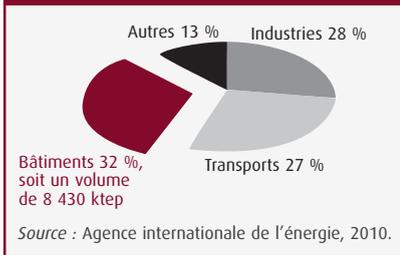
Cette double dynamique — urbanisation et *boom* démographique — va générer un besoin considérable de logements. Selon le Plan bleu,

près de 42 millions de nouveaux logements devraient être construits dans les PSEM d'ici 2030, le total passant de 66 millions en 2007 à près de 108 millions. Cette perspective laisse préfigurer une forte croissance des consommations d'énergie et d'électricité du secteur résidentiel.

Économies d'énergie dans le bâtiment

Au niveau mondial, le secteur du bâtiment représente à lui seul plus de 32 % de la consommation d'énergie finale et contribue à hauteur d'un tiers environ des émissions de CO₂, comme le montre le graphique 2. Au niveau mondial, le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur du bâtiment est estimé autour de 40 %⁶, en grande

Graphique 2 — Répartition de la consommation mondiale d'énergie finale par secteurs en 2008



Source : Agence internationale de l'énergie, 2010.

6. Voir MISSAOUI Rafik et MOURTADA Adel. *Case Studies: Instruments and Financial Mechanisms of Energy Efficiency Measures in Building Sector*. Londres / Paris : CME (Conseil mondial de l'énergie) / ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), août 2010.

partie via des mesures économiquement viables selon le scénario « 450 » de l'Agence internationale de l'énergie (2009) ⁷.

Dans les pays du Sud méditerranéen, le bâtiment est responsable de plus d'un tiers de la consommation d'énergie (38 % en moyenne, variant entre 27 % et 65 % dans les PSEM pour l'énergie, et entre 21 % et 51 % pour l'électricité). Agir sur ce secteur constitue donc un levier d'action significatif pour intervenir à la fois sur la demande (mesures d'efficacité énergétique) et sur l'offre (intégration d'énergies renouvelables).

Parmi les divers types de bâtiments existant dans les PSEM, résidentiels, administratifs, commerciaux, le résidentiel représente à lui seul plus de 60 % des émissions de gaz à effet de serre du secteur. Ces tendances ne devraient pas s'infléchir dans les années à venir compte tenu de la croissance attendue de la population de la région et de l'augmentation prévisible du niveau de vie global impliquant un taux d'équipement croissant.

Le secteur résidentiel recèle donc un important potentiel d'économies d'énergie et ceci à des coûts relativement compétitifs. Ainsi, des projets pilotes ⁸ ont montré qu'avec un surcoût de 10 % à 25 % à la construction, jusque 60 % d'économies d'énergie (principalement

liées aux usages de la climatisation et du chauffage) pouvaient être réalisées. Une étude de l'ADEREE au Maroc ⁹, a montré que dans le secteur résidentiel, des surcoûts de l'ordre de 2 % à 8 %, avec une moyenne nationale de 112 dirhams (environ 10 euros) par mètre carré, permettraient de réaliser une réduction des besoins de chauffage et de climatisation de 39 % à 64 % selon la zone climatique considérée. Compte tenu des enjeux et au regard des résultats des projets pilotes, des mesures d'actions réglementaires ou normatives ont progressivement été adoptées par les pays riverains. Toutefois, dans la réalité, le niveau d'application de ces mesures diffère sensiblement d'un pays à un autre (tableau 1, page suivante).

Dans les PSEM, la majorité des bâtiments résidentiels sont encore construits sans isolation thermique (sauf en partie en Israël, en Tunisie et en Turquie). Pour autant, l'isolation thermique des bâtiments est devenue, depuis deux décennies, un élément central des politiques énergétiques gouvernementales.

De même, les barrières au développement d'un marché à grande échelle de la maîtrise de l'énergie dans le secteur du bâtiment restent nombreuses et sont de nature informationnelle, économique, organisationnelle et technique. Ces barrières n'ont rien de spécifique aux

7. Voir AIE. *World Energy Outlook*. Paris : AIE / OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2009. Voir aussi l'article de Cédric Philibert, en page 29 de ce numéro.

8. Voir les projets pilotes étudiés dans le projet MED-ENEC (*Energy Efficiency in the Construction Sector in the Mediterranean*) dans 10 PSEM, site Internet www.med-enec.com/fr/projets-projets-pilotes

9. ADEREE. *Op. cit.*

Tableau 1 — État de la réglementation énergétique dans le secteur résidentiel dans les PSEM

Algérie	Document technique réglementaire (DTR) en 1996 Obligatoire depuis 2000
Égypte	Norme d'isolation thermique obligatoire en 1998 Code d'efficacité énergétique (EE) dans les bâtiments pour résidentiel, obligatoire en 2003 Code d'EE dans les bâtiments pour tertiaire, volontaire en 2005
Israël	Réglementation thermique pour résidentiel en 1986, obligatoire Réglementation thermique pour les bureaux en 1998, obligatoire. Application : bonne <i>Green Buildings Code</i> en 2005 ; mise en œuvre volontaire : application faible
Jordanie	Norme d'isolation thermique en 1990 Code d'EE dans les bâtiments, obligatoire (en cours d'adoption)
Liban	Norme d'isolation thermique en 2005, révisée en 2010
Maroc	Réglementation en cours (<i>cf.</i> Programme national d'EE dans le bâtiment qui vise l'introduction d'un Code énergétique du bâtiment). L'année 2010 a connu le développement des éléments techniques du projet de la réglementation thermique dans le bâtiment dans le résidentiel tertiaire
Syrie	Code d'EE dans les bâtiments, obligatoire en 2008
Tunisie	Réglementation thermique obligatoire pour les bureaux en 2008 Réglementation thermique obligatoire pour le résidentiel collectif en 2009
Turquie	Norme d'isolation thermique en 2000 Norme obligatoire
<i>Source</i> : Plan bleu, Adel Mourtada (Liban) et Rafik Missaoui (Tunisie) ; MED-ENEC.	

PSEM mais sont particulièrement importantes dans leur contexte économique, social et énergétique. Les barrières d'ordre technique sont notamment liées au manque de savoir-faire et de maîtrise des technologies relatives aux mesures d'économie d'énergie par les professionnels du bâtiment, à tous les niveaux. Par ailleurs, l'indisponibilité d'une offre locale crédible de solutions énergétiques et de matériaux nécessaires à leur construction — chauffe-eau solaire, matériaux d'isolation, appareils électroménagers performants, etc. — constitue un frein à la mise en œuvre de tout scénario de maîtrise de l'énergie

dans les bâtiments. De surcroît, l'absence, dans la majorité des pays, de véritable production nationale de matériaux isolants — la brique a de bonnes caractéristiques mais sa conductivité thermique (supérieure à 0,067 watt par mètre carré kelvin¹⁰) ne permet pas de la classer comme un matériau isolant — est un handicap supplémentaire

Rôle du bâtiment dans un scénario de rupture

Le scénario de rupture du Plan bleu prend en compte les économies d'énergie qui pourraient

10. Le W/m².K est l'unité de mesure de la conductivité thermique, unité utilisée dans le choix d'un isolant.

notamment être obtenues si une partie de la demande croissante de logements — mises en construction ou rénovations — l'était en tenant compte de normes de construction permettant des économies d'énergie. Parmi les mesures envisagées figurent : 1) la généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments (application des réglementations thermiques révisées périodiquement) ; 2) l'élimination progressive des lampes à incandescence ; 3) la rénovation thermique des bâtiments (isolation, fe-

nêtres) ; 4) la diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces ; et 5) la diffusion des chauffe-eau solaires. Les mesures prioritaires doivent par ailleurs être définies par zone climatique (voir encadré ci-dessous) selon leur potentiel d'économies d'énergie et leur viabilité économique.

Le scénario de rupture envisage également quelles seraient les évolutions sur l'emploi d'une telle politique.

HYPOTHÈSES DU SCÉNARIO DE RUPTURE DANS LES PSEM

Les hypothèses du scénario de rupture intègrent la définition de zones climatiques dans les PSEM et les technologies adaptées à celles-ci, ainsi que les définitions de celles concernant les taux de diffusion des mesures d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment existant et neuf.

Les PSEM sont caractérisés par des climats qui varient du type méditerranéen au climat continental. Caractérisé par une saison fraîche relativement clémente et un été sec marqué, le climat, mais aussi la sismicité ont généré une réponse architecturale traditionnelle commune, fruit de justes compromis.

Les réglementations thermiques existantes des bâtiments dans les PSEM ont délimité des zones climatiques dans chaque pays. Un travail d'analyse et de synthèse est nécessaire pour dégager des zones climatiques homogènes à l'échelle des PSEM. Ainsi, il a été considéré pour l'exercice quatre climats représentatifs (Z1 à Z4) :

► **Z1 / zone côtière** (exemple : Beyrouth au Liban). Le climat est du type méditerranéen tempéré humide, caractérisé par des pluies concentrées en hiver et au début du printemps, et des étés chauds et secs avec une humidité relative assez élevée.

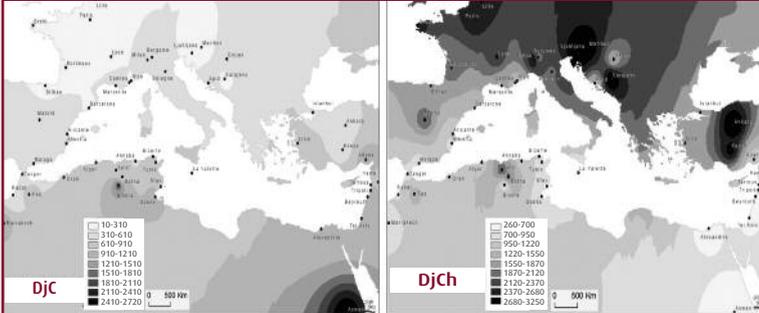
► **Z2 / zone relief** (type Marrakech au Maroc ou les Hauts-Plateaux en Algérie). Le climat est à tendance aride, caractérisé par de fortes amplitudes thermiques saisonnières et diurnes. Cette zone souffre d'un important déficit pluviométrique en été. En hiver, les températures sont fraîches la nuit. En revanche, en été les températures sont torrides.

► **Z3 / zone désert** (type Gafsa en Tunisie). Le climat y est très sec et chaud. Il y a, par contre, de très grandes différences de température entre le jour et la nuit.

► **Z4 / zone continentale** (type Ankara en Turquie). Les étés sont ensoleillés le jour et frais la nuit. Les hivers sont froids avec de la pluie et de la neige.

En complément de cette répartition climatique, un zonage basé sur les « degrés jours » est également de la plus grande utilité car il met en relief les besoins

Représentation du nombre de degrés jours de climatisation (DjC) et de chauffage (DjCh) dans la région Méditerranée (moyenne 2007-2009)



Source : Plan bleu, calculs d'Adel Mourta et alii, juin 2010 (basés sur les données moyennes sur trois ans de www.degree-days.net).

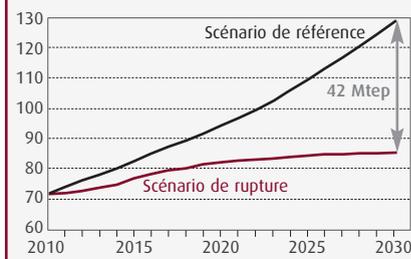
de chauffage et de rafraîchissement. Les cartes ci-dessus permettent de visualiser les besoins en chauffage et en rafraîchissement dans la région méditerranéenne. La température de référence choisie y est de 18 °C pour les degrés jours de chauffage et de 21 °C pour les degrés jours de climatisation. Visuellement parlant, plus la couleur est sombre, plus les besoins sont importants. Aussi, et comme nous pouvons le constater, les besoins des PSEM ont principalement trait au rafraîchissement tandis que ceux des PNM concernent davantage le chauffage.

E.H.E.A.

Impacts du scénario pour les PSEM

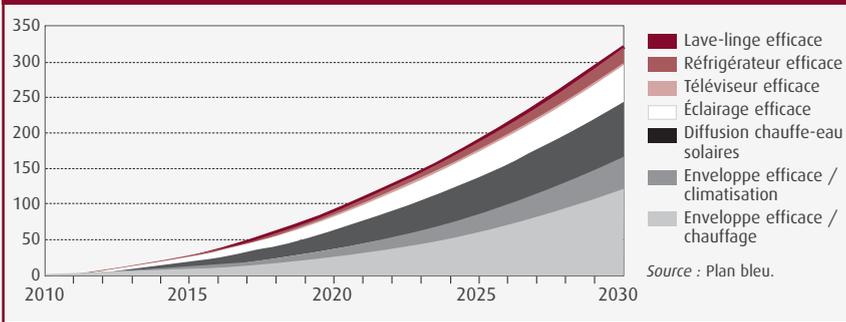
La mise en œuvre de ce scénario dans les PSEM révèle un potentiel d'économies d'énergie estimé à plus de 320 Mtep de gains cumulés d'énergie finale sur la période 2010-2030 dans le secteur du bâtiment, comme le montre le graphique 4. Les économies annuelles d'environ 40 Mtep concerneraient pour 41 % le gaz naturel, 34 % l'électricité, 22 % les produits pétroliers et 2 % le charbon. Les plus importantes réductions, selon les usages, émanent du chauffage et de la climatisation pour environ 60 %, suivis par l'éclairage pour près de 50 % et l'électroménager pour environ 33 %.

Graphique 3 — Consommations d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM selon les deux scénarios considérés (en Mtep)



Source : Plan bleu.

À l'horizon 2030, en tenant compte de l'évolution du mix énergétique dans les PSEM et d'une pénétration des énergies renouvelables de l'ordre de 11 % à l'horizon 2030,

Graphique 4 — Gains cumulés d'énergie finale du secteur résidentiel des PSEM dans un scénario de rupture comparé à celui de référence (en Mtep)

la réduction annuelle des émissions de CO₂ serait, selon ce scénario, de l'ordre de 179 millions de tonnes de CO₂ (MtCO₂) dans les PSEM. La réduction cumulée des émissions de CO₂ sur la période 2007-2030 serait alors de 2 milliards de tCO₂ par rapport au scénario de référence (qui cumulerait près de 7 milliards de tCO₂ en 2030 soit 30 % de réduction)¹¹, dues uniquement aux efforts dans le secteur du bâtiment.

Besoins en investissement

Le Plan bleu a estimé à 262 milliards d'euros dans les PSEM, pour les 20 années à venir (tableau 2, page suivante), le montant supplémentaire des investissements nécessaires à la construction de bâtiments efficaces par rapport aux investissements réalisés pour la construction de bâtiments classiques. Ils conduiraient à un coût de la tonne de CO₂ évitée sur la durée de vie des logements entre 2010 et 2080 (durée de vie de 50 ans) compris entre 38 et 42 euros.

Estimation du potentiel d'emplois

En contrepartie, ce scénario a également un impact sur l'évolution des emplois. Selon les premières estimations du Plan bleu l'adoption des cinq mesures envisagées plus haut permettrait la création de plus de deux millions d'emplois dans les PSEM à l'horizon 2030. Ces estimations tiennent compte des emplois informels. Ces créations d'emplois sont conditionnées à la mise en place de politiques industrielles qui favorisent la production locale des matériaux et équipements nécessaires à la construction de logements efficaces. Le développement des filières et des compétences devrait permettre de réaliser des économies d'échelle. Compte tenu des gains de productivité réalisés dans les filières, les créations d'emplois pourraient être plus nombreuses dans les premières années et ralentir en fin de période.



11. Cumul de près de 6,8 milliards de tCO₂ pour le scénario *Business as Usual* (tendanciel) et de 4,7 pour le scénario de rupture sur la période 2007-2030, soit 30 % de réduction.

Tableau 2 — Besoins d'investissement pour les cinq mesures d'efficacité énergétique du scénario de rupture dans les PSEM (en milliards d'euros)

	Total sur 20 ans	Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture, des murs et changement des fenêtres)	Élimination progressive des lampes à incandescence du marché et diffusion LBC / LED*	Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces	Diffusion des chauffe-eau solaires
Algérie	33,3	16,5	6,1	0,4	5,3	5,0
Égypte	74,3	37,2	13,8	0,8	11,5	11,0
Israël	7,0	3,5	1,3	0,1	1,2	1,0
Jordanie	4,5	2,2	0,8	0,1	0,7	0,6
Liban	2,8	1,6	0,4	0,1	0,4	0,3
Libye	6,0	3,0	1,1	0,1	0,9	0,9
Maroc	30,3	15,1	5,6	0,4	4,8	4,4
Palestine	4,1	2,1	0,8	0,0	0,6	0,6
Syrie	19,2	9,6	3,5	0,3	3,1	2,8
Tunisie	3,6	1,2	1,4	0,0	0,5	0,5
Total	262,0	132,0	49,0	3,0	40,0	38,0

*LBC : lampes basse consommation ; LED : diodes électroluminescentes.
Source : Énergie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée : perspectives régionales. Sophia Antipolis : Plan bleu, octobre 2010.

Le bâtiment est un secteur clef pour faire face à la nouvelle donne énergétique et climatique en Méditerranée, et diminuer substantiellement les émissions de gaz à effet de serre. Dans les PSEM, où le plus gros reste à faire en termes de structuration de la filière bâtiment, seule une action concertée entre les différentes parties prenantes (concepteurs, opérateurs et fournisseurs de matériaux d'isolation...) permettra l'émergence d'un marché pérenne de la construction durable. Il est donc urgent de repenser le bâtiment dans son ensemble et dans son contexte territorial.

Ces efforts doivent être portés en priorité sur le bâti neuf (du fait de l'importance de l'augmentation attendue du parc de logements neufs : plus de 60 %, soit 42 millions s'ajoutant aux 66 millions du

parc existant) pour lequel les solutions techniques appropriées au contexte méditerranéen sont identifiées, parmi lesquelles une meilleure prise en compte des pratiques traditionnelles en matière d'architecture en phase avec les principes bioclimatiques : apports solaires passifs, ventilation naturelle, orientation du bâtiment, etc. Développer un marché du bâtiment durable pérenne passe par une organisation de la filière, son financement et son accompagnement sur le long terme, à savoir la mise en place d'une filière du bâtiment durable (accompagnement institutionnel adapté ; accès aux financements internationaux ; cadre réglementaire...), le financement du bâtiment durable (mise en place d'outils incitatifs ; développement des partenariats public-privé) ; et la pérennisation du marché du bâtiment durable (contrôle

qualité des équipements et réalisations, formation des professionnels).

Les effets attendus du scénario de rupture du Plan bleu sont nombreux : la conception d'innovations techniques permettant une rationalisation et une meilleure efficacité de l'utilisation de l'énergie ; une création d'emplois grâce à la promotion d'instruments et de technologies performants, principalement dans le secteur du bâtiment ; et une gestion plus durable des demandes en énergie s'appuyant sur des instruments économiques incitatifs, et

tenant compte des dimensions sociales et environnementales ; et finalement des réductions sensibles des émissions de CO₂.

Au total, c'est à une action déterminée en faveur du secteur du bâtiment que sont invités à s'engager les pays méditerranéens. Les programmes de rénovation au nord, et de construction au sud, ouvrent un large champ de futurs possibles pour la région. Aux acteurs concernés de choisir les options les moins coûteuses en énergie et les plus sobres en matière d'émissions. ■

STRATÉGIES URBAINES

INTERVENANTS

Soizick Angomard, directrice de Maios, ex-directrice adjointe de la Société d'aménagement du projet Île de Nantes ; **Julien Damon**, professeur associé à Sciences Po Paris (cycle d'aménagement et d'urbanisme) ; **Jean Haëntjens**, urbaniste, directeur d'Urbatopie (conseil en stratégies urbaines) ; **Hugues de Jouvenel**, directeur général du groupe Futuribles ; **Véronique Lamblin**, directrice d'études à Futuribles ; **Paul Lecroart**, urbaniste à l'Institut d'aménagement et d'urbanisme Île-de-France ; **Pierre Tridon**, directeur de l'Agence d'urbanisme et de développement de la région de Reims.

OBJECTIFS

L'objectif annoncé d'un changement de paradigme urbain appelle un renouvellement des méthodes et des pratiques de l'urbanisme. L'objet de cette formation est de tirer de l'expérience de villes pionnières d'une approche stratégique de l'urbanisme (Barcelone, Bilbao, Copenhague, Lyon, Rennes, Nantes...) quelques notions simples, applicables à toutes les villes. Que signifie la notion de stratégie appliquée aux politiques urbaines ? Quels changements implique-t-elle dans les principes, les méthodes et les compétences ? Quels sont les résultats ? Comment permet-elle d'aborder les défis du XXI^e siècle, qui sont ceux de la ville en compétition, de la ville de l'après-pétrole, mais aussi de la ville à vivre ?

PROGRAMME

- **Fondements et principes de l'approche stratégique** : ville durable et approche stratégique de l'urbanisme ; recherche de résonances et cohérences ; mobilisation des acteurs...
- **Les stratégies comparées de Lyon et Hambourg**
- **Approches stratégiques de Nantes et de Reims**
- **Contraintes et méthodes de l'approche stratégique** : la contrainte du temps ; les clés de la cohérence ; la gouvernance ; les résultats des démarches de stratégie urbaine
- **Évolutions des attentes** externes (l'attractivité) et internes (la ville à vivre)
- **La transition énergétique et la ville post-carbone** : faisabilité et études de cas
- **Synthèse sur la nouvelle donne** : principes de la ville frugale
- **Stratégie urbaine** : travail collectif sur quelques aires urbaines (atelier)

PRIX

Les frais de participation sont de 1 200 euros HT, soit 1 435,20 euros TTC*, payables lors de l'inscription à Futuribles International (déclaré organisme de formation). Ils comprennent la participation à l'ensemble de la formation, les déjeuners et le dossier de base remis aux participants.

RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Programme détaillé consultable sur le site Internet www.futuribles.com/formation.html ou envoyé sur demande auprès de Corinne Roëls, Futuribles International, 47, rue de Babylone - 75007 Paris - France • Tél. : 33 (0)1 53 63 37 71
Fax : 33 (0)1 42 22 65 54 • E-mail : croels@futuribles.com

*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée



Etude nationale Maroc

Naim Lahlou

Rapport réalisé sous la direction d'Henri-Luc Thibault, directeur du Plan Bleu (2006-2011), et coordonné par Pierre Icard, chef de l'unité thématique du Plan Bleu.

Le comité de pilotage de l'étude « Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée » a été coordonné par El Habib El Andaloussi (Plan Bleu) et Stéphane Pouffary (ADEME) pour les études régionale et nationales.

Auteurs

Les auteurs de la partie « Perspectives régionales » sont El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie) et Adel Mourtada (Ecotech, Liban).

Les études nationales ont été rédigées respectivement par les experts nationaux, Adel Mourtada pour le Liban, Rafik Missaoui pour la Tunisie, Mohamed Berdai et Naim Lahlou pour le Maroc.

Relecture

Stéphane Pouffary, Ariane Rozo, Prof. Fatiha Bourbia et El habib El Andaloussi.

Les experts qui ont contribué ou apporté leurs commentaires

Pascal Augareils (ADEME), Mohamed Berdai (CDER, Maroc), Charlotte Colleu (ADEME), El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Sylvain Houpin (Plan Bleu), Pierre Icard (Plan Bleu), Julien Le Tellier (Plan Bleu), Naim Lahlou (Citech, Maroc), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie), Adel Mourtada (Ecotech, Liban), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Nathalie Rousset (Plan Bleu) et Noémie Zambeaux (ADEME).

Des commentaires ont été recueillis lors du comité pilotage énergie sur le projet d'étude, de la part de M. Eugène Howard (BEI, Luxembourg), M. Arthur Honoré (AFD/Division Environnement et Equipement, France), Professeur Mladen Borsic (Agence croate de l'énergie), M. Walid Al Deghaili (UN-ESCWA/Chef de Section Energie, Liban), M. Abdenour Keramane (Directeur de la Revue Medenergie, Algérie), Mme Lisa Guarerra (OME, France) et M. Klaus Wenzel (Med-Enec, Beyrouth/Tunis).

Réalisation

Cartographie : Jean-Pierre Giraud, Benoit Briquetti

Mise en page : Sandra Dulbecco

Cette étude a été financée par le Fonds fiduciaire FEMIP. Ce Fonds, établi en 2004 a été financé - jusqu'à ce jour - par 15 États membres de l'UE et la Commission Européenne dans l'intention de soutenir le développement du secteur privé via le financement d'études et de mesures d'assistance technique, ainsi que par l'apport de capital risque.



Cette étude a également bénéficié du soutien de :



Les analyses et conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Banque européenne d'investissement, de l'Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo ou de l'Agence française de développement

Sommaire

I. Contexte	5
1. Contexte socio-économique.....	5
2. Contexte climatique : source ADEREE.....	7
2.1. Carte de zonages climatiques de chauffage et de climatisation au Maroc :.....	7
2.2. Projet de réglementation thermique : source ADEREE	8
3. Secteur énergétique.....	10
3.1. Contribution à l'économie nationale.....	10
II. Situation actuelle du secteur des bâtiments	16
1. Parc existant et typologie des bâtiments.....	16
1.1. Etat des lieux du logement au Maroc : baisse importante en cours du déficit en logement	16
1.2. Indicateurs de performance du secteur pour 2010.....	16
2. Permis de construire	18
3. Mode de construction	20
4. Organisation du secteur.....	20
4.1. Organisation du secteur.....	20
4.2. Secteur Informel	21
4.3. Acteurs clé.....	21
5. Consommation d'énergie	21
6. Budget énergie des ménages.....	22
7. Emissions de CO ₂	22
8. Réglementation thermique, code et label.....	23
8.1. Réglementation thermique	23
8.2. Code de la construction.....	23
8.3. Code d'efficacité énergétique dans le bâtiment	23
8.4. Labellisation du logement	25
9. Equipements électroménagers	25
10. Etiquetage et certification.....	25
10.1. Etiquetage.....	25
10.2. Certification.....	26
11. Exemples de programmes, projets et bonnes pratiques	26
11.1. Très grands projets.....	26
11.2. Petits projets	26
III. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030	27
1. Scénario tendanciel - prolongement de la situation actuelle	27
1.1. Tendances démographique et évolution du parc	27
1.2. Evolution de la consommation d'énergie à prix constant	29
1.3. Evolution des émissions de CO ₂ à mix énergétique constant	30
2. Scénario d'évolution à prix croissant	31
2.1. Définition des hypothèses d'évolution des prix.....	31
2.2. Définition des hypothèses d'élasticité prix/consommation	31
2.3. Evolution de la consommation d'énergie à prix d'énergie croissant avec et sans prise en compte de la consommation d'énergie liée à la fabrication des matériaux de construction	32
2.4. Evolution des émissions de CO ₂ à mix énergétique constant	33
3. Consistance du projet de Programme d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment élaboré par le CDER	33
IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles	35
1. Zonage climatique	35

2. Identification des options d'efficacité énergétique par zone climatique	36
3. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées	36
3.1. Barrières techniques et technologiques	36
3.2. Barrières économiques	36
3.3. Autres barrières	37
4. Exemples de projet	37
5. Réhabilitation thermique de l'existant	37
V. Scénarios alternatifs	38
1. Définition des scénarios alternatifs d'évolution du secteur du bâtiment	38
1.1. Scénario 1 : Développement dynamique du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique	38
1.2. Scénario 2 : Développement moyen du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique	38
1.3. Scénario 3 : Développement lent du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique	38
1.4. Scénario 4 : Développement pragmatique du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique	38
2. Impacts de chaque scénario.....	39
3. Potentiel d'efficacité énergétique.....	39
4. Intégration de l'ensemble des mesures.....	40
5. Identification des mesures prioritaires par zone climatique.....	40
6. Impacts socioéconomiques de la diffusion à grande échelle des mesures prioritaires.....	40
6.1. Impacts sur le budget des ménages	40
6.2. Impacts sur les coûts des mesures.....	41
6.3. Impacts en termes de création d'emploi	41
6.4. Exemple de programmes.....	41
VI. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment	42
1. Evaluation des coûts des mesures prioritaires par tep économisée	42
2. Evaluation des coûts additionnels sur la construction	42
3. Répartition du coût sur le cycle de vie des bâtiments	42
VII. Moyens et outils de financement nécessaires à l'action	43
1. Evaluation des besoins en financement.....	43
1.1. Identification des sources de financement au niveau national et international	43
1.2. Mécanismes de financement	43
VIII. Conditions de création de filières d'efficacité énergétique dans les bâtiments	45
1. Mesures d'accompagnement	45
2. Exemples de bonnes pratiques	45
2.1. Ville nouvelle de Tamesan.....	45
2.2. Ville nouvelle de Lakhyayta : vers une ville à énergie positive	46
IX. Conclusion	48
Abréviations	49
Références bibliographiques	50
Table des illustrations	52

I. Contexte

1. Contexte socio-économique

Le Maroc connaît, sur la dernière décennie, une dynamique de croissance qui fait progressivement changer son profil socio-économique.

De 3,3 % entre 1990 et 1998, le taux de croissance est en effet passé à 4,3 % entre 1999 et 2008. L'impact de la crise internationale de 2008 sur le Maroc n'a été perceptible qu'en 2010 (taux de croissance 3,3 % en 2010 et 4,9 % en 2009). D'une manière générale, dans cette croissance, la part des Services et du Bâtiment et Travaux Publics (BTP) ne cesse d'augmenter, tandis que celle de l'Agriculture, déjà très volatile en raison de sa dépendance au climat, diminue. Il en résulte que la croissance hors agriculture a franchi un nouveau palier approchant les 5 % en moyenne sur ces dix dernières années, contre 3 % au cours de la décennie précédente.

Cette croissance étant principalement tirée par la demande intérieure - consommation et investissement -, le pays est devenu un immense chantier, générant une demande en énergie sans cesse croissante. De 9,7 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 1999, la consommation énergétique s'établit à 15,1 Mtep en 2009, soit un accroissement annuel moyen de plus de 5 %.

En effet, les orientations de la politique nationale de développement économique et social s'articulent autour des principaux axes suivants :

- Poursuite du soutien de la croissance économique en vue de créer de l'emploi et d'augmenter les revenus des citoyens ;
- Accélération du rythme des réformes et de la mise en œuvre des politiques sectorielles pour renforcer la compétitivité et l'attractivité du pays sur la base d'un effort mieux réparti sur le plan territorial ;
- Renforcement de la solidarité sociale en vue d'assurer une meilleure répartition des fruits de la croissance et d'améliorer les indicateurs de développement humain en particulier dans le monde rural et les zones montagneuses ;
- Elaboration et mise en œuvre de la charte nationale de l'environnement et du développement durable.

Ces orientations sont traduites par l'appui aux politiques sectorielles visant pour :

- **Le secteur de l'eau et de l'environnement** : la poursuite de la politique des barrages, la préservation de l'environnement et l'accélération de la réalisation du programme national d'assainissement liquide et de gestion des déchets ménagers.
- **Le secteur de l'énergie** : la sécurisation de l'approvisionnement, l'incitation à l'efficacité énergétique (économie d'énergie primaire d'environ 12 à 15 % à l'horizon 2020) et l'exploitation des énergies renouvelables avec en particulier 2000 MW (38 % de la puissance électrique installée actuelle) à partir du solaire thermique par concentration et par conversion photovoltaïque. Dans cette dynamique, l'Agence marocaine de l'énergie solaire (MASEN) prévoit un investissement de 70 MM DH sur 5 sites : Ouarzazate avec 500 MW (pré qualification en cours des soumissionnaires), Béni Mathar avec 400 MW, Foum El Oued avec 500 MW, Boujdour avec 100 MW et Sebkhart Tah avec 500 MW. L'ensemble devra permettre une production de l'ordre de 4500 GWh. Un autre programme très ambitieux en cours de réalisation concerne la production de 2 000 MW à partir de l'énergie éolienne. La Société d'Investissements Energétiques, dotée d'un capital d'1 MMDH, est mise en place pour renforcer les efforts de mobilisation des ressources énergétiques renouvelables. Une action directe de gestion de la demande d'électricité porte sur l'utilisation d'environ 28 millions de lampes basse consommation et l'adoption d'une tarification sociale incitative à l'économie d'électricité.
- **Le secteur de l'agriculture** : ce sera le principal moteur de croissance de l'économie nationale sur les 10 à 15 prochaines années, avec des impacts importants en termes de croissance du PIB, de création d'emplois, d'exportation et de lutte contre la pauvreté. La stratégie mise en œuvre actuellement mobilise

des investissements importants (10Md DH/an), autour de nouveaux investisseurs nationaux et internationaux.

Le Plan Maroc Vert vise le développement d'une agriculture à forte valeur ajoutée, la généralisation de l'irrigation localisée, le développement des filières productives végétales et animales.

Des programmes importants, ciblés, concernent également le développement rural. Ils visent un meilleur ciblage de la population défavorisée et marquent une intensification des efforts au profit des zones rurales et montagneuses.

- **Le secteur de l'industrie** : la concrétisation du Pacte national pour l'émergence industrielle à travers la création de Plateformes industrielles intégrées (16 programmées : construction automobile, offshoring, aéronautique, énergie, agroalimentaire et pêche maritime), la réalisation de parcs industriels et la réhabilitation des zones industrielles.
- **Le secteur du tourisme** : la poursuite du renforcement de la capacité d'hébergement (Plans Azur) et la réalisation de la stratégie « Vision 2020 » prévoyant le doublement de la capacité d'hébergement en construisant 200 000 nouveaux lits hôteliers et assimilés (en 2008, la capacité d'hébergement classée était de 152 936). Des investissements de plus de 100 milliards de dirhams sont projetés, avec une contribution affichée du secteur bancaire de 24 milliards de Dirhams.

Parmi les résultats attendus de cette stratégie, sont cités :

une augmentation du PIB touristique de 2 points, pour atteindre près de 150 milliards de Dirhams, contre environ 60 milliards de Dirhams actuellement,

la création, entre 2011 et 2020, de près de 470 000 emplois directs,

l'augmentation des recettes touristiques qui atteindront environ 140 milliards de Dirhams en 2020.

Ces orientations se traduisent également par une consolidation de la solidarité et de la cohésion sociale à travers :

- **L'éducation nationale** : mise en œuvre du Programme d'urgence 2009 / 2012, chiffré à plusieurs milliards de dirhams, pour l'atteinte des objectifs fixés de constructions, d'extension et de rénovation des établissements d'enseignement, tous niveaux confondus, y compris les internats, les résidences universitaires, les restaurants, etc. ;
- **La santé** : généralisation de l'offre de soins (développement des infrastructures d'accueil et amélioration de l'accès aux soins au profit de 2,5 millions de personnes) ;
- **L'habitat** : amélioration de l'accès au logement pour les classes moyennes et construction de logements coûtant moins de 140.000 dirhams, à travers notamment la poursuite de la réalisation de 4 villes nouvelles (Tamesna, Tamansourt, Chrafat et Lakhyayta pour une superficie globale de 5.000 ha) et l'accélération du programme de résorption des bidonvilles.

La valeur ajoutée du secteur du bâtiment et des travaux publics qui, en 2008, était de 38,6 milliards DH devrait atteindre 40,7 milliards DH en 2009. En 2007, elle était d'environ 37,2 MMDH, soit 13 % de plus par rapport à l'année 2006.

C'est donc un secteur à fort potentiel de croissance qui draine toujours de plus en plus d'investissements locaux et étrangers, dont l'accroissement moyen annuel entre 2003 et 2006 était d'environ 9,5 % contre à peine 3,2 % entre 2000 et 2003. En 2006, les investissements dans la seule branche du bâtiment sont estimés à environ 36 MMDH.

Par ailleurs, en 2008, les secteurs de l'immobilier et du tourisme ont drainé près de 54 % des Investissements Directs Etrangers (IDE) réalisés au Maroc. Le secteur de l'immobilier, à lui seul, a attiré près de 8,925 milliards de dirhams en 2008 contre 7,59 milliards de dirhams en 2007.

En matière d'emploi, le secteur emploie plus de 900 000 personnes en 2008, contre 813 000 en 2006, soit 8,9 % de la population active.

Le secteur des BTP bénéficie d'un grand soutien financier de l'Etat et la pression sur les ressources financières du pays est appelée à augmenter sous l'effet de l'accroissement démographique et,

conséquemment, des besoins de plus en plus importants à satisfaire. Selon les prévisions du Haut-Commissariat au Plan (HCP), la population du Maroc, évaluée à 29,8 millions d'habitants lors du dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2004 - et estimée à 31,2 millions en 2008 - devrait atteindre 38 millions d'habitants l'horizon 2030.

Avec l'urbanisation qui se développe, notamment sous l'effet des flux migratoires de ruraux à la recherche d'opportunités de travail salarié, le Maroc sera encore plus urbain qu'il ne l'est aujourd'hui. Selon les projections du Centre d'Etudes et de Recherches Démographiques (CERED), relevant du HCP, la population urbaine serait multipliée par 1,5 à l'horizon 2030 en passant de 16,4 millions à 24,4 millions de citoyens, portant ainsi le taux d'urbanisation de 55,1 % à 64,3 %.

Cette affluence des populations vers les centres urbains posera – et pose déjà – des défis énormes aux pouvoirs publics : augmenter l'offre de logements, de transports et d'équipements publics – hôpitaux, dispensaires, écoles, etc.–, ce qui augmentera encore plus la demande en énergie. Cette pression sera d'autant plus forte que le pays a des retards à combler tant en matière de logements que d'équipements publics.

En 2008, la production de logements en milieu urbain, d'après les statistiques sur les autorisations de construire, est estimée à 124 000 unités, contre 117 000 en 2007 et 110 000 en 2006.

A la fin avril 2009, les crédits immobiliers ont atteint 159 milliards de dirhams, en augmentation de 22 % par rapport à avril 2008. Ce montant est constitué pour 64 % de crédits aux particuliers et pour 36 % de crédits aux promoteurs.

Bien qu'encore en dessous des besoins, la cadence de construction de logements prend toute son importance quand on la met en relation avec deux indicateurs : d'une part, l'amélioration du niveau de vie des ménages, comme l'a montré la dernière enquête du HCP sur le sujet, et, d'autre part, la récurrence de la sécheresse dans un pays qui compte déjà 300 jours d'ensoleillement par an. Il en résulte, dans le premier cas, une hausse du taux des équipements domestiques électriques ou à gaz - téléviseurs, réfrigérateurs, chauffe-eau électrique ou à gaz, machines à laver, etc.- et, dans le deuxième cas, un recours de plus en plus important à la climatisation pour, selon les cas, se rafraîchir ou se chauffer.

Autrement dit, le niveau de consommation énergétique d'aujourd'hui, qui est d'ores et déjà proche de celui de l'offre, en matière d'électricité notamment, a encore une marge de progression importante.

2. Contexte climatique : source ADEREE

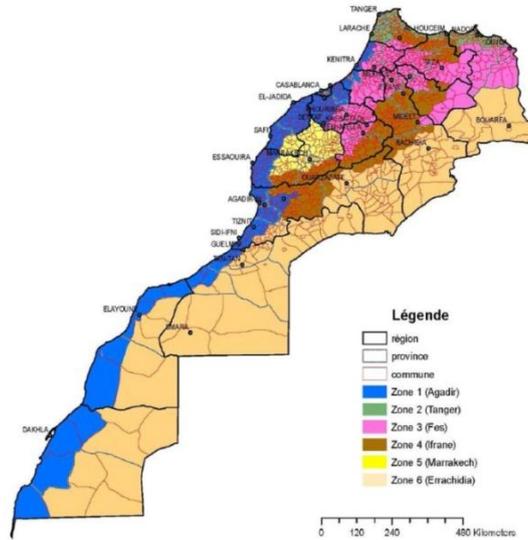
2.1. Carte de zonages climatiques de chauffage et de climatisation au Maroc :

L'ADEREE en partenariat avec la Direction de la météorologie nationale vient d'élaborer en 2011 la carte de zonages climatiques du Maroc, basée sur les degrés jours utiles, les températures minimales et maximales, l'humidité, le vent, l'ensoleillement, etc., le tout appuyé par un ensemble de simulations de comportement énergétique de bâtiments individuels et collectifs dans différentes villes du Maroc. Les températures de confort de référence sont fixées à 20°C pour le chauffage et 26°C pour la climatisation.

Le Maroc est ainsi segmenté en 6 zones climatiques, dans lesquelles figurent à titre indicatif les principales villes suivantes :

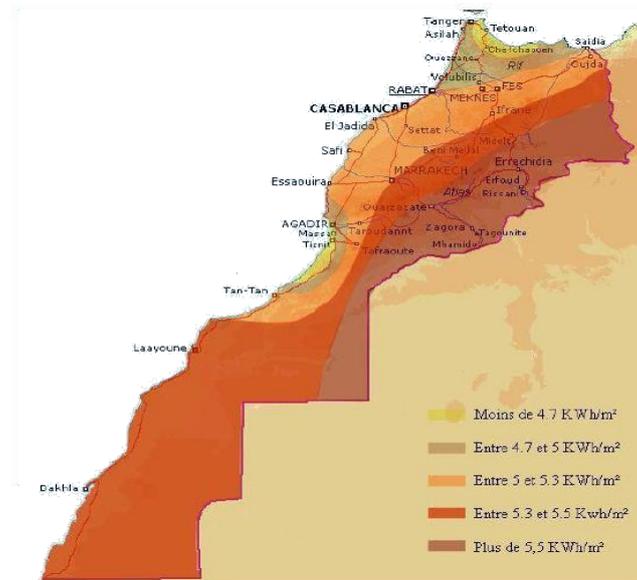
Zone 1	Sous-zone 1	Kenitra, Rabat, Salé, Casablanca, El Jadida, Safi, Essaouira
	Sous zone 2	Agadir, Tiznit, Sidi Ifni, Laayoune, Dakhla, Guelmim, Tan Tan
Zone 2		Tanger, tetouan, Larache, Al Houceima, Nador
Zone 3		Meknes, Fes, Sidi Slimane, Chefchaouen, Taza, Oujda, Berrechid, Settat, Fkhi Ben Salah, Khouribga, Beni Mellal
Zone 4		Ifrane, El Hajeb, Azrou, Khenifra, Immouzzar Du Kandar, Midelt
Zone 5		Marrakech, Benguerir, Kalaa Segharna
Zone 6		Errachidia, Taroudant, Ouarzazate, Smara, Bouarfa

Figure 1 - Carte des zones climatiques basées sur les degrés jours utiles de chauffage et de climatisation



Source : ADEREE

Figure 2 - Carte des zones climatiques basées sur l'ensoleillement



Source : ADEREE

2.2. Projet de réglementation thermique : source ADEREE

Celui-ci est réalisé dans le cadre du Code de l'Efficacité Énergétique dans le Bâtiment.

Deux approches y sont proposées :

- L'approche par la performance fixant les valeurs maximales des besoins énergétiques du bâtiment à ne pas dépasser, toutes catégories confondues ;
- L'approche prescriptive limitant les valeurs de conductibilité thermique des matériaux de l'enveloppe du bâtiment. Cette réglementation se mettra en place d'une manière progressive.

2.2.1. Approche par la performance

Tableau 1 - Besoins spécifiques thermiques annuels maximaux de chauffage et de climatisation en kWh/m².an. SHON dans les logements au niveau des 6 zones climatiques

Zone Climatique	ZC1 Agadir	ZC2 Tanger	ZC3 Fès	ZC4 Ifrane	ZC5 Marrakech	ZC6 Errachidia
Cons. kWh/m ² SHON	40	46	48	64	61	65

2.2.2. Approche prescriptive

En ce qui concerne la résistance thermique minimale des planchers bas, l'obligation se limite aux dalles constituant le sol des espaces climatisés ou chauffés seulement.

Les dalles sur le sol doivent être isolées avec une épaisseur d'isolation thermique ayant la résistance thermique (valeur R) telle que présentée dans le tableau suivant. Les résistances thermiques présentées dans ce tableau sont exclusivement pour le matériau d'isolation et devraient exclure expressément les films d'air intérieur ainsi que la résistance thermique du sol et d'autres composantes de la dalle.

Les exigences limites réglementaires des caractéristiques thermiques de l'enveloppe des bâtiments résidentiels sont :

	Taux des baies vitrées TGBV	U des toitures exposées (W/m ² .K)	U des murs extérieurs (W/m ² .k)	U des vitrages (W/m ² .k)	R minimale des planchers sur sol (m ² .k/W)	Facteur Solaire FS* des vitrages
Zone climatique réglementaire Z1 (Réf. Agadir)	≤ 15 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 5,80	NE	NE
	16 – 25 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 5,80	NE	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,75	≤ 1,20	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres: ≤ 0,5
	36 – 45 %	≤ 0,65	≤ 1,20	≤ 3,30	NE	Nord: ≤ 0,7 Autres: ≤ 0,3
Zone climatique réglementaire Z2 (Réf. Tanger)	≤ 15 %	≤ 0,75	≤ 0,80	≤ 5,80	NE	NE
	16 – 25 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 3,30	NE	Nord : NE Autres: ≤ 0,5
	36 – 45 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 2,60	NE	Nord: ≤ 0,7 Autres: ≤ 0,3
Zone climatique réglementaire Z3 (Réf. FES)	≤ 15 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 0,75	NE
	16 – 25 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 0,75	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 2,60	≥ 0,75	Nord : NE Autres: ≤ 0,5
	36 – 45 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 1,90	≥ 0,75	Nord: ≤ 0,7 Autres: ≤ 0,5
Zone climatique réglementaire Z4 (Réf. Ifrane)	≤ 15 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 3,30	≥ 1,25	NE
	16 – 25 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 3,30	≥ 1,25	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 2,60	≥ 1,25	Nord: ≤ 0,7 Autres: ≤ 0,6
	36 – 45 %	≤ 0,49	≤ 0,55	≤ 1,90	≥ 1,25	Nord: ≤ 0,6 Autres: ≤ 0,5
Zone climatique réglementaire Z5 (Réf. Marrakech)	≤ 15 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 1,00	NR
	16 – 25 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 3,30	≥ 1,00	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 2,60	≥ 1,00	Nord: ≤ 0,6 Autres: ≤ 0,4
	36 – 45 %	≤ 0,49	≤ 0,55	≤ 1,90	≥ 1,00	Nord: ≤ 0,5 Autres: ≤ 0,3
Zone climatique réglementaire Z6 (Réf. Errachidia)	≤ 15 %	≤ 0,65	≤ 0,80	≤ 3,30	≥ 1,00	NR
	16 – 25 %	≤ 0,65	≤ 0,70	≤ 3,30	≥ 1,00	Nord : NE Autres: ≤ 0,7
	26 – 35 %	≤ 0,55	≤ 0,60	≤ 2,60	≥ 1,00	Nord: ≤ 0,6 Autres: ≤ 0,4
	36 – 45 %	≤ 0,49	≤ 0,55	≤ 1,90	≥ 1,00	Nord: ≤ 0,5 Autres: ≤ 0,3

NB : Pas d'exigence/U des planchers exposés sur pilotis est le même que celui de la toiture.

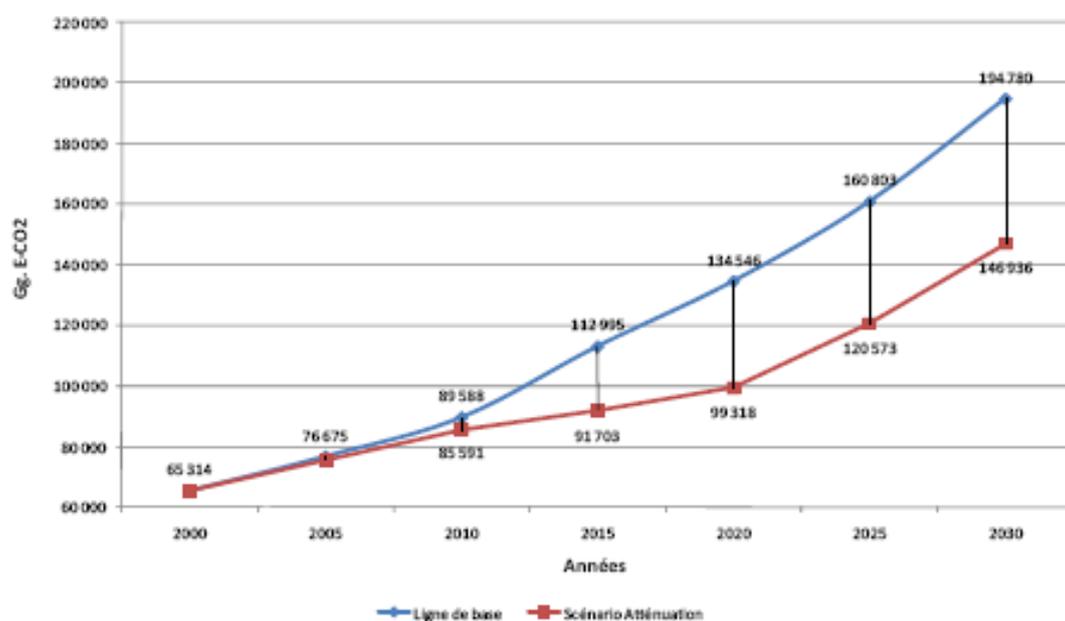
2.2.3. Potentiel d'atténuation des émissions de CO₂

Selon le projet de la seconde communication nationale, le niveau d'émission de GES reste faible avec 75 047 Gg E-CO₂ (2004), avec une contribution du secteur de l'énergie de 52,28 %, dont le tiers (36 %) provient du secteur du bâtiment. Les mesures d'atténuation préconisées à l'horizon 2030 concernent :

- Une production importante d'électricité d'origine éolienne, solaire, biomassique et hydro électrique,
- La promotion de l'efficacité énergétique dans les secteurs du tertiaire, du résidentiel, de l'industrie, des transports et de l'agriculture.

La figure ci-après relate le potentiel d'atténuation des émissions E-CO₂ pour l'ensemble des secteurs.

Figure 3 – Atténuation Maroc : Evolution des émissions de GES 2000-2030



Réf. Projet seconde communication nationale

3. Secteur énergétique

3.1. Contribution à l'économie nationale

Au Maroc, le secteur de l'énergie apporte une forte contribution à l'économie nationale. Il représente 7 % du PIB et génère 17,3 MMDH de recettes fiscales en 2009. Les investissements réalisés dans le secteur se sont élevés à 10 MMDH en 2009 contre 21 MMDH en 2008.

La facture énergétique a été de 50,6 MMDH en 2009 contre 69,7 MMDH en 2008. Le pétrole brut et les produits pétroliers y représentent près de 60,1 % en 2009. La dépendance énergétique du pays se situe à près de 94,6 % en 2009 contre 97,5 % en 2008.

La consommation d'énergie a atteint 15,1 Mtep en 2009 contre 14,8 Mtep en 2008, provenant presque en totalité de l'importation ; la production nationale, bien que potentiellement importante, reste à ce jour tout à fait marginale.

Ces indicateurs montrent que la consommation d'énergie au Maroc reste faible, estimée en 2008 à 0,47 tep/habitant et 694 KWh/an.

Contribution à l'économie nationale	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PIB en %	7	7	7	7	7	7	7	7
Recettes fiscales en MMDH	12	12	12,5	12,5	12,5	15	16	17,3
Facture énergétique en MMDH	19,1	21,4	26,6	37,6	44,4	51,8	69,7	50,6
Consommation énergétique Mtep	10,5	10,9	11,5	12,2	12,9	13,7	14,8	15,1
Investissements en MMDH	4,6	5,0	7,2	6,1	6,7	13,8	21,5	10
Consommation tep/hab	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,45	0,47	0,48
Consommation KWh/hab	483	515	545	584	631	666	694	710

Source : Ministère de l'Énergie/secteur de l'Énergie chiffres clés 2009

Facture énergétique	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Pétrole brut et produits pétroliers	16,2	18,9	23,1	33,4	39,7	45,9	59,7	43,8
Charbon	2,5	2,0	3,0	3,7	3,6	4,3	6,7	4,5
Electricité	0,4	0,5	0,5	0,5	1,1	1,6	3,3	2,3
Total	19,1	21,4	26,6	37,6	44,4	51,8	69,7	50,6

Source : Ministère de l'Énergie/secteur de l'Énergie chiffres clés 2009

La dépendance énergétique du Maroc en 2009 est illustrée par le tableau suivant :

Production en Ktep			Consommation en Ktep					
819			15139					
Pet.gz nat	Hydraulique	Eolien	Prod.pétr	charbon	Hydraulique	Gaz nat.	Elec.impor	Eolien
49	668	102	9106	3475	668	586	1202	102

3.1.1. La filière électricité

En 2009, la puissance installée s'élève à 6 135 MW, contre 3 683 MW en 1999. L'énergie nette appelée en 2009 est de 25 TWh. Les ouvrages hydroélectriques, totalisant une capacité de 1 720 MW, pâtissent de pluviométrie capricieuse et d'une concurrence de l'irrigation.

La demande, quant à elle, a progressé au rythme annuel moyen de 7 % sur cette période. Malgré la pression sur le parc existant, accélérant de ce fait son vieillissement, le recours à l'interconnexion avec l'Espagne, conçue au départ pour une utilisation économiquement justifiée, devient structurellement indispensable pour couvrir le déficit.

L'inadéquation entre l'offre et la demande est aujourd'hui avérée. Pour rétablir la marge de réserve à des niveaux sécurisants, les besoins en investissements dans la production sont évalués par le Ministère de l'Énergie et des Mines à 60 milliards de dirhams entre 2008 et 2012. Le transport d'électricité a également besoin d'investissements importants, évalués à 8 milliards de dirhams sur la même période.

Selon les scénarios élaborés par le Ministère de l'Énergie et des Mines dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique, rendue publique lors des Assises de l'Énergie tenues le 6 mars 2009 à Rabat, la consommation de l'électricité entre 2008 et 2030 sera multipliée par un minimum de 4 et un maximum de 6, passant ainsi de 24 000 GWh à 96 000 GWh à minima et à 133 000 GWh à maxima. Selon ces hypothèses, la puissance maximale appelée devrait se situer entre 12 000 et 20 000 MW à l'horizon 2030, contre 4 240 en 2008. Et pour répondre à cette demande, il faudrait multiplier par 3,5 la capacité de la production actuelle du Maroc.

Energie électrique appelée en GWh	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Production ONEE	4 537	5 776	6 251	6 439	5 935	6 087	6 689	7 531
Production concessionnelle*	9 566	9 563	10 122	12 222	13 159	13 021	13 042	12 773
Echanges d'énergie import/export	1 392	1 437	1 534	813	2 026	3 506	4 261	4 622
Energie nette appelée	15 539	16 779	17 945	19 518	21 104	22 608	24 002	25 016
Taux d'évolution en %		8	7	8,8	8	7,1	6,2	4,2

*par JLEC : Jorf Lasfar Energy Company - CED : Compagnie Eolienne du Détroit -STE : Société Tahadart d'Électricité

3.1.2. La filière GPL

La consommation des Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL), notamment le butane, utilisé quasi en totalité dans le secteur résidentiel, est toujours croissante. Le butane passe en effet de 1 595 000 tonnes en 2007 à 1 698 500 tonnes en 2008 avec des prévisions de 1 729 400 tonnes en 2009. La consommation de propane, quant à elle, utilisée dans les hôtels, les hôpitaux, l'industrie, a atteint 180 200 tonnes en 2008, contre 170 000 tonnes en 2007. La prévision pour 2009 est à la baisse : 165 300 tonnes.

Evolution de la consommation GPL en kt	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Propane	116	113	136	151	162	170	180,2	165,3
Butane	1144	1226	1287	1346	1453	1595	1698,5	1729,4

Source : Ministère de l'énergie/secteur de l'énergie chiffres clés 2009

3.1.3. Tarification de l'énergie

Le secteur de l'énergie n'est pas encore libéralisé malgré la forte présence du privé dans ce secteur. Les tarifs de l'énergie sont en effet réglementés, ils sont fixés par arrêté du Ministère Délégué auprès du Premier Ministre chargé des affaires économiques et générales.

Deux précisions importantes par rapport aux prix des produits pétroliers et des tarifs d'électricité doivent être apportées :

- L'Etat fixe les prix des produits pétroliers, mais il paie aux opérateurs privés, quand c'est le cas, la différence entre le prix de revient – incluant la marge - et le prix de vente public. C'est le système de compensation mis en place depuis longtemps afin d'éviter au consommateur de subir les fluctuations, souvent à la hausse, des cours du pétrole et du gaz.

A titre d'exemple, en 2008, avec la flambée des cours du brut, le soutien des prix des produits pétroliers - gaz butane, carburants et fioul - a coûté au budget de l'Etat plus de 25 milliards de dirhams, contre 3,4 milliards de dirhams en 2004 et seulement 700 millions de dirhams en 2003. La réflexion est en cours pour réajuster le système de compensation et le rendre plus ciblé.

- Les tarifs de l'électricité distribuée par l'ONEE sont fixés par arrêté ministériel, après réunion d'une commission interministérielle. Pour des raisons de compétitivité des industries marocaines, les tarifs de l'électricité industrielle n'ont fait que baisser depuis 1997 (-35 % environ). Pour les particuliers, en revanche, un système de progressivité des tarifs - tarification selon la tranche de consommation – a été mis en place, depuis le milieu des années 90, avec une tranche sociale (jusqu'à 100 kWh/mois) bénéficiant d'un tarif réduit.

L'ONEE pratiquant des tarifs déconnectés de la réalité des prix des combustibles (charbon principalement mais aussi le fioul même subventionné), et pour de nombreuses autres raisons liées notamment à la programmation des investissements, en particulier dans la production, l'offre d'électricité n'a pas suivi une demande en pleine essor. De ce fait, cette filière connaît quelques difficultés qui sont progressivement aplanies.

3.1.4. Principaux opérateurs du secteur

Sur le plan institutionnel, le secteur est placé sous la tutelle du Ministère de l'énergie, des mines, de l'eau et de l'environnement. Toutefois, les Régies de distribution d'eau et d'électricité dépendent, elles, du Ministère de l'intérieur.

Depuis 1993, le Maroc a fait une large place au secteur privé, lequel, sur le plan opérationnel, contrôle la totalité de la filière pétrolière ainsi qu'une bonne partie de la production d'électricité. Les actions entreprises dans ce domaine peuvent être résumées comme suit :

- Privatisation du raffinage : SAMIR, filiale de CORAL, est la seule raffinerie du pays,
- Privatisation totale de l'activité de distribution des produits pétroliers,

- Introduction de la production concessionnelle d'électricité, laquelle assure près de 60 % des besoins : Jorf Lasfar Energy Company (JLEC), Compagnie Eolienne du Détroit (CED), Société Tahadart d'Electricité (STE) sont les principaux opérateurs,
- Octroi à des gestionnaires délégués des services de distribution d'eau, d'électricité et d'assainissement du Grand Casablanca à la Lyonnaise des Eaux (LYDEC), de Rabat et Tanger-Tétouan à Veolia Environnement.

Pour autant, le secteur public demeure encore important ; il compte de nombreux opérateurs :

- L'Office National de l'Electricité et de l'Eau Potable (ONEE) qui assure partiellement la production et la distribution et en totalité le transport d'électricité,
- L'Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM) qui supervise les recherches minières et l'exploration pétrolière,
- L'Agence de Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (ADEREE),
- Sept régions publiques de distribution d'eau, d'électricité et d'assainissement, placées sous la tutelle de la Direction des régions et des services concédés du Ministère de l'intérieur.

3.1.5. Nouvelle stratégie pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique

Afin de ne pas brider la dynamique de croissance qui se met en place en lui assurant un approvisionnement en énergie adéquat, mais sans compromettre durablement le déséquilibre des comptes extérieurs, le Maroc a décidé, parallèlement au renforcement de l'offre, d'agir sur la demande en énergie. A cet égard, **l'efficacité énergétique** est érigée en priorité dans le cadre de la nouvelle stratégie énergétique nationale.

Cette stratégie retient parmi ses axes prioritaires la réduction de la dépendance du pays des énergies fossiles, établie aujourd'hui à près de 96 %, et la maîtrise de la demande pour une meilleure contribution du secteur aux efforts de développement durable du pays.

Les énergies renouvelables constituent une alternative prometteuse de par l'énorme potentiel dont dispose le Maroc en matière d'énergie solaire, éolienne et de biomasse.

Le Maroc dispose également d'un grand potentiel d'énergie éolienne de l'ordre de 7 000 MW. L'éolien représente 2,2 % de la capacité électrique installée en 2008 grâce à deux projets d'une capacité totale de 114 MW. A l'horizon 2012, la capacité installée atteindra 1 500 MW.

L'utilisation de l'énergie solaire a été longtemps limitée au solaire thermique. Pour le photovoltaïque, environ 200 000 m² de panneaux solaires ont été installés dans le cadre du programme PROMASOL. 240 000 m² additionnels sont projetés en 2012. La puissance installée en photovoltaïque, de 9 MWe en 2012, doit être augmentée de 10 Mwe, ce qui ne présente qu'une faible partie du potentiel de l'énergie solaire photovoltaïque au Maroc, estimée à 1 080 MW. Des plans de 2 000 MW pour le solaire et pour l'éolien ont été lancés, la part de l'énergie solaire dans la production électrique du pays devant atteindre environ 42 % en 2020.

Le Maroc se caractérise par l'importance de son secteur agricole. La valorisation énergétique de la biomasse agricole est une opportunité à saisir pour soutenir l'approvisionnement du Maroc en énergie dans le cadre de projets décentralisés, à petit échelle, principalement en milieu rural où l'accessibilité à l'énergie est difficile et coûteuse. Le potentiel énergétique des déchets solides ménagers doit également être pris en compte bien que cela nécessite un effort considérable tant au niveau institutionnel et réglementaire qu'au niveau de la sensibilisation de la société civile.

Le tableau ci-après résume ces potentiels en termes d'énergies fossiles économisées, de CO₂ évité et de création d'emplois.

Filière	Horizon	Potentiel réalisable Puissance MW _{th} en m ² pour le solaire thermique	Investissement en milliard de dirhams	CO ₂ évité en millions tonnes/an	Réduction des importations du pétrole millions Tep/an	Création d'emplois
Eolien (deux variantes dépendant de la réglementation)	2012	1000	15	3	0,7	4000
		2000	30	5	1,3	5000
	2020	4000	60	10	2,6	8500
		7000	105	17	4,4	20000
PV décentralisé	2012	10	1,1	0,14	0,005	1000
	2020	80	8	0,112	0,035	5000
PV connecté au réseau	2012	80	3,52	0,112	0,035	200
	2020	1000	44	1,4	0,43	5000
Solaire thermique	2012	440000	1,2	0,24	0,027	240
	2020	1700000	6,3	0,92	0,102	920
Biomasse	2012	188	4,14	0,95	0,43	420
	2020	950	21	4,8	2,147	2122

Référence CDER/ADEREE

L'intégration des énergies renouvelables requiert une approche de déploiement par secteur socio-économique (industrie, habitat, tourisme, transport, agriculture) et par région économique (5 régions pilotes sont retenues dans la phase de démarrage), recherchant l'adhésion de tous les acteurs concernés, publics et privés, et prenant en considération les opportunités qu'offre dorénavant l'espace euro-méditerranéen à travers les initiatives du Plan Solaire Méditerranéen et de Desertec. Dans ce cadre, des programmes de partenariats (conventions cadre) à l'échelle nationale et régionale ont été mis en place visant l'implication et l'engagement des différents acteurs pour le déploiement de cette nouvelle stratégie.

L'encadrement stratégique du secteur est développé à travers la mise en place d'un cadre législatif favorisant l'intégration des énergies renouvelables (ER) et de l'efficacité énergétique (EE) dans le paysage énergétique national. La nouvelle loi sur les énergies renouvelables, en cours d'approbation, permettra l'ouverture du secteur au niveau de la production et la commercialisation de l'énergie électrique à base d'énergie renouvelable. Elle s'articule autour des points suivants :

- Toute personne physique ou morale sera autorisée de produire son énergie à partir des ER,
- L'installation libre jusqu'à 20 kW_{el}, 8 MW_{th} ; déclaration et autorisation pour les plus hautes puissances,
- Droit de l'accès au réseau THT, HT, MT sur avis du gestionnaire du réseau,
- Option de l'exportation,
- Commercialisation de l'électricité à travers l'ONE vers un consommateur ou un groupement des consommateurs.

Le projet de loi sur l'efficacité énergétique traite en ce qui le concerne des principes suivants :

- La performance énergétique pour :
l'étiquetage des équipements énergétiques,
le code énergétique pour la construction des bâtiments,
l'efficacité énergétique des systèmes de transport,
la planification énergétique au niveau des collectivités locales,
- L'étude d'impact énergétique des grands projets d'aménagement,
- L'audit énergétique obligatoire, à partir d'un seuil de consommation,
- Le contrôle technique, le constat des infractions et des sanctions.

La mise en œuvre de la nouvelle stratégie énergétique au niveau des régions vise à favoriser l'intégration des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans les plans de développement locaux à travers :

- La réalisation d'un atlas des ressources énergétiques renouvelables,
- L'élaboration de Masters Plans et de bases de données « projets d'investissement »,
- Le développement activités d'EE et EnR dans le bâtiment, l'industrie et les transports,
- L'appui au développement industriel, commercial et d'activités de services de proximité (maison énergie),
- Le développement de synergies entre programmes d'infrastructures (approche "économie circulaire"),
- La création de pôles de compétences en coopération avec les établissements d'enseignement supérieur, l'industrie, les sociétés de services, etc.

II. Situation actuelle du secteur des bâtiments

Le secteur de l'habitat occupe une place centrale dans les politiques publiques depuis 2002. Pour résorber l'énorme déficit en logement auquel le pays fait face, une politique volontariste de construction de logements a été mise en place, appuyée sur un partenariat public - privé.

Les quelques événements survenus ces toutes dernières années, notamment le séisme d'Al Hoceima, les inondations du Gharb, la prolifération de constructions informelles, etc. ont fortement activé et amplifié les actions de soutien et de contrôle des organismes en charge du secteur : le strict respect des conditions liées à la sécurité et à l'hygiène des populations est particulièrement pris en considération. A titre d'exemple, en milieu rural, ces actions correspondent à l'assistance architecturale, aux Centres ruraux émergents, aux Maisons de services publics, etc.

D'une manière générale, à l'échelle de la ville et des quartiers, des bidonvilles, des quartiers non réglementaires, de l'habitat menaçant ruine, du tissu ancien, etc. peut parfois exister.

Plusieurs programmes de mise à niveau, d'envergure nationale, ont porté sur :

- Villes sans Bidonvilles : VSB
- Quartiers Non Réglementaires : QNR
- Zones d'Aménagement Progressives : ZAP
- Habitat Menaçant Ruine : HMR
- Tissu Ancien : TA
- Programme d'Urgence : PU

De 2002 à juin 2008, une centaine d'opérations en zone rurale, d'un coût de près de 3,2 MMDH et ayant bénéficié de subventions à raison de 1,3 MMDH, ont permis à quelques 92 000 ménages de bénéficier de logements conformes.

1. Parc existant et typologie des bâtiments

1.1. Etat des lieux du logement au Maroc : baisse importante en cours du déficit en logement

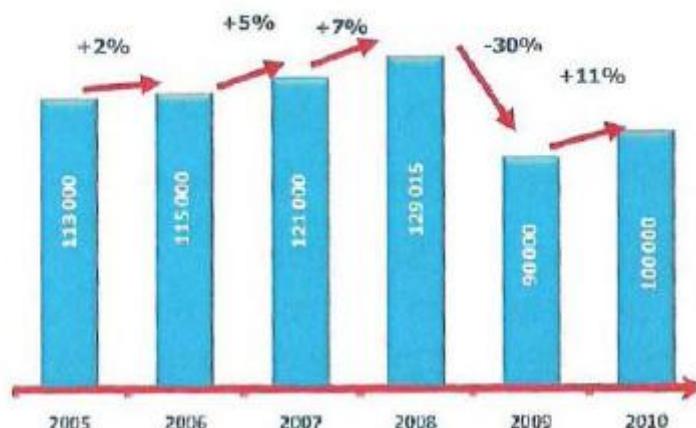
Année	2000	2010	2010/2000
Déficit estimé de logements en unités	1.400.400	840.000	- 40 %

- 153.771 logements sont achevés par an en moyenne (2006-2009), dont 49 % en auto construction.
- 49 % des logements urbains ont plus de 20 ans et 16 % plus de 50 ans (2004).
- 19 % du parc urbain est inoccupé (2004).
- Près de 64 % des ménages sont propriétaires et 26 % sont locataires.
- 75 % des logements achevés relèvent d'opérations économiques et sociales.

1.2. Indicateurs de performance du secteur pour 2010

Production en unités d'habitat social : En 2010, le nombre d'unités sociales produites a connu une augmentation de 11 % par rapport à 2009, avoisinant les 100.000 unités, mais il reste inférieur de 22 % par rapport à 2008.

Figure 4 – Evolution de la production d'unités sociales entre 2005 et 2010



Source : DPI, MHUAE

Parc de logements existants : Au niveau national, le parc d'unités de logements peut être estimé en 2008 à près de 4 783 000 unités, contre 4 300 000 d'unités en 2004 et 4 023 726 unités en 2000.

Tableau 2 - Répartition en % des logements autorisés par types de construction

Type de construction	2001	2002	2003	Moyenne
Immeuble	45.9	44.8	45.7	45.5
Villa	3.7	4.2	4.3	4.1
Habitations type marocain	50.5	51.0	50.0	50.5
Total	100	100	100	100

Source : Direction de la Statistique

Depuis 2005, la production de logements autorisés a été respectivement de 115 000 en 2006, 121 000 en 2007 et environ 124 000 en 2008, soit plus de 100 000 logements construits par an, conformément aux objectifs de la stratégie nationale mise en œuvre dans ce secteur.

Ainsi, environ 500 000 logements ont été construits ces cinq dernières années, tous types et standing confondus.

Les logements achevés sur la période 2003 à 2007 ont représenté près de 843 000 unités, dont 484 000 unités sociales et 212 000 unités de restructuration. Elles ont été réalisées à hauteur de 52 % par le secteur public et 48 % par le privé.

Les établissements publics en charge du secteur de la construction de logements ont augmenté considérablement leurs investissements qui passent de 2,3MMDH en 2002 à 6,4 MMDH en 2007.

Typologie des bâtiments : Dans l'atlas des réalisations du MHUAE sont recensées les typologies des logements au Maroc, notamment celles dédiées à l'habitat social.

En milieu urbain, est estimée la répartition suivante du parc global de logements : la maison marocaine 82 %, l'appartement 14 % et la villa 4 %. Aujourd'hui, pour diverses raisons, notamment la rareté du foncier dans les grandes villes et le faible pouvoir d'achat, la tendance se renverse : la quote-part des appartements passe à 44 %, celle de la maison marocaine à 52 %, la villa se maintenant à près de 4 %.

La typologie de l'habitat social peut être scindée en six catégories :

- Les programmes de type habitat économique, habitat bon marché et social caractérisés par des logements individuels ou bi-familial autorisés en RDC à R+2,
- Les programmes de type immeubles sociaux collectifs en R+2 à R+4,
- Le programme de l'habitat social « 200 000 logements » réalisé par les opérateurs publics et, partiellement, par les opérateurs privés,

- Le secteur informel,
- Les opérations de recasement, dont plus de 80 % des constructions comprennent 1 ou 2 logements.

La répartition des ménages (en %) selon le type d'habitat et le lieu de résidence, telle qu'elle ressort des RGPH de 1994 et de 2004, se présente comme suit :

Type d'habitat	1994		2004	
	urbain	rural	urbain	rural
Villa, niveau de villa	3,6	0,2	3,3	0,3
Appartement	10,5	0,3	12,4	0,1
Maison marocaine traditionnelle	13,7	3,7	8,1	4,8
Maison marocaine moderne	58,5	8,6	62,5	13,6
Sommaire ou bidonville	9,2	6,1	8,2	5,6
Habitat de type rural	1,3	79,8	1,1	72,2
Autres	3,2	1,3	4,3	3,4
Total	100	100	100	100

Source : HCP/RGPH 2004

L'ancienneté des logements en milieu urbain se répartit comme suit (en %) :

Age du logement	Urbain
Moins de 10 ans	22,5
De 10 ans à moins de 20 ans	27,6
De 20 ans à moins de 50 ans	36,7
50 ans et plus	13,2
Total	100

Source : HCP/RGPH 2004

2. Permis de construire

Les réalisations dans le secteur du bâtiment sont généralement appréhendées à travers l'évolution des mises en chantier, des achèvements et des investissements, tant au niveau des opérateurs publics que privés.

Selon le Haut-Commissariat au Plan, environ 54 000 autorisations de construire ont été octroyées en 2007 en milieu urbain, contre près de 52 000 en 2006, ce qui correspond à une évolution de 4,2 %, avec toujours une large prédominance (en pourcentage) des demandes pour la construction de maisons de type marocain : 73,4 %, contre seulement 14,4 % de demandes de construction d'immeubles.

En 2007, l'analyse du statut d'occupation des logements montre que sept ménages sur dix (73,8 %) sont propriétaires de leur logement, dont 89,4 % en milieu rural et 64,1 % en milieu urbain. Une très forte tendance à la baisse de la location est relevée entre 1982 et 2007 (- 18,5 %) tandis que l'accès à la propriété suit une tendance haussière (+23,2 %).

	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre d'autorisations de construire délivrées	47378	50185	50570	51889	54065
Surface bâtie prévue en milliers de mètres carrés	6049	5646	5687	6534	6248
Surface de plancher prévue en milliers de mètres carrés	18387	15407	15549	18042	17056
Valeur prévue en millions de dirhams	24832	19355	19725	23637	22239
Nombre de logements prévus	107910	105584	109120	110816	117407
Nombre de pièces prévues	347000	341000	349000	358000	381000
Autorisations de construire délivrées selon la catégorie de construction (en %)					
Villas	7,2	6,7	5,8	5,4	4,5
Immeubles	15,1	14,2	13,6	14,8	14,4
Habitations de type marocain	67,6	69,5	72,0	72,1	73,4
Bâtiments commerciaux et industriels	8,8	8,3	7,5	6,7	6,7
Bâtiments administratifs	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
Autres	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5
Surfaces des planchers prévues selon la catégorie de construction (en %)					
Villas	8,9	7,9	7,1	6,0	5,9
Immeubles	43,1	36,4	33,1	32,7	21,2
Habitations de type marocain	35,6	42,6	46,1	50,0	48,8
Bâtiments commerciaux et industriels	8,4	10,4	10,4	8,6	8,6
Bâtiments administratifs	2,4	1,9	2,2	1,9	2,9
Autres	1,7	0,9	0,8	0,8	2,6
Total en milliers de mètre carrés	18387	15407	15549	18042	17056
Conditions d'habitation au niveau national					
Statut d'occupation en %	2003	2004	2005	2006	2007
Propriétaires	75,1	76,4	76,1	74,0	73,8
Locataires	16,3	15,7	15,7	15,5	15,9
Autres	8,6	7,9	8,3	10,5	10,3

Au niveau des opérateurs publics de l'habitat :

Tableau 3 - Evolution des mises en chantier et des achevements de constructions entre 2002 et 2007

Evolution des mises en chantier entre 2002 et 2007	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production d'unités sociales de prévention	9919	17948	16241	29285	36470	34638
Production d'unités sociales de résorption	3509	22078	24643	49441	35560	31974
Total production sociale	13428	40026	40884	78726	72030	66612
Autres productions	6358	5610	8764	8547	12251	7204
Total production	19786	45636	49648	87273	84281	73816
Actions de restructuration	25479	53263	41539	77551	58973	56300
Total général	45265	98899	91187	164824	143254	130116
Evolution des achevements entre 2002 et 2007	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production d'unités sociales de prévention	12278	16439	10266	22501	18830	15367
Production d'unités sociales de résorption	4603	8832	15144	18355	24679	17153
Total production sociale achevée	16881	25271	25410	40856	43509	32520
Autres productions	10674	4168	5436	11908	6149	7473
Total production	27555	29439	30846	52764	49658	39993
Actions de restructuration	10435	12717	27098	36159	65763	69500
Total général	37990	42156	57944	88923	115421	109493

Source MHUAE/Direction de la Promotion Immobilière/Habitat Urbanisme bilan 2003 à 2007 et Plan d'Action 2008 à 2012

Ainsi, à titre d'exemple, la comparaison entre les résultats de 2002 et 2006 donne respectivement pour les mises en chantier 13 428 et 72 030, et pour les projets achevés 16 881 et 43 509, soit de très fortes progressions.

Au niveau du partenariat public - privé : Entre 2003 et 2007, 130 783 logements ont été réalisés par les opérateurs privés, dont 24 083 logements à faible valeur immobilière totale (VIT). En 2007, le Groupe Al Omrane a renforcé le partenariat avec le privé en conventionnant près de 100 000 logements.

3. Mode de construction

Les nombreux programmes de construction, très importants pour la plupart, lancés par les organismes publics et les opérateurs privés dans l'ensemble des régions du Maroc, les modes de construction adoptés sont soumis au respect des règles de l'art, des normes et des réglementations en vigueur. Cela sous-entend que tous les maillons de la chaîne de la construction sont impliqués dans le processus, notamment l'architecte, le bureau d'études structures, le bureau d'études électricité et fluides et le bureau de contrôle. Les modes classiques de construction sont mis en œuvre : matériaux de construction d'usage courant tels que le ciment, le sable, la gravette, le fer à béton, les appareils sanitaires, les réseaux de distribution d'eau, les circuits électriques avec les protections nécessaires, etc.

Dans la réalisation des programmes de logement social la recherche d'optimisation et de réduction des coûts de construction est de mise. En 2008, le gouvernement a lancé un programme de réalisation, sur cinq ans, de 130 000 logements sociaux à faible VIT (à raison de 140 000 DH l'unité), à travers l'opérateur public du secteur, Al Omrane.

Les cimentiers apportent leur soutien à la réalisation de ce projet en faisant bénéficier les promoteurs immobiliers, les entreprises de construction ou filiales d'Al Omrane qui auront passé des conventions avec l'Etat, de ristournes calculées sur le prix du ciment à sa valeur de janvier 2007, éliminant ainsi les augmentations de prix du ciment intervenues depuis cette date.

4. Organisation du secteur

4.1. Organisation du secteur

Ce secteur est bien organisé et bien encadré. Au niveau de l'organisation patronale du Maroc, la Confédération Générale des Entreprises du Maroc (CGEM), le secteur est représenté par de nombreuses associations professionnelles métiers regroupées au sein de la Fédération Nationale du Bâtiment et des Travaux publics (FNBT), de l'Association Marocaine des Promoteurs Immobiliers (AMPI), etc.

Les entreprises privées opérant dans le secteur des matériaux de construction, au nombre de 700 environ en 2005, sont souvent affiliées à des fédérations et des associations professionnelles, notamment la Fédération des Matériaux de Construction (FMC), l'Association Professionnelle des cimentiers (APC), l'Association Professionnelle des Industries Céramiques (APIC), l'Association Professionnelle des Briquetiers (APB), l'Association Professionnelle des fabricants Industriels du Plâtre (AFIP), l'Association Professionnelle des Producteurs de Béton Prêt à l'Emploi (APPBPE).

La maîtrise d'œuvre est représentée notamment au niveau du Conseil national de l'ordre des architectes, de la Fédération marocaine de conseil et d'ingénierie.

Le secteur bénéficie d'un centre important (CETEMCO) à Casablanca dédié aux essais, à la formation, à la recherche, comme des services du Laboratoire Public d'Etudes et d'Essais (LPEE).

Au niveau de la formation, tous les métiers du bâtiment sont couverts par l'Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail (OFPPT), comme par plusieurs Ecoles d'ingénieurs : Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP), Ecole Mohammedia des Ingénieurs (EMI), Ecole Nationale de l'Industrie Minérale (ENIM), Ecole Nationale de l'Electricité et de la Mécanique (ENSEM). Le secteur bénéficie aussi d'une Ecole nationale d'architecture à Rabat et d'une Ecole d'architecture privée à Casablanca.

Un système de classification des entreprises et des bureaux d'études techniques intervenant entre autres dans le secteur du bâtiment est mis en œuvre et piloté par le Ministère des Travaux Publics.

Nota : Toutes les usines de ciment sont certifiées ISO 9000 - version 2000 - et ISO 14000.

Les produits sont normalisés.

Les sanitaires et les carreaux sont certifiés NM.

Les produits sidérurgiques sont normalisés ISO.

4.2. Secteur Informel

Celui-ci intervient en général dans les toutes petites opérations, souvent dédiées à la vente au noir des matériaux de construction, aux travaux non déclarés d'extension et de réparation. Toutes activités confondues, le champ d'intervention informelle se situe plutôt dans les zones périurbaines de quelques grandes villes (71,6 %) et en milieu rural (39 %).

Environ 5 % des personnes opérant dans le domaine de la construction informelle ont eu une qualification professionnelle par apprentissage : tous les autres ont plutôt appris sur le tas.

Très peu de données et d'informations sont disponibles sur cette activité, au demeurant de plus en plus marginale. Une étude, la seule pour le moment, sur les activités informelles au Maroc, réalisée par le HCP en 1999/2000, a montré que la part de l'emploi informel dans le secteur de la construction au Maroc était d'environ 23,6 % de l'emploi total et de 39 % des emplois urbains. On avait estimé alors le poids de l'informel dans les activités non agricoles à 17 % du PIB.

4.3. Acteurs clé

4.3.1. Publics

- Les Agences urbaines, comme outils de développement urbain et de mise à niveau des agglomérations.
- Al Omrane, Al Omrane Al Janoub pour les Provinces du Sud, Al Omrane Al Boughaz pour la Région de Tanger/Tétouan, Al Omrane Tamesna dédié à la nouvelle ville de Tamesna, Idmaj Sakkane dédié à la résorption des bidonvilles de Casablanca, etc.
- CDG, CDG Développement, CGI.

4.3.2. Privés

ADDOHA, GROUPE JAMAI, PALMERAIE DEVELOPPEMENT, KLK, ALLIANCES, EMMAR, SOMED IMMOBILIER, ONA IMMOBILIER.

5. Consommation d'énergie

Dans le Plan d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment, le CDER estime qu'environ 36 % de l'énergie totale finale au Maroc est dédiée au secteur du bâtiment, avec près de 29 % dans le résidentiel et 7 % dans le tertiaire.

Il ressort de l'examen de la structure de la demande d'électricité par secteur d'activité en 2008 auprès de la clientèle directe de l'ONEE que le résidentiel et le tertiaire, donc le bâtiment, mobilisent près de 50 % de l'énergie électrique appelée, avec des parts respectives de 33 % et 17 %.

Mais le pays compte également 9 autres distributeurs : 2 gestionnaires délégués (Lydec et Véolia environnement) et 7 régies publiques multiservices. L'ONEE fournit l'énergie électrique à ces 9 distributeurs et cela apparaît dans ses comptes sous l'appellation de "vente aux distributeurs". Toutefois, la ventilation par secteur de l'électricité distribuée par ces opérateurs n'est pas disponible. "C'est une lacune que nous avons décidé de combler à l'avenir, afin de pouvoir disposer des chiffres consolidés", reconnaît-on auprès de l'autorité de tutelle.

Tous distributeurs confondus, le secteur de l'habitat représenterait environ 50 à 55 % de la consommation globale, dont 35 à 40 % pour le résidentiel. Selon l'ex Directeur de l'énergie au MEMEE, près de 35 % de l'énergie distribuée au niveau national est destinée à la consommation finale du résidentiel.

Le poids du bâtiment, et tout particulièrement son volet résidentiel, est d'ailleurs reconnu par les responsables du secteur de l'électricité, lesquels, pour expliquer la forte croissance de la demande observée ces dernières années, mettent systématiquement en avant trois facteurs principaux : l'accélération du Programme d'Electrification Rurale Globale (PERG) aujourd'hui presque totalement achevé ; l'urbanisation croissante, objet du programme de près de 150 000 logements par an, le Plan Azur de l'hôtellerie, la rénovation des hôpitaux ; et la hausse du taux d'équipement des ménages avec le confort énergétique de l'utilisation du chauffage et de la climatisation.

Une étude récente (2008) de la Banque mondiale sur le secteur électrique au Maroc fait les mêmes observations et aboutit aux mêmes estimations.

6. Budget énergie des ménages

- 21 % du budget des ménages est consacré à l'habitation.
- 20 % des dépenses des ménages liées au logement sont consacrées à l'énergie.

L'énergie utilisée dans les logements est estimée à :

- 20 % pour l'eau chaude sanitaire,
- 10 % pour l'électroménager, l'éclairage et la télévision,
- 70 % pour la cuisson et le chauffage/climatisation.

7. Emissions de CO₂

Les émissions des gaz à effet de serre (GES) correspondent en général aux émissions des gaz de type CO₂, N₂O et CH₄.

Avec une quantité d'émission de GES en l'an 2000 de près de 63,4 millions de tonnes de CO₂, soit près de 0,15 % de la quantité mondiale émise, le Maroc occupe le 80^{ème} rang. Les émissions de CO₂ par habitant (2,2 tonnes) placent le Maroc au 154^{ème} rang mondial. Le Maroc est donc peu pollueur.

L'appréciation des émissions propres au secteur du bâtiment prend en considération les émissions provenant des centrales électriques fonctionnant avec des combustibles fossiles - charbon, fioul lourd et gaz naturel – dont une partie de la production alimente en KWh les bâtiments, ainsi que les émissions directes des ménages et du secteur tertiaire.

Ceci correspond, conformément aux informations données lors de la réunion du Comité national sur les changements climatiques du 30 juin 2009/Premiers résultats de la seconde communication nationale/ADS/FRAQUEMAR (réunion organisée par le Département de l'environnement), aux valeurs indicatives suivantes :

Tableau 4 - Evolution des émissions des GES par module entre 1994 et 2004 (en Gg E-CO₂)

Modules	1994		2000		2004		Taux annuel moyen		
	Gg	%	Gg	%	Gg	%	94/00	00/04	94/04
Emissions GES									
Energie	26859	55,87	32290	50,90	39235	52,28	3,12	4,99	3,86
Industrie énergie	8750	18,2	11199	17,65	15220	20,28	4,20	7,97	5,69
Ménages	3603	7,49	4579	7,22	5101	6,80	4,08	2,73	3,54
Tertiaire	543	1,13	955	1,51	1114	1,48	9,88	3,91	7,45
Industrie	3158	6,57	3772	5,95	4991	6,65	3,01	7,25	4,68
Agriculture	12092	25,15	20634	32,5	23081	30,76	9,32	2,84	6,68
Foresterie	3544	7,37	3645	5,75	3998	5,33	0,47	2,33	1,21
Déchets	2419	5,03	3096	4,88	3739	4,98	4,20	4,83	4,45
Total national	48072	100	63439	100	75047	100	4,73	4,29	4,55

Pour rappel, à pondérer la génération d'électricité par 50 à 55 %, correspondant à la quote-part estimative de la consommation prise directement par l'habitat, comme des hypothèses dans les calculs dédiés aux facteurs d'émission en Kg/KJ.

8. Réglementation thermique, code et label

8.1. Réglementation thermique

Celle-ci a été présentée précédemment.

Dans les projets de construction nécessitant la mise en place de la climatisation ou du chauffage, seul un bilan thermique est actuellement établi, abstraction faite de la classification énergétique du bâtiment, pour notamment apprécier sa consommation en KWh l'hiver et l'été.

La première mouture du Code de l'urbanisme a été achevée en 2007.

Le projet de Loi dédié à la Régulation urbanistique des zones d'habitat sous équipées et des constructions non réglementaires est en cours d'instruction au Secrétariat Général du Gouvernement.

Le projet de décret portant Règlement général de construction est en cours d'élaboration.

8.2. Code de la construction

En cours d'élaboration par la Direction technique de l'habitat du MHUAE, en étroite concertation avec tous les professionnels et les institutionnels du secteur, le code de la construction serait un référentiel réglementaire devant organiser le secteur de la construction, notamment aux niveaux des interventions, des matériaux, des procédés et des sanctions. C'est aussi un instrument devant rendre les procédures en vigueur obligatoires et applicables par un cadre juridique.

8.3. Code d'efficacité énergétique dans le bâtiment

Celui-ci a démarré et plusieurs actions sont déjà bien avancées, comme la réglementation thermique du bâtiment, les études de caractérisation du marché marocain sur les équipements de chauffage, de ventilation et de climatisation, la caractérisation de l'éclairage dans le bâtiment, la caractérisation de l'éclairage dans l'hôtellerie, la caractérisation de la typologie du bâtiment, l'accompagnement des porteurs de projet d'efficacité énergétique dans le bâtiment avec le soutien de la Commission Européenne.

Le Maroc s'est ainsi engagé dans une stratégie ambitieuse d'efficacité énergétique dans le bâtiment. Il s'agit de réaliser une économie d'énergie de 12 % à 15 % à l'horizon 2020, tous secteurs économiques confondus. Le secteur de l'habitat, avec 36 % de part de la consommation énergétique du pays, présente un potentiel important d'économie d'énergie, d'autant plus que les plans d'aménagement urbains, les conceptions architecturales des bâtiments et les produits de construction ne sont soumis à aucune réglementation ou cadre juridique en matière d'efficacité énergétique.

L'application de la stratégie d'efficacité énergétique nécessite une intervention forte au niveau :

- De l'aménagement des nouvelles zones urbaines en général et des villes nouvelles en particulier, en abordant une approche intégrée énergie – eau – déchets (concept de l'économie circulaire d'optimisation de la gestion des flux des ressources et d'exploitation des ressources locales) ;
- De la conception et de la construction : topographie, orientation des bâtiments, agencement des pièces, matériaux de construction, isolation thermique, ventilation, etc. ;
- Des équipements énergétiques : eau chaude sanitaire, climatisation, chauffage, éclairage, ascenseurs, équipements électroménagers énergétivores, etc. ;
- De la gestion énergétique : diagnostic énergétique, suivi des factures, régulation, systèmes de contrôle, gestion des équipements.

L'application de ces mesures nécessite une base réglementaire et institutionnelle ainsi que la sensibilisation des acteurs et la société civile. Les actions mises en œuvre au Maroc pour l'intégration de l'efficacité énergétique sont multiples ; on peut citer :

- L'élaboration d'un code d'efficacité énergétique permettant une intégration complète de l'efficacité énergétique dans le secteur de l'habitat :
carte de zonage climatique du Maroc,
orientation du bâtiment,
ouvertures des fenêtres et leur orientation,
valeurs limites des coefficients de transmission thermique par type de bâtiment et par zone climatique,
enveloppe du bâtiment (isolation, matériaux de construction),
fenêtres, vitrage, protections solaires,
ponts thermiques,
chauffage, climatisation et ventilation : CES, pompe à chaleur, chauffage et rafraîchissement par circulation, éclairage, énergies renouvelables,
mécanisme de contrôle et de vérification de la conformité et définition des responsabilités,
- L'élaboration d'un guide d'efficacité énergétique dans le bâtiment qui constituera les lignes directrices d'une bonne maîtrise énergétique dans le bâtiment et une base de prise de décision pour les architectes, les ingénieurs, etc.,
- La généralisation de l'étiquetage, de la labellisation des équipements électroménagers et de la diffusion des lampes à basse consommation,
- La généralisation de l'intégration des mesures d'efficacité énergétique dans le bâtiment relevant en priorité des secteurs de l'habitat, de la santé, de l'éducation nationale ou encore du tourisme, en application des conventions cadre établies avec ceux-ci et qui prévoient :
l'intégration de l'EE et des ER dans les cahiers des charges de construction et de rénovation,
un plan de développement des compétences,
des actions de mobilisation et d'accompagnement,
des actions de communication et de sensibilisation.

Recherche et développement

- La démonstration est une composante forte du programme. Elle intervient au niveau des villes et zones urbaines nouvelles et des programmes d'infrastructure sectoriels qui constituent un terrain d'expérimentation et de diffusion de telles approches (diagnostics énergétiques, élaboration de cahiers des charges incluant les mesures d'efficacité énergétique, guides techniques, projets pilotes, etc.).
- La formation des architectes, ingénieurs, responsables sur l'efficacité énergétique.
- La sensibilisation et la communication institutionnelles et grand public.

Source de financement	Phase exécutoire
PNUD-FEM	3.000.000 \$US
PNUD-Rabat	200.000 \$US
Gouvernement italien	1.200.000 \$US
Gouvernement marocain	14.333.910 \$US
TOTAL	18.333.910 \$US

En cours de définition, sont envisagées des contributions de :

- La Commission Européenne : 10 000 000 euros,
- L'AFD – FFEM : 900 000 euros.

8.4. Labellisation du logement

Une étude dédiée à la labellisation du logement vient d'être lancée par la Direction technique de l'habitat du MHUAE. Pour s'assurer de la mise en œuvre des règles de sécurité, d'hygiène, de confort et d'habitabilité, objets de la qualité exigée dans la construction des logements, cette étude devra combler le vide réglementaire et normatif qui caractérise le secteur de l'immobilier. De ce fait, l'objet de cette étude consiste à la mise en place de procédures de labellisation pour l'attribution du label qualité, sécurité, durabilité, confort pour le logement.

9. Equipements électroménagers

Il s'agit essentiellement des téléviseurs, des réfrigérateurs, des lave-linge, des chauffe-eau électriques, des climatiseurs, etc.

Tableau 5 – Equipements électroménagers

Equipement des ménages marocains en bien durables - en % -	1999	2004	2008
Téléviseur	69,4	76,4	88,5
Réfrigérateur	40,8	-	66,7
Lave-linge- estimation	9	22	38

Sources : HCP statistiques de 2008 et Rapport sur le cinquantenaire de l'indépendance

Par souci d'économies d'énergie et de mise à niveau énergétique du marché national des équipements électroménagers, le CDER participe activement au projet européen de recherche MEDRES notamment pour adopter des procédures d'étiquetage informatives sur les consommations d'énergie de ces équipements.

Le CDER prévoit à l'horizon de :

- 2012, le remplacement de 400 000 anciens réfrigérateurs énergivores et l'achat de 500 000 appareils à faible consommation d'énergie,
- 2020, le remplacement de 2,6 millions d'anciens réfrigérateurs énergivores et l'achat de 2,7 millions d'appareils à faible consommation d'énergie.

10. Etiquetage et certification

10.1. Etiquetage

De plus en plus, les appareils électroménagers, tant ceux fabriqués localement que ceux importés, disposent d'étiquettes précisant leur consommation d'énergie, avec parfois également des étiquettes donnant la classification de la consommation d'énergie électrique entre A et G : A étant un appareil économe en énergie et G un appareil peu économe. Deux grandes sociétés locales fabriquent des réfrigérateurs, des téléviseurs et des machines à laver.

Malgré les quelques campagnes de sensibilisation sur les économies d'énergie, du fait des différences de prix existantes, le consommateur ne privilégie pas, en général, l'achat des appareils électroménagers les moins consommateurs d'énergie.

Dans le plan d'EE dans le bâtiment, le CDER prévoit à l'horizon 2012 un étiquetage énergétique obligatoire.

10.2. Certification

Quelques marques de chauffe eaux solaires bénéficient de l'estampille du CDER, preuve que ces équipements ont été testés au Laboratoire du CDER et qu'ils remplissent les performances énergétiques affichées. Un soutien financier à l'acquisition de ces équipements a même été mis en œuvre par le CDER dans le cadre des 1000 CES du Programme Marocain du Solaire – PROMASOL.

11. Exemples de programmes, projets et bonnes pratiques

Un très vaste programme d'efficacité énergétique, bénéficiant du soutien du Fonds National Energie - doté d'1 MM\$ - et de plusieurs organismes de coopération, sera opérationnel dans tous les prochains mois.

11.1. Très grands projets

Villes nouvelles de LAKHYAYTA à côté de Casablanca, TAMESNA à côté de Rabat et Chrafat : prise en considération à l'amont, dans l'aménagement urbain et dans les zones d'habitation comme dans les zones d'activités économiques, du développement durable notamment dans le transport, le traitement des eaux usées, le tri des déchets, les concepts d'architecture passive et d'efficacité énergétique active, comme de l'utilisation des énergies renouvelables – en fonction des possibilités techniques et climatiques, le solaire thermique, le solaire photovoltaïque et l'éolien.

Agence urbaine de développement d'Anfa à Casablanca (AUDA) : projet d'aménagement de 480 ha sur le site de l'ancien aéroport de la ville de Casablanca actuellement en pleine zone urbaine. Ce projet est mené par la Caisse de dépôt et de gestion. Un concours international a abouti à la sélection de Cabinets d'architectes développeurs pour accompagner l'AUDA dans les différentes étapes de ce projet dans lequel le développement durable est largement pris en considération.

11.2. Petits projets

Lycée Lyautey à Casablanca : un concours national lancé en mai 2009 par l'Agence de l'enseignement français à l'étranger (AEFE) a permis la sélection d'un groupement constitué d'un architectes et d'un bureau d'études techniques (Yassir Khalil Studio Architecte et CITECH Ingénierie) pour la réalisation du bâtiment des classes préparatoires aux grandes écoles, incluant architecture passive et efficacité énergétique active. Le CDER et l'ADEME apportent leur soutien notamment au niveau de la modélisation énergétique de ce bâtiment.

Lycée Descartes à Rabat : un concours national a été lancé en août 2009 par l'AEFE pour la sélection d'un groupement constitué d'un architecte et d'un bureau d'études techniques en vue de la réalisation du bâtiment Centre de documentation et d'information, incluant architecture passive et efficacité énergétique active.

Plusieurs autres projets pourraient être évoqués.

La Direction technique de l'habitat au sein du MHUAE a lancé un appel d'offres, courant septembre 2009, pour la sélection d'un Cabinet d'experts multidisciplinaires en vue de la réalisation d'un Guide de bonnes pratiques pour la réalisation de bâtiments à faible consommation d'énergie.

iii. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030

1. Scénario tendanciel - prolongement de la situation actuelle

1.1. Tendence démographique et évolution du parc

L'évolution du parc de logements, du moins sur le plan quantitatif, est fortement corrélée à la variable démographique. On construit d'autant plus de logements que le nombre de ménages croît plus vite et que les prix pratiqués sont accessibles pour les tranches de population ciblées.

1.1.1. Tendence démographique

A titre de repère, les cinq éditions officielles du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) réalisées au Maroc entre 1960 et 2004, donnent les valeurs suivantes :

Périodes de recensement	Population par milieu de résidence (en millions d'habitants)			Taux d'accroissement de la population	Taux d'urbanisation
	urbain	rural	ensemble		
1960	3 389 613	8 236 857	11 626 470	-	29,1
1971	5 409 725	9 969 534	15 379 259	2,58	35,1
1982	8 730 399	11 289 156	20 419 555	2,61	42,7
1994	13 407 835	12 665 882	26 073 717	2,06	51,4
2004	16 463 634	13 428 074	29 891 708	1,38	55,1

Source : HCP/CERED

Le rythme de progression annuel moyen de la population, comme on le voit dans ce tableau, a tendance à fléchir à partir de la décennie 80 consécutivement à la baisse de la fécondité.

Toutefois, comme on le verra dans le tableau ci-dessous, le nombre de ménages augmente à un rythme bien supérieur à celui de la population en raison de l'éclatement des familles (ou « nucléarisation » des familles) : 2,5 % contre 1,4 % pour la population.

Tableau 6 - Répartition (en millier) et taux d'accroissement des ménages lors des recensements de 1994 et 2004 par milieu de résidence

Milieu de résidence	1994	2004	Progression (en %)
urbain	2 522	3 440	3,2
rural	1 921	2 225	1,5
ensemble	4 443	5 665	2,5

Source : HCP/CERED

Le ralentissement - ou, selon les cas, l'accélération - du rythme de progression de la population, au Maroc comme ailleurs, sont expliqués par les démographes grâce à trois variables quantitatives : la fécondité, la mortalité et la migration. Ces trois variables quantitatives sont elles-mêmes déterminées par des facteurs qualitatifs, comme le niveau de vie et d'éducation, les politiques publiques en matière de santé et de population, etc.

Evolution démographique (scénario tendanciel) par millier	2004*	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Population urbaine	16 433	17 730	19 052	20 370	21 644	22 841	23 925	24 417
Population rurale	13 407	13 447	13 470	13 457	13 468	13 504	13 547	13 577
Total population nationale	29 840	31 177	32 522	33 827	35 112	36 345	37 472	37 994
Nombre ménages urbains	3 470	3 930	4 428	4 954	5 500	6 060	6 599	6 857
Nombre ménages ruraux	2 255	2 309	2 385	2 499	2 658	2 860	3 112	3 246
Total Nombre des ménages	5 725	6 239	6 813	7 453	8 158	8 920	9 711	10 102

Source : HCP/CERED

L'évolution de la population, notamment en milieu urbain, diffère d'une région à une autre en fonction des déficits en logements enregistrés et des activités socio-économiques locales qui y sont développées.

Pour mieux apprécier l'évolution de la consommation d'énergie, elle-même étroitement liée au climat local et au niveau de vie des populations, la répartition du nombre des ménages est appréhendée au niveau des 6 zones climatiques établies par l'ADEREE.

Régions	Valeurs		
	Population Urbaine 2008	Population Urbaine 2010	Population Urbaine 2020
Chaouia-ouardigha	767	796	936
Doukala-Abda	754	782	920
Fès-Boulmane	1 211	1 256	1 478
Gharb-Chrarda-beni Hssen	846	877	1 033
Grand Casablanca	3 447	3 575	4 208
Guelmim-Es-semara	316	328	386
Laâyoune-Boujdour-Sakia El Hamra	276	286	337
Marrakech-Tesnit-Al Haouz	1 330	1 379	1 624
Meknès-Tafilalet	1 290	1 338	1 575
Oriental	1 266	1 313	1 545
Oued Ed-Dahab-Lagouira	92	95	112
Rabat-Sale-Zemmour-Zaer	2 111	2 189	2 577
Souss Massa Daraâ	1 429	1 482	1 744
Tadla-Azilal	556	577	679
Tanger-tétouan	1 585	1 644	1 935
Taza-Al Hoceima-Taounate	454	471	554
Total général	17 730	18 389	21 644

1.1.2. Evolution du parc de logement

Le secteur du bâtiment connaît une intense activité sous l'effet de nombreuses réformes : juridiques, réglementaires, institutionnelles et financières. Entre 2003 et 2008, environ 967 000 unités ont été produites.

Cependant, cette dynamique de production de logement, lorsqu'elle est envisagée sur le long terme, manque de visibilité, y compris pour le département de tutelle ; celui-ci vient d'ailleurs de commanditer une étude sur les perspectives de l'habitat et de l'urbanisme à l'horizon 2030.

Les mesures d'accompagnement et de soutien actuellement mises en place par les pouvoirs publics, tant au niveau de l'offre que de la demande, sont très importantes. Elles ont récemment été renforcées par la mise en chantier de 130 000 logements à 140 000 DH l'unité, sur les cinq ans à venir, destinés aux franges de la population la moins aisée. L'évolution du parc de logements dans le scénario tendanciel peut donc raisonnablement s'approcher des valeurs estimatives suivantes :

Evolution du parc des logements	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
	Nombre d'unités – x 1000 –	4323	4783	5283	5783	6283	6824	7364
Déficit en unités – x 1000 –	1131	971						

Année	2000	2004	2008	2010	2010/2000
Déficit estimé de logements en unités	1.400.400	1 131 000	971 000	840.000	- 40 %

Dans cette évolution, près de 40 000 logements/an participent à la baisse du déficit en logements.

Dans cette simulation, ont été prises en considération une évolution moyenne de 125 000 logements par an entre 2008 et 2020 et une évolution moyenne de 135 000 logements par an entre 2020 et 2030.

Malgré cette accélération du rythme des réalisations physiques, le déficit en logements perdure. En effet, la production s'accélère, mais la population continue de croître. Les familles poursuivant leur tendance au démembrement génèrent toujours plus de besoin sachant que le foncier disponible se raréfie dans les villes, où la pression se fait de plus en plus forte.

Pour cette raison, les pouvoirs publics ont ouvert de grands chantiers d'habitat comme le programme national "villes sans bidonvilles", les nouvelles zones ouvertes à l'urbanisation, la création de villes nouvelles et la poursuite du programme de l'habitat social dans le cadre d'un partenariat public-privé.

Pourtant, les déterminants de l'offre aussi bien que de la demande de logement sont connus : le déficit actuel en logements, la croissance démographique, le mouvement d'urbanisation, la taille des ménages, la mobilisation du foncier, le pouvoir d'achat des ménages, la capacité du système financier à accompagner en termes de prêts tant les promoteurs immobiliers que les particuliers désireux d'accéder à la propriété.

1.2. Evolution de la consommation d'énergie à prix constant

A l'horizon 2020 et 2030, le mix énergétique national au niveau de la production électrique évoluera progressivement vers beaucoup plus de consommation de charbon et de production électrique d'origine éolienne – objectif des 1 000 MW en éolien.

C'est d'ailleurs ce qui ressort de la nouvelle stratégie énergétique du Ministère de l'énergie et des mines, déclinée lors des 1^{ères} Assises de l'énergie tenues le 6 mars 2009. A moyen terme, le charbon sera la source principale pour la production de base de l'électricité. La consommation du charbon devrait passer de 3,8 millions de tonnes en 2008 à 5 millions de tonnes en 2012, puis à 11,1 millions de tonnes en 2020, et enfin à 16,8 millions de tonnes en 2030.

L'évolution future de l'utilisation du gaz naturel dépendra de la réalisation ou non de deux options, retenues pour le moment dans la définition du bouquet électrique marocain : l'extension de la capacité du gazoduc Maghreb Europe, d'une part, et, d'autre part, la construction d'infrastructures de réception, de stockage puis de transformation – regazéification – du gaz naturel liquéfié (GNL).

Si on compare les taux de croissance du PIB - 4,3 % - et de la consommation d'énergie - 5 % - de ces dix dernières années, on constate que l'élasticité énergie/PIB est très élevée : plus de 1 %. Autrement dit, l'intensité de l'énergie contenue dans le système économique du pays est très importante. Ceci est bien normal pour un pays en développement ayant besoin d'énergie pour se développer. Dans les pays développés, en revanche, une saturation, associée à l'usage de technologies avancées moins énergivores, place l'élasticité énergie/PIB en dessous de 1 %.

On peut néanmoins s'interroger sur ce niveau élevé d'intensité énergétique, dans la mesure où l'économie marocaine est essentiellement une économie de services. Faut-il alors en déduire qu'une part non négligeable de cette énergie est tout simplement gaspillée ? Il y a tout lieu de le penser.

Quoi qu'il en soit, si l'on se limitait à extrapoler l'intensité énergétique observée ces dix dernières années, la demande totale d'énergie primaire devrait quadrupler à l'horizon 2030, en atteignant environ 45 Mtep.

Toutefois, l'objet de cette étude étant l'énergie dans le bâtiment, on s'intéressera à l'électricité domestique, qui est, avec le butane, l'énergie la plus utilisée dans le résidentiel pour l'éclairage, la climatisation, voire le chauffage.

Ainsi, selon les projections du Ministère de l'énergie et des mines, la consommation des GPL - Gaz de Pétrole Liquéfié - représenterait d'ici 2020 et 2030 respectivement 27,2 % et 30,7 % de la demande totale de produits pétroliers, sachant que les GPL au Maroc sont constitués à 90 % de butane, les 10 % restants étant du propane.

1.2.1. Bâtiment : évolution de la consommation d'énergie à prix constant

Le scénario proposé prend en compte la volonté affichée des pouvoirs publics de mettre en œuvre, progressivement, des actions d'efficacité énergétique, tous secteurs d'activités confondus, par paliers, de 1,25 % jusqu'à 15 % à l'horizon de 2020. Une accélération est prévue entre 2016 et 2020. Cette approche paraît en phase avec les projections proposées par le Département de l'énergie, en prenant pour hypothèse une évolution du PIB de 5 % entre 2008 et 2010, et de 4 % entre 2010 et 2020.

Le taux proposé d'évolution de la croissance de la consommation d'électricité au niveau national est de 6 à 5 % dans le scénario proposé.

Dans cette simulation, le taux de consommation en électricité du secteur de l'habitat par rapport à la consommation globale nationale représente environ 45 %, dont environ 40 % dans le résidentiel et 10 % dans le tertiaire. Les prévisionnistes du Ministère de l'énergie et des mines estiment la part du résidentiel en 2030 à environ 28 %.

L'évolution de la demande de la consommation dans le résidentiel est appréhendée par l'évolution de la demande en heure de pointe, sachant qu'à cette période de la journée le gros de la consommation est réalisé par les ménages. En effet, selon les données du Ministère de l'énergie et des mines, la demande en heure de pointe a évolué au rythme annuel moyen de 7 % entre 2003 et 2008, contre 4,6 % entre 1998 et 2002. En dix ans, la demande en heure de pointe a enregistré un accroissement de 1 900 MW : 4 180 MW en 2008, au lieu de 2 325 MW en 1998.

Le même département a établi des projections, à l'horizon **2030**, selon lesquelles l'énergie totale appelée, au rythme actuel de progression, devrait être multipliée par 4 pour atteindre **96 000 GWh**.

Evolution de la consommation d'énergie dans le bâtiment à prix d'énergie constant	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
	Potentiel cumulé d'économies d'énergie en %		3,75	8,75	15		
Potentiel d'économies d'énergie en tep		6580	19536	40 421			-
Scénario avec efficacité énergétique							-
Consommation énergétique nationale en Ktep	14 700	17 539	22 304	26 906			
Energie nette appelée nationale GWh 6 % jusqu'en 2020 et 5 % jusqu'en 2030	24 002	36 976	46 682	58 935	71 636	87 074	96 000
Consommation d'électricité dans le bâtiment GWh : 45 % jusqu'en 2020 et 35 % jusqu'en 2030	10 800	16 639	21 000	26 520	25 072	30 475	33 600
Consommation de butane en Kt	1667,4	2026,7	2463,5	2994,4	3639,7	4424,1	4877,7

1.3. Evolution des émissions de CO₂ à mix énergétique constant

Même non encore validés, les premiers résultats de la seconde communication nationale, annoncés par le Département de l'environnement lors de la réunion du Comité national sur les changements climatiques tenue le 30 juin 2009 à Rabat, donnent les valeurs indicatives des émissions des GES du Maroc dans les prochaines années comme suit :

	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Evolution des émissions nationales des GES x 1000 tonnes E-CO ₂	75 047				135 569			196 423
Industrie énergie	15 220				27 113			39 284
Bâtiments : 50 % industrie énergie	7 610				13 556			19 642
Ménages	3603				9 625			13 946
Tertiaire	543				1 843			2 671
Total bâtiment	11 756				25 024			36 259

2. Scénario d'évolution à prix croissant

2.1. Définition des hypothèses d'évolution des prix

Les prix actuels des logements, du moins ceux correspondants aux programmes sociaux, résultent des effets positifs de la combinaison de plusieurs mesures incitatives de l'Etat ayant un impact direct sur la structure des prix. L'objectif est de tout mettre en œuvre pour tirer les prix vers le bas afin d'atteindre 200 000 DH et même 140 000 DH par logement comme planifié actuellement.

Les hypothèses d'évolution des prix se situent, entre autres, au niveau de l'offre et de la demande. Par exemple, les prix des logements peuvent évoluer en fonction de la mise à disposition des opérateurs publics et privés, à des prix avantageux, de l'assiette foncière nécessaire relevant du domaine public, de l'extension des zones urbaines saturées, de la création de villes nouvelles, de la réalisation des infrastructures et des équipements publics nécessaires pour le développement des zones urbaines, de l'exonération de tout impôt et taxe sous conditions particulières pour les promoteurs immobiliers signataires de conventions avec l'Etat, de la baisse du droit d'enregistrement, de la diversification des produits de l'offre en encourageant la production de logements à très faibles coûts pour permettre l'accès à la propriété aux couches sociales les moins aisées, de la simplification des procédures administratives y compris l'amplification des actions d'accompagnement en matière de formation, de conseil, etc.

Les prix des logements peuvent également évoluer en fonction de l'encadrement par l'Etat de la demande, notamment par l'incitation à la baisse des taux d'intérêt débiteurs, par l'allongement de la durée de remboursement des prêts, qui pourraient même atteindre 25 ans, par la création de Fonds de garantie, etc.

Toutes les mesures volontaristes précédentes sont très importantes et ont un impact positif sur l'ensemble des grandeurs macroéconomiques, comme c'est d'ailleurs le cas au Maroc où elles sont toutes appliquées. Toute suspension d'une de ces mesures aboutirait à une hausse sensible des prix.

Les prix des principaux matériaux de construction, comme par exemple le ciment, l'acier, la céramique, dont la fabrication est fortement consommatrice d'énergie, sont indirectement soutenus par l'Etat par le biais notamment d'un coût du KWh MT et HT réduit. Les biens d'équipements ménagers et les salaires sont difficilement maîtrisables.

Ce sont là quelques hypothèses pouvant constituer les facteurs influençant l'évolution des prix des logements au Maroc.

2.2. Définition des hypothèses d'élasticité prix/consommation

Dans un contexte favorable, comme celui du Maroc, outre la quiétude sociale recherchée par la résorption des déficits cumulés en logements, les conditions incitatives de mise en œuvre des nombreux programmes immobiliers sur l'ensemble des régions du pays drainent des investissements considérables, nationaux et étrangers, avec des effets positifs sur le PIB, la croissance, l'emploi, la consommation, etc.

La création d'emplois dans le secteur du bâtiment et des travaux publics est source d'amélioration du niveau de vie des populations et de génération de recettes fiscales.

A titre d'exemple, les investissements programmés dans le secteur du bâtiment entre 2005 et 2010, selon la Direction des études et des prévisions financières (DEPF, Ministère des finances), permettraient une augmentation moyenne du PIB de 0,37 % ainsi que des valeurs ajoutées générées directement et indirectement par les branches d'activités économiques impliquées dans le secteur du bâtiment, estimées en moyenne à environ 0,45 %.

Les politiques menées actuellement laissent présager un maintien de la cadence des programmes de production de logements, du moins sur les cinq à dix prochaines années, avec les effets d'entraînement positifs que cela engendre, notamment sur l'emploi et l'amélioration des revenus, sources connues de la croissance de la consommation.

Aussi, est-il important de ne pas laisser les crédits augmenter vers des seuils critiques susceptibles de pénaliser les couches sociales à faibles revenus, de veiller au surendettement des ménages, etc. Le risque d'éroder les finances publiques incitera ensuite progressivement à réduire le soutien de l'Etat et donc à une augmentation sensible des prix.

Aujourd'hui, même au niveau des Départements ministériels concernés, la visibilité à moyen et long termes reste limitée, notamment sur le maintien ou non des mesures incitatives actuelles accordées par l'Etat, sur les prix de l'énergie primaire et secondaire nécessaire à la fabrication des matériaux de construction, etc.

Effets de la limitation des mesures incitatives : évolution du parc des logements

Cette simulation prévoit une cadence de production moyenne de logements se situant entre les réalisations, lentes, de l'avant 2000 et les réalisations dynamiques de ces dernières années. Quoiqu'il en soit, une tendance baissière ne peut être envisageable avant 2012 :

Evolution du parc des logements	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
	Nombre d'unités – x 1000 –	4323	4783	5283	5583	5883	6123	6363

2.3. Evolution de la consommation d'énergie à prix d'énergie croissant avec et sans prise en compte de la consommation d'énergie liée à la fabrication des matériaux de construction

Autant les simulations peuvent être appréhendées correctement en prenant en compte les estimations des quantités d'énergie primaire et secondaire nécessaires pour satisfaire la demande globale au niveau national dans le scénario tendanciel, ce qu'adoptent d'ailleurs en premier les prévisionnistes des Départements ministériels concernés, autant les tendances d'évolution des prix de l'énergie restent difficiles, voire hasardeuses pour en préciser les coûts à moyen et long termes.

2.3.1. Evolution de la consommation d'énergie à prix d'énergie croissant sans prise en compte de la consommation d'énergie liée à la fabrication des matériaux de construction

La consommation d'énergie concerne directement l'électricité et le butane utilisés dans le bâtiment et, indirectement, les combustibles contenus dans le mix énergétique national (charbon, gaz naturel, fioul lourd et gasoil).

Evolution de la consommation d'énergie dans le bâtiment à prix d'énergie croissant	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Potentiel cumulé d'économies d'énergie en %		-	3,75	8,75	15			
Potentiel d'économies d'énergie en tep		-	6580	19536	40 421			
Scénario avec efficacité énergétique Consommation énergétique nationale en Ktep avec un taux de croissance de 4%/an entre 2008 et 2016 ; un taux de croissance de 3,5%/an entre 2016 et 2024 et un taux de croissance de 3%/an entre 2024 et 2030	11 500	14 700	17 539	22 304	25 594			
Energie nette nationale appelée GWh : 6 % jusqu'en 2012, 5,5 % jusqu'en 2020 et 4,5 % jusqu'en 2030	-	24 002	36 976	45 806	56 746	67 671	80 699	88 125
Consommation d'électricité dans le bâtiment GWh : 45 % jusqu'en 2020 et 35 % jusqu'en 2030	-	10 800	16 639	21 000	26 520	23 684	28 244	30 843

Le Maroc ayant une très forte dépendance énergétique vis-à-vis de l'extérieur, de plus de 97 % aujourd'hui, les augmentations des prix de l'énergie au niveau international auront des répercussions plus ou moins grandes au niveau national, tous secteurs d'activités confondus, en fonction des prix pratiqués. Aussi, est-il important de prendre en considération les programmes et les actions d'efficacité énergétique prévus à partir de 2010. L'Etat, à travers l'ADEREE et le soutien du Fonds de développement énergétique, se fixe un objectif de 15 % d'économies d'énergies à l'horizon 2020.

2.3.2. Evolution de la consommation d'énergie à prix d'énergie croissant avec prise en compte de la consommation d'énergie liée à la fabrication des matériaux de construction

Evolution de la consommation d'énergie dans le bâtiment à prix d'énergie croissant	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Potentiel cumulé d'économies d'énergie en %	-	-	5	10	15			
Potentiel d'économies d'énergie en tep			8 774	22 327	40 421			
Scénario sans efficacité énergétique : laisser faire Consommation énergétique nationale en Ktep avec un taux de croissance de 4%/an entre 2008 et 2016 ; un taux de croissance de 3,5%/an entre 2016 et 2024 et un taux de croissance de 3%/an entre 2024 et 2020	11 500	14 700	17 539	22 304	26 906			
Energie nette nationale appelée GWh : 7 % jusqu'en 2016, 6,5 % jusqu'en 2024 et 6 % 2030	17 945	24 002	30 301	38 255	48 296	58 704	71 356	78 670
Consommation d'électricité dans le bâtiment GWh : 50 % jusqu'en 2020 et 40 % jusqu'en 2030	8 075	10 800	13 635	17 214	21 733	26 416	32 110	35 401

2.4. Evolution des émissions de CO₂ à mix énergétique constant

	2004	2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Evolution des émissions nationales des GES x 1000 tonnes E-CO ₂	75 047	85 000	93 092		135 569			196 423
Industrie énergie	15 220				27 113			39 284
Bâtiments : 50 % industrie énergie	7 610				13 556			19 642
Ménages	3603				9 625			13 946
Tertiaire	543				1 843			2 671

3. Consistance du projet de Programme d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment élaboré par le CDER

- 1) L'introduction des mesures d'efficacité énergétique et des appareils électroménagers dans le bâtiment va permettre d'alléger la facture énergétique de 250 000 tep en 2012 et de 960 000 tep en 2020.
- 2) Ceci se traduira par un effacement prévisionnel de 360 MW en 2012 et 1 330 MW en 2020.
- 3) 3.950 000 tep CO₂ évités en 2012 et près de 4 millions de tonnes évités en 2020 – hors programme national LBC.

Les 50 projets de démonstration prévus concernent : 20 hôpitaux, 10 hôtels, 15 logements collectifs, 5 bâtiments de l'éducation nationale.

		Objectifs globaux	Energie épargnée Ktep/an 1	Cumul énergie épargnée Ktep	CO ₂ épargné KtCO ₂ /an2	Gain en puissance en MW 3	Emploi
2012	Administration*et tertiaire	- Un code d'EE dans le bâtiment - 50 projets de démonstration - 6 millions de LBC - 250 000 m ² de CES	94,9	235	453,7	197	1340
	Etiquetage énergétique	- Etiquetage énergétique obligatoire - 400 000 anciens réfrigérateurs énergivores remplacés - 500 000 appareils achetés efficaces	153	400	500	160	
	Généralisation LBC ménage	30 000 000 de LBC	300	800	1050	750	
2020	Administration*et tertiaire	- 17 000 000 de LBC - 13 000 000 m ² de CES	320	1300	1728	595	2000
	Etiquetage énergétique	- 2,6 millions anciens réfrigérateurs énergivores remplacés - 2,7 millions appareils achetés efficaces	637	3555	2190	733	

* secteurs de la santé, de l'éducation nationale, de l'habitat et du tourisme

Les coûts de financement du programme d'efficacité énergétique dans le bâtiment à l'horizon de 2012 sont estimés à 2,2 MMDH.

Les détails des programmes sectoriels sont les suivants :

	Secteur	Energie épargnée Ktep/an	Cumul énergie épargnée Ktep	CO ₂ épargné KtCO ₂ /an	Gain en puissance en MW	Investissement
2012*	habitat	67	235	301	133	953
	tourisme	22		88	50	109
	santé	1,85		8,7	3,5	30
	éducation nationale	5		21	10	60
	total	96		419	197	1152
2020*	habitat	251	1300	1230	455	3813
	tourisme	43		215	83	580
	santé	2,03		10	4	5
	éducation nationale	24,2		105	53	234
	total	320		1560	595	4632

*hors programme étiquetage des équipements électroménagers

IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles

Il s'agit à la fois de la recherche des meilleures techniques et règles de l'art dédiées à l'architecture passive et à l'efficacité énergétique active.

Composante	Recommandations
Enveloppe	Utilisation de l'argile pour améliorer l'ambiance intérieure et favoriser l'accumulation de chaleur
	Utilisation du liège comme matériau isolant
	Application de l'ombrage extérieur
	Energie solaire passive
L'éclairage	Utilisation des lampes LBC et LED
Thermique du bâtiment	Application de la trigénération
Equipement	Utilisation de sources de chaleur et de froid naturelles telles que l'air extérieur, le sous-sol,...
	Energie solaire active

Au Maroc, l'architecture passive est ancestrale et développée dans certaines régions du pays, comme dans la médina de Fès, la médina de Marrakech, Ouarzazate, Taroudant, Tétouan, etc. La maison traditionnelle est plutôt compacte, organisée autour d'un patio végétal avec parfois une fontaine, des murs de forte épaisseur produisant une bonne inertie thermique. Quelques réalisations récentes de promoteurs privés, en nombre réduit, ont vu le jour notamment à Marrakech.

Les techniques et équipements d'efficacité énergétique active existent au Maroc et sont utilisés dans **les bâtiments importants**, comme les hôtels, les sièges administratifs. Parmi les équipements économes en consommation d'énergie, il y a lieu de citer au niveau de :

- La thermique : les chaudières à haut rendement, les chaudières à condensation, les échangeurs de chaleur à plaques, la production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire thermique, etc.
- L'électricité : les pompes à chaleur, les pompes à chaleur avec récupération d'énergie, les batteries de compensation automatique avec régulateur varémétrique, les LBC, les variateurs électroniques de vitesse, les systèmes de délestage, etc.

Dans les logements, les équipements économes en consommation d'énergie sont essentiellement les LBC, les réfrigérateurs et les climatiseurs à faible consommation d'énergie, les chauffe-eaux solaires.

L'isolation thermique est quelque peu utilisée au niveau des terrasses des bâtiments importants.

1. Zonage climatique

Tel que précisé précédemment, sept zones climatiques peuvent être retenues. Il s'agit de la zone Z1 - plaines de l'Atlantique Nord, la zone Z2 - plaines de Doukkala et du bassin du Souss, la zone Z3 - littoral méditerranéen et arrière-pays - Rif -, la zone Z4 - Moyen et Haut Atlas, la zone Z5 - Anti-Atlas, la zone Z6 - domaine saharien, la zone Z7 - la partie continentale du pays. Parmi ces zones, les zones Z1, Z7, Z2 et Z3 sont particulièrement importantes par la densité de la population et les activités socioéconomiques qui y sont développées. Pour ces zones, la combinaison des mesures d'efficacité énergétique constituera un potentiel important d'économie d'énergie, ce qui laisse présager des impacts énergétiques et des émissions de CO₂ conséquents.

Le CDER développe un partenariat avec la météorologie nationale pour établir les zonages climatiques du Maroc, dans l'optique de la prise en compte ultérieurement des spécifications climatiques locales dans l'adoption des directives de la réglementation thermique du bâtiment.

2. Identification des options d'efficacité énergétique par zone climatique

Il s'agit essentiellement de propositions de techniques et d'équipements dans le secteur résidentiel.

Zones climatiques	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Options d'efficacité énergétique par zone climatique							
Architecture bioclimatique (dans les villes nouvelles)	3	3	3	4	4	4	3
Eclairage efficace et lumière naturelle	1	1	1	1	1	1	1
Isolation thermique	2	2	2	1	1	1	2
Rendement des appareils électriques et des systèmes de climatisation et de chauffage	1	1	1	1	1	1	1
Equipements électroménagers	1	1	1	1	1	1	1
Energie solaire passive et active	3	3	3	4	4	4	3
Bâtiment à énergie positive	3	3	3	4	4	4	3

1 : très important ; 2 : important ; 3 : moyen ; 4 : faible

L'architecture bioclimatique à base d'énergie solaire passive a peu de chances de se développer à court terme sauf dans les projets nouveaux, en l'occurrence dans les villes récemment créées. Les bâtiments à énergie positive pourraient se développer à très faible échelle à court terme.

3. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées

3.1. Barrières techniques et technologiques

Equipements	Barrières techniques et technologiques
LBC	Aucune
Réfrigérateur à basse consommation d'énergie	Aucune
Climatiseur à basse consommation d'énergie	Aucune
Chauffe-eau solaire	Manque et même parfois inexistence de surfaces suffisantes pour les copropriétaires sur les terrasses des bâtiments de logements collectifs et absence de colonne montante eau froide et retour eau chaude sanitaire ; parfois la qualité limite du matériel et du service après-vente.

3.2. Barrières économiques

Equipements	Barrières économiques
LBC	Outre les avantages accordés par le Programme Innara de l'ONE, donnant lieu à la fourniture de LBC contre le remboursement mensuel symbolique de 1DH/mois, les coûts sont encore élevés pour les populations cibles non couvertes par Innara.
Chauffe-eau solaire	Oui, car coût considéré encore très élevé notamment au niveau des couches sociales les moins aisées.
Réfrigérateur à basse consommation d'énergie	Oui, car coût considéré encore élevé
Climatiseur à basse consommation d'énergie	Oui, car coût considéré encore très élevé notamment au niveau des couches sociales les moins aisées.

3.3. Autres barrières

De vastes campagnes périodiques d'information et de sensibilisation sur l'efficacité énergétique auprès de toutes les populations concernées sont nécessaires. Des programmes de formation des installateurs sont recommandés.

La diffusion des équipements à faible consommation d'énergie auprès des couches des ménages à revenus modestes et faibles reste limitée compte tenu du pouvoir d'achat de ces ménages. Les LBC, les réfrigérateurs et les téléviseurs à faible consommation d'énergie peuvent se généraliser si des mesures financières incitatives sont proposées par l'Etat.

4. Exemples de projet

Les quelques exemples précédemment cités sont :

- Le programme d'efficacité énergétique, bénéficiant du soutien du Fonds National Energie - doté d'1 MM\$,
- Le développement durable dans les villes nouvelles de Lakhyayta à côté de Casablanca et de Tamesna à côté de Rabat,
- L'Agence urbaine de développement d'Anfa à Casablanca – AUDA.

5. Réhabilitation thermique de l'existant

La problématique est posée car elle présente un grand intérêt d'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment. La réhabilitation thermique du parc existant n'est pas facile du fait que, dans l'habitat collectif, les terrasses des immeubles sont ciblées, plus que les façades souvent difficiles à réhabiliter.

Pour se faire, les professionnels estiment nécessaire la prise en charge par l'Etat de l'isolation thermique de 20 % des terrasses à l'horizon 2020, à raison en moyenne de 20m²/logement et 100DH/m² d'isolant thermique et, à l'horizon 2030, de 30 % des terrasses.

V. Scénarios alternatifs

1. Définition des scénarios alternatifs d'évolution du secteur du bâtiment

Les déclarations de politique économique et sociale du Gouvernement placent le secteur de l'habitat à court et moyen termes dans une dynamique particulière de développement soutenu par l'Etat. Les mesures d'accompagnement actuelles de l'Etat devraient être maintenues au vu des besoins énormes en logements non encore satisfaits, notamment pour résorber le déficit cumulé et les attentes des nouveaux ménages, et des impacts positifs socioéconomiques qu'engendrent les différentes branches d'activités du secteur.

Dans tous les scénarios, il convient de prendre en considération le programme d'efficacité énergétique dans le bâtiment, dont l'entrée en vigueur est prévue en 2010.

1.1. Scénario 1 : Développement dynamique du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique

C'est l'exemple de la situation actuelle du secteur de l'immobilier au Maroc dans lequel les diverses mesures incitatives d'accompagnement par l'Etat précédemment listées sont toujours mises en œuvre et sont renforcées par les actions du programme d'efficacité énergétique dans le bâtiment, dont l'entrée en vigueur est prévue en 2010.

1.2. Scénario 2 : Développement moyen du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique

Dans ce scénario, certaines mesures incitatives d'accompagnement actuelles ne sont plus mises en œuvre par l'Etat. Le programme de construction est néanmoins renforcé par les actions d'efficacité énergétique dans le bâtiment, dont l'entrée en vigueur est prévue en 2010.

1.3. Scénario 3 : Développement lent du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique

L'Etat se désengage progressivement à moyen et long termes avec peu de mesures incitatives d'accompagnement et des coûts de l'énergie de plus en plus élevés. Le programme de construction est néanmoins renforcé par les actions d'efficacité énergétique dans le bâtiment, dont l'entrée en vigueur est prévue en 2010.

1.4. Scénario 4 : Développement pragmatique du secteur avec des programmes d'efficacité énergétique

La tendance haussière de l'évolution des constructions immobilières au Maroc conduit à présumer que la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment va doubler en 2020 et tripler en 2030. Les mesures d'efficacité énergétique pourront ainsi être appliquées aux nouveaux bâtiments en économisant 40 % de l'énergie en 2020, comme cela a été démontré dans le cas de la nouvelle ville de Lakhyayta. Pour les anciennes constructions l'économie d'énergie ne pourra atteindre que 20%. En matière d'énergie renouvelable le nouveau plan solaire assurera un approvisionnement de 42 % d'électricité verte en 2020, soit 20 % de l'énergie finale.

2. Impacts de chaque scénario

Impacts		2008	2012	2016	2020	2024	2028	2030
Scénario 1	Evolution du parc logements x1000	4783	5283	5783	6283	6824	7364	7904
	Consommation d'énergie GWh	10 800	16 639	21 000	26 520			
	Emissions de t CO ₂	19 048	21 040	23 032	25 024			36 259
Scénario 2	Evolution du parc logements x1000	4783	5283	5583	5883	6123	6363	6600
	Consommation d'énergie GWh	10 800	16 639	20 273	24 831			
	Emissions de t CO ₂	19 048	21040	22 235	23 430			
Scénario 3	Evolution du parc logements x1000	4783	5283	5583	5783	5983	6183	6383
	Consommation d'énergie GWh	10 800	16 639	20 273	23 870			
	Emissions de t CO ₂	19 048	21040	22 235	23031			
Scénario 4	Evolution du parc logements x1000	4783			5783			6383
	Consommation d'énergie GWh	10 800			15120			19440
	Emissions de t CO ₂							

3. Potentiel d'efficacité énergétique

Le Département de l'énergie fixe à 15 % les économies d'énergie à atteindre à l'horizon 2020, tous secteurs d'activités confondus, soit en première estimation pour le **scénario économique bas** proposé par le Département de l'énergie environ 3 142 Mtep à économiser en 2020 et 5 504 Mtep à économiser en 2030. Cela correspond pour les secteurs résidentiel et tertiaire aux potentiels d'économies d'énergie suivants :

	x 1000 Tep		
	2010	2020	2030
Agriculture	105	398	859
Industrie	97	232	440
Transport	285	859	1749
Tertiaire	93	292	522
Résidentiel	730	1361	1934
TOTAL ECONOMIE	1310	3142	5504

Au niveau du parc existant, l'atteinte de ce potentiel dépendra des principales mesures et des actions dédiées à la réalisation des audits énergétiques, au soutien à la réalisation des recommandations des audits notamment à travers les ESCO'S, à la formation des exploitants, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre, etc. L'expérience montre que des actions pratiques ciblées d'efficacité énergétique vont concerner prioritairement l'isolation thermique des terrasses de l'habitat collectif et du tertiaire, la substitution d'équipements vétustes par des équipements à basse consommation d'énergie, l'utilisation de lampes à basse consommation d'électricité, l'utilisation de chauffe eaux solaires pour la production d'eau chaude sanitaire, etc.

A l'amont de la réalisation des projets de construction, un soutien particulier sera effectué auprès des concepteurs pour prévoir, si possible, l'adoption de l'architecture passive et de l'efficacité énergétique active (actions identiques à celles citées pour le parc existant). L'adaptation de logiciels de modélisation des bâtiments et d'établissement des bilans énergétiques, conformément aux données de la météorologie nationale et aux spécifications thermiques des matériaux de construction locaux, sera très prochainement mise en œuvre.

4. Intégration de l'ensemble des mesures

Déjà aujourd'hui, plusieurs conventions sont signées entre le Département de l'énergie et plusieurs autres départements, dont l'habitat, pour prendre en compte dans l'urbanisme et la construction les techniques de développement durable, notamment d'efficacité énergétique active. Tout laisse présager que l'intégration des concepts et des techniques à l'amont de la réalisation des projets de construction, notamment dans les projets publics, sera effective début 2012, avec une augmentation de la cadence entre 2012 et 2016, pour une généralisation probable à partir de 2016. Plusieurs outils législatifs et réglementaires sont prévus dans ce cadre, comme un vaste programme d'efficacité énergétique du bâtiment, la réglementation thermique du bâtiment, le code de la construction, la labellisation des logements, etc.

5. Identification des mesures prioritaires par zone climatique

Les zones climatiques identifiées sont intitulées : Z1 - plaines de l'Atlantique Nord, Z2 - plaines de Doukkala et bassin du Souss, Z3 - littoral méditerranéen et arrière-pays - Rif, Z4 - Moyen et Haut Atlas, Z5 - anti-Atlas, Z6 - domaine saharien, Z7 - partie continentale du pays. Les zones Z1, Z7, Z2 et Z3 sont particulièrement importantes par la densité de la population et les activités socioéconomiques qui y sont développées. Pour ces zones, la combinaison des mesures d'efficacité énergétique constituera un potentiel important d'économie d'énergie, ce qui laisse présager des impacts énergétiques et des émissions de CO₂ conséquents.

Zones climatiques	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Actions prioritaires d'efficacité énergétique							
Audits énergétiques des bâtiments du tertiaire et de l'habitat collectif	x	x	x	x	x	x	x
Mise en œuvre des recommandations	x	x	x	x	x	x	x
Isolation thermique		x		x	x	x	x
Substitution d'équipements vétustes par des équipements à basse consommation d'énergie	x	x	x	x	x	x	x
Utilisation de lampes à basse consommation d'électricité	x	x	x	x	x	x	x
Utilisation de chauffe-eaux solaires pour la production d'eau chaude sanitaire	x	x	x	x	x	x	x
Potentiel impact énergétique	1	2	2	4	4	3	1
Potentiel impact émissions CO ₂	1	2	2	4	4	3	1

*1 : très important ; 2 : important ; 3 : moyen ; 4 : faible

6. Impacts socioéconomiques de la diffusion à grande échelle des mesures prioritaires

Dans le résidentiel et le tertiaire, la diffusion à grande échelle des mesures prioritaires peut concerner essentiellement les équipements, en l'occurrence les chauffe-eaux solaires, les lampes à basse consommation d'énergie LBC et les équipements à faible consommation d'énergie comme les réfrigérateurs, les climatiseurs et les machines à laver. A l'instar des effets positifs du PROMASOL - Programme du Développement du Marché Marocain des Chauffe-Eaux Solaires dont le CDER est l'agence d'exécution, la mise en place d'un programme à grande échelle s'accompagnera certainement d'une amélioration de la qualité des produits et des services proposés, d'une réduction des coûts des équipements, d'un développement du marché, d'une création d'emploi, etc.

6.1. Impacts sur le budget des ménages

Les ménages à faibles revenus supportent sans trop de difficultés les investissements faibles, en particulier lorsque l'Etat garantit les résultats prévus et met en place des mesures d'encouragement à l'acquisition de ces équipements, comme c'est le cas du Programme INARA dédié à l'utilisation des LBC dans les logements : après plusieurs phases d'essais réussis, l'ONEE et les Régies ont diffusés plus de 5 000 000 de LBC, leur coût étant prélevé à hauteur de 1DH/mois sur la facture d'électricité. Pour des investissements

plus conséquents, de l'ordre de 5 000 DH, comme pour l'acquisition des chauffe-eaux solaires, seules les franges de la population à haut et moyen revenus commencent à s'équiper.

6.2. Impacts sur les coûts des mesures

Les deux exemples au Maroc du PROMASOL et du programme INARA montrent une réduction sensible des coûts des équipements en fonction de l'importance de la diffusion des équipements sur le marché. Une réduction des prix de l'ordre de 25 % est possible sans pour autant nuire à la qualité des équipements et au service après-vente proposés.

6.3. Impacts en termes de création d'emploi

Plusieurs entreprises au Maroc ont doublé leur chiffre d'affaires dans l'activité du solaire thermique, avec un nombre croissant de création d'emplois (plombiers, technico-commerciaux, électriciens).

6.4. Exemple de programmes

Exemple du PROMASOL : Programme du Développement du Marché Marocain des Chauffe-Eaux Solaires dont le CDER est l'agence d'exécution.

Objectifs : faire évoluer le marché vers des surfaces importantes le potentiel étant estimé à 400 000 m² à moyen terme, avec des impacts positifs de près de 35 000 tonnes de CO₂ évitées sur la durée du projet (4 ans).

La période 2000/2007 a permis l'installation au Maroc de 140 000 m² de capteurs solaires thermiques, alors que l'objectif initial était de réaliser sur la même période 100 000 m².

Le PROMASOL a permis de produire plus de 4 925 000 KWh par an en évitant ainsi l'équivalent de près de 4 200 tonnes de CO₂ par an (source : rapport final d'évaluation du PROMASOL).

Exemple de l'INARA : diffusion en masse des LBC au Maroc.

Lors des premières Assises de l'énergie tenues en mars 2009, le Département de l'énergie précise que, pour agir sur la demande d'électricité, un investissement global de 540 millions de DH permettra la généralisation des LBC en 2012, avec 22,7 millions d'unités, dont 15 millions pour l'ONEE, 4,4 millions pour les gestionnaires délégués et 3,3 millions pour les Régies. L'impact des LBC permettra la réduction durant la période de pointe de 900 MW, soit 16 % de la pointe en 2012, un gain en investissement de 9 MMDH et des économies d'énergie d'environ 1 500 GWh ou l'équivalent de 420 000 tonnes de fioul.

VI. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment

1. Evaluation des coûts des mesures prioritaires par tep économisée

Cela sous-entend la mise en œuvre d'un ensemble de mesures dédiées aux bâtiments existants et pouvant recevoir des équipements à faible consommation d'énergie, comme des possibilités de réalisation de l'isolation thermique des terrasses – priori, ce point ne semble pas être pris en considération par le projet du CDER. Dans un premier temps, au regard de la démographie et du tissu socio-économique local (sous réserve de confirmation ultérieure), seules les zones Z1, Z7, Z2 et Z3 peuvent être concernées par la généralisation des mesures. Les autres régions pourraient bénéficier d'opérations ponctuelles. L'hypothèse de base concernant l'évolution du parc de logements est de 5 883 000 logements en 2020 et de 6 600 000 logements en 2030.

Les projections du programma d'EE dans le bâtiment résidentiel et tertiaire sont les suivantes :

Mesures prioritaires	2020			2030		
	Coûts x1000 jusqu'en 2020	tep économisée	Coûts/ tep économisée	Coûts x1000 entre 2020 et 2030	tep économisée	Coûts/ tep économisée
Organisation et fonctionnement des cellules d'accompagnement	40 000	-	-	42 000	-	-
Audits énergétiques	42 000			50 000		
Réalisation des recommandations	38 000			46 000		
Formation, sensibilisation, supports techniques	30 000			36 000		
Généralisation des lampes basse consommation* 53 millions de LBC						
Chauffe-eaux solaires* 1,550 millions de m ² de CES						
Réfrigérateurs* 3 millions d'anciens réfrigérateurs énergivores remplacés						
Isolation thermique** 5883x20x100x0.2						
Machines à laver** 5883x0, 30x500	2 640 000					
Total estimatif en DH HTVA						

* : conformément aux projections du MEMEE/CDER

** : simulation additionnelle

Le cumul d'énergie épargnée, telle qu'estimé par le CDER à l'horizon 2020 se situe à près de 6 290 000 tep, soit 5 921 000 t CO₂ évitées par an.

2. Evaluation des coûts additionnels sur la construction

Pour les nouveaux projets de construction, utilisant à l'amont **l'isolation thermique et les LBC**, notamment dans les bâtiments collectifs, les coûts additionnels par logement sont faibles. Ils sont en moyenne de l'ordre de 2 % (3600 DH dus à l'isolation thermique et aux LBC par rapport au coût du logement de 200 000 DH). Les chauffe-eaux solaires (CES) sont moins concernés car il est souvent impossible de mettre sur la terrasse du bâtiment l'ensemble des CES individuels nécessaires. Les autres équipements n'ont pas de relation directe avec les coûts de la construction, mais en revanche avec le confort recherché.

3. Répartition du coût sur le cycle de vie des bâtiments

Avec une estimation de cinquante ans pour le cycle raisonnable de vie des bâtiments, les coûts additionnels sont très faibles.

VII. Moyens et outils de financement nécessaires à l'action

Le Maroc dispose actuellement du Fonds pour le Développement Energétique doté d'1 MM\$, provenant des dons du Royaume d'Arabie Saoudite et des Emirats Arabes Unis pour 800 millions de dollars et d'une contribution du Fonds Hassan II pour 200 millions de dollars. L'appui financier du Fonds prévoit entre autre le renforcement de l'efficacité énergétique, les études et l'assistance technique ainsi que le soutien aux entreprises de services énergétiques – ESCOS.

1. Evaluation des besoins en financement

1.1. Identification des sources de financement au niveau national et international

A titre d'exemple, le Programme de Code d'Efficacité Energétique dans le secteur du bâtiment bénéficie de la tutelle du MEMEE et le pilotage par le CDER avec le soutien du Programme des Nations Unies pour le Développement, du Fonds Mondial pour l'Environnement, du Fonds Français de l'Environnement Mondial et du Gouvernement italien.

Le secteur privé apporte parfois sa contribution, comme par exemple les cimentiers qui soutiennent la réalisation du projet de 130 000 logements à 140 000 DH en faisant bénéficier les promoteurs immobiliers, les entreprises de construction ou filiales d'Al Omrane qui auront passé des conventions avec l'Etat, de ristournes calculées sur le prix du ciment ramené à Janvier 2007, ne prenant donc pas en compte les augmentations de prix du ciment relevées depuis cette date.

Aussi, les Conventions signées entre le MEMEE et les autres ministères aboutissent directement et indirectement au soutien financier des organismes affiliés et des bailleurs de fonds, soit, à titre d'exemples :

- Avec le **Département de l'habitat** : le programme bénéficiera du soutien du Fonds Mondial pour l'Environnement - Banque Mondiale - et de la coopération de la Commission Européenne, comme des coopérations bilatérales (Italie, France, RFA, etc.) ;
- Avec le **Département de la santé**, en plus du soutien de la Banque Européenne d'Investissement dans la mise en œuvre du programme d'équipement, de rénovation et de réhabilitation d'hôpitaux au Maroc, le CDER apporte son soutien, dans le cadre du Programme CEEB. Concrètement, en ce moment même, le Centre hospitalier universitaire Ibn Rochd à Casablanca bénéficie d'une mise à niveau énergétique grâce à un appui financier de 1,3 millions d'euros du Gouvernement italien.
- Avec le **Département de l'enseignement supérieur** à travers l'Office National des Œuvres Universitaires, Sociales et Culturelles (ONOUSC) pour la mise en œuvre d'un programme de généralisation de l'utilisation des énergies renouvelables et des techniques de l'efficacité énergétique dans les 19 cités universitaires.
- Avec le **Département du tourisme/hôtellerie** pour l'accessibilité des hôteliers aux équipements avec le meilleur service de qualité dans le domaine de la production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire - 20 000 m² de capteurs solaires thermiques, grâce au Dispositif Global de Financement Leasing (DGFL) initié par le CDER. La Fondation Mohammed VI pour la Protection de l'environnement apporte sa contribution à la mise en œuvre de l'initiative clef verte, qui comprend la gestion rationnelle de l'eau, de l'énergie et des déchets.

1.2. Mécanismes de financement

Exemple des audits énergétiques : l'Agence Nationale de la Petite et Moyenne Entreprise (ANPME) et l'ONEE ont apporté, courant 2008/2009, leur soutien financier et d'encadrement selon un mécanisme financier répartissant la charge entre l'ANPME (50%), l'ONE (30%) et l'entreprise (20%). Au cours du dernier trimestre de 2009, le CDER lancera une première tranche d'audits énergétiques avec le soutien de la Banque africaine de développement.

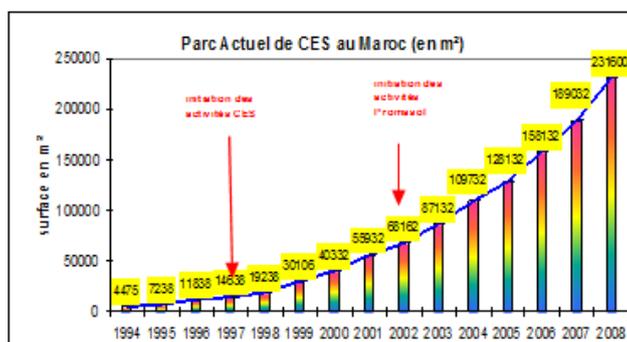
Exemple des sessions de formation : l'Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail (OFPPT) apporte un soutien financier de 45 % pour les formations non planifiées et jusqu' 70 % pour les formations planifiées. Pour les formations inscrites dans un programme sectoriel ayant bénéficié d'une ingénierie de formation, l'OFPPT contribue au financement du programme jusqu'à 90 %.

Exemple du PROMASOL :

Le PROMASOL est un programme visant la transformation du marché des CES au Maroc. Ces actions s'articulent autour des axes :

- Renforcement de la qualité : certification, labellisation, agrément, formation,
- Promotion :
 Institutionnelle, programmes sectoriels,
 Marché par : appui technique et financier à l'offre, soutien aux projets à travers le FOGEEER,
- Communication et sensibilisation.

Le marché est en construction permanente mais très modérée.



240.000 m² de capteurs solaires thermiques sont installés au Maroc.

Le taux de production est de 42 000 m²/an.

Le CDER a décidé de créer le Fonds de Garantie des Energies Renouvelables (FOGEEER) pour la promotion de ces technologies dans une approche durable et de pérennité du marché. Les études de faisabilité technico-économiques, les études d'exécution, comme des études d'ingénierie financière, sont prises en charge en totalité par le PROMASOL, y compris une participation aux frais du leasing.

Les perspectives de développement du rythme de croissance du marché sont de 200 000 m²/an à l'horizon 2012 à travers le lancement du programme PROMASOL 2 :

- Dynamique de marchés régionaux, pôles de compétences, Résovert,
- Consolidation du FOGEEER et élargissement de son champs d'applications à d'autres secteurs, notamment le secteur public, soutien financier dans le cadre du Fonds de développement énergétique,
- Réglementation, allègement fiscal,
- Renforcement de capacités,
- Normalisation, certification, agréments,
- Sensibilisation, communication, promotion.

Les conventions signées seront concrétisées à travers la mise en œuvre de circulaires (habitat, tourisme, santé, éducation, etc.).

	2012	2020
Habitat	213 000 m ²	1 106 000 m ²
Tourisme	18 000 m ²	156 000 m ²
Éducation Nationale	13 000 m ²	64 000 m ²
Santé	7100 m ²	8200 m ²

VIII. Conditions de création de filières d'efficacité énergétique dans les bâtiments

Un marché existant potentiellement important, un Fonds pour le développement énergétique doté d'1 MM\$, des organismes en charge du secteur expérimentés et bien structurés, des ressources humaines locales compétentes dans les diverses composantes du domaine, liées notamment au management des projets, à la réalisation des audits énergétiques, à la réalisation des recommandations, à la formation,...tels sont entre autres les atouts existants au Maroc en matière de création de filières d'efficacité énergétique dans les bâtiments. Pour rappel, l'efficacité énergétique est inscrite officiellement comme priorité nationale et 4^{ème} énergie du pays.

Comme précisé précédemment, plusieurs secteurs sont concernés avec chacun des spécifications particulières. Les différentes conventions entre le MEMEE et les autres ministères témoignent de l'importance du marché visé dans différents domaines liés aux études de conception.

1. Mesures d'accompagnement

Voir détails sur le programme « Code efficacité énergétique du bâtiment ».

2. Exemples de bonnes pratiques

2.1. Ville nouvelle de Tamesan

Projet de complexe résidentiel moyen standing de 500 logements :

- Conception architecturale articulée autour du principe du patio,
- Conception urbanistique et aménagements favorisant espaces verts, éclairage, patios collectifs, jardins, fontaines et plans d'eau,
- Matériaux de construction et d'isolation :
 - Mortiers et enduits à base de chaux vive,
 - Bois pour la menuiserie,
 - Pierre pour les revêtements extérieurs,
 - Produits écologiques certifiés pour carrelage,
 - Généralisation de la brique de terre cuite,
 - Chêne liège pour l'isolation des planchers, terrasses,
 - Peinture, vernis à pigments naturels à base d'eau,
- Techniques de construction en double mur sans vide d'air, caractérisée par une finition interne et externe d'une couche d'enduit (bonne inertie thermique),
- Bon choix sur l'orientation, les aires et l'inclinaison des surfaces vitrées favorisant l'éclairage naturel,
- Équipements :
 - Solaire thermique pour le chauffage d'eau sanitaire,
 - Solaire thermique et chaudière améliorée pour les hammams et les douches publiques,
 - Système de récupération des eaux pluviales,
 - LBC pour l'éclairage intérieur,
 - Système d'éclairage et balisage public à base de lampes solaires et LED,
 - PV pour la production de l'électricité pour quelques services publics.

Riad à patio



Habitat collectif



2.2. Ville nouvelle de Lakhyayta : vers une ville à énergie positive

Prospection pour un plan d'aménagement novateur :

- Un modèle de conception de villes de nouvelle génération tendant vers l'autonomie énergétique,
- Le creuset de savoir-faire national en la matière impliquant les opérateurs publics et privés,
- Le lieu de l'incubation dédié à l'industrie, à l'artisanat et aux services,
- Le point focal de sensibilisation du grand public notamment par l'implantation d'un Parc national « Eau, Energie, Environnement ».

Les composantes de l'approche :

- Orientations stratégiques de planification urbaine, des infrastructures, des équipements et des implantations des immeubles et habitations,
- Optimisation de la gestion des ressources (eau, forêts, déchets) et de la gestion de la demande énergétique, d'un point de vue économique, social et environnemental,
- Faisabilité d'un Centre de ressources « Energies renouvelables, Efficacité Energétique et Environnement », d'activités industrielles et de services intégrées.

L'efficacité énergétique est recherchée, avec un potentiel de 40 %, accompagnée de l'utilisation des énergies renouvelables avec une intégration progressive par filière dès que la parité avec le coût de l'électricité conventionnelle est approchée.

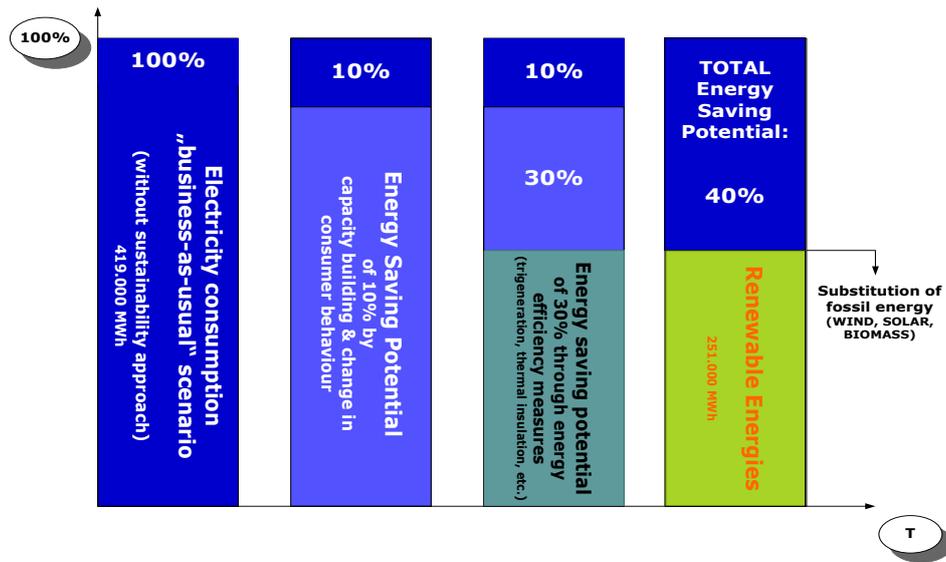
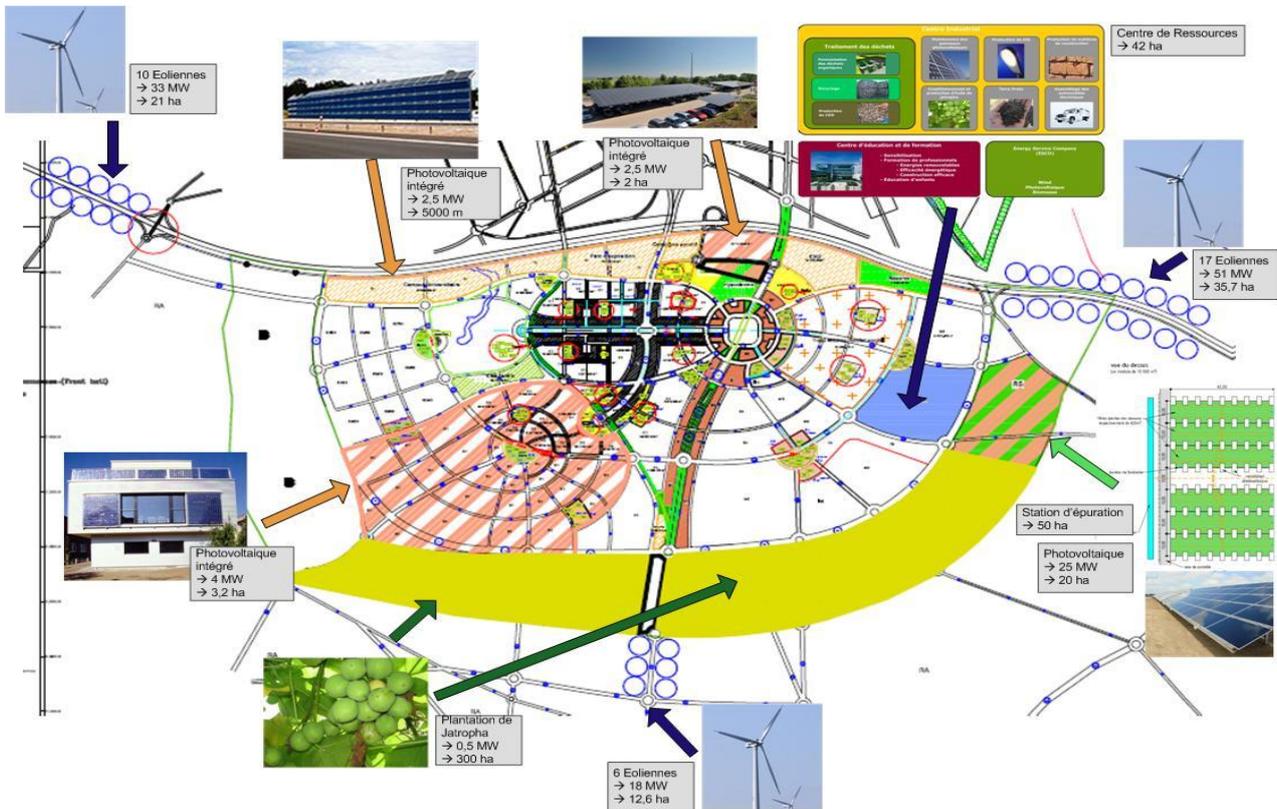


Illustration des possibilités



IX. Conclusion

A la lumière des données évoquées dans ce document, il apparaît clairement que le Maroc constitue un terrain propice pour des actions en profondeur en matière d'efficacité énergétique en général et en particulier dans le secteur du bâtiment. Celui-ci est en effet considéré par le gouvernement parmi les priorités nationales et connaît depuis quelques années un formidable développement. Ce développement sera de plus en plus orienté vers des constructions à basse consommation d'énergie grâce aux actions d'accompagnement prévues dans le programme d'efficacité énergétique soutenu par le Fonds de développement de l'énergie, doté d'un budget de 1MM\$.

Plusieurs raisons militent pour cette orientation :

- Le pays est un importateur net de la quasi-totalité de ses besoins énergétiques, soit près de 97 % ;
- Ses comptes extérieurs sont, de ce fait, de plus en plus malmenés, en raison d'une facture énergétique lourde (le compte courant de la balance des paiements est déficitaire depuis deux ans) ;
- Les finances publiques sont également affectées par la problématique de l'énergie, le Maroc subventionnant les produits pétroliers pour soulager le pouvoir d'achat de la population et préserver la compétitivité des entreprises ;
- Pour autant, le pays ne peut pas, pour des raisons de coût, se permettre de réduire sa consommation énergétique, car ce serait synonyme de décroissance ;
- Avec les techniques, aujourd'hui éprouvées, d'efficacité énergétique, le Maroc peut, et doit, continuer de consommer de l'énergie pour assurer son développement, tout en réduisant les coûts en termes à la fois financier et environnemental ;
- Le secteur de l'habitat, aujourd'hui en plein expansion, peut jouer un rôle majeur dans le développement d'un nouveau paradigme : garder un même confort (en terme d'éclairage, de chauffage, de climatisation), voire l'améliorer, tout en consommant moins d'énergie ;
- Le Maroc a d'autant plus d'intérêts à s'inscrire dans ce nouveau paradigme que sa population a encore une marge de progression importante, que l'urbanisation s'accélère prodigieusement et qu'enfin l'amélioration progressive du niveau de vie associée à la généralisation de l'éducation pousse à « l'éclatement des familles », donc à la multiplication des besoins en logements.

Les pouvoirs publics paraissent d'ailleurs conscients des enjeux que représente pour le pays la maîtrise de la consommation d'énergie puisque celle-ci est désormais intégrée comme composante de la nouvelle stratégie énergétique, officiellement déclinée depuis le printemps de cette année. Des instruments législatifs et réglementaires sont, à cet effet, en préparation, en particulier pour le secteur de l'habitat qui présente un potentiel de croissance énorme eu égard au retard accumulé et aux besoins nouveaux, en hausse continue.

Toutefois, pour réussir de défi, le pays doit certes disposer d'un arsenal juridique et réglementaire renforcé et clair, de guides pratiques, de manuels de procédures, etc., mais il a en priorité besoin qu'un système de contrôle efficace soit mis en place, l'informel représentant une part non négligeable dans le secteur de la construction.

Enfin, la promotion des bâtiments énergétiquement améliorés, à travers des campagnes institutionnelles de sensibilisation, est fortement souhaitée et même recommandée.

Abréviations

MEMEE	Ministère de l’Energie, des Mines, de l’Eau et de l’Environnement
SECE	Secrétariat d’Etat Chargé de l’Environnement
MHUAE	Ministère de l’Habitat, de l’Urbanisme et de l’Aménagement de l’Espace
HCP	Haut-Commissariat au Plan
RGPH	Recensement Général de la Population et de l’Habitat
CERED	Centre d’Etudes et de Recherches Démographiques
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
ONEE	Office National d’Electricité et d’Eau Potable - fusion en septembre 2009 entre ONE et ONEP
JLEC	Jorf Lasfar Energy Copagny
CED	Compagnie Eolienne du Détroit
STE	Société Tahadart d’Electricité
LYDEC	Lyonnaise des Eaux de Casablanca
VEOLIA ENVIRONNEMENT	Distributeur d’Electricité et d’Eau sur Rabat, Tanger, Tétouan
BAD	Banque Africaine de Développement
BEI	Banque Européenne d’Investissement
ANPME	Agence Nationale de la Petite et Moyenne Entreprise
OFPPT	Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
PNAP	Programme National d’Actions Prioritaires
PROMASOL	Programme du Développement du Marché Marocain des Chauffe-Eaux Solaires
FDE	Fonds de Développement Energétique
FOGEER	Fonds de Garantie des Energies Renouvelables
DGFL	Dispositif Global de Financement Leasing
FDE	Fonds pour le Développement Energétique
AL OMRANE	Holding de construction de logements sous tutelle du Ministère de l’Habitat
CDG	Caisse de Dépôt et de Gestion
CGI	Compagnie Générale Immobilière
EE	Efficacité Energétique
CES	Chauffe-eau solaire
LBC	Lampe à Basse Consommation
GES	Gaz à Effet de Serre
Gg	Géga grammes
MMDH	Milliards de dirhams
Mtep	Millions de tonnes équivalent pétrole
MtCO ₂	Millions de tonnes équivalent CO ₂

Références bibliographiques

Lois et projets de Lois :

Projet de Loi Efficacité Energétique 2009 - en cours de développement

Projet de Loi Energies Renouvelables 2009

Projet de Loi de l'ADERE

Projet du Code d'Urbanisme - en cours de développement

Loi sur l'Assainissement

Loi sur l'Eau

Un projet de Loi sur la normalisation des équipements consommateurs d'énergie

Etudes réalisées par le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Aménagement des Espaces

Habitat et Urbanisme/Bilan 2003-2007 et Plan d'Actions 2008-2012 – édité en août 2008

Etude Prévision de Production des Logements

Etude sur les Perspectives du secteur de l'Habitat et de l'Urbanisme

Habitat Social : diagnostic et analyse

Promotion Immobilière au Maroc/MHU 2009

Immobilier Informel/MHU 2009

Agrégats Economiques : – avril 2009 –

- Principaux indicateurs du secteur du Bâtiment et des Travaux Publics
- Habitat Social
- Réflexion sur l'habitat menaçant
- Habitat Rural
- Programmes Villes sans Bidonvilles
- Villes Nouvelles
- Opérateurs Publics de l'Habitat

Etudes réalisées par le Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement

Stratégie Energétique 2020/2030/MEMEE, le 08 juillet 2008

Premières Assises de l'Energie, le 06 mars 2009

Volet Electrique de la Politique Energétique Nationale à l'horizon 2020/2030

Programme Code Efficacité Energétique du Bâtiment/CDER/GEF 2009

Rapport sur les principales réalisations entre 1999 et 2008

Prospectives 2030 : quelle option énergétique pour le Maroc ?

Programme de Politique Energétique pour le Maroc/Banque Mondiale/2007

Etude Efficacité Energétique et Energies Renouvelable/BEI 2007

Etude Efficacité Energétique/AFD/2008

Rapport d'Activités PROMASOL/CDER 2009

Rapport d'Evaluation PROMASOL 2009

Autres études :

Programme Méditerranéen d'Efficacité Energétique dans le Bâtiment/2009

Communication Nationale sur les Changements Climatiques/Etude Inventaire des Emissions CO₂ au Maroc

Rapport sur les Perspectives du Maroc à l'horizon 2025 : pour un développement humain développé

Enquête Nationale sur le Niveau de Vie des Ménages/HCP/2008

Plans de développement sectoriels – tourisme, éducation nationale, santé

Classes Moyennes au Maroc/2009

Statistiques de l'Office des Changes

Annuaire Statistique du Maroc

Le Maroc en Chiffres

Références :

La nouvelle stratégie du logement au Maroc - déclinaison des principaux axes et évaluation de leurs impacts – mai 2008/MHUAE

Statistiques sur l'Habitat - avril 2009/MHUAE

Habitat et Urbanisme/Bilan 2003-2007 et Plan d'Action 2008-2012 – août 2008 – MHUAE

Etude de la prévision de production de logements/ Association Professionnelle des Cimentiers APC

Habitat et urbanisme - bilan 2003 à 2007 et plan d'action 2008 à 2012/MHUAE

Habitat social : diagnostic et analyse/MHUAE

Secteur de l'habitat au Maroc

Statistiques de l'Energie 2008/MEMEE

Rapport prospective énergie 2030/HCP

Stratégie énergétique du Maroc/MEMEE

Programme Nationale d'Actions Prioritaires/1ères Assises de l'Energie

Energies renouvelables - projet de loi/MEMEE

Rapport final d'évaluation du PROMASOL/MOR/99/G31/PNUD/CDER

Seconde Communication Nationale/Département de l'Environnement/Réunion du Comité National sur les Changements Climatiques - 30 juin 2009 à Rabat

RGPH 2004/HCP

Projections de la population 2004-2030/HCP/CEREDE

Rapport Développement Humain (cinquantenaire de l'indépendance)

Revue de l'Office des Changes – numéro de juin 2009

Table des illustrations

Figures

Figure 1 - Carte des Zones Climatiques basées sur les degrés jours utiles de chauffage et de climatisation.....	8
Figure 2 - Carte des Zones Climatiques basées sur l'ensoleillement.....	8
Figure 3 – Atténuation Maroc : Evolution des émissions de GES 2000-2030.....	10
Figure 4 – Evolution de la production en unités sociales entre 2005 et 2010	17

Tableaux

Tableau 1 - Besoins spécifiques thermiques annuels maximaux de chauffage et de climatisation en kWh/m ² .an. SHON dans les logements au niveau des 6 zones climatiques	9
Tableau 2 - Répartition en % des logements autorisés par type de construction	17
Tableau 3 - Evolution des mises en chantier et des achèvements des constructions entre 2002 et 2007.....	19
Tableau 4 - Evolution des émissions des GES par module entre 1994 et 2004 (en Gg E-CO ₂).....	22
Tableau 5 – Equipements électroménagers	25
Tableau 10 - Répartition (en millier) et taux d'accroissement des ménages lors des recensements de 1994 et 2004 par milieu de résidence	27

Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée



Etude nationale Liban

Adel Mourtada

Rapport réalisé sous la direction d'Henri-Luc Thibault, directeur du Plan Bleu (2006-2011), et coordonné par Pierre Icard, chef de l'unité thématique du Plan Bleu.

Le comité de pilotage de l'étude « Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée » a été coordonné par El Habib El Andaloussi (Plan Bleu) et Stéphane Pouffary (ADEME) pour les études régionale et nationales.

Auteurs

Les auteurs de la partie « Perspectives régionales » sont El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie) et Adel Mourtada (Ecotech, Liban).

Les études nationales ont été rédigées respectivement par les experts nationaux, Adel Mourtada pour le Liban, Rafik Missaoui pour la Tunisie, Mohamed Berdai et Naim Lahlou pour le Maroc.

Relecture

Stéphane Pouffary, Ariane Rozo, Prof. Fatiha Bourbia et El habib El Andaloussi.

Les experts qui ont contribué ou apporté leurs commentaires

Pascal Augareils (ADEME), Mohamed Berdai (CDER, Maroc), Charlotte Colleu (ADEME), El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Sylvain Houpin (Plan Bleu), Pierre Icard (Plan Bleu), Julien Le Tellier (Plan Bleu), Naim Lahlou (Citech, Maroc), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie), Adel Mourtada (Ecotech, Liban), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Nathalie Rousset (Plan Bleu) et Noémie Zambeaux (ADEME).

Des commentaires ont été recueillis lors du comité pilotage énergie sur le projet d'étude, de la part de M. Eugène Howard (BEI, Luxembourg), M. Arthur Honoré (AFD/Division Environnement et Equipement, France), Professeur Mladen Borsic (Agence croate de l'énergie), M. Walid Al Deghaili (UN-ESCWA/Chef de Section Energie, Liban), M. Abdenour Keramane (Directeur de la Revue Medenergie, Algérie), Mme Lisa Guarerra (OME, France) et M. Klaus Wenzel (Med-Enec, Beyrouth/Tunis).

Réalisation

Cartographie : Jean-Pierre Giraud, Benoit Briquetti

Mise en page : Sandra Dulbecco

Cette étude a été financée par le Fonds fiduciaire FEMIP. Ce Fonds, établi en 2004 a été financé - jusqu'à ce jour - par 15 États membres de l'UE et la Commission Européenne dans l'intention de soutenir le développement du secteur privé via le financement d'études et de mesures d'assistance technique, ainsi que par l'apport de capital risque.



Cette étude a également bénéficié du soutien de :



Les analyses et conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Banque européenne d'investissement, de l'Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo ou de l'Agence française de développement.

Sommaire

I. Contexte	5
1. Contexte socio-économique.....	5
2. Contexte climatique	7
3. Le secteur énergétique	8
II. Situation actuelle du secteur des bâtiments	14
1. Parc existant et typologie des bâtiments	14
2. Permis de construire	17
3. Mode de construction	17
4. Organisation du secteur (formel, informel) et acteurs clé	18
5. Budget énergie des ménages.....	19
6. Réglementation thermique, code et label.....	19
7. Equipements électroménagers	19
8. Etiquetage et certification	20
III. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030	21
1. Scénario tendanciel (prolongement de la situation actuelle).....	21
1.1. Définition du scénario	21
1.2. Hypothèses.....	21
2. Scénario d'évolution à prix croissant	26
2.1. Définition des hypothèses d'évolution des prix.....	26
2.2. Définition des hypothèses d'élasticité prix/consommation.....	26
IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles	29
1. Zonage climatique	29
2. Identification des options d'efficacité énergétique par zone climatique	29
3. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées	30
4. Exemple de projet	31
5. Réhabilitation thermique de l'existant	32
V. Scénarios alternatifs de maîtrise de l'énergie	33
1. Hypothèses de contexte	33
1.1. Répartition du parc de logements par zone climatique	33
1.2. Superficie des logements	33
1.3. Mode de chauffage	33
1.4. Structure des consommations d'énergies finales et primaires	34
1.5. Besoins spécifiques de chauffage et de climatisation	35
1.6. Structure des besoins en énergie primaire du secteur résidentiel.....	35
2. Définition des scénarios alternatifs de maîtrise de l'énergie.....	36
3. Impacts de chaque mesure dans le résidentiel neuf	37
3.1. Impacts sur la consommation d'énergie	37
3.2. Impacts sur les émissions de CO2.....	37
4. Potentiel d'efficacité énergétique.....	38
5. Identification des mesures prioritaires par zone climatique.....	38
5.1. Priorisation des mesures selon leur potentiel d'économie d'énergie	38
5.2. Définition du scénario alternatif de maîtrise de l'énergie.....	39

5.3. Potentiel d'économie d'énergie primaire du scénario alternatif	39
5.4. Impact environnemental agrégé : potentiel d'atténuation de GES	41
5.5. Impacts socio-économiques de la diffusion à grande échelle des mesures prioritaires	41
5.6. Impacts sur le budget des ménages	42
5.7. Impacts sur les coûts des mesures.....	43
5.8. Impacts en termes de création d'emploi	43
5.9. Puissance électrique évitée	43
5.10. Volume d'investissement additionnel	43
VI. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment	44
1. Evaluation des coûts additionnels sur la construction	44
2. Evaluation des coûts des mesures prioritaires par tep économisée	44
3. Répartition du coût sur le cycle de vie des bâtiments	44
4. Coût de la tECO ₂ évitée	44
VII. Coût de la non action sur le cycle de vie du bâtiment	45
1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau du pays	45
2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée aux changements climatiques	45
2.1. Scénario de taux d'équipement en climatisation constant (30 %)	45
2.2. Scénario d'augmentation de la pénétration de la climatisation	46
3. Evaluation de l'augmentation de la facture énergétique suite à la pression sur les ressources énergétiques	46
4. Evaluation des bénéfices de l'action selon trois scénarios de prix de l'énergie au niveau international	47
VIII. Moyens et outils de financement nécessaires à l'action	48
1. Evaluation des besoins en financement.....	48
2. Identification des sources de financement au niveau national et international	48
2.1. Mécanismes de financement	48
2.2. Mécanisme pour un développement propre.....	49
3. Conditions de création de filière d'efficacité énergétique dans les bâtiments	49
3.1. Mesures d'accompagnement	49
3.2. Exemple de bonne pratique	49
4. Conclusions.....	49
Table des illustrations	52

I. Contexte

Le Liban, dont la superficie totale atteint 10 452 km², est situé à l'est de la Méditerranée et s'étend sur environ 210 km le long des côtes et 50 km à l'intérieur des terres (Figure 1).

Du point de vue topographique, le Liban peut se diviser d'Ouest en Est en quatre espaces parallèles :

- La plaine côtière très étroite (7 km en moyenne), qui s'élargit seulement à l'extrême nord du pays (plaine d'Akkar) ;
- La chaîne du Mont-Liban, parallèle à la mer (NNE-SSO), surplombe la plaine côtière, le point le plus élevé dépassant 3 000 mètres ;
- La plaine allongée de la Bekaa, avec une altitude moyenne de 900 m, autrefois appelée "les greniers à blé de l'Empire romain", sépare les deux chaînes de montagnes ;
- La chaîne de l'Anti-Liban, avec une altitude moyenne de 2 300 m, à l'est.

La superficie totale du pays est composée à 52% de sols rocheux non cultivés et de terres de parcours dégradés. Les terres cultivées, principalement situées dans les plaines côtières et la vallée de la Bekaa, couvrent environ 260 000 hectares (25 % de la superficie totale des terres).

1. Contexte socio-économique

Le nombre de résidents¹ était de 3 759 136 habitants en 2007. Beyrouth et le Mont-Liban – la plus grande division administrative – abritent 50,4 % de la population. Le nombre de ménages est de 888 813 et la moyenne de nombre de personnes par foyer de 4,23.

Le PIB du Liban a atteint 25 milliards US\$ en 2007, soit 6 665 US\$/habitant.

La variation du PIB durant les dernières années est donnée dans le Tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 - Variation du PIB du Liban de 2004 à 2007

Année	2004	2005	2006	2007
PIB en Milliards de US\$	21,47	21,87	22,44	25,05

Source : Administration Centrale des Statistiques

Le Tableau 2 donne la répartition de la population sur les mohafazats.

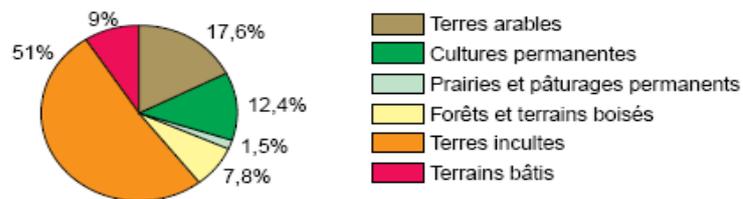
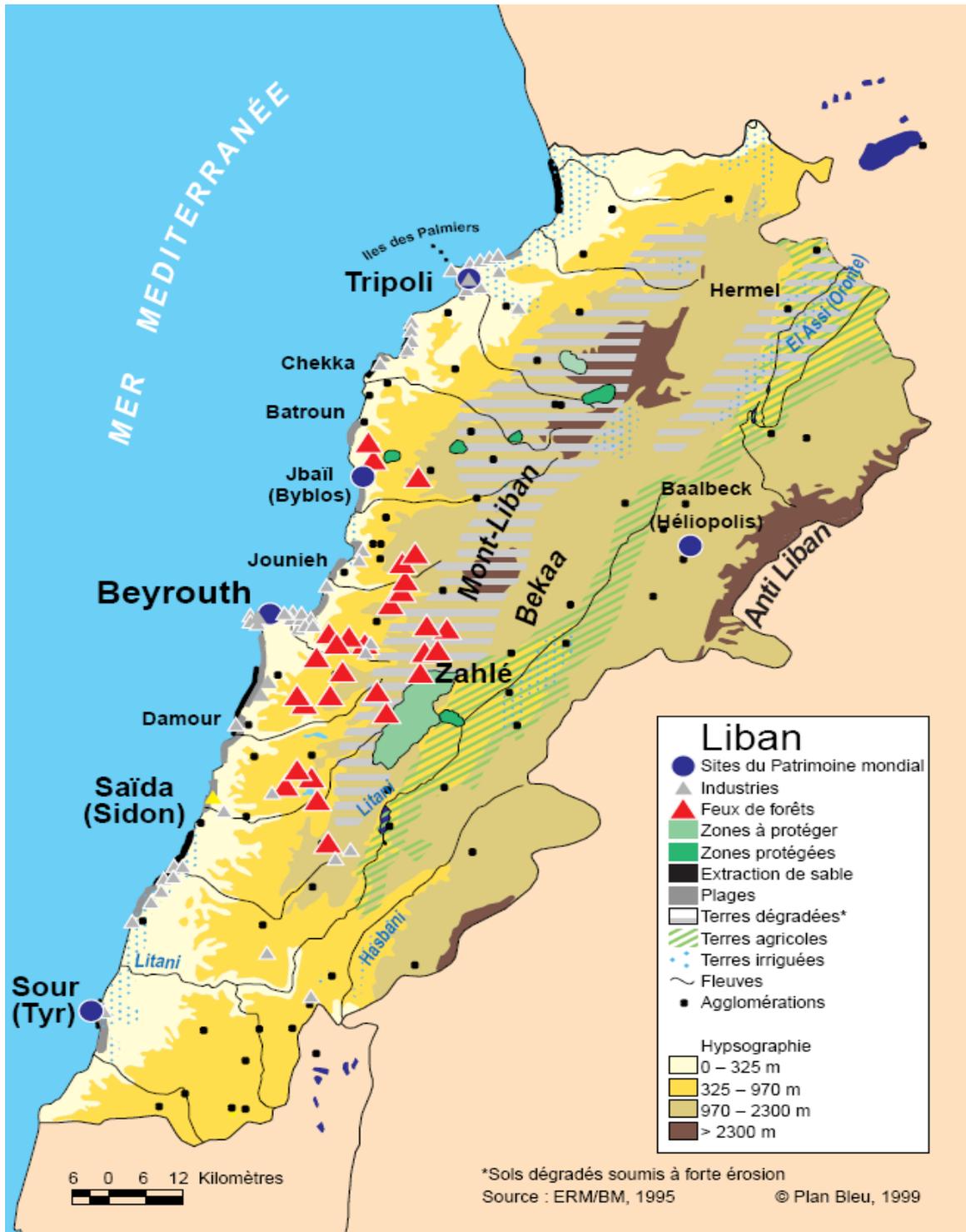
Tableau 2 - Population résidente et ménages répartis sur les mohafazats

Mohafazat	Population 2007	Pourcentage 2007 (%)	Nombre de ménages	Nombre de personnes par ménage
Beyrouth	361 366	9,6	96 335	3,75
Mont-Liban	1 484 474	39,5	373 640	3,97
Liban-Nord	763 712	20,3	160 820	4,75
Bekaa	489 865	13,0	106 015	4,62
Liban-Sud et Nabatiyeh	659 719	17,6	152 003	4,34
Total	3 759 136	100,0	888 813	4,23

Source : National Survey, 2007

¹ "The National Survey of Households Living conditions, 2007", Central Administration for Statistics.

Figure 1 - Carte du Liban



2. Contexte climatique

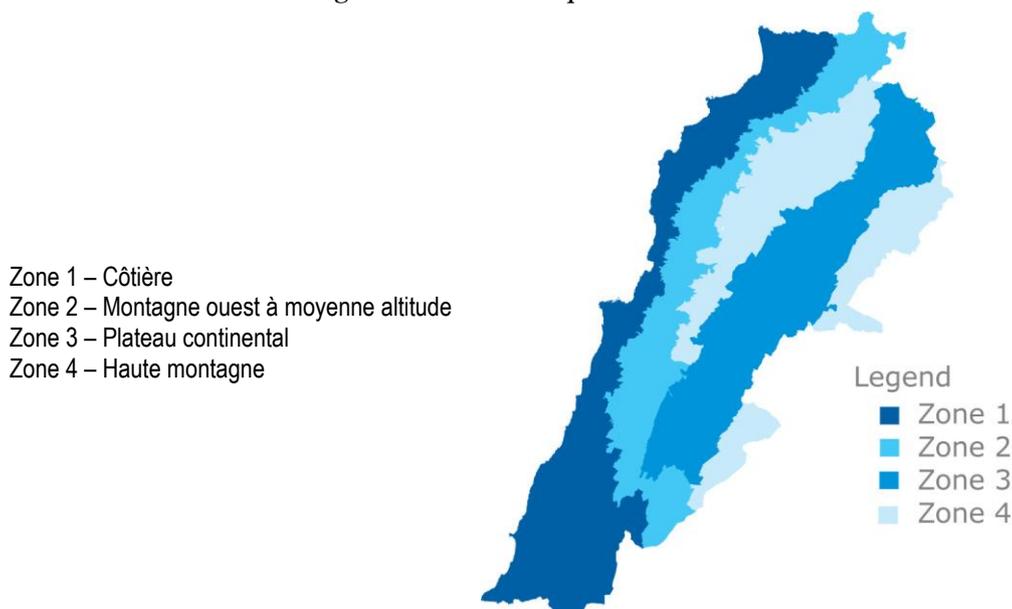
Le climat du Liban² est typiquement méditerranéen avec de fortes pluies en hiver (janvier à mai) tandis que sécheresse et aridité règnent pendant les sept autres mois de l'année. Cependant, l'influence de la Mer Méditerranée, les caractéristiques topographiques et le désert de Syrie au nord créent une variété de microclimats à l'intérieur du pays, avec des températures et une répartition des précipitations contrastées.

Les précipitations annuelles moyennes sont estimées à 823 mm. Elles varient de 600 à 900 mm le long des zones côtières, atteignent 1 400 mm dans les hautes montagnes et diminuent jusqu'à 400 mm dans les régions de l'est et à moins de 200 mm au nord-est. Au-dessus de 2 000 mètres, il s'agit principalement de neige.

Bien que le Liban ne souffre pas d'un déficit global en eau, les ressources en eau disponibles sont mal réparties du point de vue géographique et saisonnier. Le bilan hydrologique annuel fait état d'un flux disponible potentiel d'eau de surface de 2,28 km³/an, dont seulement 0,8 km³/an reste disponible pendant la saison sèche. Ces ressources peuvent satisfaire la totalité des besoins jusqu'en 2010, à condition que la capacité de stockage soit suffisante pour l'approvisionnement en eau pendant les mois de sécheresse. Les ressources en eau souterraine pouvant être prélevées sont d'environ 0,4 à 1 km³/an.

La Figure 2 présente les zones climatiques qui sont applicables à la Norme d'isolation thermique des bâtiments au Liban³. Ces zones sont :

Figure 2 - Zones climatiques du Liban



Les degrés jours chauffage (base 18°C) et les degrés jours climatisation (base 21°C) pour les stations sélectionnées par zone climatique⁴ sont présentés dans le Tableau 3.

² “ Liban : Enjeux et politiques d'environnement et de développement durable ” Georges Abujawdé et Sylvia Larie, Plan Bleu, 64 pages, 2000.

³ “ Thermal Standard for Buildings in Lebanon ”, Project GEF LEB/99/G35 and MPWT/DGU, 2005.

⁴ “ Climatic Zoning for Building in Lebanon ”, Project GEF LEB/99/G35 and MPWT/DGU, 2005.

Tableau 3 - Degrés jours chauffage (base 18) et degrés jours climatisation (base 21)

Zone Climatique	Nom de la station	Altitude (m)	DJCH (18)	DJCLIM (21)
Zone 1: Côtière	El-Qasmiyé	30	300	665
	Zouq-Mikayel	70	345	839
	Beirut A.U.B.	34	379	882
	Aabde	15	420	579
	Saida	5	467	459
	Tripoli-el-Mina	2	561	515
	Qlajaät-Akkar	5	630	634
	Alma-Chaab	380	632	343
	Mimara	195	642	515
	Amioun	300	696	362
	Jamhour	410	723	331
	Ghazir	415	793	333
	Qornet-Chehwan	603	799	233
	Arbaniyé-Jisr	510	956	340
Zone 2: Montage ouest à moyenne altitude	Ghosta	650	1019	169
	Qoubayat	540	1040	259
	Beit-ed-Din- Loqch	835	1173	129
	Bikfaya	900	1339	65
	Jezzin	945	1340	50
	Kfar-Nabrakh	1020	1349	148
	Sir-ed-Denniyé	915	1376	96
	Qartaba	1140	1514	105
Zone 3: Plateau continental	Bhamdoun-Btalloun	1090	1539	37
	El-Qrayé	1010	1622	74
	Marjayoun	760	1203	108
	El-Qaa	650	1257	463
	Baalbek	1150	1502	353
	Ksara	920	1541	228
	Ammiq	870	1552	105
	Fakehè	1060	1581	228
	Haouch-ed-Dahab	1009	1647	353
	Kfar-Dan	1080	1690	179
Zone 4: Haute Montagne	Tell-Amara	905	1691	74
	Rayak	920	1730	201
	Laqlouq	1700	2466	0
	Dahr-el-Baidar	1510	2522	0
	Becharrè-Usine	1400	2567	0
	Faraya-Mzar	1840	3096	0
Les Cèdres	1925	3330	0	

3. Le secteur énergétique

La consommation en énergie primaire a connu une forte croissance de 1992 à 1998, puis une augmentation moins importante pour atteindre 5,4 millions de tonnes équivalent pétrole (tep) en 2008 après une chute conjoncturelle en 2006 et 2007. Les besoins énergétiques sont couverts à 95 % par l'importation de produits pétroliers. Un gazoduc partant de Syrie est en place pour alimenter la centrale électrique de «DEIR AMAR» au nord (435 MWe) ; le gaz est arrivé en 2010 mais pour la moitié de la centrale. La facture énergétique du Liban a atteint 3,2 Milliards US\$ en 2007 (12,8 % du PIB).

Le Liban est un pays dépourvu d'énergie fossile. Les seules ressources énergétiques se portent sur l'hydroélectricité et la biomasse. En effet, le Liban possède un certain nombre de cours d'eau et de sites favorables qui lui ont permis l'exploitation de plusieurs centrales hydrauliques. La production totale d'énergie primaire est stable (autour d'une moyenne de 209 de ktep par an sur la période 2004 à 2007), constituée principalement d'une production hydro-électrique (dépendant de la pluviométrie et des exigences du secteur agricole pour les besoins d'irrigation) et d'une production d'énergies renouvelables provenant essentiellement de la biomasse (bois de feu –Tableau 4). La production d'énergie fossile (pétrole et gaz) reste, quant à elle, inexistante, y compris la production locale de produits raffinés. Les deux anciennes raffineries (celle de Tripoli au nord et celle de Zahrani au sud) sont fermées suite aux dommages enregistrés lors des conflits au Proche-Orient et sont toujours en attente de leur redémarrage.

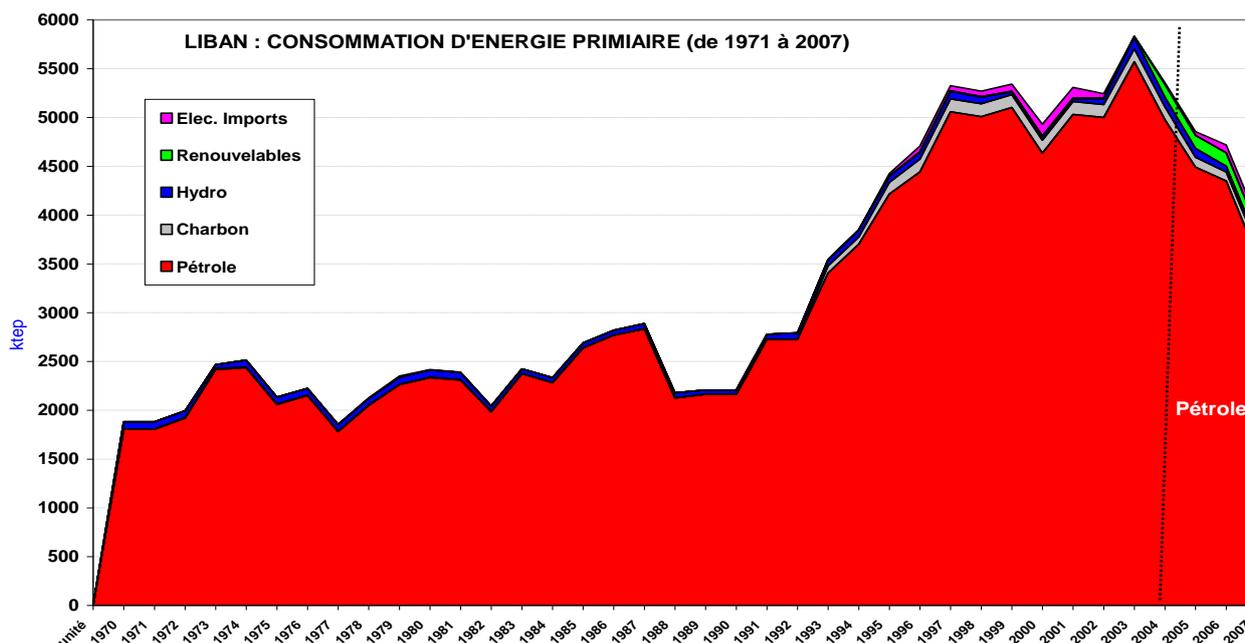
Tableau 4 - Production d'énergie primaire (en ktep)

	Unité	2004	2005	2006	2007
Hydro	ktep	96	90	60	50
Biomasse	ktep	125	125	127	125
Solaire thermique	ktep	7	9	10	12
TOTAL	ktep	229	224	197	187

Source : Medstat

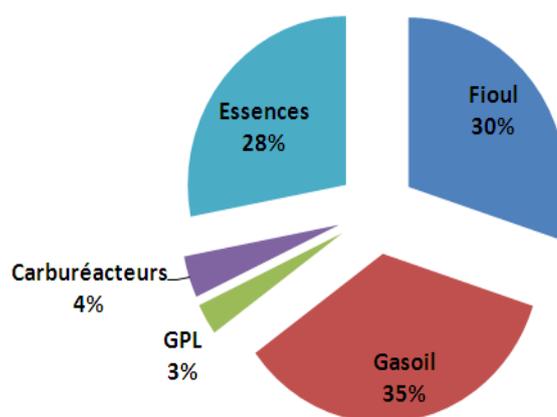
La Figure 3 donne la structure de consommation d'énergie primaire de 2001 à 2007. La Figure 4 donne la structure de la consommation en produits pétroliers en 2007.

Figure 3 - Consommation d'énergie primaire de 1971 à 2007



Source : AIE (de 1971 à 2003) et Medstat (de 2004 à 2007)

Figure 4 - Structure de la consommation en produits pétroliers au Liban en 2007 (3 967 ktep en 2007)

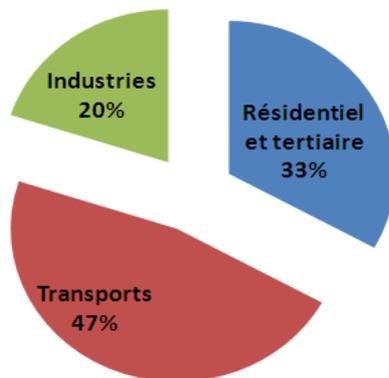


Source : Medstat

La consommation finale d'énergie en 2007 était d'environ 2 710 ktep (Figure 5) dont 1 271 ktep dans le secteur des transports (47 %), puis 910 ktep dans le secteur des ménages et tertiaire (33 %) et enfin 530 ktep dans le secteur industriel (20 %). Notons qu'en 2004 le secteur des ménages et tertiaire consommait 1 030 ktep (30,5 %) ; la raison de cette baisse est donnée plus loin.

En 2007, la consommation finale d'énergie est essentiellement basée sur des produits pétroliers (61 %) suivie par l'électricité (31 %) puis par le charbon (4 %), le solde étant constitué par des énergies renouvelables (4 %).

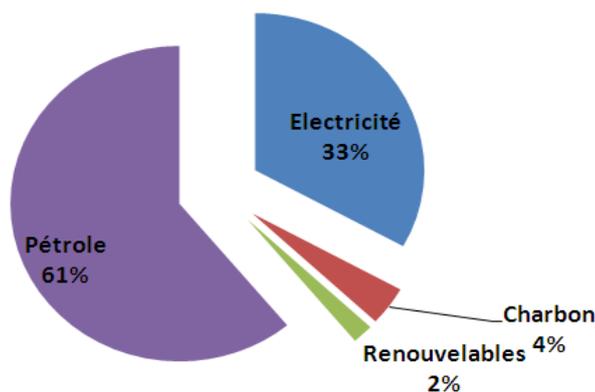
Figure 5 - Structure de la consommation finale au Liban en 2007 (2 710 ktep en 2007)



Source : Medstat

La consommation finale par source est donnée dans la Figure 6. Notons qu'une partie de la consommation finale en pétrole est transformée en électricité par des groupes électrogènes privés à cause des longues coupures de l'électricité fournie par l'EDL et n'est pas comptabilisée dans ce bilan.

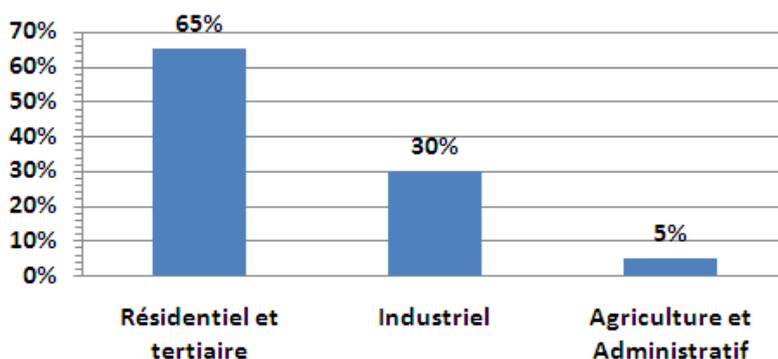
Figure 6 - Consommation finale par source en 2007 (2 710 ktep en 2007)



Source : Medstat

La consommation finale d'électricité (Figure 7) reste concentrée à 65 % dans le secteur résidentiel et le secteur tertiaire, puis à 30 % dans le secteur industriel, et enfin à 5 % dans les autres secteurs (agriculture et administratif).

Figure 7 - Consommation finale d'électricité en 2007 suivant les secteurs



Source : Medstat

Un programme de réhabilitation et d'équipement du secteur de l'électricité a permis de restaurer une puissance de production installée de 2 307,5 MWe en 2004 (2 034 MWe par les centrales thermiques et 273,5 MWe par les centrales hydro-électriques). Aujourd'hui, la production disponible est de 1 500 MWe pour une demande de 2 200 MWe. Les besoins à l'horizon de 2015 sont estimés par l'Electricité du Liban⁵ à 3 100 MWe et par le nouveau plan d'électricité du Ministère de l'énergie (2010) à 5 000 MW. La Figure 8 donne la consommation de l'électricité fournie par EDL de 2001 à 2007 (non inclus l'électricité générée par des auto-producteurs : 350 à 450 MWe de puissance installée en 2007).

Des problèmes de transport d'énergie subsistent et les pertes techniques sont de l'ordre de 15 %. Les tarifs de l'électricité n'ont pas été révisés depuis 1994. Le Tableau 5 donne les tarifs de l'électricité pour le résidentiel. Le gouvernement subventionne lourdement l'électricité. Ces subventions ont atteint 1,2 milliards US\$ en 2007 (17 % des dépenses de l'Etat), ce qui représente une subvention de 11,4 \$cents/kWh débité sur le réseau en 2007 et 12,7 \$cents /kWh en 2009. La Figure 9 donne les factures d'importations des produits pétroliers et les pourcentages de subvention de l'électricité dans les dépenses du gouvernement (2001-2007).

Tableau 5 - Tarifs d'électricité pour le résidentiel au Liban

Tranche de consommation	0-100	101-300	301-400	401-500	>500
Tarifs * \$cents/kWh	1,7	2,6	3,8	5,7	9,5

* Les tarifs au Liban sont en US\$, le taux de conversion en mars 2010 est de 1€ = 1,36 US\$

En 2007, la quantité d'électricité débitée sur le réseau (y compris l'achat de la Syrie 972 412 MWh) était de 10 547GWh, les pertes techniques atteignant 1 583 GWh. La production annuelle d'électricité de l'EDL, de 1998 à 2007, est donnée dans la Figure 8. L'électricité vendue⁶ était de 4 433 GWh, soit 49 % de l'électricité effectivement distribuée et 42 % de l'électricité débitée sur le réseau. Ce qui signifie que les pertes non techniques (branchements illégaux et factures non payées) représentent 4 531 GWh, soit 43 % de l'électricité débitée sur le réseau. EDL annonce un objectif de limiter les pertes non techniques à 19 % en 2009, sans indiquer les mesures entreprises pour atteindre cet objectif. A la date de la rédaction de ce rapport ces objectifs n'ont pas été atteints. Cette situation n'encourage pas à l'efficacité énergétique et au recours aux énergies renouvelables dans les différents secteurs.

Le taux d'utilisation⁷ des centrales de production d'électricité au Liban était de 4 309 heures (49 %) en 2007. La production de l'EDL et l'achat d'électricité de la Syrie ne permettent pas de satisfaire la demande. EDL effectue un programme de rationnement d'électricité et les coupures d'électricité journalières sont de 3h à 16h par jour selon les régions. Les libanais ont recours à la production d'électricité par groupes électrogènes pour satisfaire leurs besoins. L'autoproduction était de l'ordre⁸ de 33 à 38 % de la production d'EDL en 2007, soit 3 000 GWh. La demande finale d'électricité peut être évaluée à 3 354 kWh/habitant.an, valeur dépassant largement les statistiques connues de l'IAE et de MEDSTAT qui ne prennent pas en compte l'autoproduction.

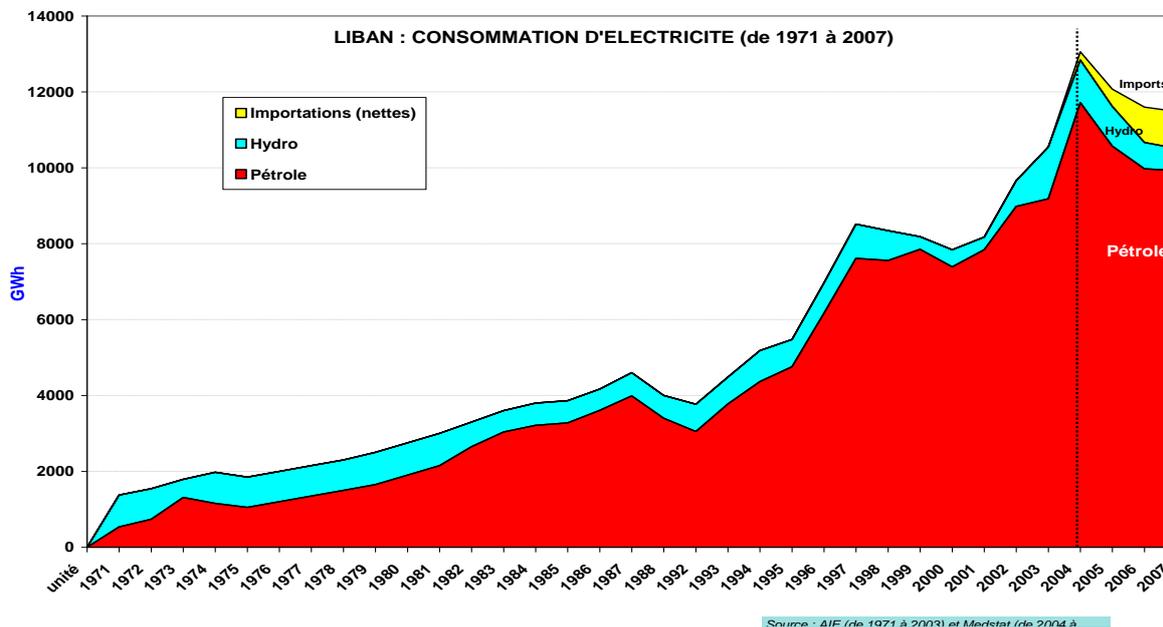
⁵ " Le secteur de l'électricité au Liban : état des lieux et perspectives ", Kamal Hayek, PDG EDL, "Workshop national «Planification et politiques du secteur de l'électricité au Liban», 15 et 16 septembre 2008 au Parlement du Liban.

⁶ " DSM Assessment and business opportunities ", Felix Gooneratne, MEW/UNDP/LCECP, Beyrouth, July 2008.

⁷ " Projet MEDSTAT II ".

⁸ " Republic of Lebanon: Electricity Sector Public Expenditure Review ", Report No. 41421-LB. World Bank, January 2008

Figure 8 - Consommation de l'électricité distribuée par l'EDL de 1971 à 2007 (non compris l'électricité des auto-producteurs par groupes électrogènes)



Source : IAE de 1971 à 2003 et Medstat de 2003 à 2007

Les compagnies d'électricité ne distinguent pas entre abonnés du secteur résidentiel et abonnés de bâtiments tertiaires (sauf la compagnie «Electricité d'Aley»). Le nombre total des abonnés (résidentiel et tertiaire) était de 904 835 en 2007.

Le secteur résidentiel et tertiaire a consommé 33 % de l'énergie finale⁹ en 2007. Si l'on tient compte de l'autoproduction, on dépasse les 40 %. La consommation dans l'habitat génère une pointe de demande électrique, due à la forte pénétration de la climatisation et au chauffage des locaux et de l'eau par l'électricité, et pousse aux investissements en centrales et réseaux.

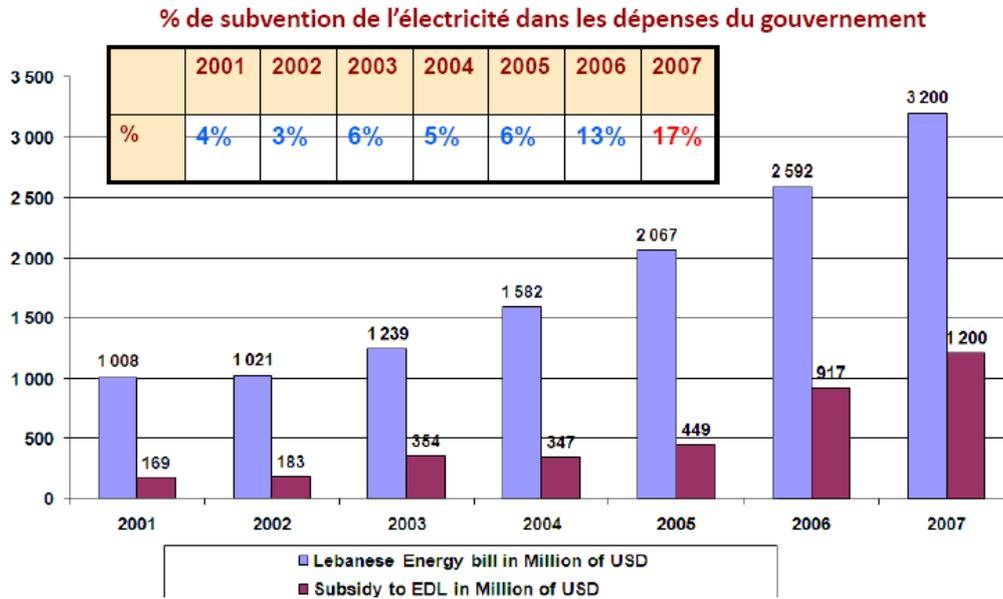
Le Ministère de l'énergie et des eaux (MEW) est en charge du secteur de l'énergie. La loi N° 462 portant sur la régulation du secteur de l'électricité a été promulguée en septembre 2002. Elle porte sur la création d'une Autorité régulatrice de l'électricité qui n'a pas encore vu le jour. L'Electricité du Liban (EDL) est un établissement public à caractère commercial, sous tutelle du MEW, ayant le monopole de la production d'électricité. La capacité installée de production d'électricité par des compagnies autres qu'EDL n'atteint que 192 MWe (hydro-électrique). Il n'y a pas de "feed-in" tarifs ni de projets IPP de production d'électricité. Un accord de principe a été signé le 11 novembre 2007 entre le Ministre de l'énergie et des eaux, M. Mohahamed El Safadi, et 3 compagnies privées autorisant chacune à installer des centrales de 50 MWe (éoliennes ou thermiques). Cet accord de principe n'a pas été ratifié par le Gouvernement et M. le Ministre Alain Tabourian, qui a succédé à M. El Safadi, n'a pas donné suite à cet accord.

Le Liban ne possède pas une stratégie énergétique pour les prochaines années. Il n'y a ni loi sur les énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie, ni une Agence nationale de maîtrise de l'énergie. L'Association Libanaise pour La Maîtrise de l'Énergie et pour l'Environnement (ALMEE) représente le Liban au sein de MEDENER (Association des Agences Méditerranéennes de Maîtrise de l'Énergie). Plusieurs associations sont aussi actives dans le domaine de l'énergie solaire et l'environnement (ALIS, LSES, Green Line, Lebanon-GBC, etc.). Un accord a été signé le 18 juin 2007 entre M. le Ministre de l'énergie et des eaux et le PNUD portant sur la transformation du projet GEF (LCECP) en «Lebanese Center for Energy Conservation, LCEC», mais ce centre n'a pas été encore institutionnalisé, le Conseil des Ministres et le

⁹ " MEDSTAT II, Regional Programme of Statistics in the Mediterranean Region ", Phase II et Administration centrale des statistiques du Liban, rapport du projet, 2009.

Conseil de la fonction publique n'ayant pas adopté ce projet. Enfin, il n'existe aucun mécanisme financier pour le développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.

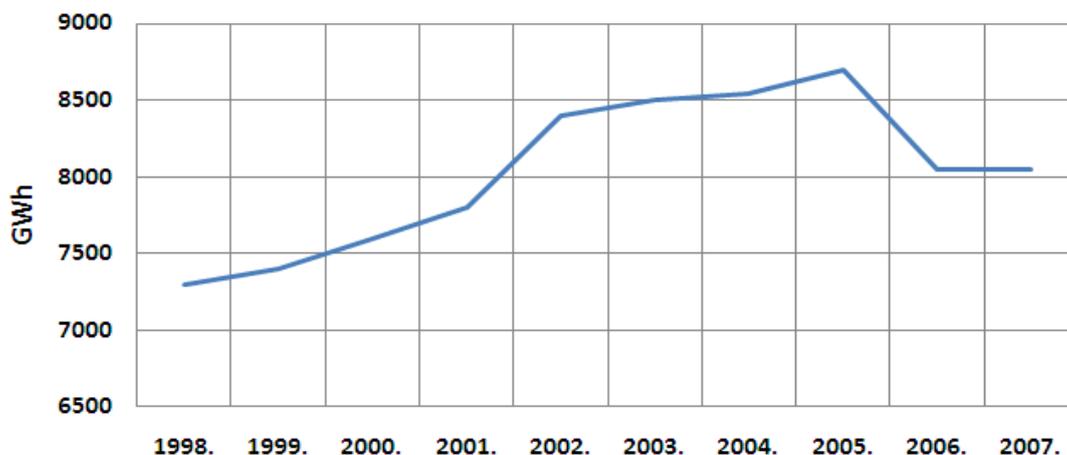
Figure 9 - Factures d'importations des produits pétroliers et pourcentages de subvention de l'électricité dans les dépenses du gouvernement (2001-2007).



La Figure 10 présente la quantité d'électricité délivrée par EDL aux consommateurs finaux en 2007, après déduction des pertes techniques (non inclus l'achat de l'électricité de la Syrie).

La sortie de la dépendance d'une mono-source pétrolière pourrait être assurée via le développement du potentiel des énergies renouvelables dont dispose le Liban. 3 000 heures d'ensoleillement par an suggèrent le recours au solaire. Sachant que 33 à 40 % de la consommation d'énergie finale au Liban provient du secteur habitat/tertiaire, le potentiel dans ce secteur reste très important. Au Liban, la maîtrise de la production et de la gestion des systèmes solaires collectifs de qualité a fait émerger un marché de l'eau chaude sanitaire collective, mais son extension se heurte à différents obstacles. Le fort subventionnement des prix de l'électricité domestique, avec des tarifs diversifiés selon les usages et les niveaux de consommation, pénalise notablement le développement de l'efficacité énergétique dans le résidentiel.

Figure 10 - Quantité d'électricité délivrée par EDL aux consommateurs finaux après déduction des pertes techniques - non inclus l'achat d'électricité de la Syrie en 2007



Source : Département de statistiques de l'EDL

II. Situation actuelle du secteur des bâtiments

Le secteur de la construction neuve au Liban se caractérise par¹⁰ :

- Un développement rapide de la construction entre 0 et 1 000 m d'altitude, pour des grands bâtiments résidentiels, sur 4 à 6 étages en moyenne ;
- Une prépondérance du secteur privé, pour la vente plutôt que la location ; un outil de financement social dit "secteur coopératif " encore peu actif, mais un outil de financement d'achat par les banques très actif, en coordination avec l'Office national de l'habitat (Ministère des œuvres sociales) ;
- Un contrôle technique exercé par les Ordres des ingénieurs et architectes, principalement pour le génie civil et l'électricité ;
- Aucune prescription technique sur la qualité thermique des bâtiments et des équipements consommateurs ;
- Pas de réseau de gaz naturel.

Au Liban, les attributions relatives à l'aménagement foncier, à l'urbanisme, à l'habitation, à la construction et à l'architecture relèvent de l'autorité ou de la tutelle du Ministre des travaux publics et du transport.

Le Liban a pris conscience depuis de très nombreuses années de la nécessité de concevoir un aménagement cohérent de l'ensemble de son territoire. La question de l'élaboration d'un schéma national d'aménagement et de développement du territoire a été tout naturellement inscrite dans la loi de 1977, portant création du Conseil du Développement et de la Reconstruction (CDR).

La loi sur l'urbanisme a réaffirmé, en 1983, la nécessité de ce schéma, en le citant comme étant le cadre qui doit orienter les schémas directeurs locaux et les plans d'urbanisme de détail.

Lorsque, en 1990, le CDR devait élaborer le plan de reconstruction, il a choisi la voie d'une approche sectorielle encadrée par une approche macro-économique, mais sans traduction spatiale. Nous avons vu la production de rapports concernant l'électricité, l'assainissement, le traitement des déchets solides, la reconstruction des bâtiments publics, ou encore ultérieurement les carrières, sans jamais percevoir le lien et l'articulation entre ces différentes politiques¹¹.

Un grand chantier a été engagé pour l'élaboration d'un schéma national d'aménagement et de développement du territoire (2002-2005) avec l'appui de l'IAURIF (France). Le plan directeur élaboré n'a pas été adopté par le Gouvernement à ce jour.

1. Parc existant et typologie des bâtiments

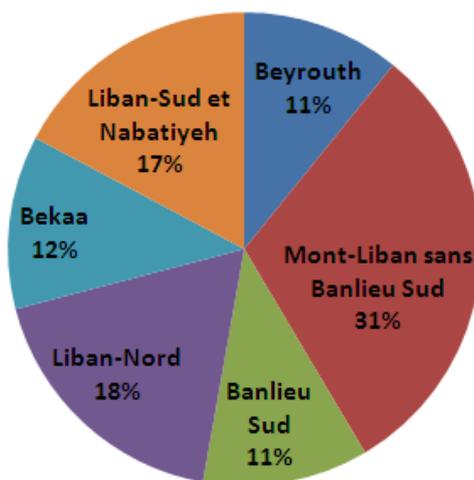
Le nombre de logements principaux était de 888 813 en 2007. La Figure 11 donne la répartition de logements principaux par localités géographiques du Liban.

Les constructions sont souvent trop hautes ou trop longues ou trop massives (Figure 12) avec des ouvertures mal proportionnées.

¹⁰ « Efficacité énergétique dans la construction au Liban », plaquette de présentation du projet, Fonds français de l'Environnement mondial, FFEM, 2005.

¹¹ « L'Urbanisme au Liban : réalités et besoins, outils et réformes », Fouad Awada, « Colloque pour un aménagement cohérent du territoire libanais », Beyrouth, 29 juin au 1er juillet 2000.

Figure 11 - Répartition de logements principaux par localités géographiques du Liban (total 888 813 en 2007)



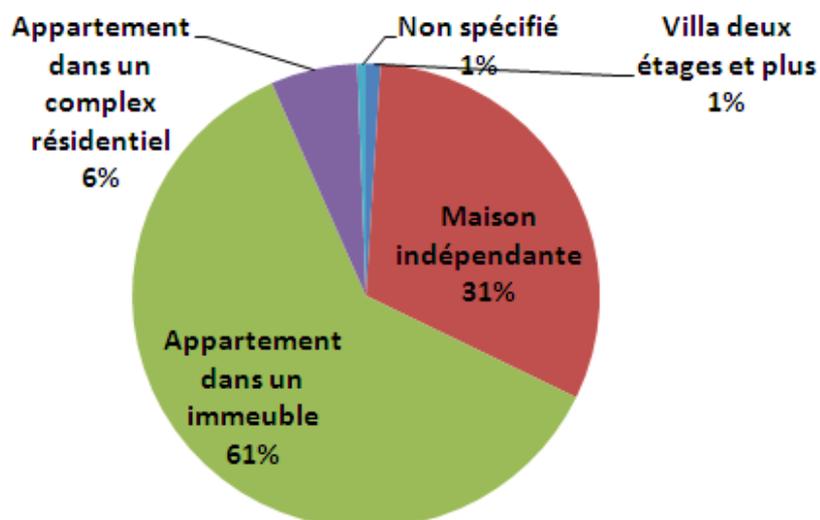
Source : National Survey, CAS, 2007

Figure 12 - Tissu urbain à Beyrouth



Au Liban, 67 % de logements sont des appartements dans des bâtiments à plusieurs étages (Figure 13).

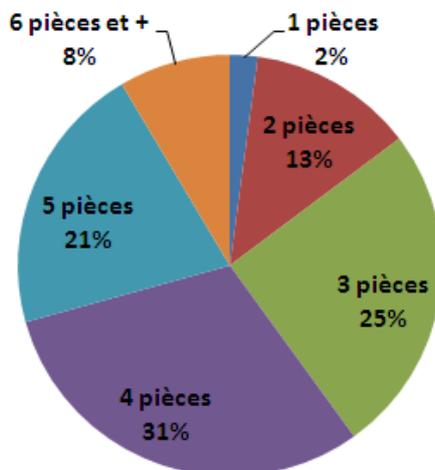
Figure 13 - Répartition de logements par type en 2007



Source : ACS

52 % des logements comprennent 4 ou 5 pièces (Figure 14).

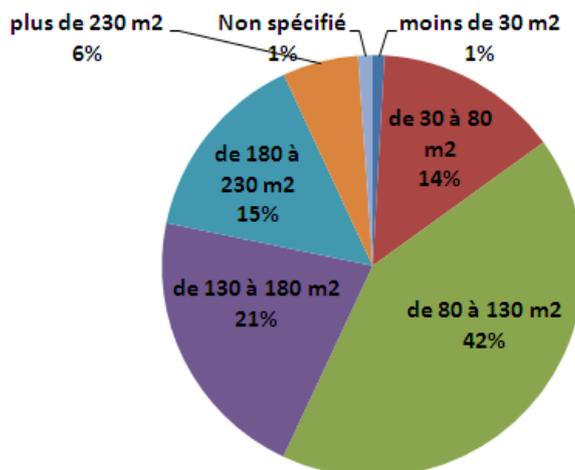
Figure 14 - Répartition de logements en % en fonction de nombre de pièces en 2007



Source : ACS

La surface moyenne des logements au Liban est de 129,3 m² (Figure 15).

Figure 15 - Répartition des logements principaux au Liban en fonction de la superficie en 2007



Source : ACS/UNDP/MAS

21,8 % de logements sont chauffés à l'électricité, 25 % au mazout, 27,3 % au gaz (GPL), 17,6 % au bois ou au charbon (Tableau 6).

Tableau 6 - Répartition des logements par type de chauffage en 2007 (un type ou plus par logement)

Type de Chauffage	Central collectif	Central Individuel à l'électricité	Non Central à l'électricité	Central Individuel au Fuel	Non central au Fuel	Non central au Gaz	Au bois ou au charbon	Non spécifié	Non Chauffé
%	1,9	4	17,8	4,9	20,1	27,3	17,6	1,5	4,9

Source : ACS

99,9 % des résidences principales sont reliées au réseau d'électricité public et 38,9 % disposent d'une connexion à un générateur privé pour avoir le courant durant les périodes de coupure d'électricité.

Le chauffage de l'eau sanitaire¹² s'effectue dans 70 % des résidences principales à partir de l'électricité, dans 25 % à partir de mazout avec 5 % de divers (gaz LPG, chauffe-eau solaire, bois, etc.).

¹² " Le marché du solaire thermique au Liban ", ALMEE, 2003.

Selon l'enquête de 2004, 26,6 % des résidences principales possèdent un ou plus climatiseurs. Actuellement, ce pourcentage est nettement supérieur.

2. Permis de construire

Les plans de construction élaborés et visés par l'architecte sont présentés à l'un des deux Ordres des ingénieurs et architectes (Beyrouth ou Tripoli) qui vérifient la conformité des plans avec la loi de la construction. La demande de permis de construire est par la suite présentée à la municipalité, après un visa de la Direction générale de l'urbanisme. La conformité à la norme d'isolation thermique n'est pas exigée. Cependant, la loi de la construction (2004) accorde des incitations pour la mise en place d'une isolation thermique en ne comptant pas l'épaisseur de l'isolation et des murs extérieurs dans la surface construite. De même, elle permet aux auvents (protection solaire des fenêtres) de dépasser de 60 cm la limite fixée par le règlement d'urbanisme.

3. Mode de construction

Au Liban, la quasi-totalité des constructions (neuves et anciennes) ne comportent pas d'isolation thermique.

Parois verticales

La plupart des immeubles d'habitation construits actuellement font appel à des techniques de construction traditionnelles (Figure 16) :

- Structures poteaux et poutres coulés sur place,
- Éléments de remplissage des façades en parpaings creux de 14 ou 20 cm d'épaisseur, sans contre-cloison,
- Séparatifs verticaux entre logements en parpaings creux de 12 à 15 cm d'épaisseur, 3 alvéoles, avec enduits ciment de part et d'autre.

Dans la majorité des cas, les façades ne sont pas isolées.

Planchers

Le mode de construction le plus usuel au Liban est constitué de planchers en béton armé :

- Planchers à poutrelles et hourdis avec dalle de répartition coulée sur place,
- Revêtements de sol en carrelage sur sable ou en marbre sur mortier.

Les planchers-bas ne sont pas isolés.

Toitures

Les toitures sont généralement des toitures terrasses (hourdis 24 cm). Leur structure est renforcée pour supporter des réservoirs d'eau. Le revêtement d'étanchéité (lorsqu'il existe), en asphalte, est simplement posé sur le support. Dans la majorité des cas, les toitures ne sont pas isolées.

Fenêtres et portes fenêtres

Les fenêtres et portes fenêtres sont de type coulissant horizontalement.

Le bâti dormant, le ou les vantaux ouvrants sont en aluminium.

Dans la majorité des cas, les fenêtres et portes fenêtres sont constituées d'un simple vitrage.

Ventilation

La ventilation des pièces et chambres est en général naturelle. L'extraction de l'air vicié s'effectue par des gaines dans les WC et salle de bains.

Dans la majorité des cas, il n'y a pas d'entrée d'air spécifique au niveau des fenêtres et portes fenêtres.

Figure 16 - Techniques de construction au Liban



Photo, A. Mourtada

4. Organisation du secteur (formel, informel) et acteurs clé

La majorité de la construction passe à travers le secteur formel. Les points forts et faibles de ce secteur sont :

Critiques négatives

- Manque de contrôle technique en amont, pour ce qui est de la validation de la structure de la construction, et en aval, pour ce qui est de l'exécution sur chantier. Cette lacune entraîne nécessairement des erreurs d'exécution graves.
- Pas de contrôle suffisant sur la qualité des matériaux (ciment, acier, béton, etc.).
- Manque de conducteurs de travaux qualifiés.
- Qualité souvent sacrifiée au détriment des prix et de la vitesse d'exécution.
- Utilisation de méthodes traditionnelles et résistances à l'application de technologies nouvelles.
- Faible niveau technique de la main d'œuvre.
- Pas de normes et DTU libanais.
- Absence de formation continue au sein des entreprises.

Critiques positives

- Rapidité d'exécution.
- Large choix de fournisseurs dans la majorité des produits, ouvrant la voie à la concurrence.
- Coûts faibles (surtout actuellement).

Le manque de standardisation des dimensions mentionnées ci-dessus pourrait être interprété positivement (pas de contrainte et exécution sur mesure possible).

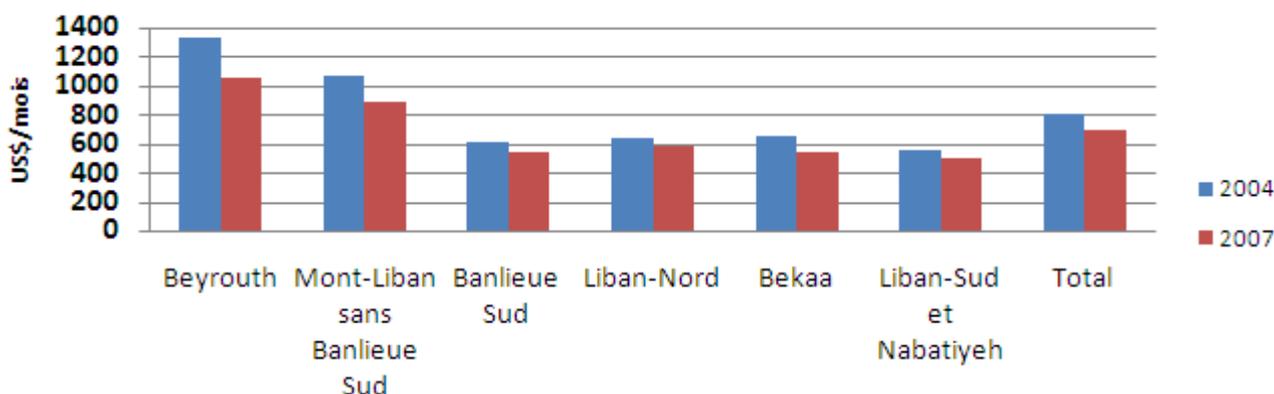
5. Budget énergie des ménages

Les revenus moyens mensuels par ménage¹³ (moyenne du pays) étaient de 687 US\$/foyer/mois en 2007. Ces revenus étaient de 809 US\$/foyer/mois en 2004. Les revenus ont chuté de 15 % à cause du ralentissement des activités économiques suite à la guerre de 2006 (Figure 17).

Le budget énergie représentait 7 % des dépenses des ménages en 2004, réparti comme suit : électricité 3,11 %, gaz GPL 1,09 %, fuel 2,17 %, bois et charbon 0,27 %.

Les dépenses des familles pour l'énergie en 2007 étaient de 750 MUS\$ réparties comme suit : électricité 351 MUS\$, gaz GPL 123 MUS\$, fuel 245 MUS\$, bois et charbon 30,6 MUS\$.

Figure 17 - Variation des revenus moyens des ménages par région géographique entre 2004 et 2007



6. Réglementation thermique, code et label

Des projets de normes d'isolation thermique ont été finalisés et rendus publics :

- Norme Libanaise « NL 68 : 1999 » intitulée : « Guide de l'isolation thermique et du confort thermique du bâtiment¹⁴ » élaborée en collaboration avec le CSTB France,
- Norme Libanaise « Thermal Standard for Buildings in Lebanon (2005) » développée dans le cadre du projet LEB/GEF/G35.

Ces projets de normes n'ont pas été adoptés. Elles ne sont pas obligatoires à ce jour non et ne sont pas du tout appliquées.

Dans le cadre du projet FFEM « Efficacité énergétique dans la construction au Liban, PEEC¹⁵ » des recommandations relatives à l'isolation thermique ont été développées ainsi que des guides d'application. Des opérations de démonstration ont également été réalisées. Les conditions extérieures de base pour le calcul des bilans thermiques de chauffage et de climatisation ont aussi été établies.

Le projet de réglementation thermique des bâtiments 2010 préparé par l'Ordre des ingénieurs et ECOTECH, avec l'appui de l'ADEME et de l'ALMEE, est en bonne voie car il a été accepté par LIBNOR.

7. Equipements électroménagers

Le taux d'équipements des ménages en appareils électroménagers est donné dans la Figure 18.

¹³ "Living Conditions & Households' Budget Survey 2004", Central Administration for Statistics.

¹⁴ "Lebanese Standard NL68 : Guide to the thermal insulation and summer comfort for buildings in Lebanon", LIBNOR, 1999.

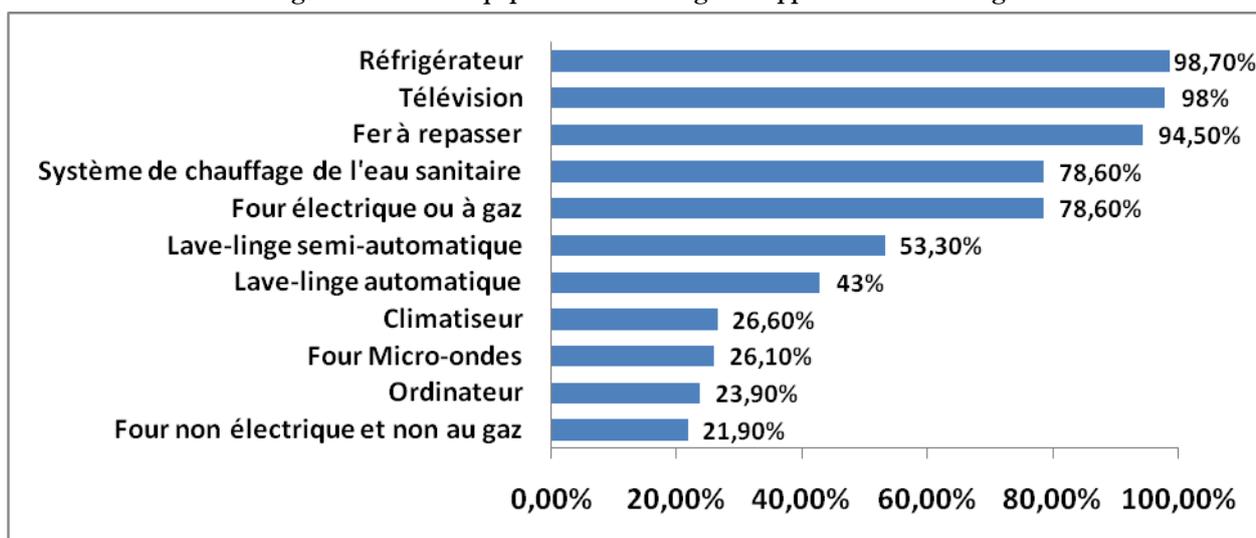
¹⁵ "Efficacité énergétique dans la construction au Liban", Bernard Cornut, rapport d'achèvement, Ademe-FFEM, 2005.

8. Etiquetage et certification

- MEPS (Norme de performance énergétique minimale) pour les réfrigérateurs, chauffe-eau solaire, climatiseur et lampes CFL adoptée par LIBNOR en 2007 et 2008.
- Labels pour les réfrigérateurs, chauffe-eau solaire, climatiseurs et lampes CFL en préparation (projet GEF/LEB/99/G31), mais le travail semble ne pas progresser !

Il n'existe pas à ce jour de laboratoire de certification des appareils mentionnés ci-dessus.

Figure 18 - Taux d'équipement des ménages en appareils électroménagers



Source: Households living conditions, CAS, 2004

III. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030

1. Scénario tendanciel (prolongement de la situation actuelle)

1.1. Définition du scénario

Le scénario tendanciel traduit l'interrogation suivante : que se passerait-il (dans le cadre des hypothèses socio-économiques retenues) si aucune mesure publique nouvelle n'était prise pour améliorer l'efficacité énergétique ? En ce sens, ce scénario est une convention : ce n'est pas une prédiction, et il ne cherche qu'à cerner le futur « le plus probable ».

Pour établir les hypothèses techniques constitutives de ce scénario, on s'appuie sur deux principes élémentaires :

- Pour toutes les installations, bâtiments, équipements, etc. existants l'année de base, on raisonne à efficacité constante (« frozen efficiency ») et on considère la poursuite de la pénétration tendancielle des énergies renouvelables (c'est à dire dans le prolongement des tendances historiques) ;
- Pour toutes les installations, bâtiments, équipements, etc. nouveaux (neufs, installés après l'année de base), on raisonne :
 - en partie sur le principe d'efficacité constante, mais à un niveau d'efficacité qui peut être nettement plus élevé que celui du stock existant du fait des technologies disponibles actuellement sur les marchés libanais et européens, voire mondial ;
 - en partie en prenant en compte une amélioration tendancielle de l'efficacité, lorsque celle-ci est déterminée par les évolutions internationales, elles-mêmes tendancielles (exemple de l'amélioration des performances des appareils électroménagers, etc.).

Le niveau moyen d'efficacité du neuf est déterminé soit par référence aux pratiques actuelles (quand elles sont connues, par exemple pour les bâtiments), soit par référence aux standards moyens d'efficacité des équipements neufs disponibles sur les marchés libanais et internationaux aujourd'hui.

1.2. Hypothèses

1.2.1. Tendances démographiques et évolution du parc de logements

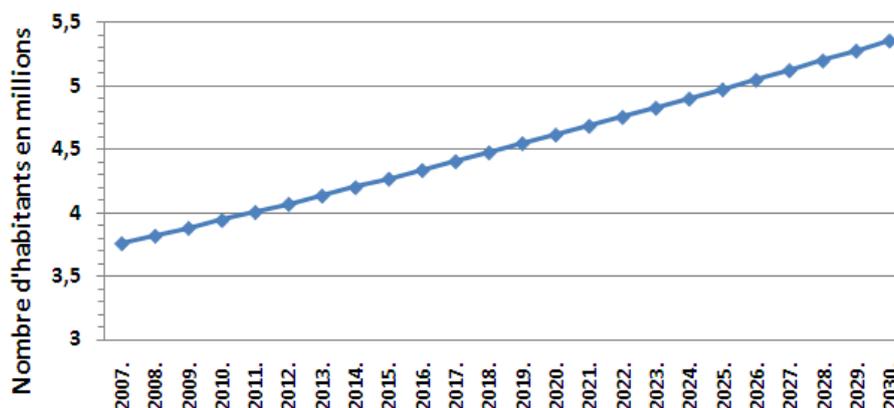
Le taux de croissance démographique était de 1,6 % en 2007. D'après les enquêtes «Households Living conditions in Lebanon» effectuées au Liban en 2004 et 2007 par le Ministère des affaires sociales, l'UNDP et l'Administration centrale des statistiques, on obtient les résultats suivants (Tableau 7) :

Tableau 7 - Nombre de résidents et des résidences principales au Liban en 2004 et 2007

	2004	2007	Progression 2007 par rapport à 2004
Nombre de résidents	3 755 034	3 759 136	0,1 %
Nombre de résidences principales	879 855	888 813	1,5 %

Cette faible progression s'explique par l'immigration des libanais. Pour notre hypothèse nous allons considérer un taux de croissance démographique de 1,6 % par an jusqu'en 2020 et de 1,5 % par an de 2020 à 2030. La population libanaise résidente atteindrait environ 5,4 millions d'habitants en 2030, comme le montre la Figure 19.

Figure 19 - Projection de la population résidente au Liban (2007-2030)



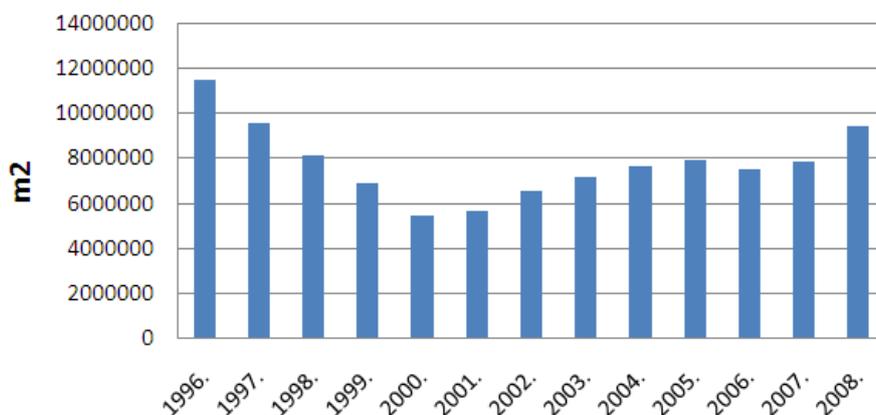
La progression du parc de logements peut être déduite des demandes de permis de construire.

La moyenne annuelle sur la période 1996-2008 de m² de demandes de permis de construire inscrites à l'Ordre des ingénieurs et architectes de Beyrouth est de 7 823 314 m² (Figure 20). En tenant compte des demandes de permis de construire inscrites à l'Ordre d'ingénieurs et d'architectes de Tripoli (12,5 % du total¹⁶) on peut retenir une moyenne annuelle de 9 millions de m² pour tout le Liban. Ce chiffre ne distingue pas les bâtiments résidentiels des bâtiments tertiaires. On peut considérer 65 % de la surface pour le résidentiel¹⁷, soit 5,85 millions de m²/an. En admettant un taux de construction effectif de 90 %, 5,25 millions de m² de bâtiments neufs résidentiels sont construits chaque année, soit l'équivalent de 40 500 logements/an.

La surface totale des résidences principales peut être déduite de la répartition des résidences principales en fonction de la superficie (enquête CAS, 2007), soit environ 115,6 millions de m². Le taux de progression moyen annuel de 1996 à 2007 peut être déduit d'après la demande de permis de construire. Il est de l'ordre de 4,5 %.

On ne dispose pas de projections en ce qui concerne le nombre de ménages ou de logements. Nous avons par conséquent considéré que le nombre de nouveaux logements est de 40 500 en 2008 et que l'augmentation annuelle du nombre de nouveaux logements de 4,5 % entre 2008 et 2030. Le nombre de logements principaux en 2030 serait de 2,46 millions (Figure 21). Les libanais non-résidents cherchent toujours à acquérir un logement au Liban, ce qui explique que le taux de d'augmentation de logements dépasse le taux d'augmentation de la population résidente.

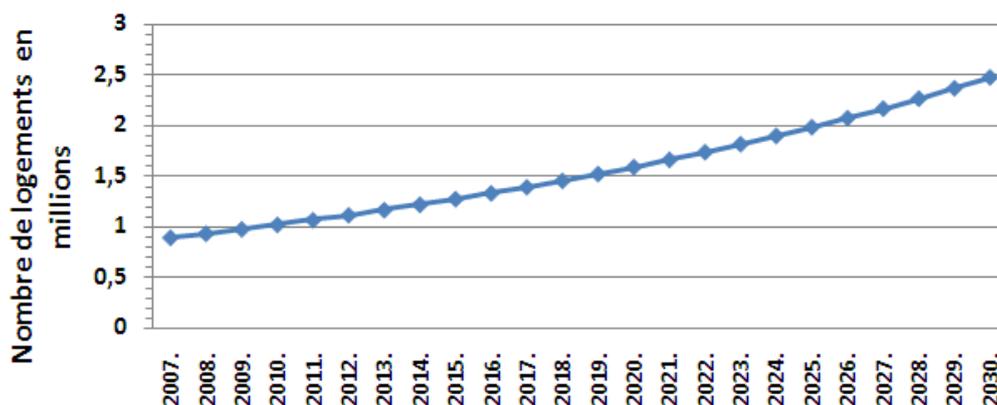
Figure 20 - Evolution du nombre annuel de m² de demande de permis de construire à l'Ordre des ingénieurs et architectes de Beyrouth (1996-2008)



¹⁶ " Statistical Yearbook 2007 ", Central Administration for Statistics.

¹⁷ " Entretien avec M. Rabih Khairallah, Président de la quatrième branche à l'Ordre des ingénieurs et architectes de Beyrouth ", juin 2009.

Figure 21 - Evolution du nombre de logements principaux au Liban de 2007 à 2030



1.2.2. Evolution des équipements

Le taux d'équipement des ménages en appareils électroménagers est déterminant dans la consommation totale des ménages. Ainsi, dans le scénario tendanciel, le profil d'évolution future du taux d'équipement des ménages a été défini en prolongeant les tendances récentes observées. Nous citons à titre d'exemple les hypothèses suivantes :

- La télévision et le réfrigérateur sont généralisés ; on considère un léger suréquipement des ménages ;
- Un accroissement rapide du parc de climatisation de l'ordre de 7 % par an jusqu'à saturation (taux maximum 60 %) ;
- Une transformation sensible dans la structure d'évolution du parc des chauffe-eau, avec une pénétration du chauffage solaire.

1.2.3. Evolution de la consommation d'énergie à prix d'énergie constant sans prise en compte de la consommation d'énergie liée à la fabrication des matériaux de construction

L'évolution des consommations¹⁸ des énergies primaire et finale au Liban est donnée dans le Tableau 8.

Tableau 8 - Evolution des consommations des énergies primaire et finale au Liban (2004-2007)

Energies consommées	2004	2005	2006	2007
Energie primaire (ktep)	5359	4858	4718	3967
Energie finale (ktep)	3252	3006	2922	2717

En 2007, on constate une baisse des consommations. Cette baisse s'explique par le fait que :

- 54 % des produits pétroliers importés sont destinés à l'EDL pour la production de l'électricité ; or la production d'électricité a chuté de 10 % en 2007 par rapport à 2005 à cause des arrêts et des pannes intervenus sur les centrales de production d'électricité ;
- à cause de l'augmentation du prix mondial du baril de pétrole ;
- par le trafic illégal des produits pétroliers de la Syrie à cause de la différence des prix ;
- et à cause de la destruction massive des bâtiments et des industries par la guerre d'Israël contre le Liban en 2006 (120 000 logements détruits ou endommagés).

Le Tableau 9 donne la consommation d'énergie primaire du secteur résidentiel et du tertiaire (2004-2007).

¹⁸ " MEDSTAT II ", Central Administration for Statistics, Lebanon, 2009.

Tableau 9 - Consommation d'énergie primaire du secteur résidentiel et du tertiaire (2004-2007)

Indicateurs	2004	2005	2006	2007
Energie primaire (ktep)	5359	4858	4718	3967
Consommation en énergie primaire du résidentiel et du tertiaire (ktep)	2119	1944	1783	1412
% du résidentiel et du tertiaire dans le bilan national d'énergie primaire	39,5 %	40,0 %	37,8 %	35,6 %

Source : MEDSTAT II

Cette baisse n'est donc que conjoncturelle et il faudrait s'attendre à une augmentation de la consommation après la reconstruction des bâtiments détruits ou endommagés à partir de 2008. En effet, la consommation d'énergie primaire en 2008 a effectivement rebondi pour atteindre 5 409 ktep. La consommation réelle du secteur des bâtiments est plus grande que les valeurs présentées dans le Tableau 9, car MEDSTAT et l'IAE ne comptabilisent pas le fuel consommé par les groupes électrogènes privés dans le bilan des bâtiments mais dans celui du secteur du transport.

La part importante de l'énergie électrique dans le bilan de consommation d'énergie primaire du secteur résidentiel et tertiaire s'explique par le recours à l'électricité pour le chauffage des locaux, le chauffage de l'eau sanitaire, la climatisation, l'éclairage, le pompage de l'eau et pour les équipements électroménagers. La forte augmentation de la part d'électricité dans le bilan de consommation d'énergie finale du résidentiel et tertiaire s'explique par la substitution du mazout et du gaz (GPL) utilisés pour le chauffage des locaux et de l'eau sanitaire par l'électricité à cause de l'augmentation des prix du mazout et du gaz GPL et de la stabilité du prix d'électricité, voire par les branchements illégaux sur le réseau et le non paiement des factures d'électricité.

Afin de prédire la consommation d'énergie du secteur résidentiel à prix d'énergie constant nous partons de 1 900 ktep d'énergie primaire en 2010. Et nous considérons les 3 scénarios d'augmentation du PIB¹⁹ suivants (Tableau 10) :

Tableau 10 - Les 3 scénarios d'augmentation du PIB

Scénarios d'augmentation de PIB	2010-2020 % annuel d'augmentation	2020-2030 % annuel d'augmentation
Cas élevé	5,5 %	5,5 %
Cas de base	5 %	5 %
Cas faible	3 %	3 %

Nous considérons que l'augmentation de la demande d'énergie suivra les mêmes scénarios d'augmentation du PIB (moins 1 point pour prendre en compte une amélioration tendancielle de l'efficacité), lorsque celle-ci est déterminée par les évolutions internationales elles-mêmes tendancielles (exemple de l'amélioration des performances des appareils électroménagers, etc.).

Il n'existe pas à ce jour une balance énergétique au Liban faisant ressortir uniquement la part du secteur résidentiel dans le bilan d'énergie primaire. Nous avons reconstitué la consommation primaire du secteur résidentiel à partir de la superposition des données disponibles, en tenant compte des données 2008 (5 409 ktep énergie primaire dont 2 400 ktep pour le résidentiel et le tertiaire, en comptabilisant le fuel consommé par les groupes électrogènes dans le bilan de ce secteur). La consommation en énergie primaire du secteur résidentiel seul est estimée à 1 900 ktep en 2010. La Figure 22 donne l'évolution de la demande d'énergie primaire du secteur résidentiel de 2008 à l'horizon 2030.

Dans le scénario tendanciel, la demande d'énergie primaire du secteur résidentiel évoluera de 1 900 ktep en 2010 à 2 812 ktep en 2020 et à 4 163 ktep en 2030. Cette évolution fera une grande pression sur la demande d'électricité. L'évolution de la demande d'électricité due au secteur résidentiel et tertiaire et aux autres secteurs nécessiterait l'installation de 1 700 MWe électrique supplémentaires. La demande d'électricité à l'horizon 2020 serait de 4 235 Mwe. Les Figure 23 et Figure 24 donnent l'évolution de la demande d'électricité au Liban selon les 3 scénarios.

¹⁹ " Republic of Lebanon: Electricity Sector Public Expenditure Review ", Report No. 41421-LB. World Bank, January 2008.

Figure 22 - Evolution de la demande d'énergie primaire du secteur résidentiel à l'horizon 2020 et 2030

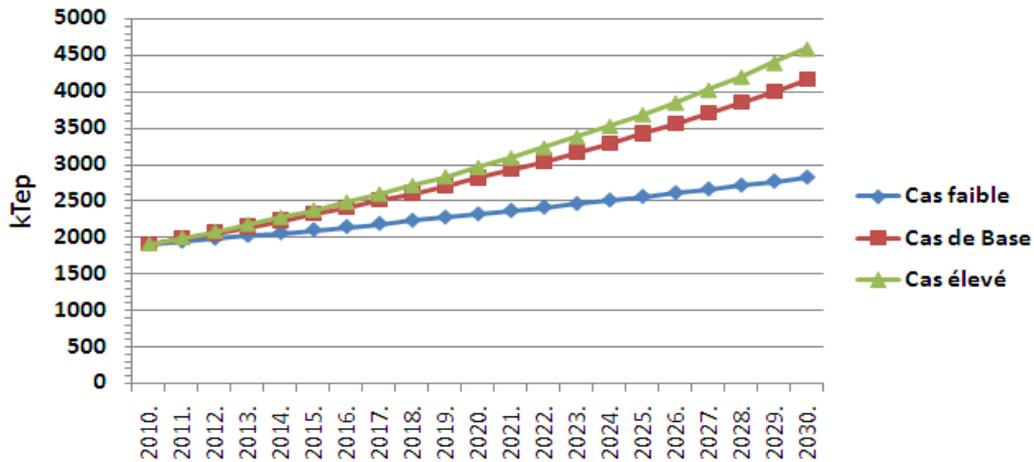
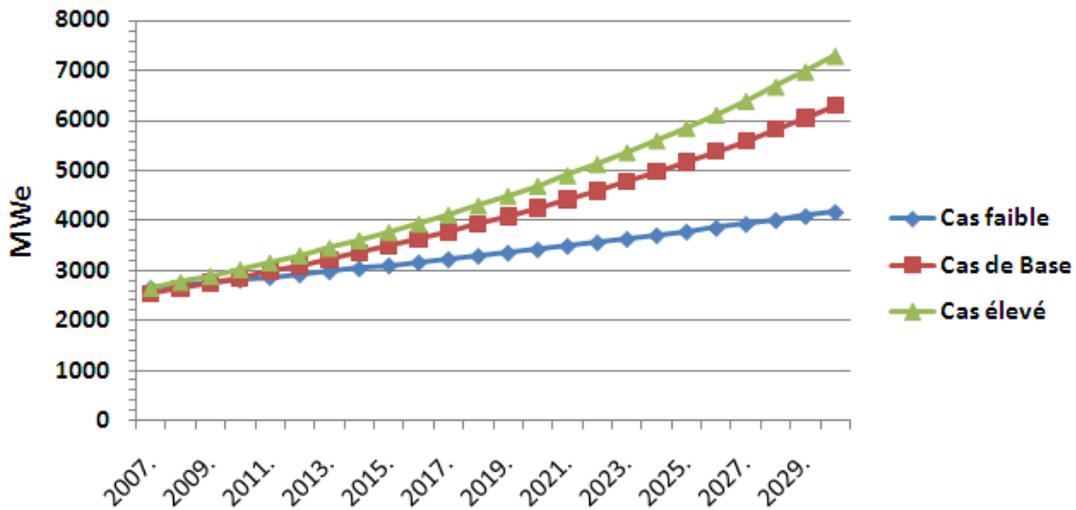
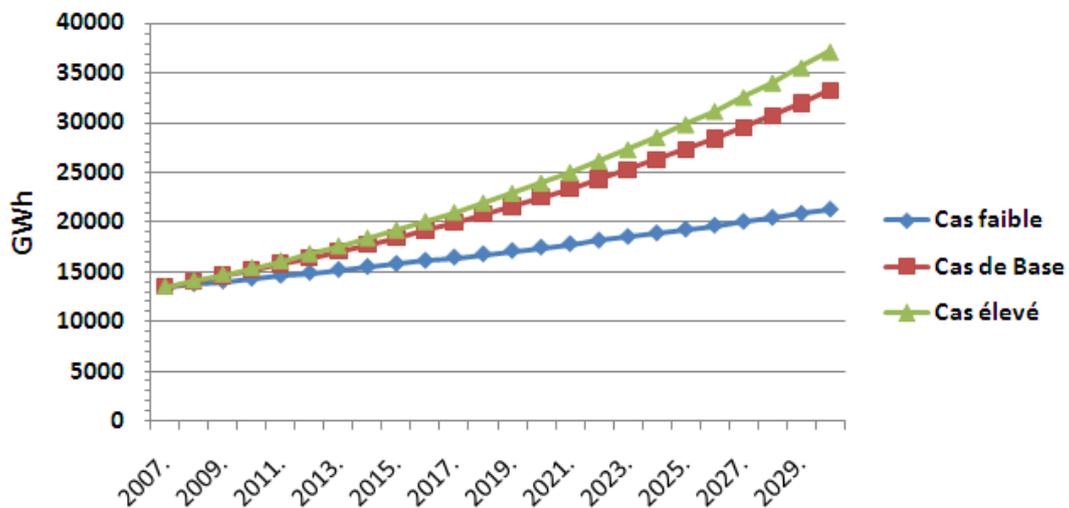


Figure 23 - Evolution de la puissance électrique à installer au Liban (EDL+ auto-producteurs) à l'horizon 2020 et 2030 selon 3 scénarios



Source : reconstituée par A. Mourta à partir des informations disponibles

Figure 24 - Evolution de la demande d'électricité au Liban à l'horizon 2020 et 2030 selon 3 scénarios



Source : reconstituée par A. Mourta à partir des informations disponibles

1.2.4. Evolution des émissions de CO₂ à mix énergétique constant

Les émissions de tonnes équivalents CO₂ au Liban et la part du secteur résidentiel et tertiaire sont données dans le Tableau 11 suivant²⁰ :

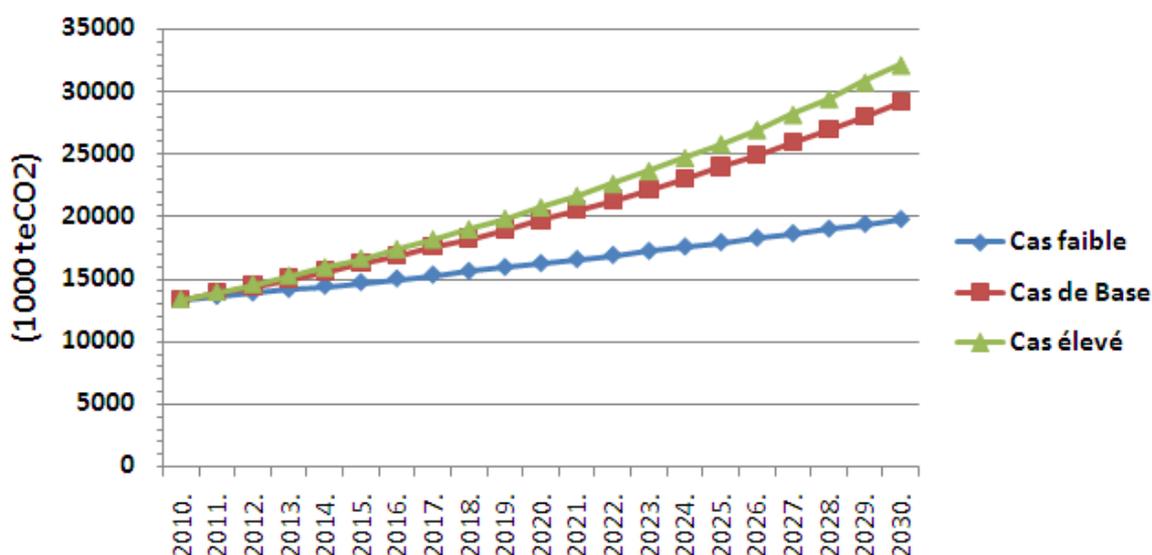
Tableau 11 - Evolution des émissions du Liban et du secteur résidentiel et tertiaire

	2004	2005	2006	2007
Emissions du Liban (1000 teCO ₂)	14 940	13 478	13 059	10 751
Emissions des secteurs résidentiel et tertiaire (1000 teCO ₂)*	5 910	5 394	4 936	3 827

Source : reconstituée par A. Mourtada à partir du bilan énergétique MEDSTAT II

L'évolution des émissions de CO₂ du Liban à mix énergétique constant à l'horizon 2020 et 2030 est donnée dans la Figure 25. Compte tenu des réductions des émissions dues à la situation anormale en 2007, on estime que le niveau des émissions en 2010 atteindrait 13 300 (1000 teCO₂).

Figure 25 - Evolution des émissions de gaz à effet de serre au Liban à l'horizon de 2010 et 2030 selon 3 scénarios



Source : reconstituée par A. Mourtada

2. Scénario d'évolution à prix croissant

2.1. Définition des hypothèses d'évolution des prix

Dans le cadre de cette étude, nous retiendrons le scénario de l'EIA (Energy Information Administration), révisé lors de la dernière publication 2009 International Energy Outlook, pour lequel le prix moyen du baril de pétrole serait en augmentation pour atteindre US\$110 en 2015 et US\$130 en 2030 hors inflation.

2.2. Définition des hypothèses d'élasticité prix/consommation

Le scénario sur l'évolution de la consommation énergétique liée au bâtiment, avec un prix de l'énergie croissant, serait défini en tenant compte de la notion d'élasticité : en quoi la variation des prix limite ou pas la consommation ?

Afin de répondre à cette question il faut signaler qu'en 2008 la subvention du gouvernement à l'EDL a atteint 1,4 milliards US\$ et 1,45 milliards US\$ en 2009. Cette subvention correspond à 75 à 84 % du prix d'achat de fioul (importé) et de l'électricité (de la Syrie et de l'Egypte) par l'EDL. En considérant que l'EDL va améliorer sa production d'électricité de 4 % par an (augmentation des importations d'électricité de la

²⁰ "MEDSTAT II et CAS", 2009.

Syrie, de l’Egypte et éventuellement de la Turquie), les subventions du gouvernement à l’EDL, en prenant en compte les hypothèses d’élasticité des prix, correspondraient aux données de la Figure 26. On rappelle que les besoins d’électricité complémentaire seront assurés par les auto-producteurs.

En considérant que les subventions du gouvernement à l’EDL restent du même ordre, soit 84 % des prix d’achat de fioul et de l’électricité (hydraulique, de la Syrie et de l’Egypte), l’évolution de la subvention de l’état à l’EDL, en prenant en compte les hypothèses d’élasticité des prix, correspondrait aux données présentées dans la Figure 27. Les subventions cumulées atteindraient la somme colossale de 48 milliards US\$ de 2008 à 2030 (du même ordre de la dette actuelle de l’Etat). Une révision des tarifs de l’EDL pourrait réduire ces subventions, mais de quel ordre ?

Figure 26 - Evolution de la fourniture par l’Electricité Du Liban (EDL) de 2008 à 2030

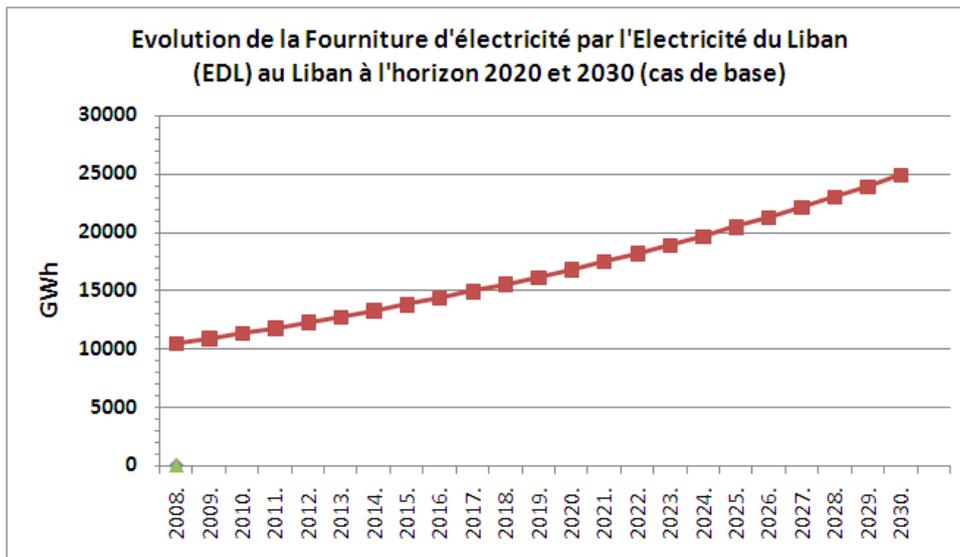
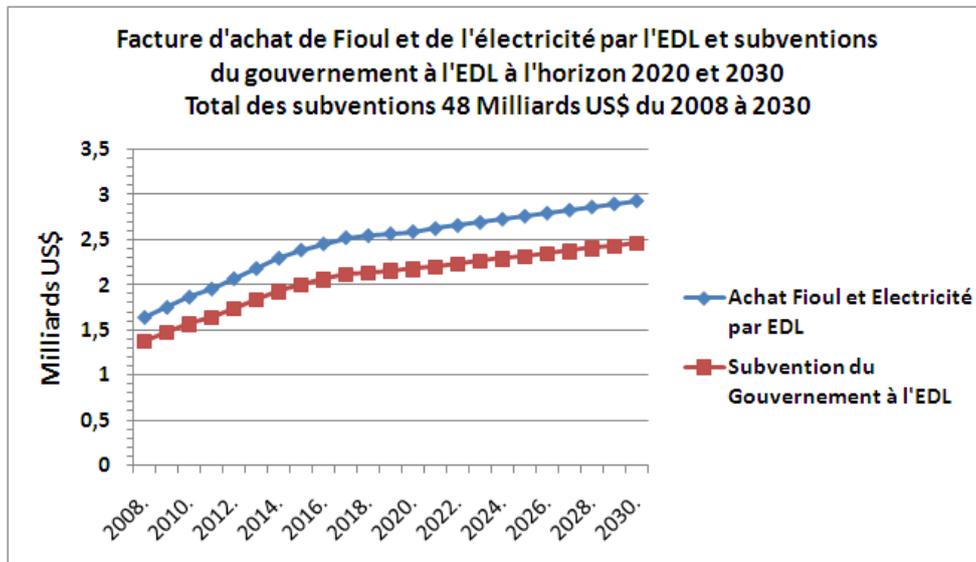
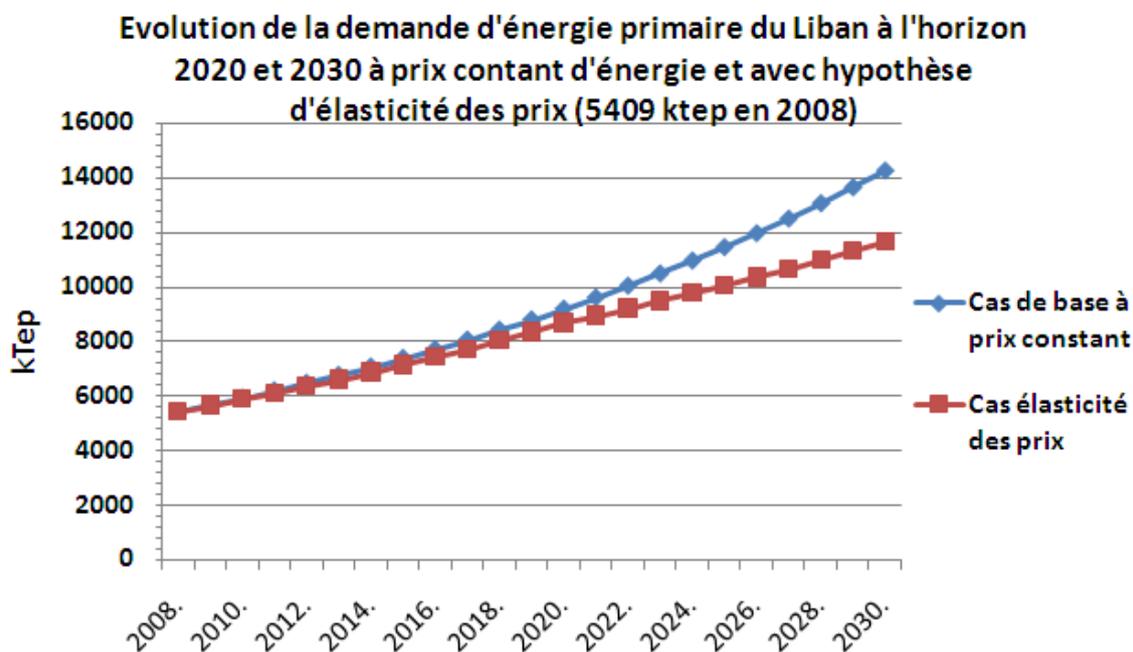


Figure 27 - Facture d’achat de fioul et d’électricité par l’EDL et subventions du gouvernement à l’EDL de 2008 à 2030



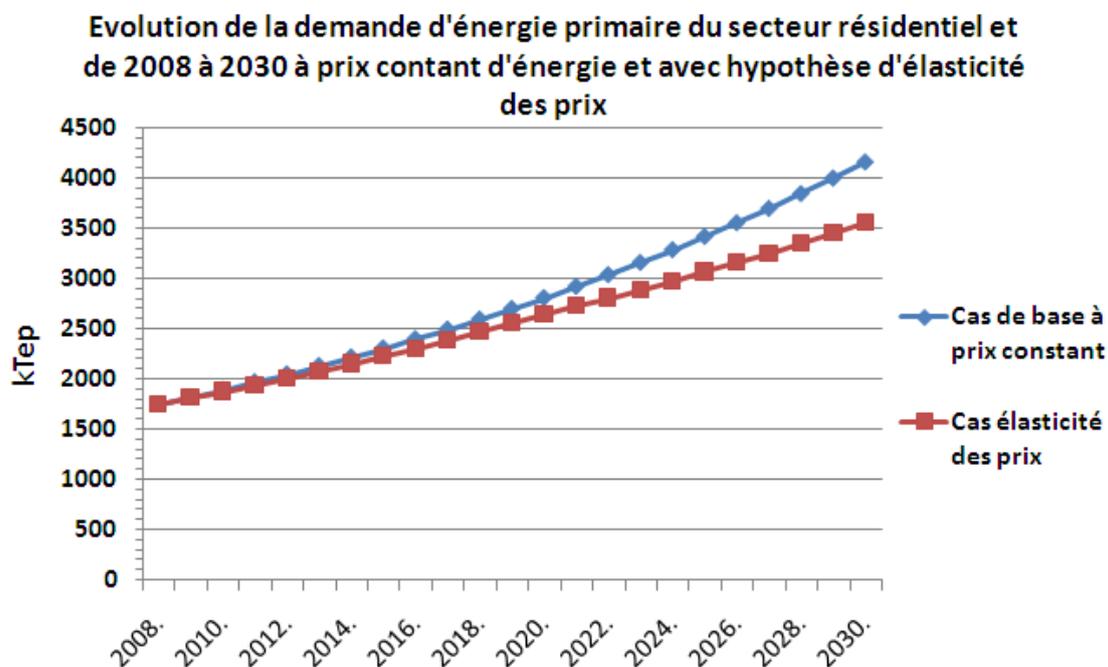
Avec les hypothèses d’élasticité des prix définies ci-dessus, on estime que l’augmentation de la demande d’énergie serait de 4 % à l’horizon 2010-2020 et de 3 % à l’horizon 2021-2030. La Figure 28 présente l’évolution de la demande d’énergie primaire 2008-2030, à prix constant de l’énergie et en considérant l’hypothèse d’élasticité des prix.

Figure 28 - Evolution de la demande en énergie primaire du Liban de 2008 à 2030 à prix de l'énergie constant et avec l'hypothèse d'élasticité des prix



En considérant les mêmes hypothèses, l'évolution de la demande en énergie primaire du secteur résidentiel est donnée dans la Figure 29.

Figure 29 - Evolution de la demande en énergie primaire du secteur résidentiel de 2008 à 2030 à prix de l'énergie constant et avec l'hypothèse d'élasticité des prix



IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles

1. Zonage climatique

Les zones climatiques définies dans le paragraphe 1.2 seront considérées dans le reste de l'étude. Ces quatre zones sont les suivantes :

- Zone 1 – Côtière,
- Zone 2 – Montagne ouest à moyenne altitude,
- Zone 3 – Plateau continental,
- Zone 4 – Haute montagne.

2. Identification des options d'efficacité énergétique par zone climatique

Les options et les mesures d'efficacité énergétique par zone climatique sont données dans le Tableau 12. Les options sont classées par zone climatique en fonction de leur efficacité énergétique et économique. Par exemple, la climatisation solaire par absorption et adsorption est efficace sur le plan technique en zone climatique 4 mais, dans cette zone, climatisation n'est pas indispensable, ce qui réduirait l'efficacité économique (faible temps d'utilisation et très long temps de retour). Globalement, cette solution n'est donc pas efficace pour la zone considérée.

Tableau 12 - Les mesures d'efficacité énergétique par zone climatique en fonction de leur efficacité

Options ou mesures d'efficacité énergétique	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Les plus grandes façades sont orientées Nord-Sud	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Efficacité moyenne
Ventilation naturelle le jour en été	Très efficace	Très efficace	Non efficace ou non adaptée	Très efficace
Ventilation naturelle la nuit en été	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des toitures	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des murs	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des fenêtres	Efficacité moyenne	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Protection solaire des fenêtres	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Eclairage naturel	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Inertie thermique	Non efficace ou non adaptée	Très efficace	Très efficace	Efficacité moyenne
Tours à vent	Non efficace ou non adaptée	Non efficace ou non adaptée	Efficacité moyenne	Non efficace ou non adaptée
Eclairage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffe-eau solaire	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffage solaire des locaux	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Ventilo-évaporateur	Non efficace ou non adaptée	Non efficace ou non adaptée	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Pompe à chaleur géothermique	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Non efficace ou non adaptée
Climatisation efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Equipements électroménagers à efficacité énergétique	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Climatisation solaire (absorption/adsorption)	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Chauffage par capteurs solaires à air	Non efficace ou non adaptée	Efficacité moyenne	Très efficace	Efficacité moyenne
Puits canadiens	Non efficace ou non adaptée	Non efficace ou non adaptée	Efficacité moyenne	Très efficace
Eclairage par panneaux photovoltaïques	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Très efficace	Efficacité moyenne
Turbine à air	Non efficace ou non adaptée	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Bâtiment à énergie positive	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Efficacité moyenne

Très efficace
Efficacité moyenne
Non efficace ou non adaptée

3. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées

Les barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées sont données dans les Tableau 13, Tableau 14 et Tableau 15.

Tableau 13 - Barrières économiques au développement à grande échelle des options identifiées

Contraintes	Impacts	Solutions
Le prix des énergies, surtout de l'électricité, ne reflète pas son coût réel	L'isolation thermique et les doubles vitrages présentent un temps de retour très élevé	A court terme, le prix de l'énergie doit refléter son coût direct A long terme, le prix de l'énergie devra également inclure les coûts indirects liés à la pollution (en fonction de la nature de la source d'énergie)
	Le chauffe-eau électrique se développe au dépend du chauffe-eau solaire	
L'investissement initial est élevé	Temps de retour élevé (de 7 à 30 ans selon l'énergie substituée)	A court terme, mise en place de prêts bonifiés A moyen et long termes, mise en place d'incitations fiscales

Tableau 14 - Barrières institutionnelles au développement à grande échelle des options identifiées

Contraintes	Impacts	Solutions
<ul style="list-style-type: none"> Absence de volonté politique de promotion du développement du solaire thermique au Liban Inexistence de cadres réglementaires Absence de programmes sur les moyen et long termes Absence d'incitations financières pour l'industriel comme pour le particulier 	Marché marginal et instable	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place de politiques et de programmes de maîtrise de l'énergie dans une optique de développement durable
<ul style="list-style-type: none"> Absence de volonté politique d'application des normes d'isolation thermique Inexistence de cadres réglementaires précisant les rôles des différentes administrations dans le contrôle d'application et les démarches de mise en œuvre de la norme d'isolation thermique Le contrôle effectif d'exécution de la construction des bâtiments est inexistant Les normes et codes de construction ne sont pas enseignés dans les cursus universitaires Les ingénieurs et architectes ne sont pas formés à l'application de la norme d'isolation thermique et trouvent de grandes difficultés dans son exploitation Le maître d'ouvrage n'est pas sensibilisé à l'importance de l'isolation thermique Les administrations concernées par la délivrance des permis de construire ne vérifient pas si les plans présentés sont conformes à la norme d'isolation thermique 	Marché marginal et instable	<ul style="list-style-type: none"> Imposer dans les appels d'offre l'obligation de conformité aux normes d'isolation thermique, de la conception à l'exécution des bâtiments Charger l'Ordre des ingénieurs du contrôle de la conformité des plans aux normes d'isolation Charger les administrations concernées par la délivrance des permis d'habitation de vérifier si les bâtiments ont été construits en conformité avec les plans préalablement visés par l'Ordre des ingénieurs. Inclure des modules obligatoires relatifs aux codes de construction et d'isolation thermique dans les programmes des cursus d'architecture et d'ingénierie Sensibiliser la population à l'importance de l'isolation thermique et de l'application des normes Effectuer des séminaires de formation aux processus d'application de la norme d'isolation thermique destinés aux ingénieurs des secteurs privé et public Réviser les normes d'isolation thermique et développer des outils informatiques et des guides techniques d'application

Tableau 15 - Barrières sociales et techniques au développement à grande échelle des options identifiées

Contraintes	Impacts	Solutions
Avantages non connus par le consommateur (sur les court, moyen et long termes) Manque de connaissances des enjeux macroéconomiques et environnementaux	Marché marginal et non évolutif	1 – Information 2 – Sensibilisation 3 – Formation 4 - Projets pilotes de démonstration
Faible appropriation des techniques d'isolation thermique et des systèmes d'énergies renouvelables	Marché marginal et non évolutif	1 - Formation des techniciens
Résultats aléatoires et efficacité incertaine	Image négative de l'énergie solaire thermique et contre références	1 – Mise en place de normes de qualité 2 – Mise en place de labels
Intégration difficile des capteurs, des panneaux photovoltaïques et des turbines à air dans les bâtiments et en particulier dans le tissu urbain dense	1 – Difficulté pour trouver le bon emplacement technique (bonne orientation et inclinaison des capteurs, etc.) 2 – Difficulté d'intégration esthétique	Prévoir l'option solaire dès la conception du bâtiment (en terrasse, en façade, en pare soleil, etc.)

4. Exemple de projet

Le projet d'efficacité énergétique dans la construction (FFEM) donne des exemples de projets pilotes réussis au Liban²¹.

Les résultats du projet sont : des surcoûts de l'ordre de 5 à 10 % mais aussi des améliorations simples et bien maîtrisées qui ont permis de réduire les consommations d'énergie de 30 à 50 %. Le projet a montré que l'on peut facilement obtenir des économies d'électricité d'au moins 1 500 kWh/an par logement-type de 150 m², pour des surcoûts d'investissement inférieurs à 5 %.

Pour les 20 000 m² construits, l'économie s'élève à 235 MWhe/an en production. Cela a permis une réduction des émissions en CO₂ du même, ordre en proportion, soit 30 à 50 % par bâtiment.

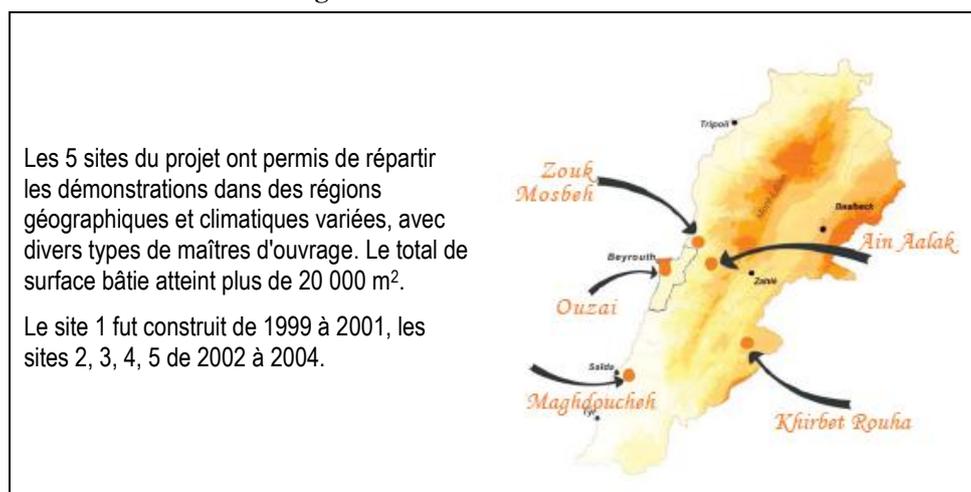
Au-delà de ces effets localisés mais démonstratifs, il reste à influencer progressivement tout le secteur de la construction, en ce qui concerne la réglementation pour le neuf et ensuite pour la réhabilitation des immeubles existants et la transformation accélérée des parcs d'équipements (Figure 30 et Figure 31).

Figure 30 - Plaquette du projet pour l'efficacité énergétique dans la construction au Liban



²¹ <http://www.afd.fr/jahia/webdav/site/afd/users/admircherche/public/Expost%20N6%20final-16-11-2007.pdf>

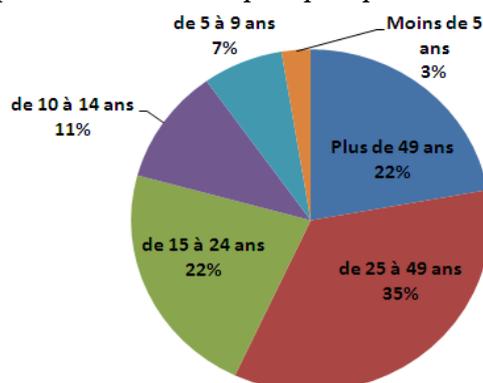
Figure 31 - Les 5 sites de démonstration



5. Réhabilitation thermique de l'existant

La Figure 32 présente la répartition des résidences principales par classe d'âge. Plus de 57 % de logements ont plus de 25 ans. 22 % ont plus de 50 ans et ont besoin d'être réhabilités. A cet effet, la réhabilitation thermique des bâtiments résidentiels existants pourrait être une priorité.

Figure 32 - Répartition des résidences principales par classe d'âge en % en 2004



Source : ACS

Les options à mettre en place dans le cas de réhabilitations sont données en fonction de leur efficacité dans le Tableau 16 suivant :

Tableau 16 - Les options d'efficacité énergétique à mettre en place dans le cas de réhabilitations

Options ou mesures d'efficacité énergétique	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Isolation des toitures	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des murs	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des fenêtres	Efficacité moyenne	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Protection solaire des fenêtres	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Eclairage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffe-eau solaire	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Climatisation efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Equipements électroménagers à efficacité énergétique	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace

Très efficace
Efficacité moyenne
Non efficace ou non adaptée

V. Scénarios alternatifs de maîtrise de l'énergie

1. Hypothèses de contexte

1.1. Répartition du parc de logements par zone climatique

Nous allons considérer les zones climatiques retenues dans le cadre de la norme d'isolation thermique du Liban. Ce zonage sert, entre autres, pour la conception et le dimensionnement optimal des équipements de chauffage et de climatisation ainsi que pour l'optimisation thermique de la construction.

Nous avons déduit la répartition des logements par zone climatique à partir de la répartition des logements par région administrative. Le Tableau 17 donne le nombre de résidences principales par zone climatique.

La zone côtière contient le plus grand nombre de résidences principales, suivie par la zone ZT2 et la zone ZT3. La zone ZT4 de haute-montagne n'abrite que 6 % du total.

Tableau 17 - Nombre de logements par zone climatique

Zones	Nombre de résidences principales	%
ZT1	592 059	67
ZT2	144 070	16
ZT3	100 714	11
ZT4	51 970	6
Total	888 813	100

Source : CAS, adaptée par Mourtada

1.2. Superficie des logements

En première approximation, la superficie moyenne des logements au Liban est de l'ordre de 129,3 m² et varie selon les zones comme suit (Tableau 18) :

Tableau 18 - Superficie moyenne des logements selon les zones climatiques

Zone climatique	Superficie moyenne (m ² /logement)	Pourcentage de logements en propriété
ZT1	123,5	64 %
ZT2	134	81 %
ZT3	151,5	93 %
ZT4	138	86 %
Toutes zones	129,3	71,4 %

Source : CAS 2004, adaptée par A. Mourtada

1.3. Mode de chauffage

Les principaux modes de chauffage dans les résidences principales en fonction des zones climatiques sont donnés dans le Tableau 19 ci-dessous (plus d'un mode peut être utilisé dans un logement) :

Tableau 19 - Modes de chauffage principaux par logement en fonction des zones climatiques

Zone climatique	Individuel fuel	Central Fuel	Charbon ou bois	Individuel gaz GPL	Electricité	Non chauffés et non spécifiés
ZT1	15 %	4 %	13 %	40 %	18 %	8 %
ZT2	13 %	7 %	18 %	45 %	21 %	5 %
ZT3	84 %	6,7 %	12,3 %	1,2 %	0,5 %	3 %
ZT4	24 %	6 %	29,4	35 %	20 %	1 %
Toutes zones	20,1 %	6,8 %	17,3 %	29, %	21,8 %	6,7 %

Source : CAS, adaptation par A.Mourtada

1.4. Structure des consommations d'énergies finales et primaires

La structure des consommations finales d'énergie au Liban n'est pas connue. Cependant quelques enquêtes et campagnes de mesures instrumentées ont été menées par des universités ou dans le cadre du projet « Efficacité énergétique dans la construction au Liban, PEEC/FFEM ». Le croisement des différents résultats permet de tracer l'état de lieu suivant :

- Les besoins réels en puissance électrique s'élèvent en 2006 à 2 614 MW²². EDL assure 1 530 Mwe, le solde étant assuré par le secteur privé (groupes électrogènes). Restent des besoins latents non satisfaits dans l'attente de l'amélioration de la production.
- La demande en électricité est estimée de l'ordre de 13 203 GWh (chiffre retenu par la Banque Mondiale).

L'Electricité du Liban donne les consommations d'électricité pour les secteurs résidentiel et tertiaire confondus. Les mesures des consommations d'électricité effectuées²³ en 2001 dans des logements à Zouk Mosbeh ont donné 3 949 kWh/logement/an (eau chaude non électrique). L'analyse des factures d'électricité de 500 logements à Beyrouth²⁴ en 2000 a donné une moyenne annuelle de 4 968 kWh/logement/an. Les mesures effectuées dans des logements²⁵ à Tripoli et Ballouné ont donné 4 839 kWh/logement/an (en dehors de l'eau chaude). Enfin, d'après la balance énergétique de 2006, on peut déduire que la consommation finale d'électricité du secteur résidentiel est de 5 062 kWh/logement/an. Le secteur résidentiel représente à lui seul 45 % de la consommation électrique finale.

Cette même campagne de mesures a montré que :

- La consommation moyenne observée des congélateurs-réfrigérateurs est égale à 1 097 kWh/an. A titre de comparaison, la valeur moyenne obtenue lors des diverses campagnes réalisées en France entre 1996 et 2000 (hors Guyane) s'élève à 587 kWh/an.
- La consommation moyenne observée des lave-linge est de 114 kWh/an. Cette valeur est la plus faible rencontrée au cours des diverses campagnes de mesure. A titre d'exemple, la consommation moyenne observée en France lors de la campagne CIEL était de 235 kWh/an.
- La consommation du poste de télévision est en moyenne de 236 kWh/an. La consommation de veille représente 21 % de la consommation totale, soit 50,7 kWh/an.
- La consommation moyenne d'un split réversible (chauffage et refroidissement) est de 1 222 kWh/an dont 58 % pour la climatisation et 42 % pour le chauffage.
- La saison de chauffage dure en moyenne environ 96 jours (mois de décembre, janvier et février) et celle de climatisation 133 jours dans la zone climatique ZT1.
- La consommation moyenne annuelle d'eau (froide et chaude) s'élève à 193 m³/an (529 l/jour) par logement ou encore à 45 m³/an par personne (123 l/jour/personne). A titre de comparaison, la consommation moyenne française est estimée par l'Agence de l'eau à environ 150 l/jour/personne.
- La consommation moyenne d'eau chaude par logement est de 46 m³ par an (126 litres/jour), ce qui représente des besoins de chauffage d'ECS de 1 750 kWh/logement/an en ZT1, 1 850 kWh en zone ZT2, 1 950 kWh en zone ZT3 et 2 100 kWh en zone ZT4.
- La consommation électrique moyenne des logements performants s'élève à 2 695 kWh/an (24,5 kWh/m²/an ou 68,8 kWh/m²/an d'énergie primaire), soit 50 % de moins que les logements non performants (en dehors du chauffage de l'eau).

L'évolution des consommations d'énergie primaire par ménage est donnée dans le Tableau 20.

²² Felix Gooneratne " DSM assessment and business opportunities in Lebanon ", LCECP, July 2008

²³ O. Sidler « Rapport de la campagne de mesure à Zouk Mosbeh » ADEME/ENERTECH, marché N° 02.09.033, septembre 2002.

²⁴ A. Mourtada « Maîtrise de la demande d'électricité au Liban », ALMEE/PEEC, 2001.

²⁵ N. Adra, R. Cantin, V. Richalet, G. Guarracino, A. Mourtada « Vers l'application d'une certification énergétique dans les bâtiments au Liban », COMPLE 2000, Pp. 56-62. 2001.

Tableau 20 - Evolution des consommations en énergie primaire du secteur résidentiel (2004-2007)

Indicateurs	2004	2005	2006	2007
Consommation énergie primaire en tep/ménage	2,14	1,97	1,80	1,43
Consommation énergie primaire du résidentiel en kWh/m ² /an	193	177	162	128

Source : adaptée par A. Mourtada)

1.5. Besoins spécifiques de chauffage et de climatisation

Des simulations de logements types dans différentes zones climatiques pour les conditions intérieures de base (T_i hiver = 20 °C et T_i été = 24 °C) et en tenant compte *des conditions réelles d'occupation*, ont abouti aux besoins spécifiques de chauffage et de climatisation suivants²⁶ (Tableau 21).

Tableau 21 - Besoins de chauffage et de climatisation pour des logements types dans différentes zones climatiques au Liban

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Besoins de chauffage en kWh/m ² /an	50	143	163	300
Besoins de climatisation en kWh/m ² /an	40	14	24	Pas de besoins
Total des besoins en kWh/m ² /an	90	157	187	300

Les puissances de chauffage et de climatisation sont données dans le Tableau 22.

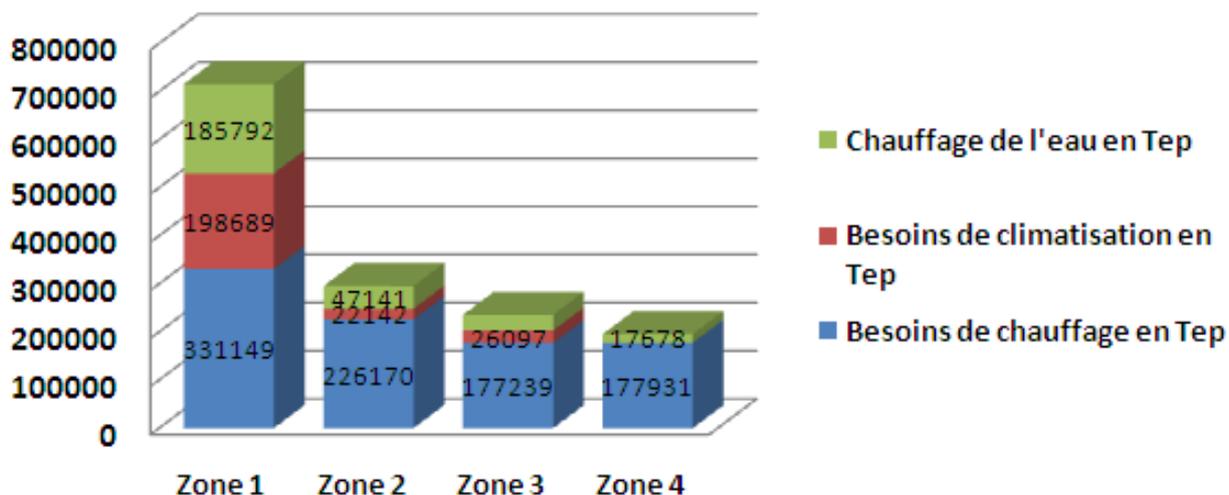
Tableau 22 - Puissance de chauffage et de climatisation pour des logements types dans différentes zones climatiques au Liban

	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Puissance de chauffage W/m ²	40	80	180	250
Puissance de climatisation en W/m ²	70	100	170	Pas de besoins

1.6. Structure des besoins en énergie primaire du secteur résidentiel

La répartition des besoins de référence de chauffage, de climatisation et de chauffage de l'eau par zone climatique est donnée dans la Figure 33.

Figure 33 - Besoins globaux de référence de chauffage, de climatisation et de chauffage de l'eau dans les zones climatiques du Liban



Source : ECOTECH/ADEME

²⁶ « Projet de développement d'une réglementation thermique des bâtiments au Liban », ADEME/ECOTECH, 2009

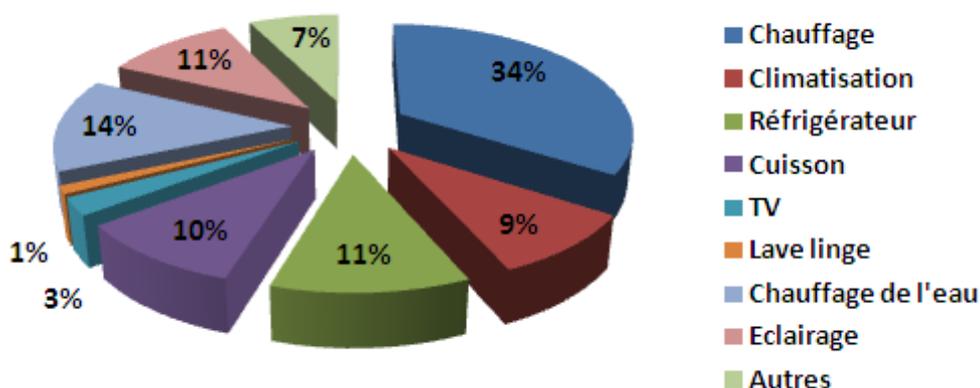
Les consommations réelles sont inférieures aux besoins de référence pour les raisons suivantes :

- Les ménages ne chauffent pas et ne climatisent pas toute la surface de leur logement pour réduire leur facture énergétique. Ils vivent dans des conditions d'inconfort. Quand leurs ressources leur permettront, ils auront recours au chauffage et à la climatisation. Ces besoins latents pourraient se traduire dans le futur par une augmentation des consommations.
- Les coupures d'électricité de l'EDL plusieurs heures par jour réduisent le nombre d'heures de climatisation et limitent les consommations d'électricité. Le retour à la situation normale d'alimentation 24h/24h conduirait à l'accroissement des consommations d'électricité.

C'est pourquoi il faudrait non seulement réduire les consommations réelles, mais aussi réduire les besoins latents.

La structure des consommations primaires à l'horizon de 2010, en tenant compte de la non satisfaction de la totalité de besoins de chauffage et de climatisation, est donnée dans la Figure 34.

Figure 34 - Structure des consommations en énergie primaire par type d'utilisation à l'horizon de 2010 au Liban

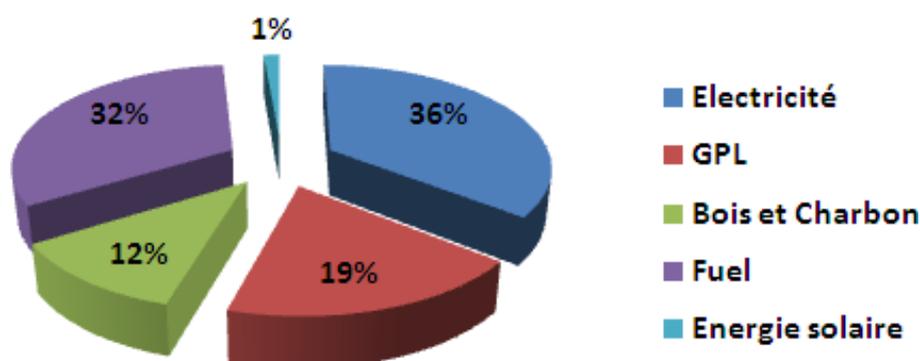


Source : A. Mourtada

On remarque que le chauffage et le chauffage de l'eau sont les plus consommateurs (48 %), suivis par la réfrigération et la climatisation (20 %).

La structure des consommations finales par source d'énergie à l'horizon 2010 (année de référence) pour le scénario de base est donnée dans la Figure 35.

Figure 35 - La structure des consommations finales par source d'énergie à l'horizon 2010



Source : A. Mourtada

2. Définition des scénarios alternatifs de maîtrise de l'énergie

Les options d'efficacité énergétique ont été identifiées au paragraphe IV.2. Certaines de ces mesures ne pourraient pas faire l'objet d'une mise en œuvre de grande envergure à cause de leur coût et des contraintes d'emplacements. Nous allons retenir les mesures les plus efficaces pour les scénarios alternatifs.

3. Impacts de chaque mesure dans le résidentiel neuf

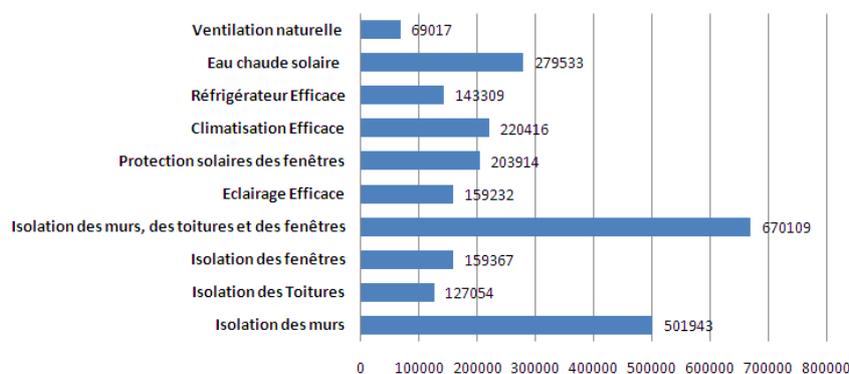
Le taux de pénétration de chaque mesure est estimé en fonction de son potentiel technico-économique. Les impacts sur les consommations d'énergie sont évalués à l'horizon 2030 en supposant qu'à cette échéance le taux de pénétration sera maximum.

L'hypothèse de base est la réalisation de 40 500 logements par an en 2010, avec une progression annuelle de 4,5 %. Ces résidences seront réparties sur les 4 zones climatiques dans la même proportion qu'actuellement. Pour pouvoir transformer ce potentiel en économies réelles, il conviendrait de faire évoluer les politiques d'efficacité énergétique du pays.

3.1. Impacts sur la consommation d'énergie

Les potentiels maximaux d'économies d'énergie de chaque mesure à l'horizon de 2030 sont donnés dans la Figure 36.

Figure 36 - Economies d'énergie des mesures d'efficacité énergétique dans le résidentiel neuf à l'horizon 2030

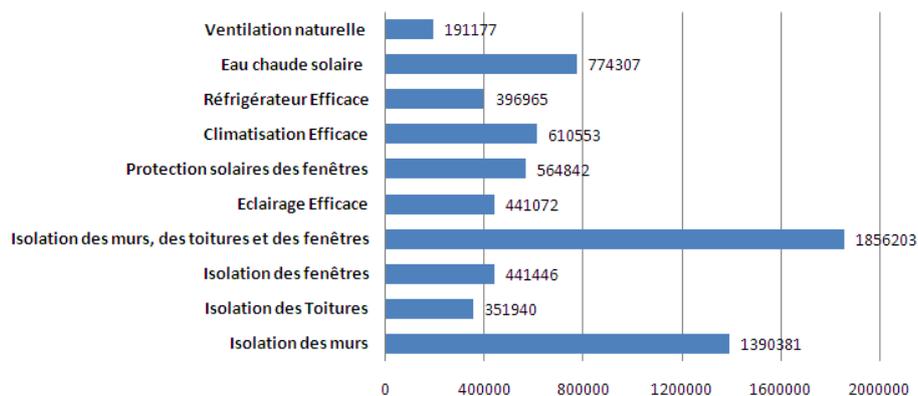


Source : ECOTECH/ADEME²⁷

3.2. Impacts sur les émissions de CO2

Les potentiels maximaux de réduction de gaz à effet de serre de chaque mesure dans le résidentiel neuf à l'horizon 2030 sont donnés dans la Figure 37.

Figure 37 - Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le résidentiel neuf des mesures d'efficacité énergétique à l'horizon 2030 (en teqCO₂)



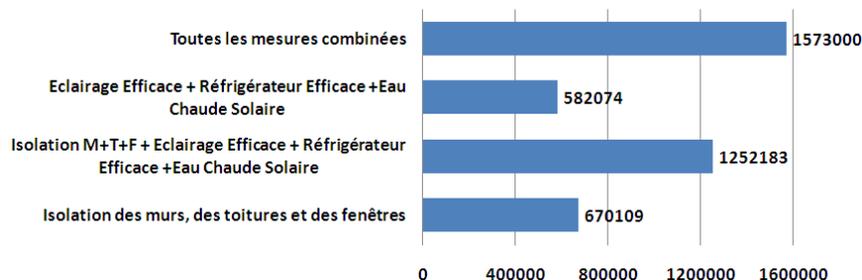
Source : ADEME/ECOTECH

²⁷ « Rapport Analyses énergétiques - Projet de développement d'une réglementation thermique des bâtiments au Liban », ADEME/ECOTECH, 2009

4. Potentiel d'efficacité énergétique

L'impact des combinaisons des différentes mesures sur les économies d'énergie est donné dans la Figure 38.

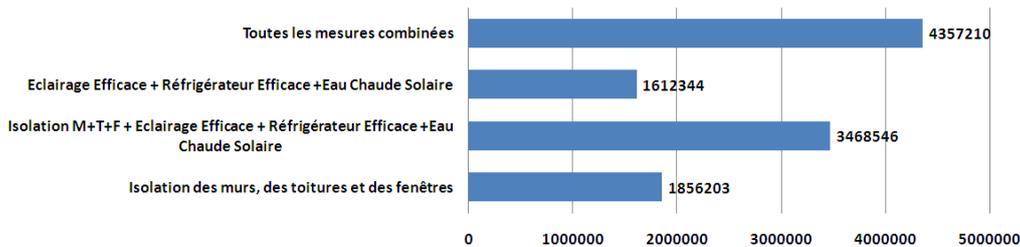
Figure 38 - Impacts des combinaisons de différentes mesures sur les économies d'énergie à l'horizon 2030 (en Tep)



Source : ADEME/ECOTECH

L'impact des combinaisons des différentes mesures sur la réduction des émissions de GES est donné dans la Figure 39.

Figure 39 - Impacts des combinaisons de différentes mesures sur la réduction des GES à l'horizon 2030 (en teqCO₂)



Source : ADEME/ECOTECH

5. Identification des mesures prioritaires par zone climatique

5.1. Priorisation des mesures selon leur potentiel d'économie d'énergie

Les mesures prioritaires par zone climatique, selon leur potentiel d'économies d'énergie, sont données dans le Tableau 23.

Tableau 23 - Les mesures d'efficacité énergétique par zone climatique en fonction de leur efficacité

Options ou mesures d'efficacité énergétique	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Isolation des toitures	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des murs	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Isolation des fenêtres	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Protection solaire des fenêtres	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Eclairage naturel	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Eclairage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffe-eau solaire	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Climatisation efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Non efficace ou non adaptée
Equipements électroménagers à efficacité énergétique	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Chauffage efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace	Très efficace
Eclairage par panneaux photovoltaïques	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne	Efficacité moyenne

Très efficace
Efficacité moyenne
Non efficace ou non adaptée

5.2. Définition du scénario alternatif de maîtrise de l'énergie

Le scénario alternatif est un scénario volontariste de maîtrise de l'énergie. Il suppose une mise en œuvre massive des mesures d'efficacité énergétique qui sont aujourd'hui les plus techniquement, économiquement et politiquement matures pour une diffusion à grande échelle. Ces mesures sont les suivantes :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments,
- Elimination progressive des lampes à incandescence du marché,
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture, des murs et changement des fenêtres),
- Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces,
- Diffusion des chauffe-eau solaires.

Les hypothèses retenues pour la pénétration de ces mesures sont données dans le Tableau 24.

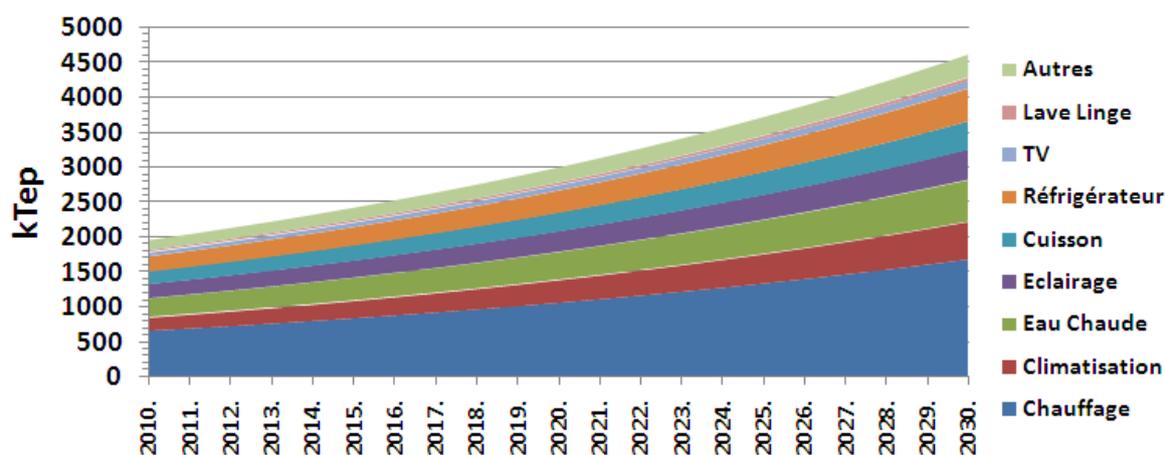
Tableau 24 - Taux de pénétration des mesures d'efficacité énergétique dans le résidentiel (neuf et existant) à l'horizon 2020 et 2030

Mesures diffusées à grande échelle	Résidentiel existant			Résidentiel neuf		
	2010	2020	2030	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments				2 %	50 %	90 %
Eclairage efficace	20 %	100 %	100 %	20 %	100 %	100 %
Rénovation thermique des bâtiments existants	1 %	10 %	30 %			
Diffusion des appareils électroménagers, de chauffage et climatiseurs efficaces	10 %	50 %	100 %	10 %	50 %	100 %
Diffusion des chauffe-eau solaires	7 %	17 %	30 %	8 %	20 %	35 %

5.3. Potentiel d'économie d'énergie primaire du scénario alternatif

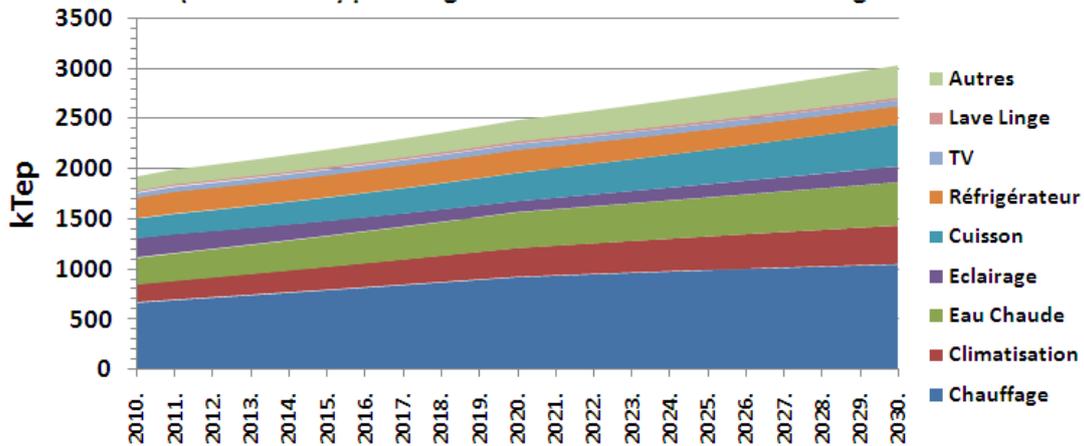
La Figure 40 donne l'évolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel pour le scénario tendanciel, de prolongation de la situation actuelle.

Figure 40 - Evolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel par usage pour le scénario de prolongation de la situation actuelle entre 2010-2030



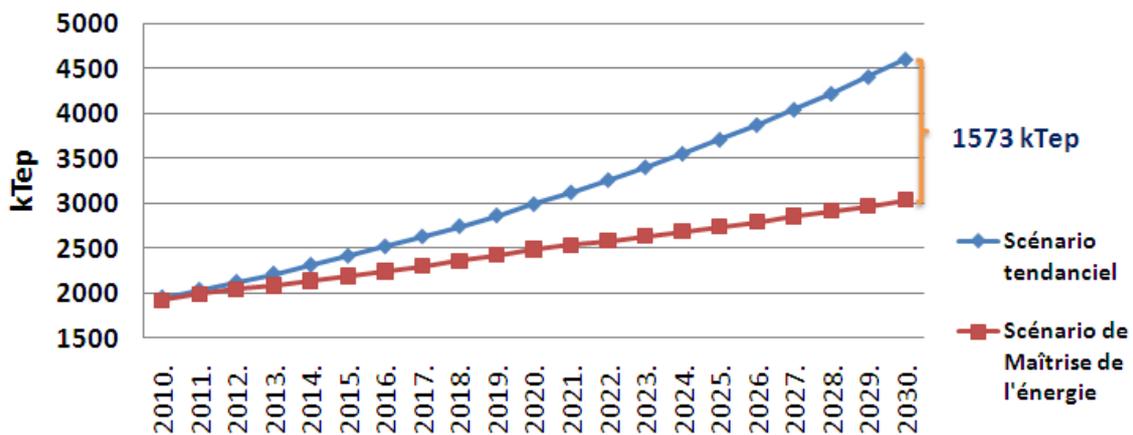
En agréant les mesures retenues et en tenant compte des hypothèses de diffusion présentées ci-dessus, les résultats du scénario de maîtrise de l'énergie sont présentés dans la Figure 41.

Figure 41 - Evolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel par usage pour le scénario de maîtrise de l'énergie entre 2010-2030



Le potentiel d'économie d'énergie par rapport au scénario tendanciel est estimé à environ 1 573 ktep en 2030, comme le montre la Figure 42.

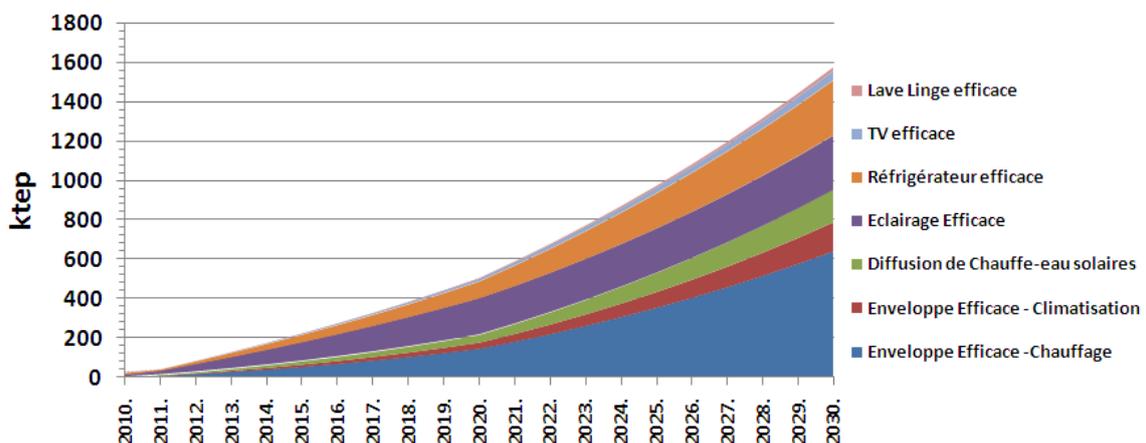
Figure 42 - Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »



Source : A. Mourtada

La Figure 43 présente l'évolution des gains annuels potentiels d'énergie primaire sur la période 2010-2030.

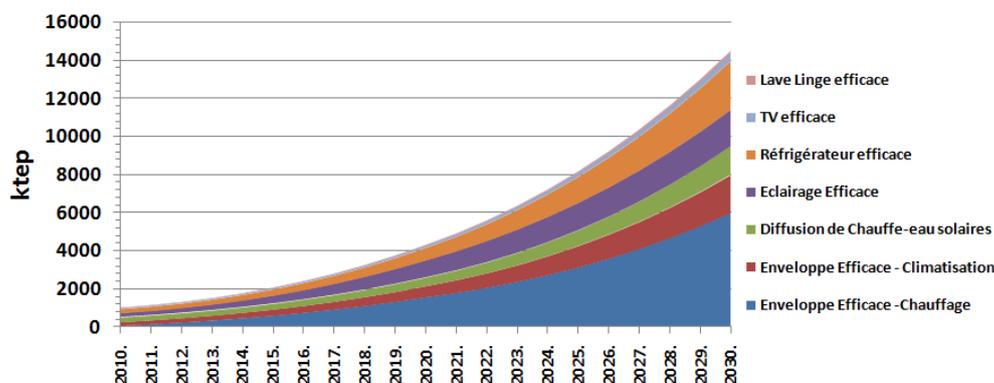
Figure 43 - Evolution des gains annuels d'énergie primaire par type d'utilisation : scénario de maîtrise de l'énergie entre 2010 et 2030



Source : A. Mourtada

Les gains cumulés d'énergie primaire sur la période 2010-2030 sont de 14 Mtep, comme le montre la Figure 44.

Figure 44 - Gains cumulés d'énergie primaire par type d'utilisation : scénario de maîtrise de l'énergie



Source : A. Mourtada

Le Tableau 25 donne le potentiel d'économies d'énergies cumulées par mesure aux horizons 2020 et 2030.

Tableau 25 - Potentiel d'économies d'énergies cumulées par mesure aux horizons 2020 et 2030

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – chauffage (en ktep)	1 344	5 700
Enveloppe efficace – climatisation (en ktep)	532	1 900
Diffusion de chauffe-eau solaires (en ktep)	499	1 497
Eclairage efficace (en ktep)	803	1 810
Réfrigérateur efficace (en ktep)	768	2 554
Autres	175	557
Total (en ktep)	4 121	14 018

5.4. Impact environnemental agrégé : potentiel d'atténuation de GES

En conséquence, les émissions évitées cumulées sur la période 2010-2030 seraient de l'ordre de 39 MTECO₂, réparties par mesure et aux horizons 2020 et 2030 dans le Tableau 26.

Tableau 26 - Potentiel cumulé de réduction des émissions de GES à l'horizon 2020 et 2030

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – chauffage (en kTECO ₂)	4032	16530
Enveloppe efficace – climatisation (en kTECO ₂)	1468	5130
Diffusion de chauffe-eau solaires (en kTECO ₂)	1377	4042
Eclairage efficace (en kTECO ₂)	2216	4887
Réfrigérateur efficace (en kTECO ₂)	2120	6896
Autres	483	1504
Total (en kTECO ₂)	11697	38989

5.5. Impacts socio-économiques de la diffusion à grande échelle des mesures prioritaires

L'investissement initial ne dépasse pas la capacité d'investissement de la majorité des ménages ciblés.

Toutefois, le changement d'échelle des opérations se heurte à plusieurs obstacles :

- La faible rentabilité pour le consommateur final. Compte tenu des coûts actuels de l'isolation et surtout des prix intérieurs des produits énergétiques, la rentabilité de cette mesure reste peu attractive pour les

ménages. En effet, le temps de retour pour le consommateur se situe en moyenne à 8 ans et varie selon le type d'énergie utilisée pour le chauffage (de 6 à 15 ans).

- Le manque de communication ciblée et continue sur les enjeux de l'isolation thermique, de chauffe-eau solaire, des mesures d'efficacité énergétique et sur les techniques disponibles.
- L'absence d'une filière structurée pour porter le développement du marché.
- L'absence d'incitations publiques en faveur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.
- L'absence de mise en place d'une stratégie complète couvrant les axes suivants²⁸ :
 - un programme pilote pour initier le marché,
 - un crédit à des conditions avantageuses,
 - une organisation et une structuration des filières EnR et EE.

Il est par conséquent indispensable de mettre en place un programme d'accompagnement et de renforcement des capacités visant à faire émerger ce type d'opérateurs. Parmi les actions d'accompagnement, on citera notamment :

- La formation des petites entreprises de travaux d'isolation et d'installation de chauffe-eau solaires dans les bâtiments résidentiels collectifs,
- La mise en place d'un système d'agrément de ces opérateurs,
- La mise en place d'un système de contrôle qualité,
- La mise en place d'un système de suivi et d'évaluation des réalisations.

La diffusion à grande échelle des mesures prioritaires contribuera à une réduction significative des coûts de ces mesures. Le surcoût global par logement neuf serait de l'ordre de 7 à 10 %. Les économies d'énergies seraient de 40 à 60 %.

Les gains cumulés suite à la réduction de la facture d'importation de produits pétroliers aux horizons 2020-2030 sont donnés dans le Tableau 27.

Tableau 27 - Gains financiers cumulés suite à la réduction des factures d'importation des produits pétroliers aux horizons 2020-2030

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – chauffage (en MUS\$)	1050	4856
Enveloppe efficace – climatisation (en MUS\$)	415	1619
Diffusion de chauffe-eau solaires ((en MUS\$)	390	1275
Eclairage efficace (en MUS\$)	627	1542
Réfrigérateur efficace (en MUS\$)	600	2176
Autres (en MUS\$)	137	475
Total (en MUS\$)	3219	11943

5.6. Impacts sur le budget des ménages

L'électricité est actuellement subventionnée mais les libanais payent 4 factures :

- Facture EDL = 300 € par an,
- Facture du groupe électrogène = 500€ par an,
- Facture de réparation des appareils électroménagers à cause des fréquentes coupures et de la mauvaise qualité du courant = 200 €,
- Facture indirecte de subvention du gouvernement à l'EDL = 1 000 € par ménage (en 2007).

²⁸ ° Mise en place d'un mécanisme financier pour la promotion de la réglementation et la rénovation thermiques des bâtiments », ALCOR/ANME/AFD, Tunisie, 2008.

La facture globale directe d'électricité par ménage est de l'ordre de 1 000 € par an (en tenant compte des factures citées plus haut et non prises en compte dans l'enquête CAS sur le budget des ménages, à laquelle il faudrait ajouter la facture de chauffage qui varie selon les zones climatiques). La facture de chauffage est de l'ordre de 600 € par ménage en zones climatiques Z2 et Z3.

Les mesures prioritaires pourraient réduire les dépenses pour l'énergie des ménages de l'ordre de 600 à 900 € par ménage par an.

5.7. Impacts sur les coûts des mesures

La diffusion à grande échelle des mesures prioritaires contribuera à une réduction significative des coûts de ces mesures de l'ordre de 30 %.

5.8. Impacts en termes de création d'emploi

La mise en œuvre des mesures préconisées à grande échelle se traduira par la création de nouvelles opportunités d'affaires. En tenant compte du rythme de diffusion des mesures, on peut évaluer le nombre d'emplois additionnels créés dans le cas du scénario de maîtrise de l'énergie à environ 12 000 emplois à l'horizon 2030.

5.9. Puissance électrique évitée

A l'horizon 2030, la puissance électrique évitée serait de l'ordre de 1 800 Mwe, correspondant à un investissement de l'ordre de 2 160 MUS\$, sur la base d'une hypothèse de 1,2 MUS\$ par MW de centrale conventionnelle.

5.10. Volume d'investissement additionnel

Le volume d'investissement additionnel est donné dans le Tableau 28.

Tableau 28 - Volume d'investissement nécessaire pour les mesures prioritaires aux horizons 2020 et 2030

Mesures	2020	2030
Enveloppe efficace – logements neufs (en M€)	229	1577
Enveloppe efficace – logements anciens (en M€)	96	416
Diffusion de chauffe-eau solaires (en M€)	83	325
Eclairage efficace (en M€)	19	60
Réfrigérateur efficace (en M€)	42	180
Autres (en M€)	40	250
Total (en M€)	509	2808

Si l'on considère les investissements cumulés relatifs aux mesures diffusées et les économies cumulées d'énergie primaire sur la période 2010-2030, **le coût moyen de la tep économisée serait d'environ 237 €/tep, coût inférieur au prix de la tep sur le marché. Mais il faut également considérer les économies additionnelles sur la durée de vie des mesures, ce qui améliore encore leur rentabilité.**

VI. Coût de l'action sur le cycle de vie du bâtiment

1. Evaluation des coûts additionnels sur la construction

Pour un logement de moyen de 130 m² de surface, les mesures d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (toiture, murs et fenêtres) et les équipements efficaces se traduisent par un surcoût de l'ordre de 4 000 € par nouveau logement, soit environ 7 % à 11 % du coût de la construction et des équipements énergétiques.

Ces surcoûts peuvent être résorbés par le marché de la construction à condition d'adapter les outils de financement actuels (montant des crédits, taux d'intérêt, etc.). Les besoins de financement sur 20 ans seraient de l'ordre de 3,3 milliards d'euros.

2. Evaluation des coûts des mesures prioritaires par tep économisée

En se basant sur les économies d'énergie primaire des mesures, sur la durée de vie du logement (50 ans), les économies d'énergies escomptées sont de l'ordre de 70 tep.

3. Répartition du coût sur le cycle de vie des bâtiments

Les surcoûts sont répartis comme suit : 70 % comme surinvestissement initial et 30 % comme surinvestissement relatif aux équipements d'efficacité énergétique pendant 20 ans (y compris le remplacement de certains équipements).

4. Coût de la tECO₂ évitée

Le coût de la tECO₂ évitée sur la période 2010-2030 est de 86 €. En considérant les émissions évitées sur la durée de vie de la mesure, on obtient un coût de la tECO₂ évitée de 20,6 €.

VII. Coût de la non action sur le cycle de vie du bâtiment

1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau du pays

Les changements climatiques futurs doivent être pris en compte dès maintenant dans les décisions d'investissements de long terme dans la région méditerranéenne (bâtiments, énergie, transport, gestion de l'eau, etc.). Compte tenu de la durée de vie des investissements considérés dans le bâtiment, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables doivent être considérées comme des priorités, en tenant compte des conditions climatiques futures. Le dernier rapport du GIEC²⁹ paru en 2007 développe des hypothèses de changement climatique dans la région.

D'après le rapport du GIEC, la température moyenne de la région méditerranéenne devrait augmenter entre 2,2 à 5,1 °C, soit nettement plus que la moyenne planétaire. Le réchauffement serait détectable d'ici 15 à 25 ans. Le réchauffement maximal devrait se situer en été, avec une augmentation d'entre 2,7 et 6,5 °C, contre 1,7 et 4,6 °C en hiver³⁰.

Le changement climatique va avoir un impact direct sur la production d'hydroélectricité qui est affectée par la hauteur de la colonne d'eau stockée dans les barrages. Les précipitations totales vont probablement diminuer de 4 à 27 %. La rive Sud de la Méditerranée serait plus touchée que la rive Nord et les effets du changement climatique seraient détectables dans les quelques prochaines années :

- Une augmentation du nombre, de la durée et de l'intensité des canicules est donc à prévoir,
- Les précipitations totales vont diminuer surtout sur la rive Sud de la Méditerranée,
- Des baisses de productivité sont attendus, avec des chutes allant jusqu'à 50 % localement.

Le changement climatique risque de :

- Agir comme un amplificateur des inégalités déjà présentes dans la région méditerranéenne (entre pays et à l'intérieur de chacun des pays),
- Pénaliser le développement économique,
- Compromettre l'avenir des générations futures,
- Etre à l'origine de nouveaux conflits pour le contrôle de l'eau,
- Pousser les populations à quitter les zones rurales et à émigrer.

2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée aux changements climatiques

2.1. Scénario de taux d'équipement en climatisation constant (30 %)

Les simulations énergétiques³¹ montrent que l'augmentation de la température moyenne en été de 1°C augmenterait les besoins de climatisation des bâtiments de 7 % au Liban. L'augmentation de la température moyenne en hiver de 1 °C diminuerait les besoins de chauffage des bâtiments de 3 %. En considérant une augmentation moyenne de 3°C en été et 2°C en hiver durant la vie des logements, on pourrait considérer une augmentation de 21 % des besoins de climatisation et une réduction de 6 % des besoins de chauffage. L'augmentation des besoins de climatisation exercerait une pression sur les besoins de production d'électricité non pris en compte à ce jour dans les modèles d'évaluation de la demande. Ceci se traduirait par une augmentation de 2,5 % des consommations des énergies primaires des bâtiments liées à la production

²⁹ Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC, www.ipcc.ch)

³⁰ « Anticiper le changement climatique autour de la Méditerranée » IPEMED, 2008.

³¹ A. Karaki et A. Mourtafa « Rapport Analyses énergétiques - Projet de développement d'une réglementation thermique des bâtiments au Liban », ADEME/ECOTECH, 2009

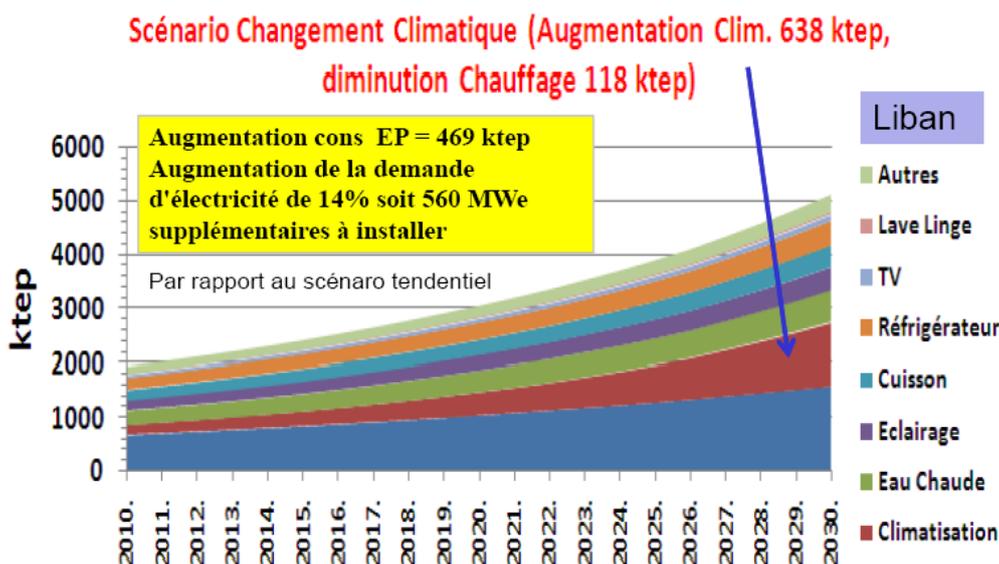
d'électricité contrebalancée par une réduction de 2,5 % des énergies primaires liées au chauffage. Le bilan global est nul mais les besoins d'investissements dans la production d'électricité devraient augmenter de 6,5 % par rapport à ce qui a été prévu auparavant (en tenant compte de la baisse de la production d'hydroélectricité).

2.2. Scénario d'augmentation de la pénétration de la climatisation

Le changement climatique se traduirait par l'augmentation du nombre de jours de canicule en été, ce qui stimulerait la pénétration de la climatisation, pour atteindre un taux d'équipement de 60 % en 2030. Ceci se traduirait par une augmentation des consommations d'énergies primaires liées à la climatisation de 13,5 %. Les consommations des énergies primaires liées au chauffage resteraient du même ordre que dans le scénario précédent. Au total, les consommations en énergies primaires augmenteraient de 11 % et la puissance électrique à installer de 14 % (voir Figure 45).

L'évolution de la demande d'électricité due au secteur résidentiel et tertiaire et aux autres secteurs, en tenant compte des hypothèses de changement climatique, nécessiterait l'installation de 1 810 MWe électrique supplémentaire, au lieu des 1 700 MWe initialement prévus à l'horizon 2020. La capacité additionnelle à installer de ce fait à l'horizon 2030 (augmentation de température, exode vers la zone côtière, augmentation de la température urbaine « Heat Island ») serait de 560 MWe (essentiellement à cause de la climatisation et de l'augmentation de la consommation des réfrigérateurs). La puissance de climatisation à installer devrait aussi augmenter à cause de l'augmentation des températures extérieures de base utilisées pour le calcul des charges de climatisation.

Figure 45 - Evolutions des consommations d'énergie primaire du parc résidentiel (2010-2030) avec hypothèse de changement climatique

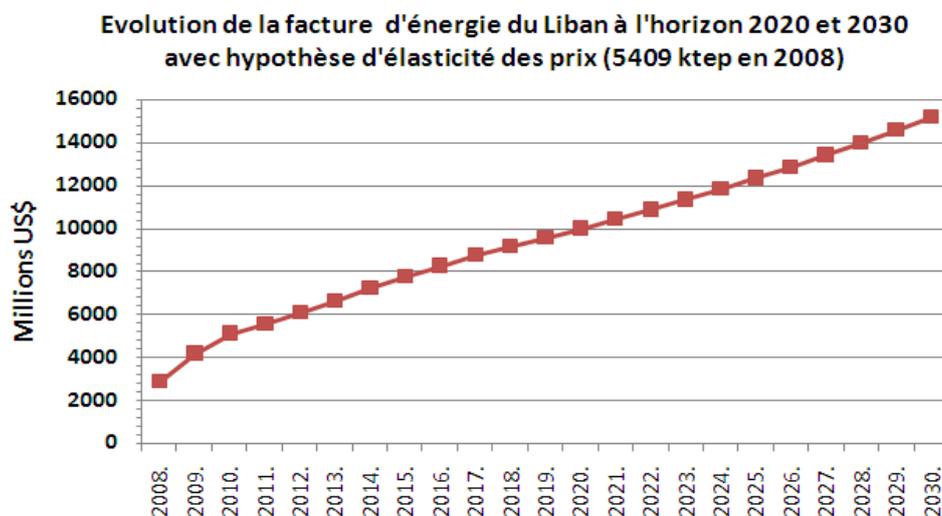


Source : A. Mourtada

3. Evaluation de l'augmentation de la facture énergétique suite à la pression sur les ressources énergétiques

L'évolution de la facture d'énergie du Liban en fonction des scénarios d'augmentation du prix du baril de pétrole est donnée dans la Figure 46. La facture énergétique atteindrait 15 milliards US\$ en 2030. Cette facture pèsera très lourd sur l'économie du pays. La maîtrise de la demande d'énergie dans les bâtiments, en diminuant les besoins de chauffage et de climatisation, en améliorant l'efficacité énergétique et l'utilisation de l'énergie solaire et des équipements efficaces, permettrait, quel que soit le prix de pétrole, de réduire la dépendance énergétique et d'augmenter la compétitivité de l'économie dans son ensemble.

Figure 46 - Evolutions de la facture énergétique du Liban de 2008 à 2030 à dollar constant



4. Evaluation des bénéfices de l'action selon trois scénarios de prix de l'énergie au niveau international

Les bénéfices de l'action selon trois scénarios de prix de l'énergie au niveau international sont donnés dans le Tableau 29.

Tableau 29 - Temps de retour des mesures d'efficacité énergétique en fonction de 3 scénarios de prix mondial du baril de pétrole

	Prix du baril en US\$	Temps de retour en années	Prix du baril en US\$	Temps de retour en années	Prix du baril en US\$	Temps de retour en années
Isolation des murs	60	4,9	110	2,7	130	2,3
Isolation des toitures	60	16,9	110	9,2	130	7,8
Fenêtres double vitrage	60	19,3	110	10,5	130	8,9
Eclairage efficace	60	1,9	110	1,0	130	0,9
Protection solaire des fenêtres	60	4,5	110	2,5	130	2,1
Climatisation efficace	60	2,8	110	1,5	130	1,3
Réfrigérateur efficace	60	5,3	110	2,9	130	2,4
Eau chaude solaire	60	6,1	110	3,3	130	2,8

VIII. Moyens et outils de financement nécessaires à l'action

1. Evaluation des besoins en financement

Les besoins en financement pour les différentes mesures dans les logements neufs, sur 20 ans, ont été évalués à 3 316 milliards d'euros. Il faudrait ajouter 420 millions d'euros pour d'autres mesures pilotes (PV, climatisation solaire, etc.), soit au total 3 736 milliards d'euros sur 20 ans.

2. Identification des sources de financement au niveau national et international

Des bailleurs de fonds, notamment bilatéraux, pourraient être intéressés d'appuyer financièrement de larges programmes de développement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Parmi ces bailleurs, on notera en particulier l'Agence française de développement, le Fonds français de l'environnement mondial, la coopération allemande et la banque européenne d'investissement.

L'intervention de tels bailleurs prendrait essentiellement deux formes :

Des lignes de crédits spécifiques qui viendront alimenter les banques de la place pour octroyer des crédits aux industriels et entreprises d'isolation thermique.

- Des lignes de crédits pour financer des opérations de grande échelle, comme le PROSOL tunisien pour les capteurs solaires et le PROMO-ISOL pour l'isolation thermique dans l'existant,
- Des dons pour financer des mesures d'accompagnement à la mise en œuvre des programmes de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments.

Les banques libanaises disposent quant à elles d'une abondance de liquidité et cherchent à intervenir dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, mais les formules proposées à ce jour n'ont pas obtenu de succès.

2.1. Mécanismes de financement

La diffusion à grande échelle des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments se heurte à des contraintes économiques majeures :

- La rentabilité parfois peu attractive pour le consommateur final, ce qui ne l'incite pas à entreprendre de telles mesures du fait de la subvention des prix de l'énergie (surtout l'électricité),
- Le souci des développeurs de réduire les coûts d'investissement initial puisque la facture énergétique est à la charge de l'occupant et qu'il n'y a pas de réglementation thermique et énergétique des bâtiments, obligatoire, ni de labels de performance énergétique qui imposent ou incitent à l'implémentation des mesures d'efficacité énergétique.

Le surinvestissement initial est une contrainte pour la population à revenus faibles.

Pour pallier ces contraintes, il convient de mettre en place des mécanismes de financement spécifiques basés sur des crédits bancaires, à des conditions acceptables. Il faudrait également mettre en place une réglementation thermique et énergétique des bâtiments, obligatoire, et développer des labels pour les bâtiments et les équipements électroménagers. Enfin, un système de contrôle de qualité en amont et en aval doit être mis en place pour rassurer le consommateur final par rapport à des technologies qu'il ne connaît pas.

Il existe sur la place financière au Liban des produits bancaires spécifiques qui peuvent être adaptés aux financements de l'EE des bâtiments.

2.2. Mécanisme pour un développement propre

Actuellement il n'y a aucun projet de Mécanisme pour un Développement Propre (MDP) en cours d'exécution au Liban. Il serait intéressant de développer des projets de MDP à l'instar du PROSOL tunisien. Les revenus de MDP générés peuvent être recyclés dans le mécanisme proposé afin de le renforcer (communication, formation, etc.).

3. Conditions de création de filière d'efficacité énergétique dans les bâtiments

3.1. Mesures d'accompagnement

La mise en œuvre opérationnelle des mécanismes de financement nécessite un certain nombre de mesures d'accompagnement. Parmi ces mesures on cite principalement³² :

- Sensibiliser et mobiliser les banques afin de les associer étroitement, dès le départ, aux efforts de mise en place des mécanismes financiers et de leurs procédures,
- Elaborer et mettre en place un programme de formation et de renforcement de capacités des acteurs de la filière.

Le maillon de la chaîne aujourd'hui le plus faible, à cibler de manière spécifique, est le réseau des petites entreprises de travaux d'isolation et de chauffe-eau solaires collectifs. Le programme de renforcement de capacités doit avoir comme objectifs :

- Identifier les entreprises existantes et de les renforcer,
- Faire émerger de nouveaux opérateurs,
- Mettre en place une démarche qualité en instaurant un système fiable d'agrément des opérateurs et des contrôleurs des travaux d'isolation,
- Doter les banques des moyens nécessaires pour assurer une gestion efficace du mécanisme de financement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments.

3.2. Exemple de bonne pratique

Le mécanisme financier pour la promotion de la réglementation et la rénovation thermique des bâtiments en cours de mise en place en Tunisie mériterait d'être étudié (voire étude nationale Tunisie).

4. Conclusions

Les mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments constituent une opportunité intéressante pour réduire la facture énergétique du Liban, améliorer son économie et contribuer à la restructuration de son secteur de l'électricité.

Les principales conclusions de cette analyse sont présentées ci-dessous.

La production de l'EDL et l'achat de l'électricité de la Syrie, et ultérieurement de l'Égypte, ne permettent pas de satisfaire la demande. EDL met donc en œuvre un programme de rationnement de l'électricité, les coupures d'électricité étant de 3h à 16h par jour selon les régions. Les libanais ont recours à la production d'électricité par groupes électrogènes pour satisfaire leurs besoins. L'autoproduction était de l'ordre de 33 à 38 % de la production de EDL en 2007 (soit 3 000 GWh). La demande finale d'électricité peut être évaluée

³² " Mise en place d'un mécanisme financier pour la promotion de la réglementation et la rénovation thermique des bâtiments ", Rapport conception du mécanisme, ALCOR/ANME/AFD, Tunisie, 2008.

à 3 354 kWh/habitant/an (chiffre dépassant de loin les statistiques connues qui ne prennent pas en compte l'autoproduction).

Le Liban connaît un développement rapide de son parc de logements. Le secteur résidentiel consomme aujourd'hui 30 à 35 % de l'énergie primaire. Le scénario tendanciel montre une forte augmentation prévisible de la consommation de ce secteur sous le double effet de la croissance du parc de logements et de l'augmentation de la consommation unitaire des ménages due à l'amélioration des conditions de vie de la population. La restructuration du secteur électrique et la fourniture de l'électricité 24h/24h augmenteront aussi la consommation. Cette consommation atteindra 4 600 Mtep en 2030, soit une augmentation de 240 % par rapport à la consommation actuelle.

En considérant que les changements climatiques et l'augmentation de la température urbaine «Heat Island» conduisent à une augmentation moyenne de température de 3°C en été et 2°C en hiver, on pourrait attendre une augmentation de 21 % des besoins de climatisation et une réduction de 6 % des besoins de chauffage à l'horizon 2030. L'augmentation des besoins de climatisation exercera une pression sur les besoins de production d'électricité, non pris en compte à ce jour dans les modèles d'évaluation de la demande.

La demande incrémentale en climatisation se traduirait par un besoin additionnel en capacité de production électrique estimé à environ 110 MW en 2020 et 560 MW en 2030. Les besoins d'investissements dans la production d'électricité devraient augmenter de 6,5 % par rapport à ce qui a été prévu (en tenant compte de la baisse de la production d'hydroélectricité) ou de 14 % en tenant compte du changement climatique et de l'augmentation de la température urbaine «Heat Island». Le coût de la « non action », serait lourd pour l'économie du pays.

Le changement climatique va, par ses impacts directs et au travers des politiques climatiques qui seront mises en place, modifier les conditions dans lesquelles évolue l'économie du pays. La prise en compte du risque de changement climatique dans de multiples décisions publiques et privées relatives aux bâtiments deviendra indispensable.

Le scénario de maîtrise de l'énergie repose sur la diffusion à grande échelle des mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables dans les bâtiments. Plusieurs mesures techniques sont aujourd'hui disponibles pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Dans le cas du Liban, les mesures choisies sont focalisées sur :

- L'amélioration de l'efficacité de l'enveloppe pour les nouveaux bâtiments,
- La rénovation thermique des bâtiments (isolation des toitures),
- L'élimination progressive des lampes à incandescence du marché,
- La diffusion d'appareils électroménagers, de chauffage et de climatisation efficaces,
- La diffusion des chauffe-eau solaires.

A l'horizon 2030, le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait de faire passer la demande en énergie finale du secteur résidentiel de 4 600 ktep à seulement 3 030 ktep, soit un gain annuel d'environ 1 570 ktep par rapport au scénario tendanciel, ce qui représente près du tiers de la consommation prévue par ce scénario en 2030.

Le scénario de maîtrise de l'énergie permet par ailleurs d'éviter la construction d'une capacité additionnelle cumulée de l'ordre de 1 800 MWe à l'horizon 2030, ce qui correspond à des investissements évités de l'ordre de 1 400 M€.

En termes d'emplois, la mise en œuvre de ce scénario permettrait la création d'environ 12 000 emplois additionnels à l'horizon 2030 dans les filières développées dans ce cadre.

Les investissements cumulés sur la période 2010-2030, nécessaires pour mettre en œuvre ce scénario, sont estimés à près de 3 700 M€.

Selon le même scénario de maîtrise de l'énergie, les émissions de GES évitées seraient de l'ordre de 4 300 kTECO₂ à l'horizon 2030 (39 MTECO₂ cumulés sur la période 2010-2030).

Ainsi, le coût de l'action, exprimé en coût de la tep économisée, est de l'ordre de 236 €/tep, inférieur au prix de la tep actuelle. Le coût de la tECO₂ évitée sur la période 2010-2030 est de 86 €. En considérant les émissions évitées sur la durée de vie de la mesure, on obtient un coût de la tECO₂ évitée de 20,6 €.

Sur le plan économique, une contrainte majeure consiste en la faible rentabilité des certaines mesures d'efficacité énergétique et d'ENR pour le consommateur final, dans un contexte de subventionnement public des tarifs de l'énergie conventionnelle, principalement de l'électricité.

Sur le plan technique et organisationnel, les barrières résident essentiellement dans le manque de communication envers les consommateurs potentiels qui restent aujourd'hui peu sensibilisés et peu informés sur les mesures d'EE et d'ENR. A cela il faut ajouter l'absence de réglementation thermique et énergétique des bâtiments, obligatoire, ni de labels de performance énergétique qui imposent ou incitent à l'implémentation des mesures d'efficacité énergétique.

Pour pallier ces contraintes, il convient de mettre en place des mécanismes de financement spécifiques basés sur des crédits bancaires à des conditions acceptables. Il faudrait aussi mettre en place une réglementation thermique et énergétique des bâtiments, obligatoire, et développer des labels pour les bâtiments et les équipements électroménagers. Enfin, un système de contrôle de qualité, en amont et en aval, doit être mis en place pour rassurer le consommateur final, par rapport à des technologies qu'il ne connaît pas. Des dons pour financer des mesures d'accompagnement à la mise en œuvre des programmes de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments seraient nécessaires.

Les banques libanaises disposent d'une abondance de liquidité et cherchent à intervenir dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, mais les formules proposées à ce jour n'ont pas obtenu de succès. Il est possible de mobiliser ces banques autour d'une formule d'augmentation du montant des prêts d'achat de logements pour les particuliers avec un abaissement du taux d'intérêt pour l'achat d'un logement à efficacité énergétique.

Actuellement il n'y a aucun projet de MDP en cours d'exécution au Liban. Il serait intéressant de développer des projets MDP, à l'instar des PROSOL et PROMO-ISOL tunisiens. Les revenus MDP générés peuvent être recyclés dans le mécanisme proposé afin de le renforcer (communication, formation, etc.).

La sortie de la dépendance d'une mono-source pétrolière pourrait être assurée via le développement du potentiel des énergies renouvelables dont dispose le Liban. 3 000 heures d'ensoleillement par an suggèrent le recours au solaire.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 - Carte du Liban	6
Figure 2 - Zones climatiques du Liban	7
Figure 3 - Consommation d'énergie primaire de 1971 à 2007	9
Figure 4 - Structure de la consommation en produits pétroliers au Liban en 2007 (3967 ktep en 2007)	9
Figure 5 - Structure de la consommation finale au Liban en 2007 (2710 ktep en 2007).....	10
Figure 6 - Consommation finale par source en 2007 (2710 ktep en 2007)	10
Figure 7 - Consommation finale d'électricité en 2007 suivant les secteurs	10
Figure 8 - Consommation d'électricité distribuée par l'EDL de 1971 à 2007 (non compris l'électricité des auto-producteurs par groupes électrogènes).....	12
Figure 9 - Factures d'importations des produits pétroliers et pourcentages de subventions de l'électricité dans les dépenses du gouvernement (2001-2007).....	13
Figure 10 - Quantité d'électricité délivrée par EDL aux consommateurs finaux après déduction des pertes techniques - <i>non inclus l'achat d'électricité de la Syrie en 2007</i>	13
Figure 11 - Répartition des logements principaux par localités géographiques du Liban (total 888 813 en 2007).....	15
Figure 12 - Tissu urbain à Beyrouth.....	15
Figure 13 - Répartition des logements par type en 2007	15
Figure 14 - Répartition des logements en % en fonction de nombre de pièces en 2007.....	16
Figure 15 - Répartition des logements principaux au Liban en fonction de la superficie en 2007.....	16
Figure 16 - Techniques de construction au Liban	18
Figure 17 - Variation des revenus moyens des ménages par région géographique entre 2004 et 2007.....	19
Figure 18 - Taux d'équipements des ménages en appareils électroménagers	20
Figure 19 - Projection de la population résidente au Liban (2007-2030)	22
Figure 20 - Evolution du nombre annuel de m2 de demande de permis de construire à l'Ordre des ingénieurs et architectes de Beyrouth (1996-2008)	22
Figure 21 - Evolution du nombre de logements principaux au Liban de 2007 à 2030	23
Figure 22 - Evolution de la demande d'énergie primaire du secteur résidentiel à l'horizon 2020 et 2030.....	25
Figure 23 - Evolution de la puissance électrique à installer au Liban (EDL+ auto-producteurs) à l'horizon 2020 et 2030 selon 3 scénarios.....	25
Figure 24 - Evolution de la demande d'électricité au Liban à l'horizon 2020 et 2030 selon 3 scénarios.....	25
Figure 25 - Evolution des émissions de gaz à effet de serre au Liban à l'horizon de 2010 et 2030 selon 3 scénarios	26
Figure 26 - Evolution de la fourniture d'électricité du Liban (EDL) de 2008 à 2030	27
Figure 27 - Facture d'achat de fioul et de l'électricité par l'EDL et subventions du gouvernement à l'EDL de 2008 à 2030	27
Figure 28 - Evolution de la demande en énergie primaire du Liban de 2008 à 2030 dans le cas de base de prix constant de l'énergie et avec l'hypothèse d'élasticité des prix	28
Figure 29 - Evolution de la demande en énergie primaire du secteur résidentiel de 2008 à 2030 dans le cas de base de prix constant de l'énergie et avec l'hypothèse d'élasticité des prix	28
Figure 30 - Plaquette du projet efficacité énergétique dans la construction au Liban.....	31

Figure 31 - Les 5 sites de démonstration	32
Figure 32 - Répartition des résidences principales par classe d'âge en % en 2004	32
Figure 33 - Besoins globaux de référence de chauffage, de climatisation et de chauffage de l'eau dans les zones climatiques du Liban	35
Figure 34 - Structure des consommations en énergie primaire par utilisation à l'horizon 2010 au Liban.....	36
Figure 35 - Structure des consommations finales par source d'énergie à l'horizon 2010.....	36
Figure 36 - Economies d'énergie des mesures d'efficacité énergétique dans le résidentiel neuf à l'horizon 2030.....	37
Figure 37 - Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre des mesures d'efficacité énergétique dans le résidentiel neuf à l'horizon 2030 (en teqCO_2).....	37
Figure 38 - Impacts des combinaisons de différentes mesures sur les économies d'énergies à l'horizon 2030 (en Tep)	38
Figure 39 - Impacts des combinaisons de différentes mesures sur la réduction de gaz à effet de serre à l'horizon 2030.....	38
Figure 40 - Evolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel par usage pour le scénario de prolongation de la situation actuelle entre 2010-2030.....	39
Figure 41 - Evolution des consommations d'énergie primaire du secteur résidentiel par usage dans le cas de scénario de maîtrise de l'énergie entre 2010-2030.....	40
Figure 42 - Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »	40
Figure 43 - Evolution des gains annuels d'énergie primaire : scénario de maîtrise de l'énergie entre 2010 et 2030.....	40
Figure 44 - Gains cumulés d'énergie primaire : scénario de maîtrise de l'énergie.....	41
Figure 45 - Evolutions des consommations d'énergie primaire du parc résidentiel (2010-2030) avec hypothèse de changement climatique	46
Figure 46 - Evolutions de la facture énergétique du Liban de 2008 à 2030 à dollar constant	47

Tableaux

Tableau 1 - Variation du PIB du Liban de 2004 à 2007.....	5
Tableau 2 - Population résidente et ménages répartis sur les mohafazats	5
Tableau 3 - Degrés jours chauffage (base 18) et degrés jours climatisation (base 21).....	8
Tableau 4 - Production d'énergie primaire (en ktep).....	9
Tableau 5 - Tarifs de l'électricité pour le résidentiel au Liban	11
Tableau 6 - Répartition de logements par type de chauffage en 2007 (un type ou plus par logement).....	16
Tableau 7 - Nombre de résidents et des résidences principales au Liban en 2004 et 2007	21
Tableau 8 - Evolution des consommations des énergies primaire et finale au Liban (2004-2007)	23
Tableau 9 - Consommation d'énergie primaire du secteur résidentiel et du tertiaire (2004-2007).....	24
Tableau 10 - Les 3 scénarios d'augmentation du PIB	24
Tableau 11 - Evolution des émissions du Liban et du secteur résidentiel et tertiaire.....	26
Tableau 12 - Les mesures d'efficacité énergétique par zone climatique en fonction de leur efficacité.....	29
Tableau 13 - Barrières économiques au développement à grande échelle des options identifiées.....	30
Tableau 14 - Barrières institutionnelles au développement à grande échelle des options identifiées	30
Tableau 15 - Barrières sociales et techniques au développement à grande échelle des options identifiées	31

Tableau 16 - Les options d'efficacité énergétique à mettre en place dans l'existant dans le cas de réhabilitations	32
Tableau 17 - Nombre de logements au niveau de chaque zone climatique	33
Tableau 18 - Superficie moyenne des logements selon les zones climatiques	33
Tableau 19 - Mode de chauffage par logement principal en fonction des zones climatiques	33
Tableau 20 - Evolution des consommations en énergie primaire du secteur résidentiel (2004-2007)	35
Tableau 21 - Besoins de chauffage et de climatisation pour des logements types dans différentes zones climatiques au Liban.....	35
Tableau 22 - Puissance de chauffage et de climatisation pour des logements types dans différentes zones climatiques au Liban.....	35
Tableau 23 - Les mesures d'efficacité énergétique par zone climatique en fonction de leur efficacité.....	38
Tableau 24 - Taux de pénétration des mesures d'efficacité énergétique dans le résidentiel (neuf et existant) à l'horizon 2020 et 2030.....	39
Tableau 25 - Potentiel d'économies d'énergies cumulées par mesure aux horizons 2020 et 2030.....	41
Tableau 26 - Potentiel cumulé de réduction des émissions de GES à l'horizon 2020 et 2030	41
Tableau 27 - Gains financiers cumulés suite à la réduction des factures d'importation des produits pétroliers aux horizons 2020-2030	42
Tableau 28 - Volume d'investissement nécessaire pour les mesures prioritaires aux horizons 2020 et 2030	43
Tableau 29 - Temps de retour des mesures d'efficacité énergétique en fonction de 3 scénarios de prix mondial du baril de pétrole	47

Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée



Cas de la Tunisie

Rafik Missaoui

Rapport réalisé sous la direction d'Henri-Luc Thibault, directeur du Plan Bleu (2006-2011), et coordonné par Pierre Icard, chef de l'unité thématique du Plan Bleu.

Le comité de pilotage de l'étude « Energie, changement climatique et bâtiment en Méditerranée » a été coordonné par El Habib El Andaloussi (Plan Bleu) et Stéphane Pouffary (ADEME) pour les études régionale et nationales.

Auteurs

Les auteurs de la partie « Perspectives régionales » sont El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie) et Adel Mourtada (Ecotech, Liban).

Les études nationales ont été rédigées respectivement par les experts nationaux, Adel Mourtada pour le Liban, Mohamed Berdai et Naim Lahlou pour le Maroc, Rafik Missaoui pour la Tunisie..

Relecture

Stéphane Pouffary, Ariane Rozo, Prof. Fatiha Bourbia et El habib El Andaloussi.

Les experts qui ont contribué ou apporté leurs commentaires

Pascal Augareils (ADEME), Mohamed Berdai (CDER, Maroc), Charlotte Colleu (ADEME), El Habib El Andaloussi (Plan Bleu), Sylvain Houpin (Plan Bleu), Pierre Icard (Plan Bleu), Julien Le Tellier (Plan Bleu), Naim Lahlou (Citech, Maroc), Rafik Missaoui (Alcor, Tunisie), Adel Mourtada (Ecotech, Liban), Stéphane Pouffary (ADEME), Ariane Rozo (Trans Energie), Nathalie Rousset (Plan Bleu) et Noémie Zambeaux (ADEME).

Des commentaires ont été recueillis lors du comité pilotage énergie sur le projet d'étude de la part de M. Eugène Howard (BEI, Luxembourg), M. Arthur Honoré (AFD/Division Environnement et Equipement, France), Professeur Mladen Borsic (Agence croate de l'énergie), M. Walid Al Deghaili (UN-ESCWA/Chef de Section Energie, Liban), M. Abdenour Keramane (Directeur de la Revue Medenergie, Algérie), Mme Lisa Guarerra (OME, France) et M. Klaus Wenzel (Med-Enec, Beyrouth/Tunis).

Réalisation

Cartographie : Jean-Pierre Giraud, Benoit Briquetti

Mise en page : Sandra Dulbecco

Cette étude a été financée par le Fonds fiduciaire FEMIP. Ce Fonds, établi en 2004 a été financé - jusqu'à ce jour - par 15 États membres de l'UE et la Commission Européenne dans l'intention de soutenir le développement du secteur privé via le financement d'études et de mesures d'assistance technique, ainsi que par l'apport de capital risque.



Cette étude a également bénéficié du soutien de :



Les analyses et conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Banque européenne d'investissement, de l'Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo ou de l'Agence française de développement.

Sommaire

I. Contexte	5
1. Contexte général.....	5
2. Le contexte énergétique	5
2.1. L'offre et la demande d'énergie	5
2.2. Outils et instruments publics de développement de la maîtrise de l'énergie en Tunisie	9
II. Situation actuelle du secteur des bâtiments	11
1. Caractérisation du parc existant de bâtiments	11
1.1. Evolution du parc	11
1.2. Répartition géographique.....	11
1.3. Caractérisation socio-économique de l'habitat	13
2. Organisation du secteur.....	16
2.1. Les acteurs.....	16
2.2. Filières et modes de construction	16
3. Caractérisation énergétique du secteur des bâtiments.....	17
3.1. Les enjeux énergétiques et environnementaux du secteur	17
3.2. Caractéristiques de la consommation énergétique	17
4. Mesures et programmes phares d'efficacité énergétique dans les bâtiments	19
4.1. Mesures réglementaires.....	19
4.2. Programmes et mécanismes incitatifs	21
III. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030	22
1. Scénario tendanciel.....	22
1.1. Définition du scénario	22
1.2. Hypothèses.....	22
1.3. Evolution de la demande d'énergie finale	24
1.4. Evolution des émissions de GES.....	26
1.5. Indicateurs.....	27
IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles	28
1. Identification des options d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables (EE et ENRs) par zone climatique.....	28
1.1. Les options architecturales.....	28
1.2. Les options de construction	28
1.3. Les options liées à l'équipement	29
2. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées	29
2.1. Les barrières d'ordre économique.....	29
2.2. La contrainte de l'investissement initial	30
3. Les contraintes d'ordre technique et organisationnel	31
4. Exemple de projets phare en Tunisie : le programme PROSOL	31
V. Scénario alternatif : scénario de maîtrise de l'énergie	33
1. Définition du scénario alternatif	33
1.1. Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments résidentiels	33
1.2. Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	33
1.3. Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	33
1.4. Diffusion des appareils électroménagers efficaces	34
1.5. Diffusion des chauffe-eau solaires.....	34
2. Impacts énergétiques des mesures	34
2.1. Gains en énergie finale	34
2.2. Gains en énergie primaire	35

3. Impacts environnementaux des mesures	35
4. Potentiel d'efficacité énergétique et d'atténuation de gaz à effet de serre	35
4.1. Potentiel d'économie d'énergie finale	35
4.2. Potentiel d'économie d'énergie primaire	36
4.3. Impact environnemental agrégé : potentiel d'atténuation de GES	37
5. Synthèse des scénarios.....	37
5.1. Scénarios énergétiques.....	37
5.2. Scénarios d'émissions de GES	38
5.3. Indicateurs.....	38
6. Impacts socioéconomiques du scénario de maîtrise de l'énergie	39
6.1. Impacts sur le budget des ménages	39
6.2. Impacts en terme de création d'opportunités d'affaires.....	41
6.3. Impacts en termes de création d'emploi	42
6.4. Puissances électriques évitées.....	43
6.5. Exemple de programmes d'envergure	43
VI. Analyse coûts / bénéfiques de l'action	44
1. Coût de l'action	44
1.1. Coûts additionnels sur la construction	44
1.2. Evaluation du coût de la tep économisée	44
1.3. Evaluation du coût de la tonne de CO ₂ évitée	44
2. Coût de la non action : effets attendus des changements climatiques	45
2.1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau du pays	45
2.2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée aux changements climatiques	45
2.3. Evaluation de l'augmentation de la facture énergétique	47
2.4. Coût de la non action pour la collectivité	47
VII. Mesures d'accompagnement pour le développement d'un scénario de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments	48
1. Moyens et outils de financement.....	48
1.1. Evaluation des besoins en financement.....	48
1.2. Identification des sources de financement.....	49
1.3. Mécanismes de financement	49
1.4. Mécanisme pour un développement propre	49
2. Mesures réglementaires et normatives	50
3. Communication et sensibilisation	50
4. Renforcement de capacités et soutien à la filière	50
VIII. Conclusions	51
Références	53
Table des illustrations	55

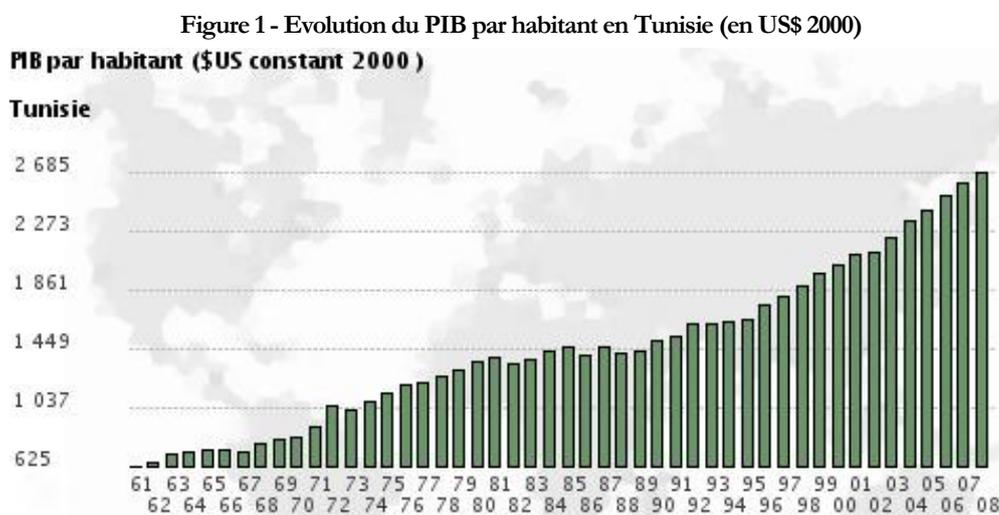
I. Contexte

1. Contexte général

La Tunisie, d'une superficie d'environ 264.000 km², compte une population de 10,2 millions d'habitants (2007) dont près de 80 % est concentrée sur le littoral. La Tunisie a mis en place dès son indépendance une politique de planning familial qui a donné des résultats exceptionnels, puisque le taux de croissance de la population ne dépasse pas aujourd'hui 1 % par an.

Parallèlement, la Tunisie a connu une forte urbanisation à partir des années 70 amenant le taux d'urbanisation à plus de 65 % aujourd'hui. De grandes agglomérations urbaines se sont alors formées à cause de l'accélération de l'exode rural. Parmi ces mégapoles, on cite la capitale (grand Tunis), qui représente à elle seule 20 % de la population du pays et Sfax, environ 10 %.

Du point de vue économique, avec un PIB moyen par habitant d'environ 3 200 US\$, la Tunisie est classée dans la catégorie des pays intermédiaires. Son économie a connu en effet une croissance soutenue durant les quatre dernières décennies comme le montre les statistiques suivantes :



Source : Banque Mondiale

La structure de l'économie a connu également une mutation profonde marquée par une tendance forte à la tertiarisation. Aujourd'hui, le secteur des services contribue à lui seul à 70 % de la formation du PIB, alors que l'industrie n'y contribue qu'à hauteur de 20 % et l'agriculture à 10 %. En 1990, les services représentaient moins de 45 % du PIB et l'agriculture près de 20 %.

2. Le contexte énergétique

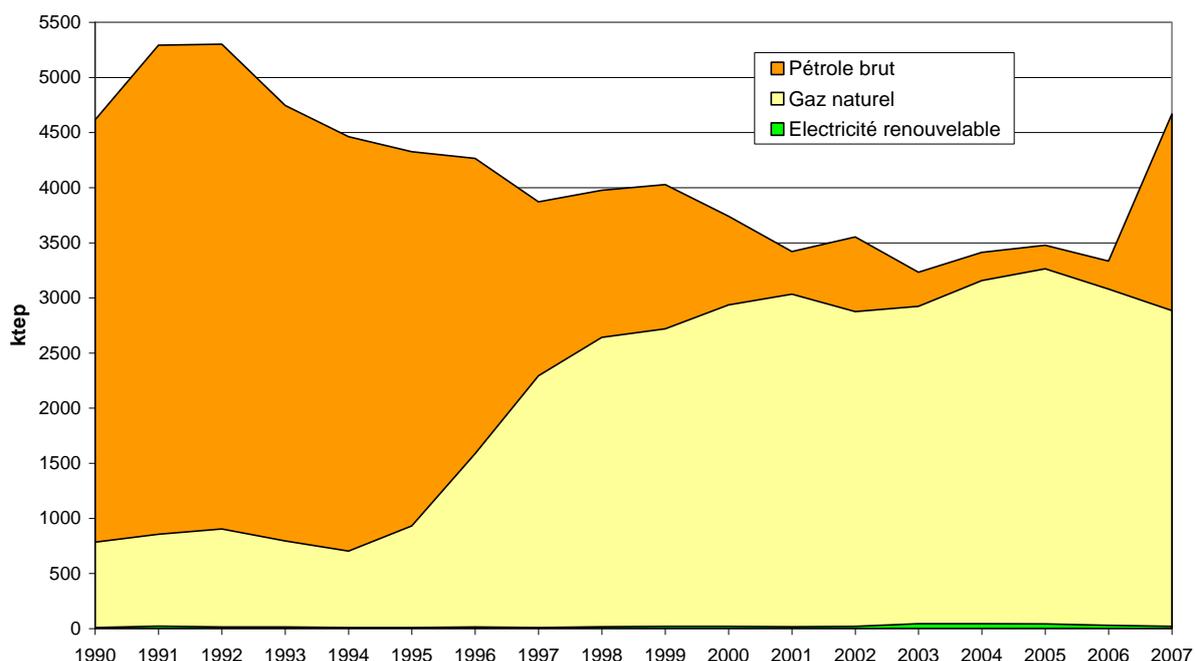
2.1. L'offre et la demande d'énergie

2.1.1. Les ressources

Les ressources énergétiques tunisiennes regroupent principalement les énergies fossiles avec la production d'hydrocarbures (pétrole et gaz naturel) et les redevances de gaz naturel provenant de l'exploitation du gazoduc transméditerranéen (Algérie – Tunisie - Italie).

Depuis 1990 (à l'exception de l'année 2007), le niveau des ressources énergétiques s'est maintenu entre 5,5 et 6,5 Mtep par an.

Figure 2 - Evolution des ressources d'énergie primaire conventionnelle en Tunisie



Les ressources pétrolières sont relativement modestes. La production de pétrole a connu une baisse significative passant de 4,6 Mtep en 1990 à 3,3 Mtep en 2006. Avec la flambée des prix du brut, l'exploitation des gisements marginaux a permis à la production de pétrole de connaître une augmentation appréciable, soit 4,7 Mtep en 2007.

Avec l'entrée en production du gisement gazier de Miskar et le doublement des redevances gazières provenant du gazoduc algéro-italien, les ressources gazières ont été multipliées par 3, passant de 900 ktep en 1995 à environ 3 Mtep en 2007.

Pour les énergies renouvelables, les ressources provenant de l'hydraulique, du solaire thermique et de l'éolien sont négligeables. Les ressources actuelles comprennent :

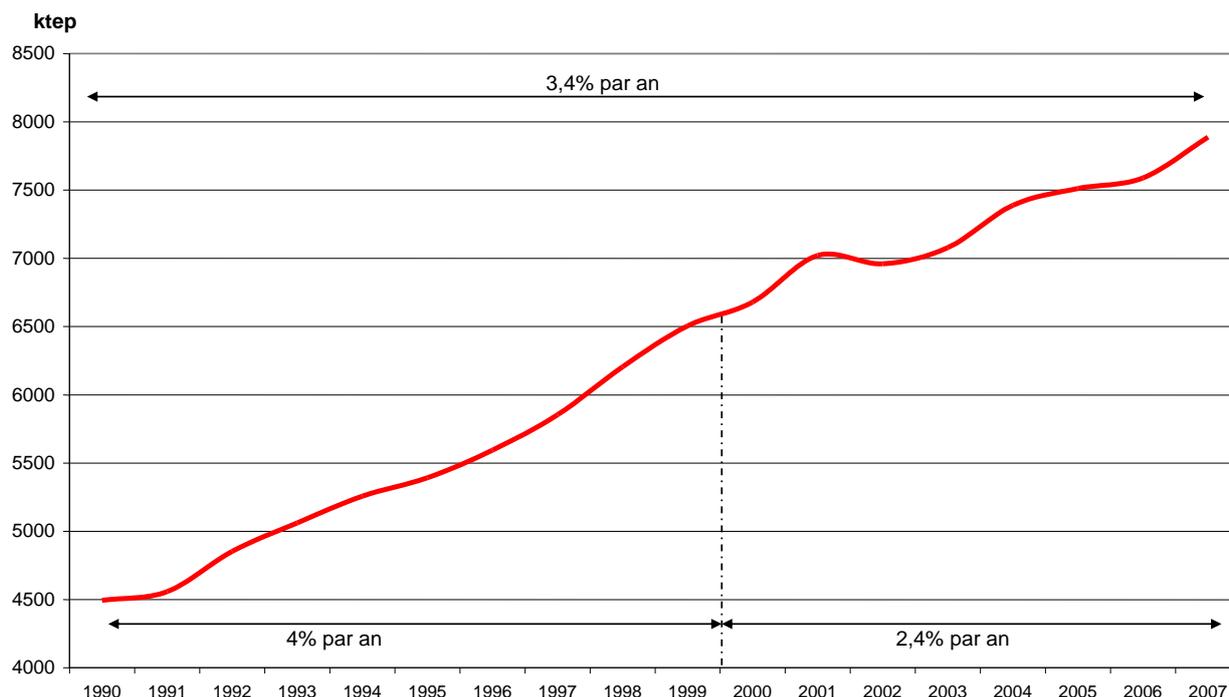
- La production hydro-électrique, avec une capacité installée de 61 MW,
- La production d'eau chaude sanitaire provenant de l'énergie solaire, avec environ 340 000 m² installés (fin 2008),
- La production d'électricité éolienne avec une capacité installée de 54 MW.

2.1.2. La demande

La consommation d'énergie primaire s'est accrue de 75 % sur la période 1990-2007, passant de 4,4 Mtep à 7,7 Mtep. Le taux de croissance annuel moyen de la consommation s'est élevé à 3,4 % sur la période, soit 4 % entre 1990-2000 et 2,4 % sur la période 2000-2007.

Ainsi, depuis 2000, le taux de croissance de la demande d'énergie primaire accuse une augmentation importante, comme le montre le graphique suivant :

Figure 3 - Evolution de la demande d'énergie primaire en Tunisie



L'évolution de la consommation d'énergie primaire par produit se distingue par la progression de la part du gaz naturel et le repli de celle des produits pétroliers. Alors que la part des produits pétroliers a été de 71 % en 1990, elle est passée à 52 % en 2007. La substitution s'est effectuée en faveur du gaz naturel en raison de l'introduction de deux centrales à cycle combiné pour la production d'électricité (1996 et 2001).

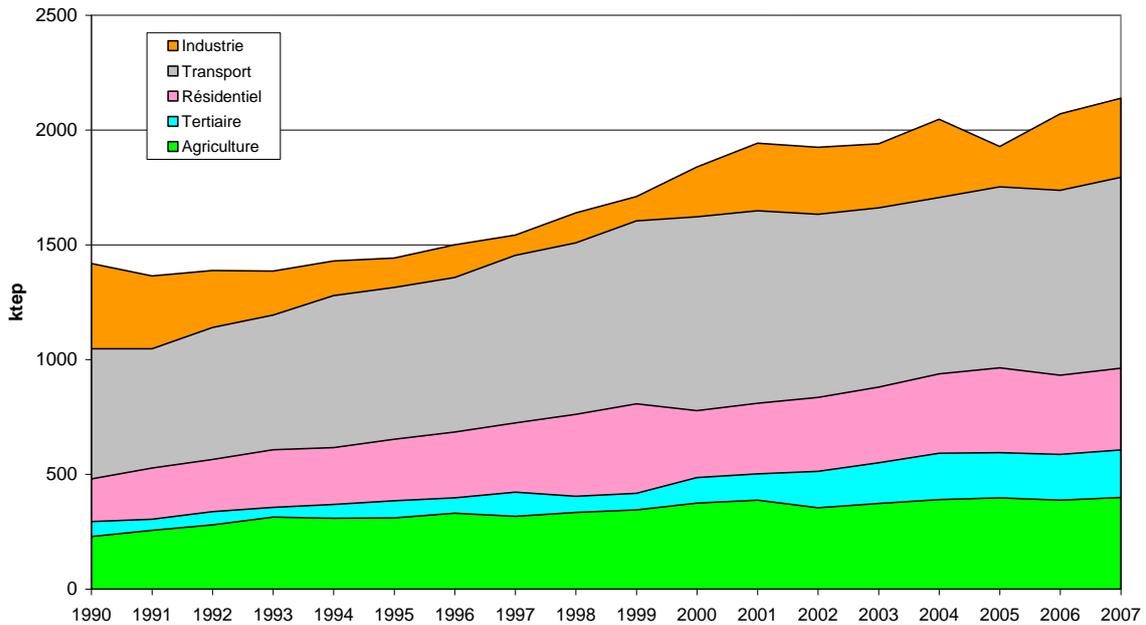
La consommation d'énergie finale a connu une croissance de 69 % passant de 3,5 Mtep en 1990 à 5,9 Mtep en 2007. Le taux de croissance annuel moyen s'est élevé à 3,2 % sur toute la période, 3,8 % sur la période 1990-2000 et 2,1 % sur la période 2000-2007.

Il est à signaler que le taux de croissance de la demande d'énergie finale a connu une baisse beaucoup plus importante que celle de la demande d'énergie primaire en raison des améliorations de performances énergétiques du secteur industriel.

Par secteur, la répartition de la consommation d'énergie finale n'a pas connu un changement important, compte tenu du fait que les clés de répartition n'ont pas été actualisées depuis le milieu des années 80. En 2007, l'industrie représente 36 % de la consommation totale, le transport 31 %, le résidentiel 9 %, le tertiaire 17 % et l'agriculture 8 %, comme le montre le graphique ci-après.

Malgré l'introduction progressive du gaz naturel, la consommation d'énergie finale reste dominée par les produits pétroliers qui représentent actuellement environ 70 % de la consommation totale, contre 14 % pour le gaz naturel et 16 % pour l'électricité. En 1990, les produits pétroliers représentaient 79 % de la consommation finale alors que le gaz naturel n'en représentait qu'environ 9 % et l'électricité 10 %.

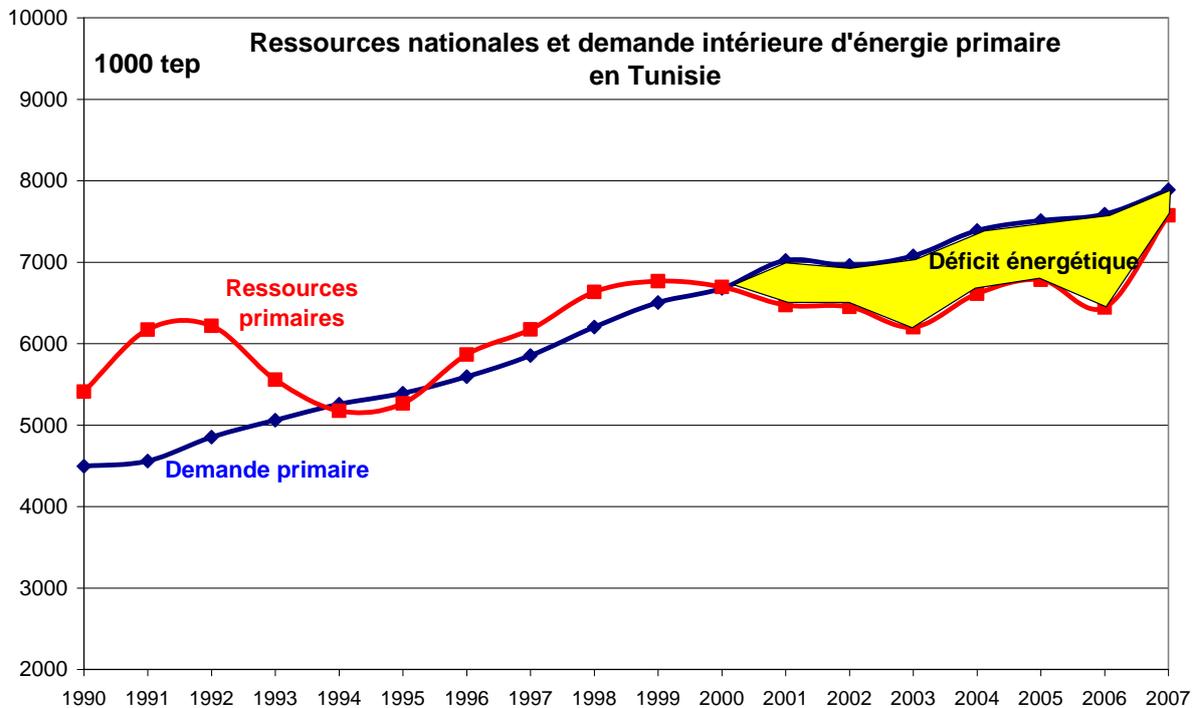
Figure 4 - Structure de la consommation d'énergie finale par secteur en Tunisie



2.1.3. Le bilan énergétique

Compte tenu de cette évolution de la demande et des ressources, la Tunisie est passée dès le début des années 2000 à une situation de déficit chronique de son bilan énergétique, comme le montre le graphique suivant :

Figure 5 - Evolution du bilan énergétique en Tunisie



2.1.4. Les dépenses énergétiques

Ce déficit rend l'économie du pays vulnérable à l'augmentation des prix internationaux de l'énergie. Cette vulnérabilité est due d'une part à l'accroissement des dépenses énergétiques et, d'autre part, à la pression exercée sur les finances publiques, compte tenu du subventionnement des produits énergétiques conventionnels¹.

Ainsi, en 2007, les dépenses énergétiques ont représenté 12 % du PIB ; autrement dit, pour produire 1 000 DT de PIB, la Tunisie a dépensé 120 DT pour l'énergie. Entre 2003 et 2007, la part des dépenses énergétiques dans le PIB est passée de 5,8 % à 12 %, ce qui pénalise la compétitivité de l'économie.

Les prix des produits pétroliers et du gaz naturel sont subventionnés en Tunisie. Les subventions sont calculées sur la base de l'écart entre les prix sur le marché interne et les prix de cession. Les augmentations du prix du brut ont amené le Gouvernement tunisien à procéder à des ajustements des prix internes de façon à limiter l'écart avec les prix de cession. Toutefois, ces augmentations n'ont pas suffi pour réduire les dépenses publiques au titre du subventionnement des produits énergétiques. Le montant total de la subvention est passé d'environ 360 M€ en 2004 à près de 890 M€ en 2007. Ainsi, en 2007, la part des subventions énergétiques peut être estimée à environ 4 % du PIB au prix courant, ce qui pèse lourd dans le budget de l'Etat.

2.2. Outils et instruments publics de développement de la maîtrise de l'énergie en Tunisie

Pour développer la maîtrise de l'énergie, l'Etat tunisien a mis en place quatre types d'outils : institutionnel, réglementaire, financier et fiscal.

2.2.1. L'outil institutionnel

L'outil institutionnel de développement de la maîtrise de l'énergie en Tunisie est l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie, créée en 1986 par décret-loi du 14 septembre 1985 relatif à l'économie d'énergie. Son rôle est mettre en œuvre la politique de l'Etat en la matière. Sa mission est par conséquent le développement de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la promotion des énergies renouvelables et alternatives.

2.2.2. L'outil réglementaire

En Tunisie, le cadre réglementaire et d'incitation publique aux investissements de maîtrise de l'énergie existe depuis le milieu des années 80. Plus récemment, la loi 2004-72 du 2 août 2004 réaffirme ce soutien : *"Les investissements réalisés dans le domaine de la maîtrise de l'énergie donnent lieu au bénéfice des avantages prévus par le code d'incitation aux investissements"*. Les dispositifs et les modalités de ce soutien sont précisés par le décret 2004-2144 du 2 septembre 2004 qui fixe les conditions d'octroi de la prime spécifique inhérente aux investissements dans le domaine de la maîtrise de l'énergie.

Ces textes définissent d'une part les avantages directs et indirects accordés aux projets et actions de maîtrise de l'énergie et, d'autre part, les obligations auxquelles sont soumis opérateurs et utilisateurs de l'énergie. Les principales obligations sont :

- L'obligation de réalisation d'un audit énergétique périodique pour les établissements dont la consommation d'énergie annuelle dépasse un seuil fixé par décret (1 000 tep pour l'industrie et 500 tep pour le transport et le tertiaire) ;
- L'obligation d'un audit énergétique préalable pour les projets consommateurs d'énergie (audit sur plan) ;
- L'obligation de la STEG d'acheter l'électricité excédentaire produite par les établissements s'équipant d'installation de cogénération ;
- L'obligation d'affichage d'un label de performance énergétique pour les appareils électroménagers ;

¹ Les tarifs énergétiques en Tunisie sont administrés par l'Etat et sont déconnectés du prix international.

- L'interdiction de mise sur le marché d'équipements électroménagers dont les performances énergétiques sont en dessous de certains seuils fixés par décret ;
- L'assujettissement des nouveaux bâtiments aux spécifications thermiques définies par le code des bâtiments ;
- L'obligation aux municipalités d'utiliser un éclairage performant pour les nouveaux réseaux d'éclairage public ;
- L'obligation de diagnostic des moteurs des automobiles à l'occasion des visites techniques.

2.2.3. L'outil financier

La loi 2005-82 constitue un pas important dans le choix d'une ressource extra budgétaire pour le financement du soutien public aux investissements de maîtrise de l'énergie. Cette loi crée en effet le Fonds National pour la Maîtrise de l'Energie (FNME) qui a pour but d'apporter un appui financier aux actions visant la rationalisation de la consommation de l'énergie, la promotion des énergies renouvelables et la substitution de l'énergie. L'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie est désignée comme gestionnaire du FNME.

Ce fonds est alimenté par des taxes affectées provenant d'une part de la taxation due à la première immatriculation des voitures de tourisme dans une série tunisienne et, d'autre part, la taxation due à l'importation ou à la production locale des appareils pour le conditionnement de l'air.

En termes d'utilisation, le FNME sert à financer les avantages financiers directs accordés dans le cadre de la loi sur la maîtrise de l'énergie et des textes qui lui sont associée :

	Taux	Plafond
Audit énergétique	50 %	20.000 DT
Projet de démonstration	50 %	100.000 DT
Contrat programme de maîtrise de l'énergie	20 %	100 000 DT pour les établissements de consommation inférieure à 4 000 tep/an, 200 000 DT pour les établissements de consommation est située entre 4 000 tep/an et 7 000 tep/an 250 000 DT pour les établissements de consommation supérieure à 7 000 tep/an.
Raccordement au GN dans industrie	20 %	Industrie : 400.000 DT
Raccordement au GN dans le résidentiel	20 %	140 DT par logement individuel 20 DT par appartement dans le logement collectif
Bancs pour le diagnostic des moteurs	20 %	6 000 DT
Chauffe-eau solaire	20 %	100 DT/m ² de capteur

2.2.4. Les incitations fiscales

Les avantages octroyés par le FNME sont complétés par des avantages fiscaux :

- Application de droits de douane minimum et suspension de la TVA sur les équipements et produits utilisés pour la maîtrise de l'énergie et qui n'ont pas d'équivalent fabriqués localement,
- Suspension de la TVA sur les biens d'équipement et les produits économiseurs en énergie acquis localement,
- Application d'un droit de douane minimum sur l'importation des chauffe-eau solaires,
- Suspension de la TVA sur les chauffe-eau solaires.

II. Situation actuelle du secteur des bâtiments

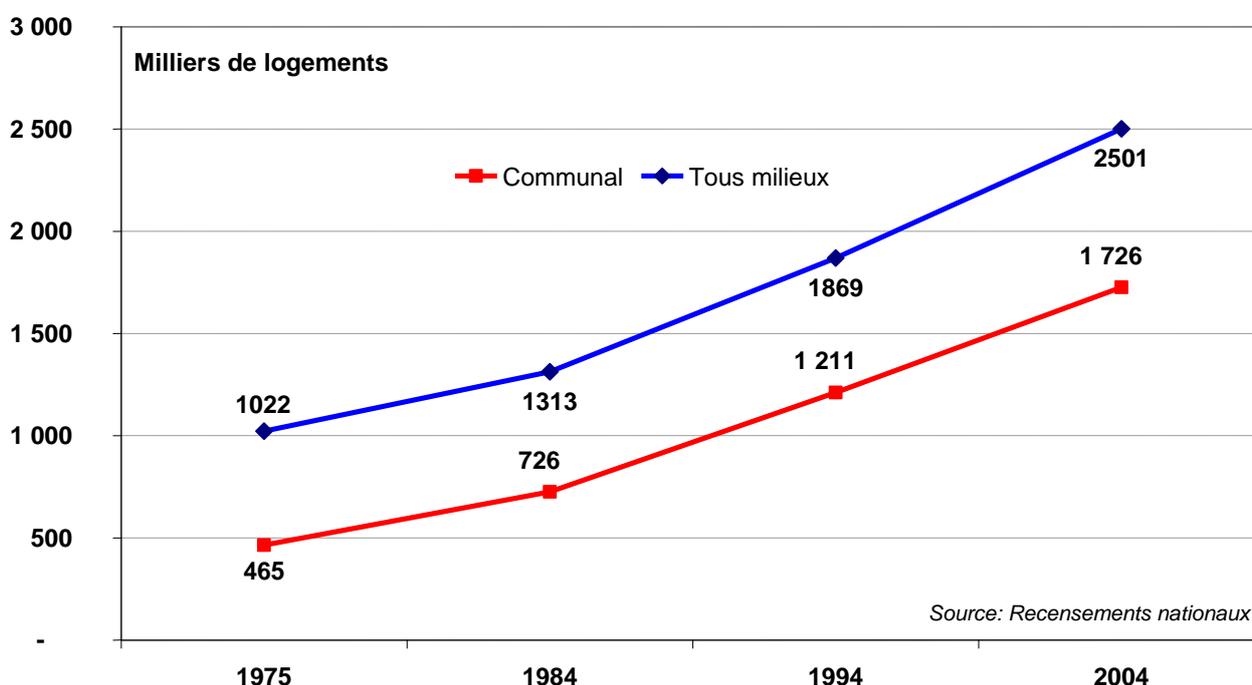
1. Caractérisation du parc existant de bâtiments

1.1. Evolution du parc

Le parc du logement tunisien a connu une forte croissance durant les trois dernières décennies résultant de la politique volontariste de la Tunisie en matière d'accès au logement. En effet, selon le recensement de 2004, près de 83,5 % des ménages tunisiens sont propriétaires de leur logement.

C'est ainsi que le parc est passé d'environ 1 million de logements en 1975 à 2,5 millions de logements en 2004, comme le montre le graphique suivant :

Figure 6 - Evolution du parc de logements en Tunisie (1975-2004)



Source : Recensements nationaux

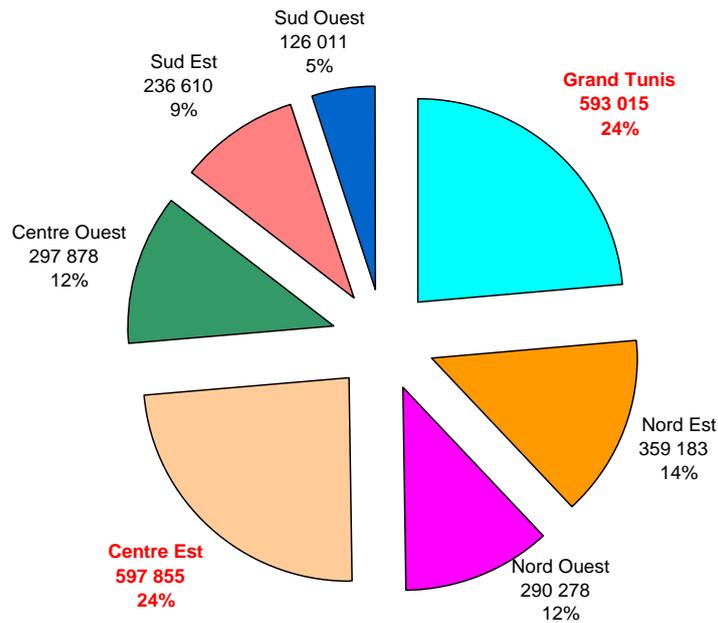
Si l'on se base sur la projection des tendances observées durant la période 1994-2004, le parc de logements serait, en 2009, de l'ordre de 2 645 milliers de logements.

Les statistiques de la population en Tunisie distinguent le milieu communal (urbain) et non communal (rural). Le graphique précédent montre la croissance rapide de l'urbanisation. En effet, alors que le nombre de logements en zone urbaine ne représentait, en 1975, que 45 % du parc total en Tunisie, il en représente aujourd'hui 69 %, soit près de 1,9 millions de logements.

1.2. Répartition géographique

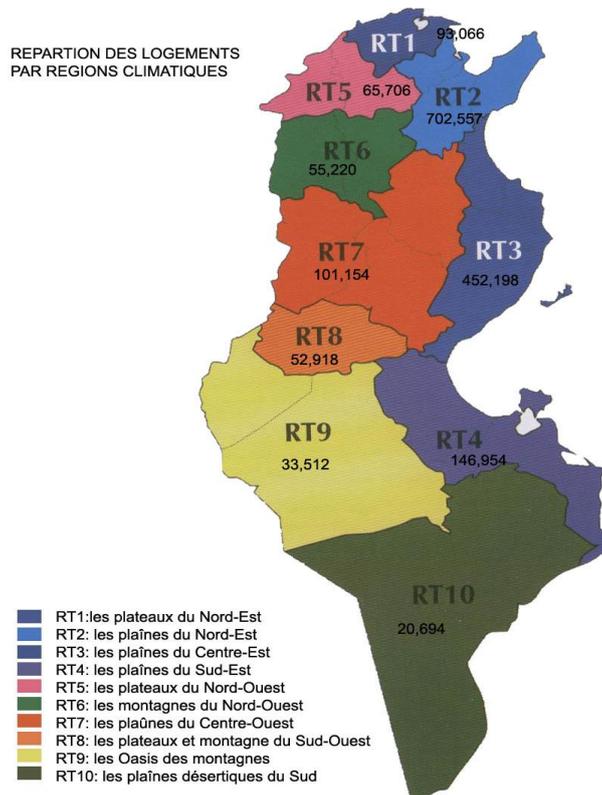
Le graphique suivant présente la répartition des logements par grande région. Il en ressort qu'environ la moitié du parc de logements est polarisée par le Grand Tunis et la région du Centre Est, comportant les grandes villes côtières de Sousse, Monastir et Sfax.

Figure 7 - Répartition du parc par région économique



Une autre analyse importante est la répartition du parc existant selon les zones climatiques. En effet, les travaux de l'ANME, effectués dans le cadre du projet sur la Réglementation thermique des bâtiments, ont permis de définir 10 régions climatiques de pertinence optimale prenant en compte les considérations climatiques détaillées, administratives et socio-économiques (mode de construction, mode d'occupation, etc.). Ce mode de zonage sert, entre autres, pour la conception et le dimensionnement optimal des équipements de chauffage et de climatisation ainsi que pour l'optimisation thermique de la construction.

La répartition des logements urbains par région, comme indiqué dans la carte ci-après, montre que la région RT2, correspondant aux plaines du Nord Est, est la plus peuplée, avec environ 702.000 logements.



Pour des considérations de simplification, l'ANME a également regroupé certaines régions climatiques pour la formulation de la réglementation thermique des bâtiments :

- La zone ZT1, qui renferme le littoral allant du Gouvernorat de Bizerte à celui de Gabès ;
- La zone ZT2, qui renferme le Nord et le Centre hors littoral, s'étendant du Gouvernorat de Jendouba à celui de Gafsa ;
- La zone ZT3, qui renferme les Gouvernorats de Tozeur, de Kébili et de Tataouine.

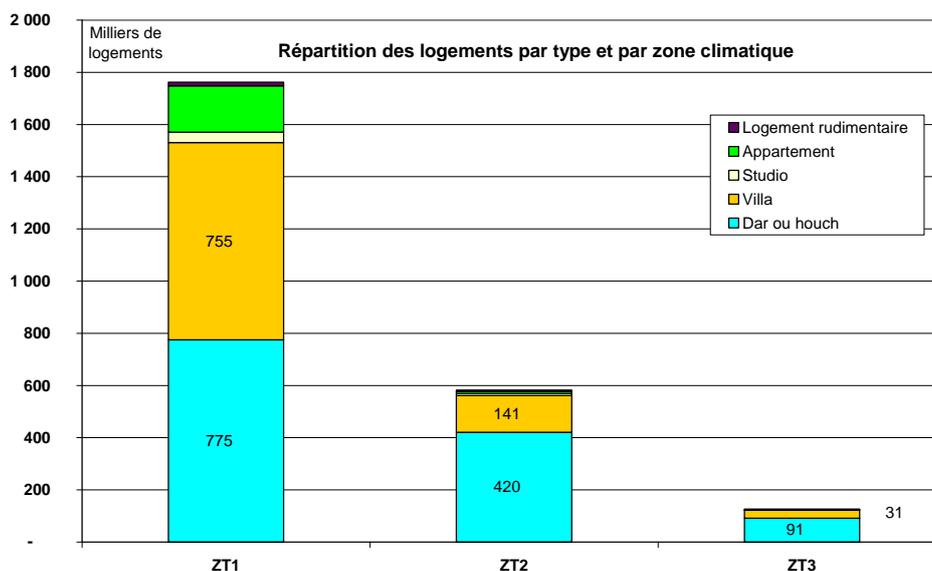
Le tableau suivant présente le nombre de logements urbains au niveau de chaque zone thermique.

Tableau 1 – Nombre de logements urbains par zone thermique

Zones	Nombre total	Dont urbains
ZT1	1 786 665	1 394 775
ZT2	588 155	274 998
ZT3	126 011	54 206
Total	2 500 831	1 723 979

Bien évidemment, la zone du littoral (ZT1) est la plus peuplée avec plus de 85 % du parc urbain. Par ailleurs, comme le montre le graphique ci-après, les villas sont surtout localisées dans la zone ZT1, où elles représentent plus de 42 % du parc.

Figure 8 - Répartition des logements par type et par zone climatique



1.3. Caractérisation socio-économique de l'habitat

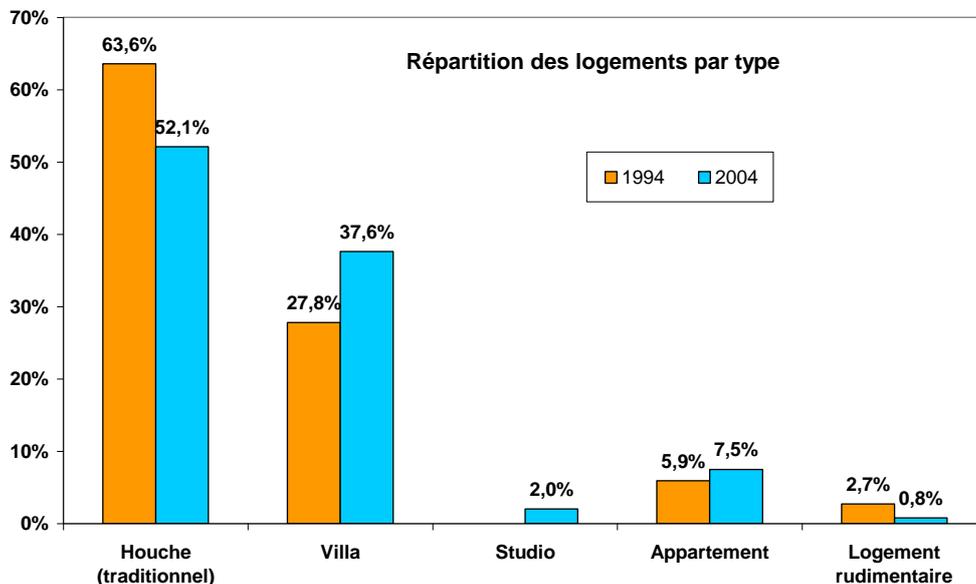
1.3.1. Typologie des logements

L'Institut National des Statistiques (INS) distingue cinq types de logements :

- Dar ou houche,
- Villa,
- Studio,
- Appartement,
- Logement rudimentaire.

Le graphique suivant présente la structure du parc de logements en Tunisie par type de logements :

Figure 9 - Répartition du parc par type de logements en Tunisie



Bien qu'elle ait connu une baisse relativement importante entre 1994 et 2004, la part des maisons traditionnelles (houche) reste la plus importante (52 % en 2004). La part de villas a connu en revanche une hausse importante, passant de 28 % en 1996 à 38 % en 2004.

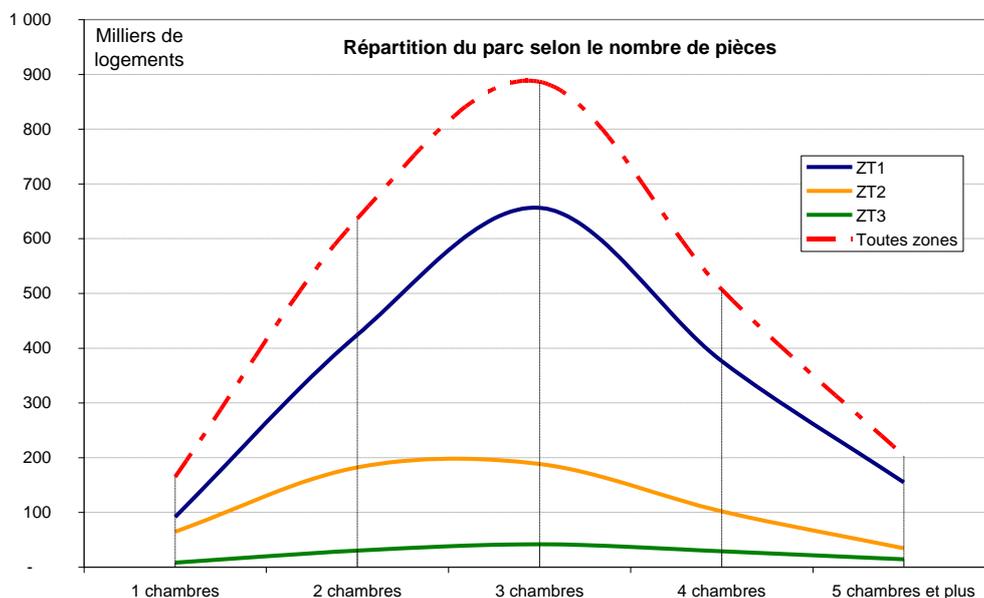
La part des appartements a connu une faible évolution, de 1,5 % par an pour la même période (de 5,9 % en 1994 à 7,5 % en 2004).

En valeur absolue, les maisons traditionnelles viennent en première place avec environ 1,3 millions de logements, suivies des villas dont le parc compte environ 1 million de logements en 2004.

1.3.2. Taille des logements

Le graphique suivant présente la répartition des logements selon le nombre de pièces dans les trois zones climatiques.

Figure 10 - Répartition du parc selon le nombre de pièces dans les différentes zones climatiques



L'analyse montre que la plupart des logements comporte 3 pièces (37 % des logements). Les grands logements, comportant trois pièces et plus, représentent la part la plus importante, à savoir 67 % des logements urbains et ruraux. Cette part est particulièrement grande dans la zone climatique Z1, soit 70 % du parc.

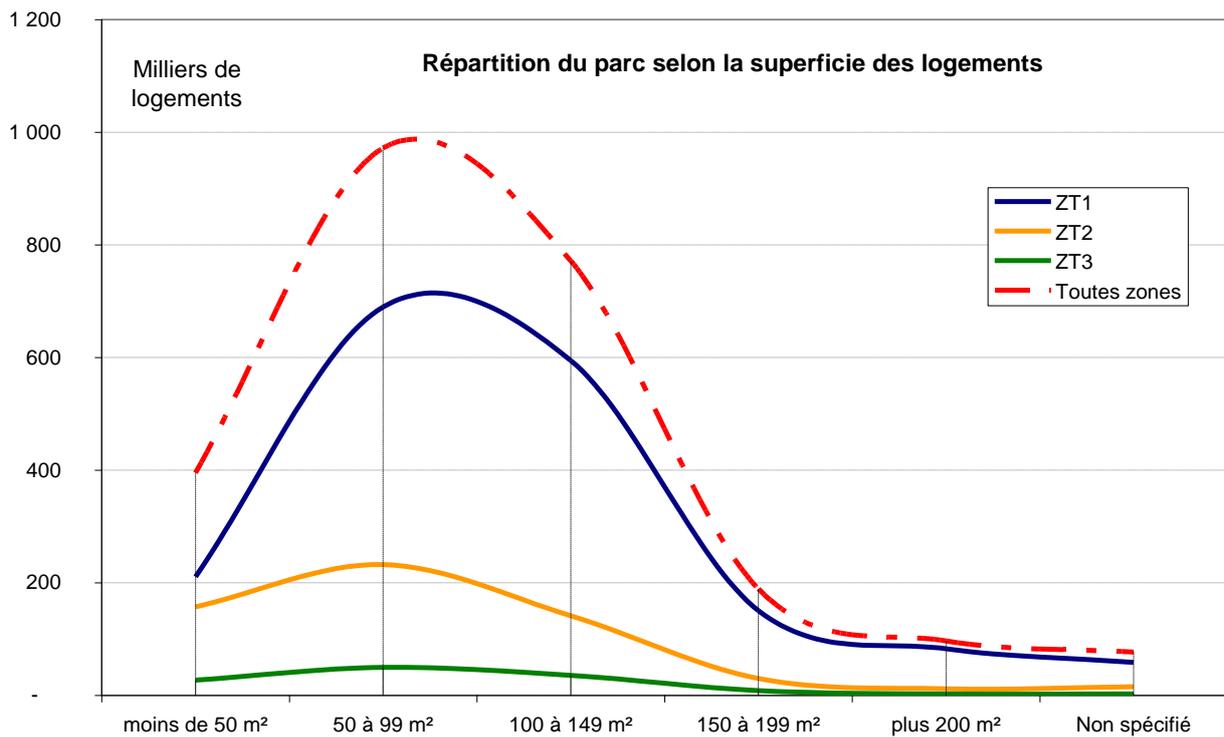
Enfin, une première approximation montre que la taille moyenne des logements est de 3,1 pièces. Elle est de 3,1 dans la zone ZT1, 2,8 dans la zone ZT2 et 3,2 dans la zone ZT3.

La superficie moyenne des logements en Tunisie est de l'ordre de 100 m² par logement (soit environ 20 m² par habitant) et varie selon les zones comme suit :

Zone climatique	Superficie moyenne (m ² /logement)
ZT1	105
ZT2	87
ZT3	92
Toutes zones	100

La zone ZT1 semble comporter les logements dont les superficies sont les plus importantes. Le graphique suivant présente la répartition des logements par palier de superficie dans les trois zones climatiques.

Figure 11 - Répartition du parc selon la superficie des logements et selon les zones climatiques



Il en sort que la part des « grands logements » de plus de 100 m² est très importante, représentant plus de 44 % des logements. Cette part est particulièrement prépondérante dans la zone ZT1, soit près de 50 %.

2. Organisation du secteur

2.1. Les acteurs

Le secteur des bâtiments en Tunisie est géré par le Ministère de l'Équipement de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire (MEHAT). Il intervient dans le secteur à travers la Direction générale de l'habitat dont la mission est la définition et la mise en œuvre de la politique de l'habitat en Tunisie ainsi que la régulation et le contrôle des opérateurs intervenants dans le secteur. Le MEHAT est représenté au niveau régional à travers ses Directions régionales.

Sur le plan opérationnel, plusieurs parties interviennent dans le processus de production de l'habitat, dont on cite essentiellement :

- Les communes, responsables de la délivrance des permis de construire et du contrôle de leur respect. En général, les communes ont beaucoup de difficultés à assurer cette mission, compte tenu des limites des moyens humains et matériels dont elles disposent.
- Le Centre Technique des Matériaux de Construction du Céramique et de Verre (CTMCCV) a un rôle d'accompagnement et de conseil technique auprès des opérateurs du secteur des matériaux de construction. Il intervient entre autres sur le test et l'agrément des matériaux de construction utilisés dans le secteur.
- Le système de financement de l'habitat est constitué d'une dizaine de banques commerciales actives dans ce domaine à travers le préfinancement des promoteurs immobiliers et l'octroi de crédits aux particuliers pour l'acquisition et la construction ou la rénovation de logements. L'une de ces banques, la Banque de l'Habitat (BH), a été créée par l'Etat dans les années 70 pour faciliter l'accès des ménages au logement et occupe aujourd'hui la part la plus importante du marché.
- Les sociétés de promotion immobilière, au nombre de 1 500 environ aujourd'hui, jouent un rôle primordial dans la production des logements.

2.2. Filières et modes de construction

2.2.1. Filières

En Tunisie, on estime à environ 60.000 le nombre de nouveaux logements produits chaque année. Ce flux se répartit entre deux filières principales :

- La filière formelle de la promotion immobilière faisant appel aux concepteurs structurés et aux bureaux de contrôle formels. Elle représente environ 1/3 des nouveaux logements ;
- La filière de l'auto-construction qui s'accapare la plus grande part du marché (environ 2/3 du parc annuel) et qui fait appel aux petites micro-entreprises informelles de bâtiments.

Une partie non négligeable de l'auto-construction, mais dont la part est difficile à estimer, se fait de manière illégale, sans l'obtention d'un permis de construire. Ce phénomène est dû en grande partie au rythme limité de production de terrains constructibles par le système d'aménagement dans le pays, par rapport au rythme de la demande de logement.

Le secteur de l'autoproduction, compte tenu de son caractère diffus est très difficile à cibler avec les programmes d'efficacité énergétique, notamment par les mesures d'ordre réglementaire.

2.2.2. Modes de construction

En ce qui concerne le mode de construction, la technique dominante en Tunisie est celle utilisant les briques trouillées de terre cuite, le plus souvent d'une épaisseur de 20 cm. Cela explique le fort développement de l'industrie de briques en Tunisie (plus d'une vingtaine d'unités).

Par ailleurs, dans la plupart des cas, les murs sont en double parois avec lame d'air, ce qui améliore nettement la qualité thermique de l'enveloppe des bâtiments. Les modes architecturaux traditionnels favorisant l'approche bioclimatique (voute, convection naturelle, etc.) sont quasiment abandonnés en Tunisie, laissant la place à des modes de construction modernes souvent moins adaptés aux conditions climatiques locales (taux de vitrage élevé, etc.).

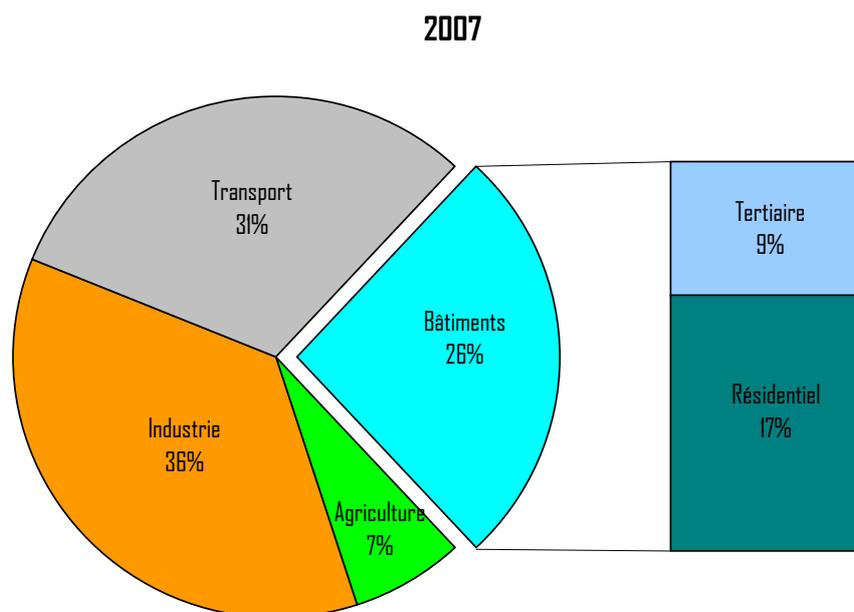
Les toitures sont généralement des toitures terrasses avec forme de pente. Dans la quasi-totalité des cas, ces toitures ne sont pas thermiquement isolées, ce qui engendre des pertes énergétiques très importantes, estimées entre 20 % et 25 %.

3. Caractérisation énergétique du secteur des bâtiments

3.1. Les enjeux énergétiques et environnementaux du secteur

Sur le plan énergétique, le secteur du bâtiment, recouvrant le résidentiel et le tertiaire, constitue un enjeu fort important pour la Tunisie. En effet, ce secteur est actuellement le troisième consommateur d'énergie finale (26 %) après l'industrie (36 %) et les transports (31 %). Les bâtiments résidentiels représentent à eux seuls 17 % de la consommation d'énergie finale du pays.

Figure 12 - Structure de la consommation finale d'énergie en Tunisie



Source : Bilan énergétique, ONE

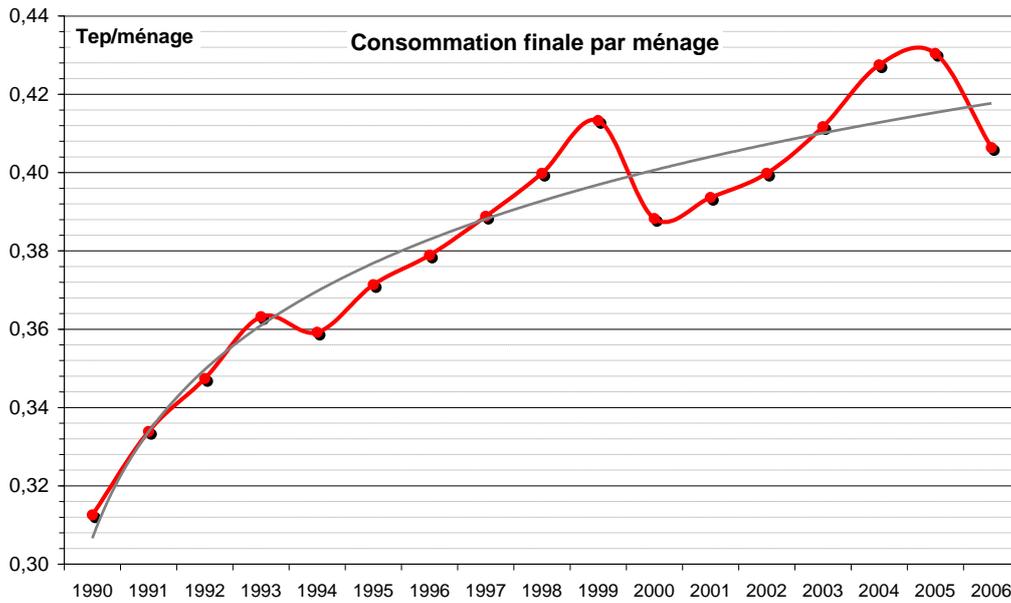
Sur le plan environnemental, le secteur des bâtiments (résidentiel et tertiaire) représente environ 13 % des émissions de gaz à effet de serre dues à l'énergie en 2007, soit près de 3 200 kTECO₂.

3.2. Caractéristiques de la consommation énergétique

La consommation unitaire des ménages connaît une tendance à la croissance se justifiant notamment par l'augmentation du niveau de vie des ménages et de leur taux d'équipement en appareils électroménagers.

Ainsi, la consommation unitaire est passée de 0,31 tep/ménage en 1990 à près de 0,41 tep par ménage en 2006, comme le montre le graphique suivant :

Figure 13 - Evolution de la consommation finale unitaire d'énergie des ménages en Tunisie

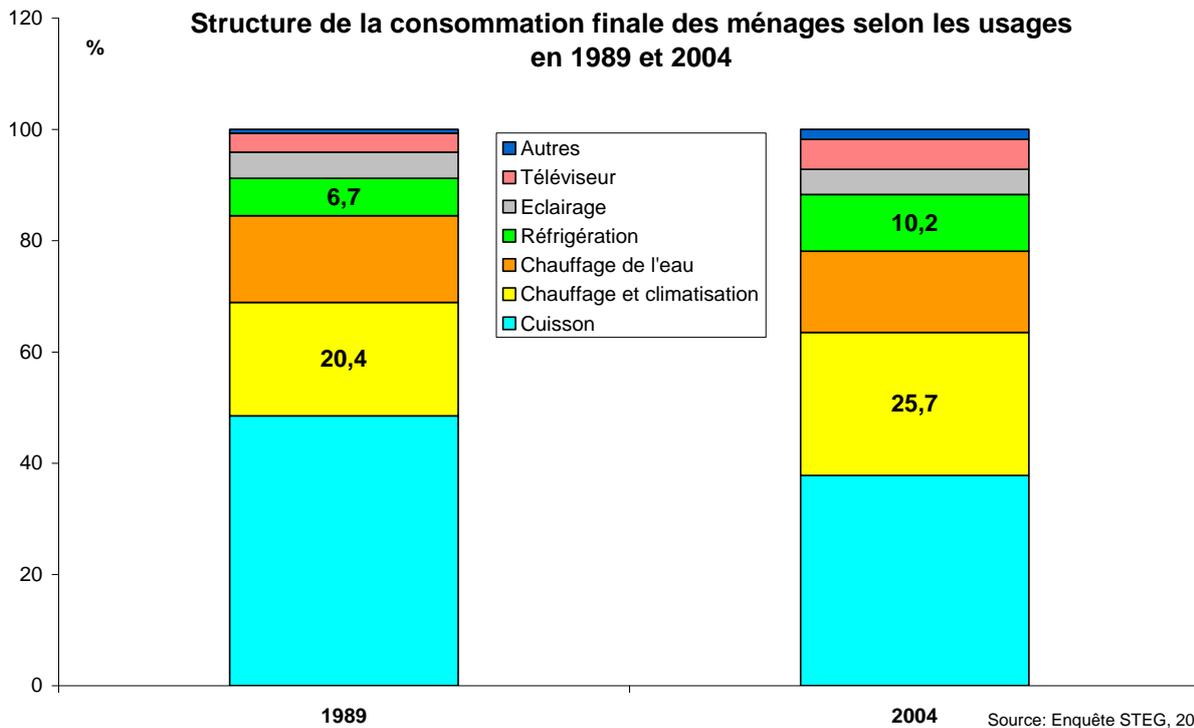


En Europe, la consommation unitaire varie entre 1,1 et 2,3 tep/logement, avec une moyenne de 1,7 tep/logement/an.

Ramenée au m², la consommation finale d'énergie en Tunisie est estimée à environ 4,9 kgep/m² (58 kWh/m²) de logement occupé, contre 17 à 20 kgep/m² en Europe.

Cette augmentation de la consommation unitaire s'est traduite également par une transformation de la structure de la consommation finale qui a connu le développement de certains usages tels que la réfrigération, le chauffage et la climatisation, comme le montre le graphique suivant :

Figure 14 - Structure de la consommation finale d'énergie des ménages selon les usages en Tunisie



Source : Enquête STEG, 2004

Source: Enquête STEG, 2004

Ainsi, la part du chauffage et de la climatisation est passée de 20,4 % en 1989 à 25,7 % en 2004.

L'enquête STEG 2004 et le recensement national de 2004 ont pu permettre de dégager les indicateurs de consommation suivants :

- Consommation d'énergie finale pour le chauffage et la climatisation par m² de surface de logement : 15 kWh/m²/an, soit 1,3 kgep/m²/an ;
- Consommation d'énergie finale pour le chauffage et climatisation par m² de surface de logement chauffé et climatisé : 23 kWh/m²/an, soit environ 2 kgep/m²/an ;
- Consommation d'électricité pour la climatisation par m² de surface de logement climatisé : 1,2 kWh/m²/an, soit environ 0,1 kgep/m²/an ;
- Consommation d'énergie finale pour le chauffage : 21,8 kWh/m²/an, soit environ 1,9 kgep/m²/an.

Sur le plan environnemental, la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel participe à environ 8 % des émissions totales dues à l'énergie en 2007, soit environ 2 000 kTECO₂, ce qui représente près de 0,8 TECO₂/logement.

Sur le plan socio-économique, en 2004, la part des dépenses énergétiques dans le budget des ménages se s'est située autour de 5 %. Cette part a certainement augmenté à partir de 2005, compte tenu de la hausse des prix intérieurs de l'énergie consécutive à la flambée du prix international du pétrole durant la période 2005-2008.

4. Mesures et programmes phares d'efficacité énergétique dans les bâtiments

4.1. Mesures réglementaires

4.1.1. Réglementation thermique des bâtiments

Dans le cadre du projet FEM/FFEM sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments, l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie a lancé un processus graduel de mise en place d'une réglementation thermique des bâtiments de manière concertée entre les principaux acteurs du secteur.

Ainsi, la loi n°2004-72 du 2 août 2004 ainsi que son décret d'application du 2 septembre 2004 ont intégré des mesures obligatoires en termes de performances thermiques des nouveaux bâtiments.

Les dispositions pratiques de la mise en œuvre du décret sont promulguées dans la cadre d'arrêtés conjoints du Ministère en charge de l'énergie et du Ministère en charge de l'habitat. Deux arrêtés ont d'ores et déjà été promulgués :

- Arrêté fixant les spécifications techniques minimales visant l'économie dans la consommation d'énergie des projets de construction et d'extension des bâtiments à usage résidentiel ;
- Arrêté fixant les spécifications techniques minimales visant l'économie dans la consommation d'énergie des projets de construction et d'extension des bâtiments à usage de bureaux.

Les arrêtés prévoient que les spécifications techniques peuvent être fixées conformément à une approche basée sur la performance ou prescriptive, selon la taille du projet. Les arrêtés d'application concernant les autres types de bâtiments (hôpitaux, hôtels et centres commerciaux) seront promulgués progressivement.

Dans le cadre de cette réglementation thermique des bâtiments neufs, un système de Label de Performance Thermique par type de bâtiment a été introduit dans les textes réglementaires, basé sur les besoins énergétiques annuels liés au confort thermique (BECTh). Le tableau suivant présente les classes du label pour les bâtiments résidentiels collectifs neufs :

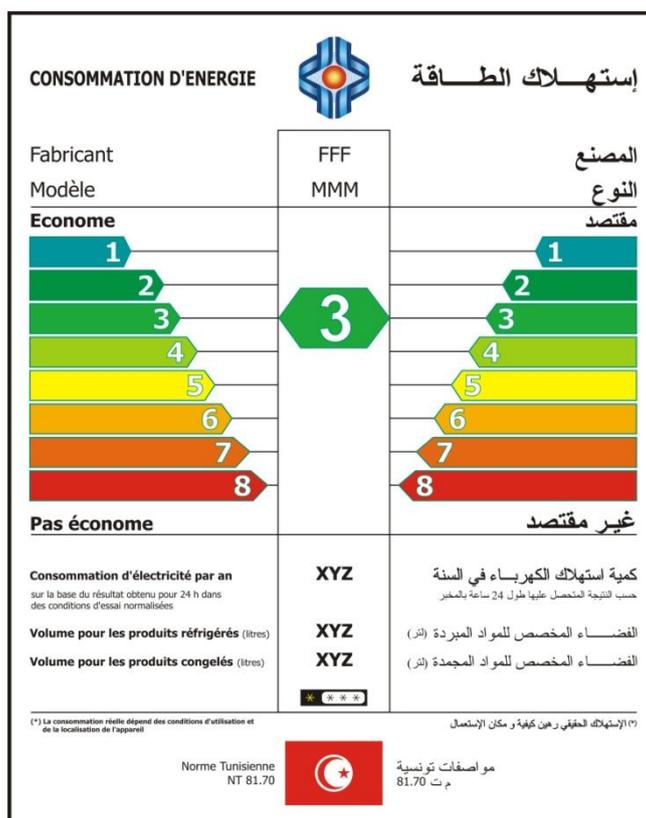
Classes de performances thermiques du bâtiment	Besoins énergétiques spécifiques annuels (BECTh) en kWh/m ² .an
classe 1	BECTh ≤ 36
classe 2	36 < BECTh ≤ 41
classe 3	41 < BECTh ≤ 46
classe 4	46 < BECTh ≤ 51
classe 5	51 < BECTh ≤ 60
classe 6	60 < BECTh ≤ 72
classe 7	72 < BECTh ≤ 87
classe 8	BECTh > 87

Pour ce type de bâtiments, la réglementation exige un niveau de performance minimal de classe inférieure ou égale à 5.

Un travail important a été mené dans le cadre du processus de promulgation de la réglementation afin de bien préparer les conditions de son applicabilité et sa durabilité, à travers le renforcement de capacité des différents acteurs de la construction (administration, concepteurs, architectes, bureaux de contrôle, promoteurs et grand public).

Par ailleurs, les nouvelles dispositions réglementaires de 2008 (loi n°2009-7 et décret n°2009-362 du 9 février 2009) ont instauré une obligation d'audit sur plan pour les grands projets de bâtiments neufs, couvrant tous les systèmes énergétiques du bâtiment.

4.1.2. La certification des appareils électroménagers



La loi a également introduit, depuis 2004, la certification et l'obligation de l'affichage de l'étiquette de performances énergétiques des appareils de réfrigération.

La réglementation prévoit également l'interdiction progressive des appareils de mauvaise performance (Arrêté conjoint des ministres de l'industrie et du commerce du 25 octobre 2005).

Ainsi, depuis 2007, la vente des appareils de réfrigération de classe énergétique supérieure à 5 est interdite en Tunisie.

La même démarche est en train d'être menée pour les appareils de climatisation, qui constituent un poste de consommation de plus en plus important chez les ménages.

Enfin, des textes sont en cours de préparation pour l'interdiction de la vente des lampes à incandescence, selon un processus progressif et concerté avec les fabricants de lampes et l'ensemble des acteurs concernés.

4.2. Programmes et mécanismes incitatifs

4.2.1. Programme de diffusion de chauffe-eau solaires (CES) en Tunisie - PROSOL

Le programme PROSOL, lancé en 2005, est basé sur un mécanisme innovant qui vise à lever les principales barrières à l'encontre du développement du marché des chauffe-eau solaires (CES) d'ordre financier, technique et organisationnel (voir plus loin).

Le programme PROSOL a permis d'initier une vraie transformation du marché du CES dans le pays, puisque le rythme annuel d'installation est passé de 7 500 m² en 2004 à 85 000 m² de capteurs en 2008. Le nombre de fournisseurs agréés est passé de 6 en 2004 à une trentaine en 2008.

Rappelons que le programme PROSOL vise l'installation de 540 000 m² de capteurs solaires sur la période 2007-2011, ce qui permettrait d'économiser annuellement environ 38 ktep et un cumul de 570 ktep sur la durée de vie des CES, estimée à 15 ans.

Ce rythme devrait être maintenu autour d'un objectif annuel de 120 000 m² au-delà de cette période pour atteindre 1 million de m² à l'horizon 2015, ce qui ramènerait l'indicateur de diffusion de 17 m² par 1 000 habitants en fin 2006 à environ 46 m² par 1 000 habitants en 2009 et à 92 m² par 1 000 habitants en 2015.

4.2.2. Le programme de diffusion des lampes basse consommation

Ce programme vise la commercialisation de 2 millions de lampes basse consommation par an sur le marché, à des prix fixés par l'Etat à un niveau plus bas que le marché actuel. La baisse des prix est obtenue grâce aux économies d'échelle à travers l'achat groupé de grandes quantités par l'Office de commerce par voie d'appel d'offre international.

4.2.3. Le programme PROMO-ISOL

Un programme d'isolation thermique des toitures des maisons individuelles existantes ou neuves est en cours de mise en place par l'ANME afin de compléter la réglementation thermique actuelle, qui ne vise pas ce segment. Le programme devrait se dérouler en deux phases :

- Une phase pilote 2010-2011 : 10.000 logements, soit environ 1 million de m² de toitures,
- Une phase de diffusion 2012-2016 : 100.000 logements, soit 10 millions de m² de toitures.

A rappeler que les simulations réalisées montrent que l'isolation des toitures permet de réduire en moyenne de 20 % les besoins en climatisation et de 25 % les besoins en chauffage dans le contexte tunisien.

Le programme est basé sur un mécanisme financier à deux composantes :

- L'octroi d'une subvention de 20 % du coût de l'isolation, pour ramener le temps de retour pour le consommateur à moins de 7 – 8 ans,
- L'octroi d'un crédit sur 7 ans pour le financement du reste du montant, ce qui permet d'éliminer la barrière de l'investissement initial.

Un programme d'accompagnement du contrôle de qualité, de formation et d'habilitation des opérateurs est prévu également dans ce cadre.

III. Scénarios d'évolution à l'horizon 2020 et 2030

1. Scénario tendanciel

1.1. Définition du scénario

Le scénario tendanciel traduit l'interrogation suivante : que se passerait-il (dans le cadre des hypothèses socio-économiques retenues) si aucune mesure publique nouvelle n'était prise pour améliorer l'efficacité énergétique ? En ce sens, ce scénario est une convention : ce n'est pas une prédiction, et il ne cherche pas à cerner le futur « le plus probable ». Il est même fort probable – sinon souhaitable - qu'un tel scénario ne se produise jamais dans la réalité, quand bien même les hypothèses socio-économiques se réaliseraient.

Pour établir les hypothèses techniques constitutives de ce scénario, on s'appuie sur deux principes élémentaires :

- Pour toutes les installations, bâtiments, équipements, etc. existants à l'année de base, on raisonne à efficacité constante (« frozen efficiency ») et on considère la poursuite de la pénétration tendancielle des énergies renouvelables (c'est à dire dans le prolongement des tendances historiques) ;
- Pour toutes les installations, bâtiments, équipements, etc. nouveaux (neufs, installés après l'année de base), on raisonne :
 - en partie sur le principe d'efficacité constante, mais à un niveau d'efficacité qui peut être nettement plus élevé que celui du stock existant du fait des technologies disponibles actuellement sur les marchés tunisien et européen, voire mondial ;
 - en partie en prenant en compte une amélioration tendancielle de l'efficacité, lorsque celle-ci est déterminée par les évolutions internationales elles-mêmes tendancielles (par exemple, l'amélioration des performances des appareils électroménagers, etc.).

Le niveau moyen d'efficacité du neuf est déterminé soit par référence aux pratiques actuelles (quand elles sont connues, par exemple pour les bâtiments), soit par référence aux standards moyens d'efficacité des équipements neufs disponibles sur les marchés tunisiens et internationaux aujourd'hui.

Le scénario tendanciel a été développé dans le cadre de l'étude stratégique de l'utilisation rationnelle de l'énergie réalisée par l'ANME en 2005/2006. ***Cette prospective a été réajustée en réactualisant l'année de base en adoptant celle de 2007 et en tenant compte des nouvelles prévisions démographiques élaborées par l'INS.***

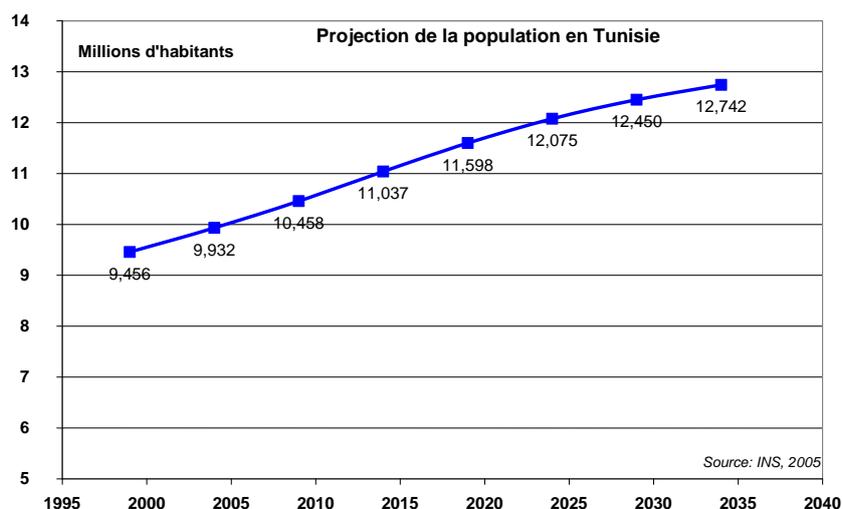
1.2. Hypothèses

1.2.1. Population

La Tunisie n'échappe pas au phénomène général de transition démographique, qui se manifeste notamment par une réduction continue du taux de fertilité des femmes et du taux de croissance de la population, avec la conséquence inéluctable du vieillissement de la population, avec un taux de fécondité de 1,74 enfants par femme et un taux de natalité de 15,42 naissances/1 000 habitants.

Selon les travaux de l'Institut national des statistiques, la population tunisienne atteindrait environ 12,4 millions d'habitants en 2030, comme le montre le graphique suivant :

Figure 15 - Projection de la population à l'horizon 2035 en Tunisie



Source : INS, 2005

1.2.2. Ménages et logements

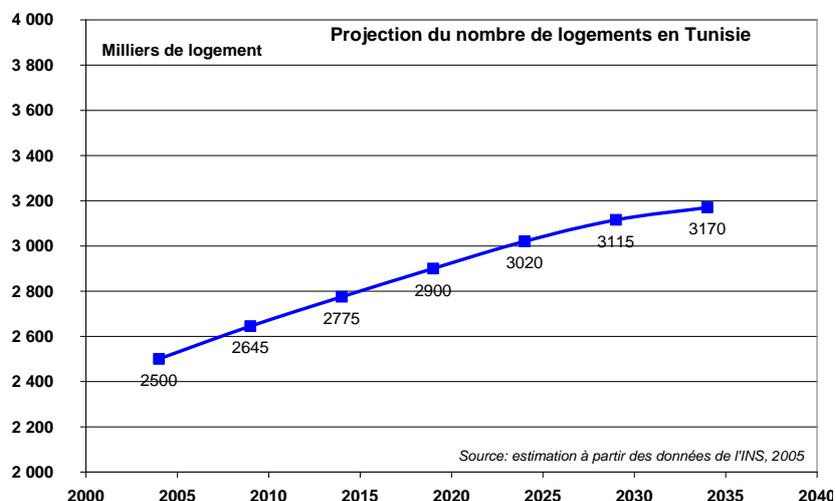
Quelles est la conséquence de cette évolution sur les ménages et le parc de logements ?

La baisse tendancielle du nombre moyen de personnes par ménage est à la fois une conséquence de la baisse de fertilité (moins d'enfants par famille) et l'expression d'un mouvement social de décohabitation familiale. Si la première influence est d'ordre « mécanique » (conséquence directe de l'hypothèse retenue sur la fertilité), la seconde est plus incertaine, car dépendante de plusieurs influences (disponibilité de logements, prégnance culturelle, etc.).

Les modes de vie et les structures familiales sont très différents dans le milieu rural traditionnel et dans le milieu urbain, plus marqué par la modernité. Une migration plus forte de la population du premier milieu vers le second accélérera inéluctablement la transition démographique et ses conséquences sur la taille moyenne des ménages, tandis qu'une plus grande fixation de la population dans les zones rurales agira à l'évidence en sens inverse.

L'INS ne dispose pas de projections en ce qui concerne le nombre de ménages ou de logements. Nous avons par conséquent conservé les mêmes hypothèses d'évolution de la taille moyenne des ménages que celles prises en compte dans le cadre de l'étude stratégique sur l'utilisation rationnelle de l'énergie de 2005, comme l'indique le graphique suivant :

Figure 16 – Projection du nombre de logements en Tunisie



Source : Estimation à partir des données de l'INS, 2005

Nous prenons l'hypothèse de la situation actuelle dans laquelle le nombre de ménages est équivalent au nombre de logements.

1.2.3. Equipements

Le taux d'équipements des ménages en appareils électroménagers est déterminant dans la consommation totale des ménages. Ainsi, dans le scénario tendanciel, le profil d'évolution future du taux d'équipement des ménages a été défini en prolongeant les tendances récentes observées². Nous citons à titre d'exemple les hypothèses suivantes :

- Une généralisation de la télévision et du réfrigérateur, avec même un léger suréquipement des ménages,
- Un accroissement rapide du parc de climatisation, de l'ordre de 30 % par an jusqu'à saturation,
- Une pénétration rapide du chauffage central grâce à la pénétration rapide du gaz naturel, pour atteindre un taux d'équipement de l'ordre de 40 % en 2030, par rapport au taux de 2 % observé en 2004,
- Une transformation rapide dans la structure d'évolution du parc des chauffe-eau, avec une forte pénétration du chauffage solaire, grâce au lancement de ce marché, comme présenté dans le tableau suivant :

Tableau 2 – Taux d'accroissement du parc des chauffe-eau

Type de chauffe-eau	Taux annuel
Chauffe-eau à gaz	10%
Chauffe-eau à GPL	9%
Chauffe-eau à électrique	-3%
Chauffe-eau solaire	34%

1.3. Evolution de la demande d'énergie finale

En tenant compte de ces hypothèses, les simulations montrent que la demande d'énergie finale des ménages évoluerait comme suit :

Tableau 3 – Prévision de la demande énergétique directe du secteur résidentiel (ktep/an)

	2007	2010	2020	2030
Sans biomasse	919	1 158	1 626	2 222
Avec biomasse	1 860	2 019	2 467	3 019

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (R. Missaoui)

Sans tenir compte de la biomasse, la consommation des ménages en Tunisie serait de l'ordre de 2 200 ktep/an, à l'horizon 2030 et 3 000 ktep/an si l'on tient compte de la consommation de bois énergie. Le taux de croissance annuelle moyen sur la période 2007-2030 serait de l'ordre de 3,9 % dans le premier cas et 2,1 % dans le second (2007 étant l'année de base³).

1.3.1. Evolution des usages

L'usage qui connaîtrait le plus de croissance est celui de la climatisation (13,3 % sur la période), suivi des appareils électroménagers (6,8 %) et de l'eau chaude sanitaire (4,3 %), comme le montre le tableau suivant :

² Enquête STEG, 2004

³ Source de données : Bilan énergétique de 2007, ONE

Tableau 4 – Taux de croissance de la demande par type d'usage

Usages	2007-2030	2010-2020	2020-2030
Chauffage	2,3%	2,1%	1,8%
Eau chaude	4,3%	3,3%	2,1%
Cuisson	-1,2%	-0,3%	-0,6%
Elec specif.	6,8%	5,4%	5,6%
Eclairage	3,5%	3,2%	2,4%
Climatisation	13,3%	7,5%	4,7%
Total	2,1%	2,0%	2,0%

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (R. Missaoui)

Ainsi, comme le montre le tableau suivant, à l'horizon 2030 le chauffage représenterait la part la plus importante de la consommation énergétique des ménages (31 %), suivi de la cuisson et des appareils électroménagers (23 %).

Tableau 5 – Prévision de la consommation énergétique du secteur résidentiel par type d'usage (ktep/an)

Usages	2007	2010	2020	2030
Chauffage	549	636	779	928
Eau chaude	182	280	385	476
Cuisson	916	764	738	695
Elec specif.	149	232	395	681
Eclairage	58	73	100	127
Climatisation	6	34	70	112
Total	1860	2 019	2 467	3 019

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (Alcor)

1.3.2. Evolution du mix énergétique

Du point de vue des produits énergétiques, on constatera une forte pénétration de l'usage du gaz naturel (croissance de 7,7 % par an sur la période 2007-2030) et de l'électricité (6,5 %). La première tendance s'explique par la politique volontariste de l'Etat pour la promotion de l'usage du gaz naturel et la seconde par l'amélioration des conditions de vie des ménages et par conséquent l'équipement rapide en nouveaux appareils électroménagers (ordinateurs, micro-ondes, chaînes hifi, récepteurs, aspirateurs, etc.).

Tableau 6 – Taux de croissance de la demande par produit

Produits	2007-2030	2010-2020	2020-2030
Produits pétroliers	1,4%	1,6%	0,4%
Gaz naturel	7,7%	7,2%	5,7%
GPL	1,1%	1,0%	-0,1%
Electricité	6,5%	5,9%	5,5%
Autres (bois, solaire thermique...)	-0,7%	-0,2%	-0,5%
Total	2,1%	2,0%	2,0%

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (R. Missaoui)

Notons également la baisse progressive de l'usage du bois par les ménages, compte tenu de l'amélioration des conditions de vie des ruraux. On notera aussi le ralentissement de la croissance du GPL et des autres produits pétroliers, concurrencés par la forte pénétration du gaz naturel.

Ainsi, comme le montre le tableau suivant, à l'horizon 2030 l'électricité aura la part du lion avec plus de 30 % de la consommation énergétique des ménages, suivi de la biomasse (26 %).

Tableau 7 – Prévission de la consommation du secteur résidentiel (ktep/an)

Produits	2007	2010	2020	2030
Produits pétroliers	262	298	350	364
Gaz naturel	83	130	261	453
GPL	351	419	462	456
Electricité	223	311	553	949
Autres (bois, solaire thermique...)	941	860	842	797
Total	1860	2 019	2 467	3 019

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (Alcor)

1.3.3. L'industrie des matériaux de construction

L'activité de fabrication de matériaux de construction est très liée au développement du parc de bâtiments. De la même manière, le travail de prospective réalisé par l'ANME en 2005, que nous avons actualisé pour les besoins de la présente étude, a permis de dégager la prévision de la demande énergétique de la branche industrielle des matériaux de construction, comme présenté dans le tableau suivant :

Tableau 8 – Prévission de la consommation du secteur des matériaux de construction (ktep/an)

	2007	2010	2020	2030
Combustible fossile	889	1 012	1 186	1 411
Electricité finale	251	198	244	304
Total	1 140	1 210	1 430	1 715

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (R. Missaoui)

A l'horizon 2030, la consommation finale de la branche serait de l'ordre de 1 715 ktep par an dont 304 ktep d'électricité et le reste de combustibles fossiles.

Il est toutefois difficile de distinguer la part de consommation attribuable à la demande de matériaux des bâtiments résidentiels de celle des bâtiments tertiaires et des travaux publics. A titre très approximatif et indicatif, nous estimons la part attribuable au résidentiel au tiers de la consommation. Dans ce cas, la consommation totale des bâtiments résidentiels serait comme suit :

Tableau 9 – Prévission de la demande énergétique directe et indirecte du secteur résidentiel (ktep/an)

	2007	2010	2020	2030
Sans biomasse	<i>1 299</i>	<i>1 562</i>	<i>2 102</i>	<i>2 794</i>
Avec biomasse	<i>2 240</i>	<i>2 422</i>	<i>2 944</i>	<i>3 591</i>

Source : Etude stratégique URE, ANME, 2005 + actualisation par l'auteur (R. Missaoui)

Selon que l'on tient compte ou non de la biomasse, la consommation directe et indirecte des ménages varierait de 2 800 à 3 600 ktep/an à l'horizon 2030.

Selon les prévisions réalisées, le secteur des bâtiments résidentiels représenterait environ 17 % de la consommation finale d'énergie en 2030. Si l'on tient compte de sa part dans la consommation de la branche des matériaux de construction, il en représenterait 21 %.

1.4. Evolution des émissions de GES

Il s'agit d'une évaluation sommaire basée sur les facteurs d'émission des produits énergétiques, selon l'IPCC, et sur le facteur d'émission du secteur électrique tunisien. Pour ce dernier point, on suppose que le mix énergétique pour la production d'électricité reste invariable sur la période.

Tableau 10 – Préviation des émissions de GES du secteur des bâtiments résidentiels (kTECO₂/an)

Produits	2007	2010	2020	2030
Produits pétroliers	838	955	1 119	1 165
Gaz naturel	190	300	600	1 042
GPL	807	964	1 062	1 049
Electricité	1 492	2 076	3 699	6 344
Autres (bois, solaire thermique...)				
Total	3 327	4 295	6 480	9 601

Source : Estimation par l'auteur (R. Missaoui)

Si l'on tient compte de la part de la consommation d'énergie due à la fabrication des matériaux de construction utilisés par le secteur résidentiel, les émissions seraient bien plus importantes et estimées comme suit :

Tableau 11 – Préviation des émissions totales de GES dues à la consommation directe et indirecte d'énergie du secteur des bâtiments résidentiels (kTECO₂)

	2007	2010	2020	2030
Emissions dues la consommation énergétique directe	3 327	4 295	6 480	9 601
Emissions dues la consommation énergétique directe et indirecte	4 835	5 815	8 289	11 784

1.5. Indicateurs

Le tableau suivant présente l'évolution des ratios de consommation d'énergie et d'émission par ménage.

Tableau 12 – Indicateurs de ratios par ménage

	2007	2010	2020	2030
Consommation d'énergie sans biomasse (tep/ménage/an)	0,427	0,516	0,614	0,725
Consommation d'énergie avec biomasse (tep/ménage/an)	0,865	0,899	0,932	0,985
Emissions de GES (TECO ₂ /ménage/an)	1,548	1,914	2,447	3,131

En tenant compte de la biomasse, les ménages tunisiens auraient en 2030 une consommation unitaire équivalente à celle de l'Espagne ou du Portugal actuellement.

IV. Les solutions techniques d'efficacité énergétique disponibles

1. Identification des options d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables (EE et ENRs) par zone climatique

Les options sont classées en 3 grandes catégories :

- Les options liées à la conception architecturale,
- Les options liées au mode de construction,
- Les options liées au choix des équipements.

1.1. Les options architecturales

Les options architecturales qui consistent à optimiser l'orientation du bâtiment en fonction de la zone climatique, à favoriser la ventilation naturelle et l'éclairage naturel dans la conception du bâtiment sont souvent très efficaces, car elles permettent de réduire significativement les besoins énergétiques à des surcoûts quasiment nuls.

1.2. Les options de construction

Il s'agit de l'isolation de l'enveloppe des bâtiments avec l'adoption du meilleur mix des mesures d'efficacité énergétique suivantes :

- Isolation de la toiture,
- Isolation des murs,
- Fenêtres en bois avec double vitrage.

Le tableau suivant présente les résultats de simulations thermiques de logements type en Tunisie, en ce qui concerne les gains en énergie finale selon les zones thermiques.

Tableau 13 - Gains en besoins d'énergie finale selon les mesures

Mesures	Chauffage			Climatisation		
	ZT1	ZT2	ZT3	ZT1	ZT2	ZT3
Isolation de la toiture	23%	22%	26%	18%	17%	18%
Isolation des murs	22%	20%	27%	-3%	-1%	3%
Fenêtres DV en bois	6%	5%	0%	-2%	-1%	0%
Isolation Toiture et Murs	45%	42%	53%	15%	17%	20%
Isolation Toiture Murs et fenêtres	48%	45%	53%	27%	28%	31%

	Très efficace
	Peu et pas efficace

Il apparaît clairement que l'isolation des toitures est l'une des mesures les plus efficaces dans le contexte climatique des trois zones thermiques du pays. L'isolation des seuls murs est très efficace pour le chauffage, mais a un impact négatif sur les besoins en climatisation, à cause de l'effet de serre, si la toiture n'est pas isolée.

Enfin, la combinaison des trois mesures est très efficace, puisqu'elle permet des gains de l'ordre de 50 % des besoins en chauffage et de 30 % des besoins en climatisation, dans toutes les zones.

En ce qui concerne les bâtiments existants, la mesure la plus recommandée (car efficace, simple et peu coûteuse) est celle de l'isolation thermique des toitures qui permet un gain moyen de 18 % sur la climatisation et de 25 % sur le chauffage.

1.3. Les options liées à l'équipement

Les options liées aux choix d'équipements efficaces sont nombreuses, mais les plus connues en Tunisie sont :

- La diffusion massive de l'éclairage efficace et l'interdiction à terme des lampes à incandescence ;
- L'amélioration des performances énergétiques des équipements électroménagers (réfrigérateurs, climatiseurs, lave-linge, etc.) à travers la certification de ces équipements et l'interdiction progressive de la mise sur le marché des appareils les moins efficaces ;
- La diffusion massive de l'usage de l'énergie solaire pour le chauffage de l'eau sanitaire.

De par leur nature, toutes ces mesures sont très efficaces dans toutes les zones thermiques et sont par ailleurs simples à mettre en œuvre.

2. Barrières à la diffusion à grande échelle des options identifiées

2.1. Les barrières d'ordre économique

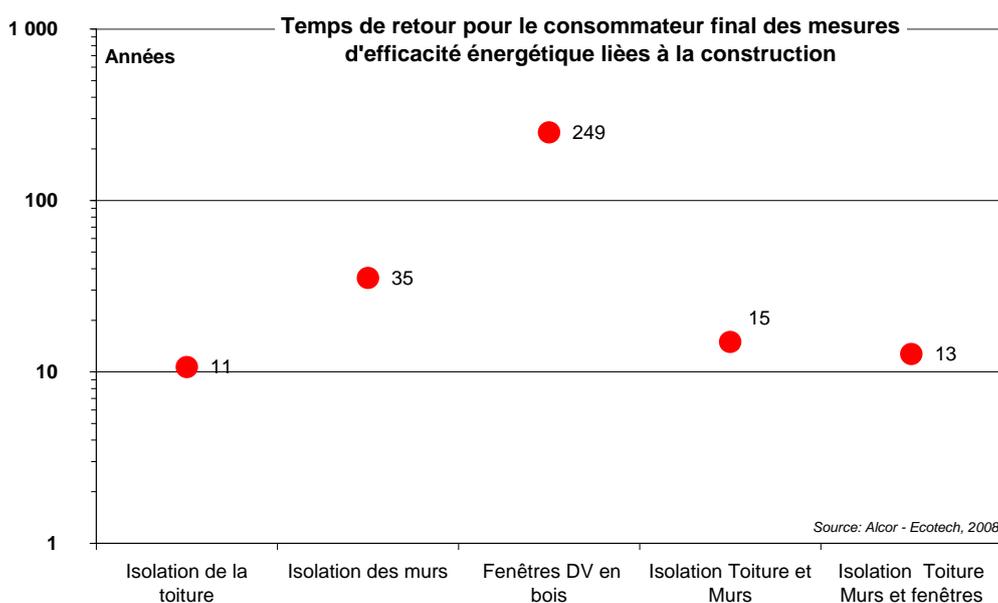
2.1.1. La contrainte de la rentabilité pour l'utilisateur final

Malgré les hausses de prix qu'ont connu les produits énergétiques conventionnels ces dernières années, certains de ces produits (électricité, gaz naturel et GPL notamment) sont encore subventionnés par l'Etat en Tunisie. Cette subvention provient du fait que les prix finaux sont fixés indépendamment du prix international de l'énergie.

Il en résulte qu'un grand nombre de mesures d'efficacité énergétique liées au mode de construction ou à l'amélioration des performances des équipements présentent une faible rentabilité pour le consommateur final.

Le graphique suivant, qui présente une simulation des temps de retour pour le consommateur final des mesures d'efficacité énergétique liées à l'isolation thermique de l'enveloppe des bâtiments, illustre parfaitement cette situation.

Figure 17 - Temps de retour pour le consommateur des mesures d'EE liées à la construction

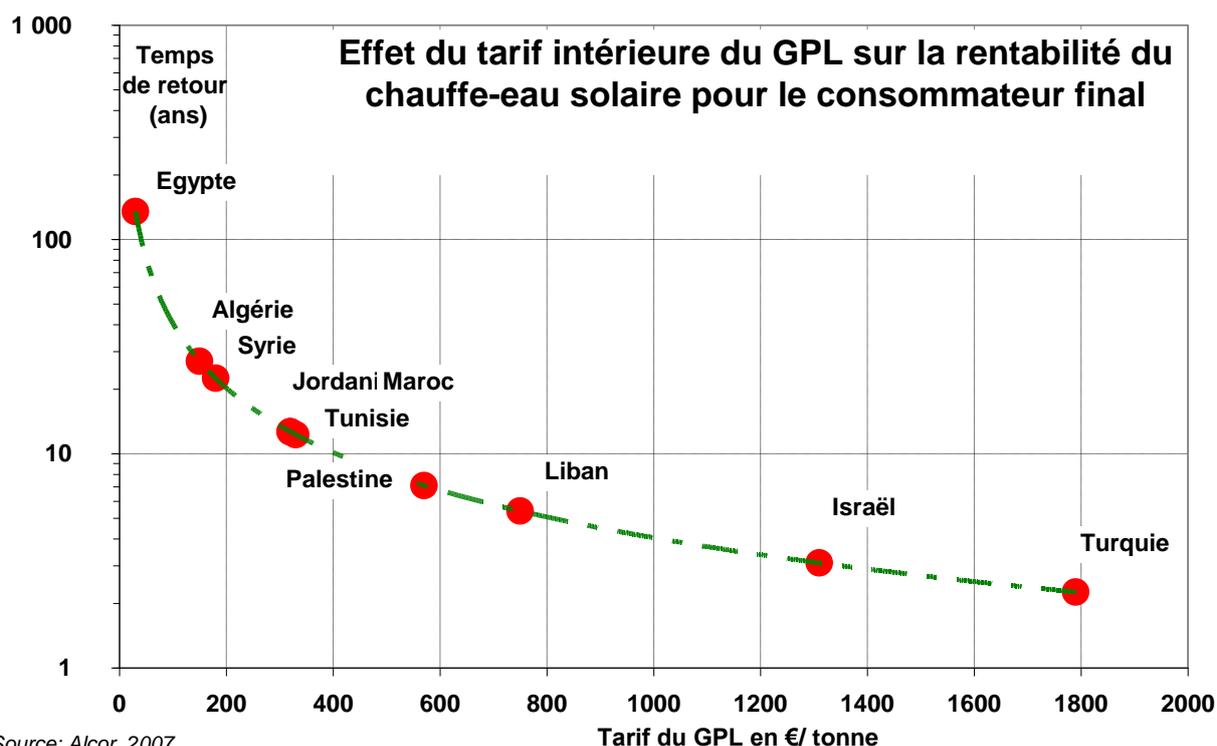


Source : Alcor, Ecotech, 2005

Ces temps de retour ne permettent pas de mobiliser le marché de l'efficacité énergétique dans les bâtiments sur une base purement commerciale et donc de changement d'échelle.

L'autre exemple est celui du chauffe-eau solaire pour lequel la rentabilité dépend fortement du tarif intérieur de l'énergie. Le graphique suivant présente le temps de retour du chauffe-eau solaire pour le consommateur final en référence à l'utilisation du GPL dans les pays de la Méditerranée.

Figure 18 - Effet du tarif du GPL sur la rentabilité du chauffe-eau solaire pour le consommateur final dans certains pays méditerranéens



Il explique clairement la grande diffusion de cette technologie dans certains pays de la région, comme la Turquie ou Israël, ainsi que l'absence totale de marché dans d'autres pays comme l'Égypte, l'Algérie ou la Syrie.

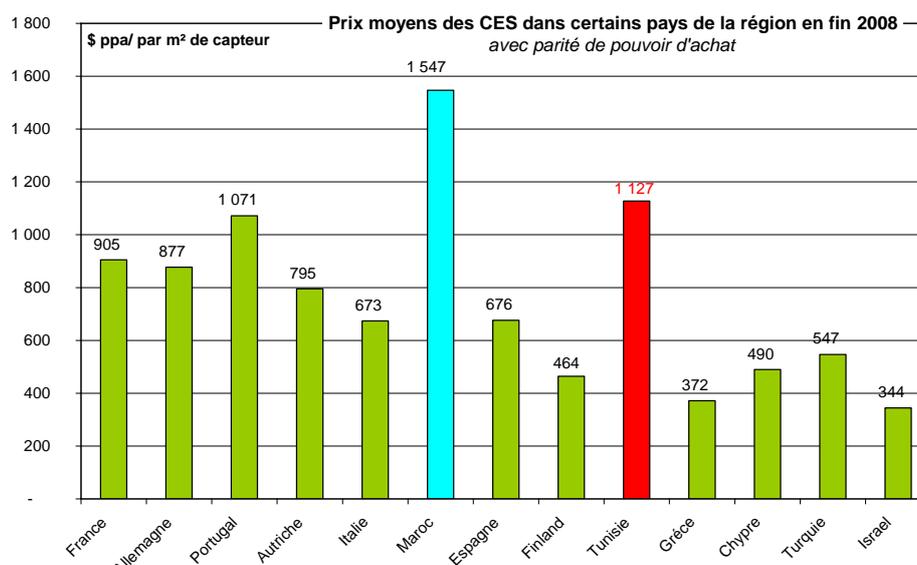
2.2. La contrainte de l'investissement initial

Ainsi, même si le temps de retour pour le consommateur devenait intéressant et attractif pour les ménages, le changement d'échelle du marché pourrait néanmoins être inhibé par la barrière de l'investissement initial, qui dépasse la capacité de financement d'une large proportion des ménages. Dans ce cas, seule une faible partie du marché potentiel pourrait être mobilisée.

Le graphique suivant présente une comparaison des prix d'acquisition du CES, à parité de pouvoir d'achat (PPA), et illustre la contrainte du coût du chauffe-eau en Tunisie par rapport à d'autres pays de la région.

Comme on peut le constater, le CES en Tunisie reste encore un produit de luxe par son prix, si l'on tient compte du niveau de vie dans le pays. Il reste encore trop cher en comparaison avec les autres pays de la région, mis à part le Maroc où le marché est encore limité.

Figure 19 - Prix moyen des chauffe-eau solaires dans certains pays méditerranéens



Source : Alcor, 2009

3. Les contraintes d'ordre technique et organisationnel

Les performances énergétiques des bâtiments ne constituent pas systématiquement un souci majeur pour les consommateurs, en l'absence de communication ciblée et continue sur les enjeux liés à ce domaine et sur les mesures techniques disponibles.

A ce manque de communication s'ajoute l'absence d'une offre structurée et efficace capable de porter le développement du marché d'isolation thermique. Mis à part le secteur du chauffe-eau solaire, il n'existe pas aujourd'hui une véritable filière spécifique d'isolation thermique capable de mobiliser le consommateur final et de l'intéresser à entreprendre des mesures d'efficacité énergétique.

En effet, il existe aujourd'hui peu d'opérateurs dans le domaine de l'isolation thermique. Leurs activités se limitent par ailleurs essentiellement à la fourniture des produits d'isolation à quelques promoteurs immobiliers éclairés.

En particulier, un maillon essentiel manque à la filière pour atteindre ce segment de marché diffus, à savoir les micro-entreprises spécialisées dans les travaux d'isolation, à l'instar des installateurs de chauffe-eau solaires. Ces micro-opérateurs, compte tenu de leur proximité avec les consommateurs ont un rôle fondamental dans la communication, la diffusion des solutions d'efficacité énergétique dans les bâtiments et la mobilisation des consommateurs diffus.

L'organisation de la filière, avec tous ses maillons, est une condition absolument indispensable pour le développement du marché des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments. En particulier, un effort important devrait être fourni pour renforcer les compétences existantes des différents intervenants et développer d'autres métiers, notamment dans le domaine des travaux d'isolation.

4. Exemple de projets phare en Tunisie : le programme PROSOL

La tentative d'introduire la technologie des CES en Tunisie a démarré en 1985, avec une fabrication locale à travers la société publique « Serept Energie Nouvelle » (SEN).

Pour des raisons de maîtrise technologique et d'assurance qualité, le consommateur a perdu totalement confiance dans le CES. Le marché a ainsi connu de sérieuses difficultés passant d'environ 5 000 m² par an à la fin des années 80 à quelques centaines de m² au milieu des années 90. Ainsi, en 1995, la demande réalisée était d'environ 300 m² par an.

Pour tenter de redynamiser le marché, le Gouvernement tunisien a lancé en 1995, grâce à un financement FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial), un programme ambitieux visant la diffusion de 50.000 m² jusqu'en 2003. L'approche du programme est basée sur une simple subvention du prix d'achat, à hauteur de 35 %, ainsi que sur la mise en place des procédures de contrôle de qualité afin de regagner la confiance du consommateur.

Le projet a permis de relancer le marché, de rétablir l'image de la technologie solaire et de créer un embryon de tissu d'opérateurs locaux. Ainsi, les ventes sont passées de quelques 300 m² de capteurs par an en 1995 à environ 17.000 m² en 2001.

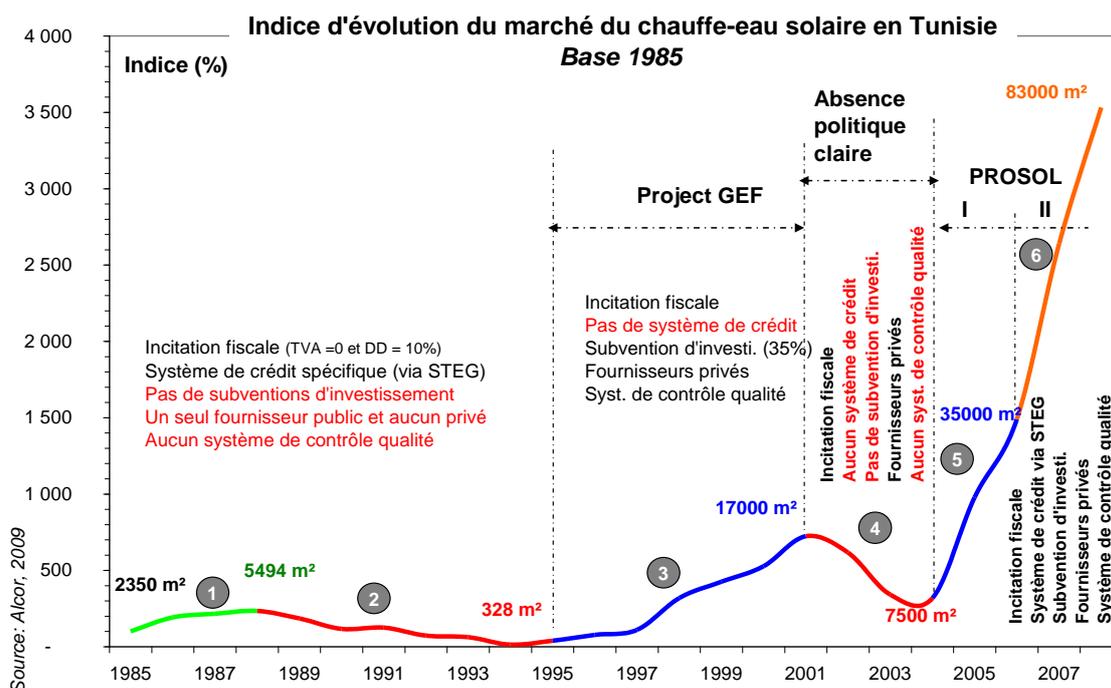
Après cette phase d'espoir, le projet FEM s'est arrêté en fin 2001 avec l'épuisement des fonds prévus pour la subvention (6,6 millions US\$), alors qu'aucune mesure de relèvement à caractère incitatif n'avait été préparée. Depuis, la diffusion du CES a largement baissé, passant d'environ 17 000 m² en 2001 à environ 7 500 m² en 2004, surtout avec l'absence d'une vision politique claire dans ce domaine de la part des pouvoirs publics.

Devant cette situation, et avec la hausse des prix du pétrole en 2005, l'Etat tunisien a décidé de prendre des mesures incitatives, sous forme d'un mécanisme intégré, pour maintenir le développement de la filière :

- Une subvention publique au consommateur de 100 DT/m² a été fixée sur la base d'une logique gagnant - gagnant entre le consommateur et l'Etat. Cette subvention vise à réduire le temps de retour pour le consommateur final tout en permettant des gains nets significatifs pour l'Etat tenant compte de la consommation déplacée de GPL et d'énergie conventionnelle pour le chauffage de l'eau ;
- Un crédit remboursable, via la facture d'électricité de la STEG, à des conditions adaptées aux caractéristiques socio-économiques de la cible, notamment en termes de durée, l'objectif étant de supprimer la barrière initiale à l'investissement ;
- Un mécanisme simple et efficace de distribution et de recouvrement des crédits impliquant les fournisseurs et la STEG ;
- Un système de contrôle de qualité en amont et en aval de la distribution des CES.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, PROSOL a permis une réelle transformation du marché du CES en Tunisie, comme le montre le graphique d'évolution du marché :

Figure 20 - Evolution du marché des chauffe-eau solaires en Tunisie



Source : Alcor, 2009

V. Scénario alternatif : scénario de maîtrise de l'énergie

1. Définition du scénario alternatif

Le scénario alternatif est un scénario volontariste de maîtrise de l'énergie. Il suppose une mise en œuvre massive des mesures d'efficacité énergétique qui sont aujourd'hui les plus techniquement et économiquement matures pour une diffusion à grande échelle. Explicitement, ces mesures sont les suivantes :

- Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments,
- Elimination progressive des lampes à incandescence du marché,
- Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture),
- Diffusion des appareils électroménagers efficaces,
- Diffusion des chauffe-eau solaires.

1.1. Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments résidentiels

Il s'agit de l'application stricte de la réglementation thermique qui vient d'être promulguée pour les nouveaux bâtiments résidentiels collectifs. Le scénario suppose aussi que cette réglementation soit complétée pour couvrir les bâtiments résidentiels individuels.

Compte tenu du rythme prévisible de la croissance du parc, le taux de pénétration des logements efficaces serait de l'ordre de 6 % en 2020 et 10 % en 2030, comme le montre le tableau suivant :

	2010	2020	2030
Parc de logements (milliers)	2 671	2 923	3 126
Parc de nouveaux logements efficaces (milliers)	43	169	311
Taux de pénétration	2%	6%	10%

1.2. Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)

La rénovation consiste essentiellement à l'isolation de la toiture dans les bâtiments existants, notamment individuels. Il s'agit donc d'une accélération de la mise en œuvre du programme PROSMOISOL en cours de lancement par l'ANME. Les taux de diffusion de la mesure aux différents horizons sont présentés dans le tableau suivant :

	2010	2020	2030
Taux de rénovation thermique du parc existant	8%	22%	70%

1.3. Elimination progressive des lampes à incandescence du marché

L'Etat tunisien projette d'éliminer progressivement les lampes à incandescence du marché tunisien, en commençant par les plus grandes puissances (150 W et 100 W). L'idée est d'éliminer totalement ce type de lampes à l'horizon 2016.

Nous supposons une montée progressive du taux de diffusion (estimé aujourd'hui à environ 15 %) pour atteindre 100 % au-delà de 2020.

1.4. Diffusion des appareils électroménagers efficaces

L'amélioration des performances énergétiques des équipements électroménagers concerne essentiellement :

- Les réfrigérateurs, dont la réglementation prévoit déjà une élimination progressive des catégories les moins performantes ;
- Les climatiseurs pour lesquels un travail de certification et d'étiquetage est en cours. Cet équipement sera également assujéti à la logique réglementaire d'élimination progressive des appareils les moins performants ;
- Les autres appareils, tels que les lave-linge et lave-vaisselle, etc.

Le scénario prévoit une diffusion progressive de la mesure pour atteindre la généralisation à l'horizon 2025.

Tableau 14 – Taux de diffusion des appareils efficaces

	2010	2020	2030
Taux de diffusion des appareils efficaces	50%	65%	100%

1.5. Diffusion des chauffe-eau solaires

Le programme PROSOL prévoit un rythme de diffusion de 100.000 m² de capteurs à partir de 2009. Le parc installé ainsi que le taux de pénétration du solaire thermique en milieu résidentiel se présentent comme suit :

	2010	2020	2030
Parc installé de CES (1000 m² de capteurs)	450	1 450	2 450
Taux de pénétration (m²/1000 habitants)	43	125	192

2. Impacts énergétiques des mesures

2.1. Gains en énergie finale

Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments

Le tableau suivant présente les résultats des simulations des besoins en chauffage et en climatisation d'un logement type selon les mesures d'efficacité énergétique de l'enveloppe et selon les zones thermiques.

Tableau 15 – Besoins énergétiques moyens pondérés en (kW/h/m²/an)

	Chauffage	Climatisation	Total
Cas de base	57	27	84
Isolation de la toiture	44	22	66
Isolation des murs	45	28	73
Fenêtres DV en bois	54	28	81
Isolation Toiture et Murs	32	23	55
Isolation Toiture Murs et fenêtres	30	20	50

Source : Alcor & Ecothec, 2008

Un bâtiment efficace, au sens prévu par ce scénario, est un bâtiment dont les toitures, les murs et les fenêtres sont bien isolés. Dans ce cas, les gains énergétiques escomptés seront de l'ordre de **34 kWh/m²/an, dont 27 kWh pour le chauffage et 8 kWh pour la climatisation.**

Rénovation thermique des bâtiments (isolation des toitures)

Comme mentionné précédemment, la rénovation thermique consiste à l'isolation des toitures. Ainsi, le gain escompté (voir tableau précédent) serait de l'ordre de 18 kWh/m²/an, dont 13 kWh pour le chauffage et 5 kWh/m² pour la climatisation.

Elimination progressive des lampes à incandescence du marché

En se basant sur le taux d'équipement des ménages en points lumineux, le nombre d'heures d'éclairage et les puissances des lampes utilisées, les gains escomptés de la substitution totale des lampes à incandescence par des lampes basse consommation serait d'environ 210 kWh/an/logement. Ce gain est calculé en se basant sur les statistiques du nombre moyen de points lumineux, puissance et durée moyenne d'utilisation, issues de l'enquête de la STEG de 2004.

Diffusion des appareils électroménagers efficaces

Compte tenu du niveau actuel d'efficacité des appareils utilisés et de celui des appareils efficaces, nous estimons les gains moyens à environ 650 kWh/an/logement, sur la base des consommations des appareils électroménagers utilisés en Tunisie (enquête STEG 2004) et de celles des équipements performants existants actuellement sur le marché européen.

Diffusion des chauffe-eau solaires

Les gains d'énergie conventionnelle sont estimés sur la base de la productivité d'un m² de capteur de chauffe-eau solaire dans le contexte tunisien, soit environ 450 kWh/m²/an.

2.2. Gains en énergie primaire

Le tableau suivant présente la synthèse des gains en énergie primaire des différentes mesures sur l'année et sur leur durée de vie.

	Unité	Par an	Sur la durée de vie
Enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	tep/m ²	0,004	0,084
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	tep/m ²	0,001	0,011
Rénovation thermique des bâtiments (isolation des toitures)	tep/m ²	0,002	0,047
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	tep/m ²	0,002	0,033
Diffusion des chauffe-eau solaires	tep/m ² de CES	0,039	0,774

3. Impacts environnementaux des mesures

Le calcul des émissions évitées de CO₂ a été effectué en se basant sur les facteurs d'émissions des produits énergétiques, selon l'IPCC et sur le facteur d'émission du secteur électrique tunisien. Pour ce dernier point, on suppose que le mix énergétique pour la production d'électricité reste invariable sur la période.

Mesures	Unité	Valeur
Isolation de l'enveloppe pour les nouveaux bâtiments	TECO ₂ /m ² /an	0,005
Substitution des lampes à incandescence par des LBC	TECO ₂ /m ² /an	0,003
Rénovation thermique des bâtiments (isolation des toitures)	TECO ₂ /logement/an	0,363
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	TECO ₂ /logement/an	0,690
Diffusion des chauffe-eau solaires	TECO ₂ /m ² capteur/an	0,089

4. Potentiel d'efficacité énergétique et d'atténuation de gaz à effet de serre

4.1. Potentiel d'économie d'énergie finale

En agrégeant les mesures retenues et en tenant compte des hypothèses de diffusion présentées ci-dessus, le potentiel d'économie d'énergie est estimé à environ 1 027 ktep par an à l'horizon 2030, en référence au scénario tendanciel, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 16 – Impact énergétique agrégé des mesures (ktep/an)

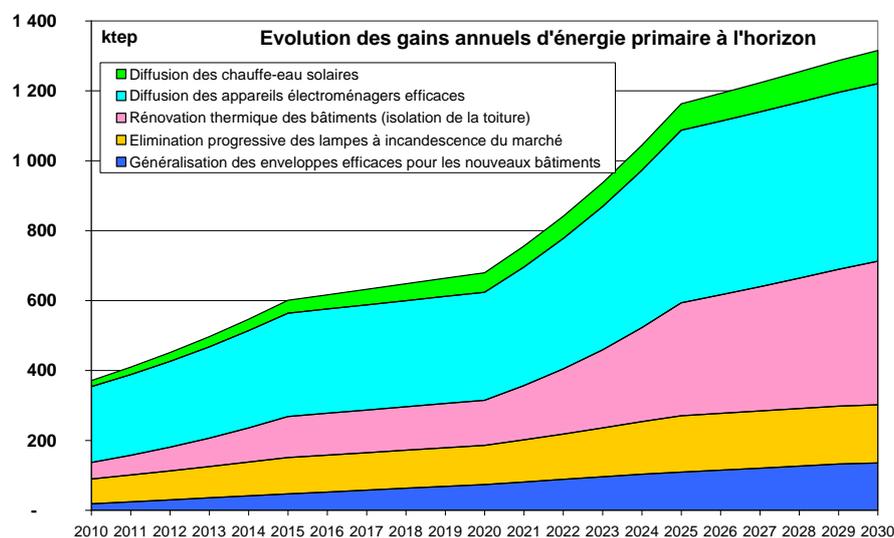
Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	28	130	247
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	21	34	55
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	26	73	231
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	63	94	167
Diffusion des chauffe-eau solaires	17	56	95
Total	155	387	795

Ainsi le gain à l’horizon 2030 serait d’environ ¼ de la consommation prévue par le scénario tendanciel du secteur.

4.2. Potentiel d’économie d’énergie primaire

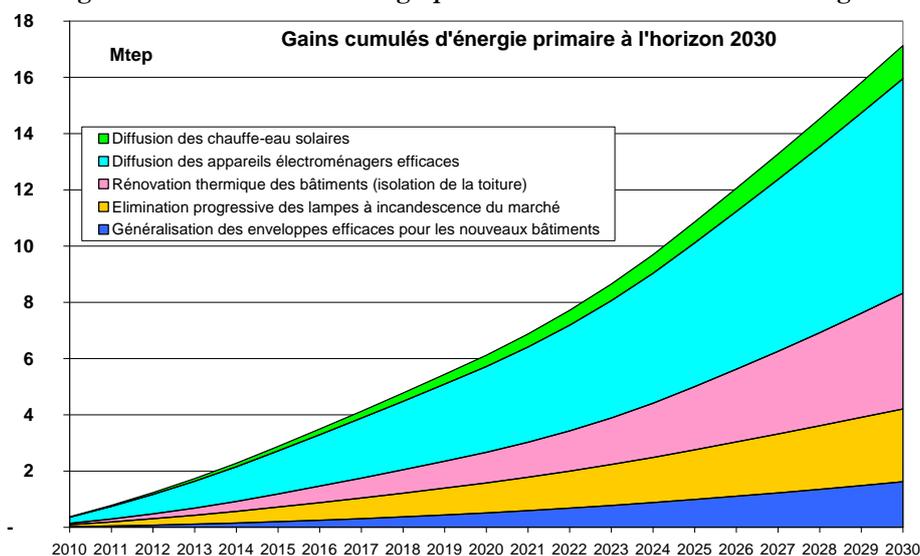
Le graphique suivant présente l’évolution des gains annuels potentiels d’énergie primaire sur la période 2010-2030.

Figure 21 - Evolution des gains annuels d’énergie primaire : scénario de maîtrise de l’énergie



Le graphique suivant présente l’évolution des gains potentiels cumulés d’énergie primaire sur la période 2010-2030.

Figure 22 - Gains cumulés d’énergie primaire : scénario de maîtrise de l’énergie



Comme le montre le tableau suivant, le potentiel d'économies d'énergies cumulées sur la période 2010-2030 serait de l'ordre de 17 Mtep.

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	19	511	1 617
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	71	1 064	2 588
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	47	1 090	4 117
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	217	3 047	7 626
Diffusion des chauffe-eau solaires	17	404	1 178
Total	371	6 116	17 127

4.3. Impact environnemental agrégé : potentiel d'atténuation de GES

En conséquence de ce potentiel d'économie d'énergie, le potentiel de réduction des émissions de GES serait de l'ordre de 3 037 kTECO₂ par an à l'horizon 2030, comme le montre le tableau suivant :

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	41	163	299
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	163	257	382
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	111	304	969
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	499	710	1 168
Diffusion des chauffe-eau solaires	40	129	218
Total	854	1 564	3 037

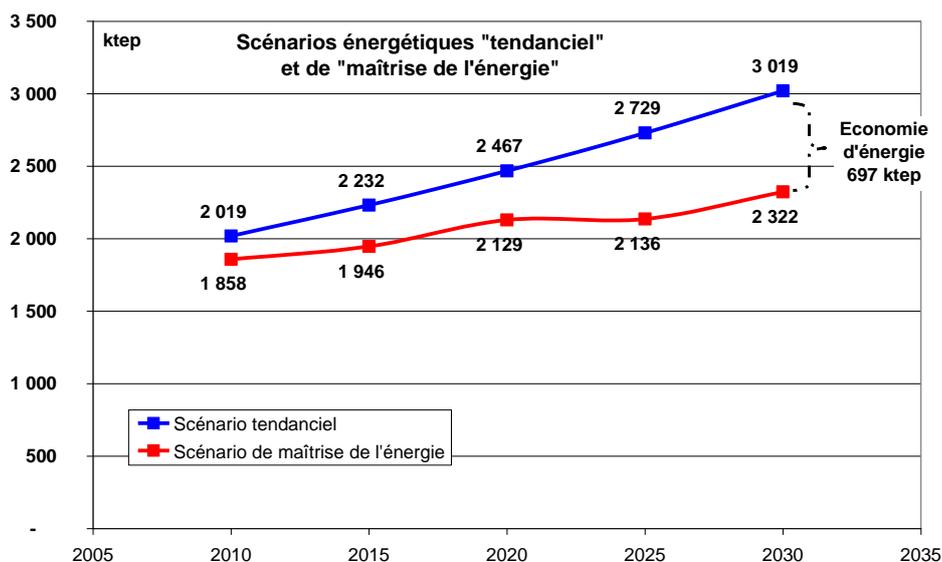
Les émissions évitées cumulées sur la période 2010-2030 seraient de l'ordre de 39 MTECO₂.

5. Synthèse des scénarios

5.1. Scénarios énergétiques

Le graphique suivant présente l'évolution de la demande d'énergie finale du secteur des bâtiments résidentiels selon les deux scénarios tendanciel et « maîtrise l'énergie » :

Figure 23 - Evolution de la consommation d'énergie finale selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »

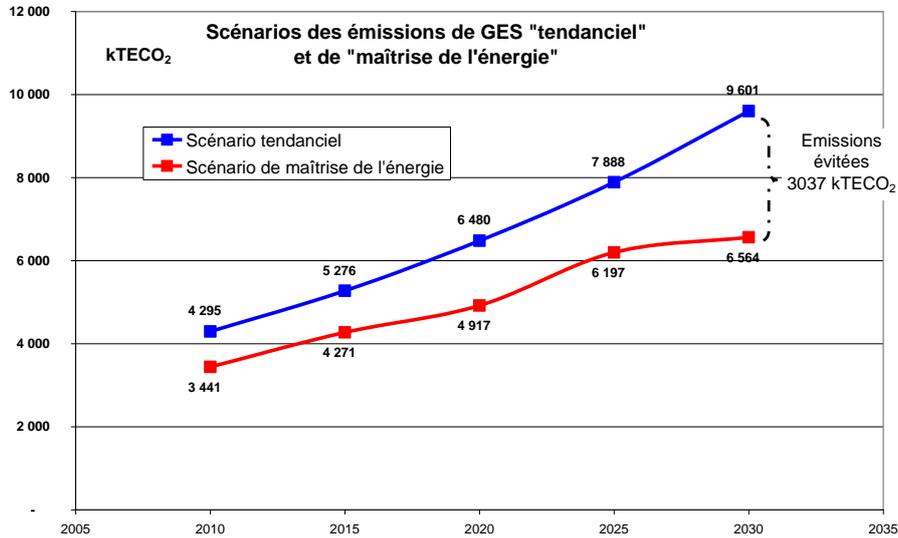


A l'horizon 2030, le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait de faire passer la demande en énergie finale de 3 020 ktep à seulement 2 322 ktep, soit un gain annuel d'environ 700 ktep.

5.2. Scénarios d'émissions de GES

En conséquence des scénarios énergétiques, le graphique suivant présente l'évolution des émissions selon les deux scénarios tendanciel et de maîtrise de l'énergie.

Figure 24 - Evolution des émissions de GES selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »



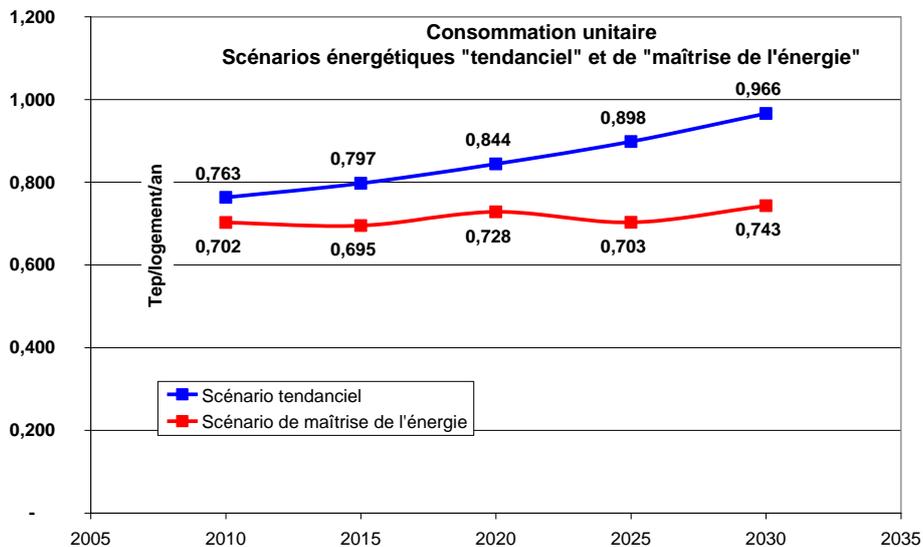
Selon le scénario de maîtrise de l'énergie, les émissions de GES seraient de l'ordre de 6 560 kTECO₂ à l'horizon 2030 au lieu des 9 600 kTECO₂ prévues par le scénario tendanciel. Les émissions évitées à cet horizon seraient d'environ 3 037 kTECO₂.

5.3. Indicateurs

Consommations unitaires

Comme le montre le graphique suivant, le scénario alternatif devrait permettre une baisse importante du ratio de la consommation unitaire par logement. Il atteindrait 0,743 tep/logement en 2030 contre 0,966 dans le cas du scénario tendanciel.

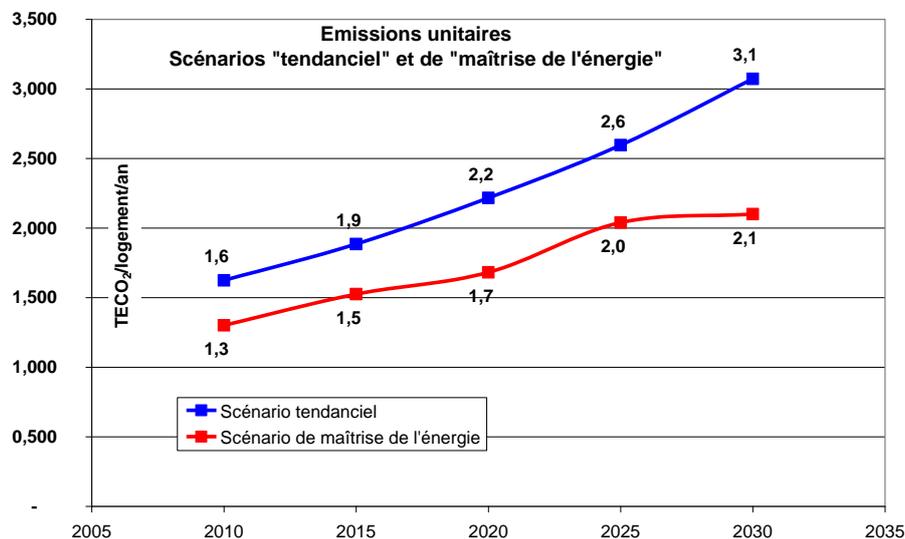
Figure 25 - Evolution de la consommation unitaire par logement selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »



Emissions unitaires

De la même manière, les émissions unitaires par logement baisseraient de manière considérable en cas d'application des mesures de maîtrise de l'énergie, comme le montre le graphique suivant :

Figure 26 - Evolution des émissions unitaires de GES par logement selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie »



En 2030, les émissions unitaires seraient de l'ordre de 2 TECO₂ par ménage, contre 3,1 TECO₂ en l'absence de mesures de maîtrise de l'énergie.

6. Impacts socioéconomiques du scénario de maîtrise de l'énergie

6.1. Impacts sur le budget des ménages

Impacts unitaires

Le tableau suivant présente, sur la base des tarifs actuels de l'énergie en Tunisie, les gains annuels sur la facture énergétique du consommateur, générés par chaque type de mesures, pour un logement type.

Mesures	Gain (DT/an)	Gain (€/an)
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	219	115
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	42	22
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	129	68
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	129	68
Diffusion des chauffe-eau solaires	50	26

Ainsi, un logement disposant d'enveloppes thermiquement efficaces, utilisant uniquement des lampes et équipements électroménagers efficaces et équipé en chauffe-eau solaire pourrait gagner jusqu'à 440 DT/an, soit environ 230 €/an.

Agrégation des gains

En agrégeant l'ensemble des mesures selon leur rythme de diffusion, les gains annuels pour la communauté des consommateurs sont présentés par le graphique et le tableau suivants :

Figure 27 - Evolution des gains annuels sur la facture des consommateurs : scénario de « maîtrise de l'énergie »

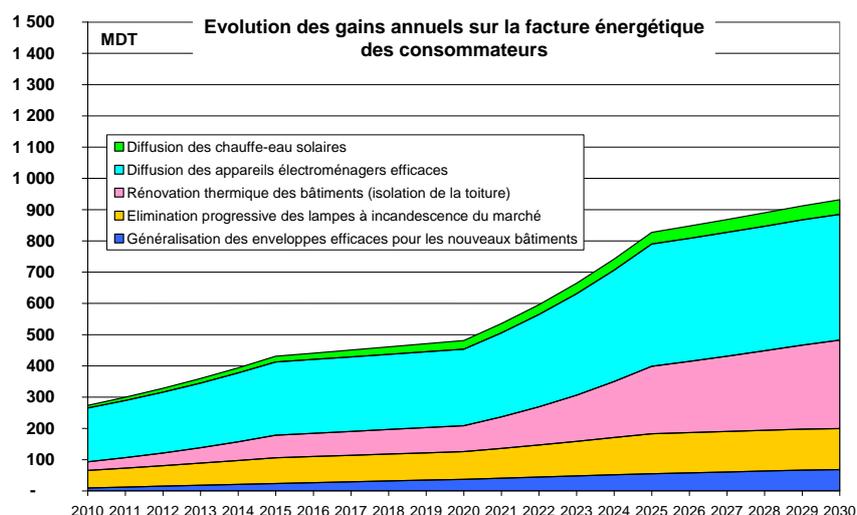


Tableau 17 – Gains annuels sur facture pour la communauté des consommateurs (M€/an)

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	5	19	36
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	30	47	69
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	15	44	149
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	90	129	212
Diffusion des chauffe-eau solaires	5	15	25
Total	144	253	490

Ainsi, en 2030, la réduction de facture énergétique des consommateurs (en considérant les tarifs actuels) serait de l'ordre de 490 M€/an.

Les gains cumulés pour la communauté des consommateurs, sur la période 2010-2030, seraient de l'ordre de 6 422 M€, comme le montrent le graphique et le tableau suivants :

Figure 28 - Evolution des gains cumulés sur la facture des consommateurs : scénario de « maîtrise de l'énergie »

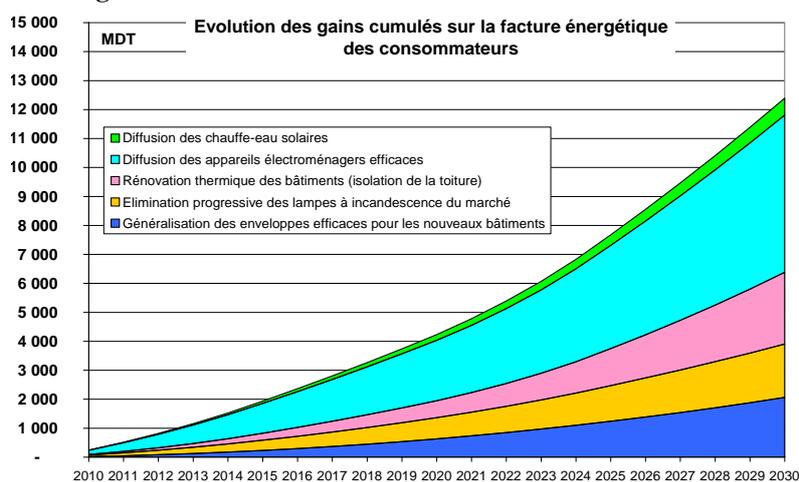


Tableau 18 – Gains cumulés sur facture pour la communauté des consommateurs (M€/an)

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	5	135	427
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	30	444	1 079
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	15	356	1 431
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	90	1 270	3 179
Diffusion des chauffe-eau solaires	5	105	307
Total	144	2 310	6 422

Rentabilité pour le consommateur

Compte tenu des gains sur la facture d'énergie et des coûts des mesures, la rentabilité pour le consommateur, exprimée en temps de retour, varie sensiblement selon les types de mesures, comme le montre le graphique suivant :

Mesures	Temps de retour (ans)
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	13,7
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	0,7
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	15,5
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	2,3
Diffusion des chauffe-eau solaires	10,0

Certaines mesures, comme les lampes efficaces ou l'acquisition d'appareils électroménagers efficaces, présentent des temps de retour fort intéressant pour le consommateur final. Leur diffusion à grande échelle devrait se faire sur la base des mécanismes de marché, moyennant des mesures d'accompagnement d'ordre technique et de communication.

Les mesures relatives à l'isolation thermique de bâtiments neufs, l'isolation des toitures ou le chauffe-eau solaire sont moins rentables pour deux raisons essentielles :

- Le subventionnement actuel des prix du gaz naturel et du GPL en Tunisie ;
- Le prix encore relativement élevé des matériaux et travaux, compte tenu du faible développement du marché local et de l'absence d'économie d'échelle (sauf pour les chauffe-eau).

Nous estimons que le développement du marché pourrait faire baisser les coûts d'isolation de 20 % à 25 %. Par ailleurs, si l'on supprime la subvention actuelle du prix du GPL (100 %) et du gaz naturel (40 %), on pourrait atteindre des temps de retour nettement plus intéressants pour le consommateur :

- Chauffe-eau solaire : 5 ans,
- Isolation des enveloppes des bâtiments neufs : 6 ans,
- Isolation des toitures des bâtiments existants : 7 ans.

Ces niveaux de rentabilité deviennent attractifs pour le consommateur final.

Le temps de retour moyen des mesures pour les consommateurs est calculé en divisant l'investissement cumulé sur la période 2010-2030 par le gain annuel moyen sur la facture des consommateurs sur la même période. **Ainsi, le temps de retour moyen est estimé à environ 9,6 ans.**

6.2. Impacts en terme de création d'opportunités d'affaires

La mise en œuvre des mesures préconisées à grande échelle se traduit par la création de nouvelles opportunités d'affaires qu'on pourra approcher à travers l'évaluation du volume d'investissements généré.

Le tableau suivant présente une estimation des coûts d'investissement unitaires pour chaque mesure.

Tableau 19 – Coût unitaire des mesures (DT)

Mesures	Unité	Coût (DT)	Coût (€)
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	DT/m ²	30	16
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	DT/logement	30	16
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	DT/m ²	20	11
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	DT/logement	300	158
Diffusion des chauffe-eau solaires	DT/m ² de CES	500	263

Sur la base de ces coûts, les volumes d'investissements additionnels cumulés sont présentés par le graphique et les tableaux suivants :

Figure 29 - Evolution des investissements cumulés dus aux mesures d'efficacité énergétique : scénario de « maîtrise de l'énergie »

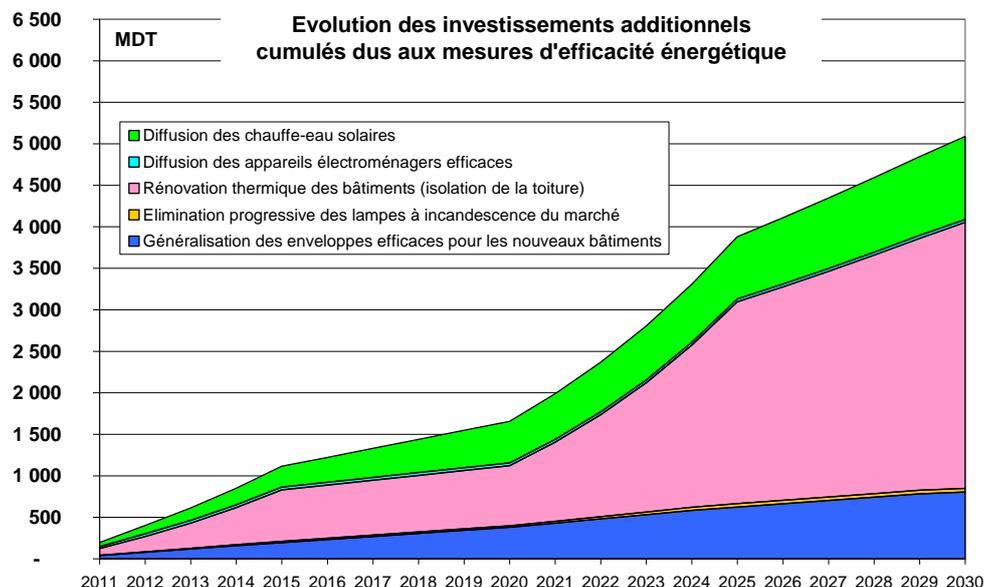


Tableau 20 – Volume d'investissements additionnels cumulés (MDT)

Mesures	2011	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	39	379	805
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	3	18	43
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	83	724	3 206
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	22	34	34
Diffusion des chauffe-eau solaires	50	500	1 000
Total	196	1 655	5 088

Tableau 21 – Volume d'investissements additionnels cumulés (M€)

Mesures	2011	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	20	200	424
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	1	10	23
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	44	381	1 687
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	11	18	18
Diffusion des chauffe-eau solaires	26	263	526
Total	103	871	2 678

6.3. Impacts en termes de création d'emploi

Le tableau suivant présente les hypothèses de créations d'emplois générées par chaque mesure, par unité ciblée (logement et m² de chauffe-eau), exprimées en homme-jours de travail.

Tableau 22 – Emploi unitaire (h.j./unité)

Mesures	Unité	Emploi
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	hj/logement	35
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché		
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	hj/logement	6
Diffusion des appareils électroménagers efficaces		
Diffusion des chauffe-eau solaires	hj/m ² de CES	8

En appliquant ces hypothèses et en tenant compte du rythme de diffusion des mesures, on peut évaluer le nombre d'emplois additionnels créés dans le cas du scénario de maîtrise de l'énergie à environ 6 900 emplois à l'horizon 2030, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 23 – Création d'emplois directs (unités)

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	1 900	1 800	1 200
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	-	-	-
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	700	300	2 200
Diffusion des appareils électroménagers efficaces			
Diffusion des chauffe-eau solaires	3 500	3 500	3 500
Total	6 100	5 600	6 900

6.4. Puissances électriques évitées

A l'horizon 2030, la puissance électrique évitée serait de l'ordre de 1 650 MWe, comme le montrent le graphique et le tableau suivants :

Figure 30 - Puissance électrique évitée grâce aux mesures d'efficacité énergétique : scénario de « maîtrise de l'énergie »

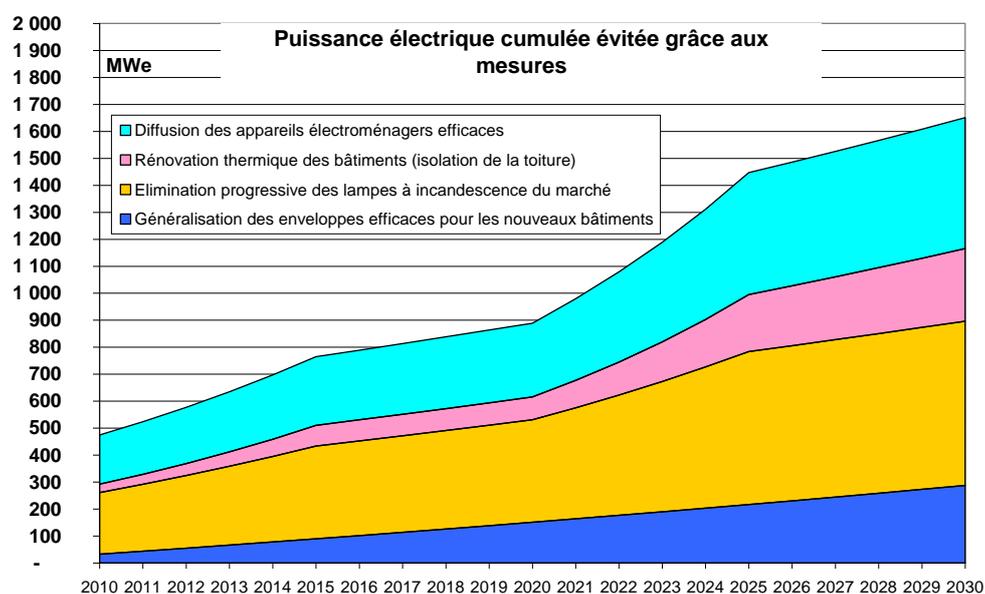


Tableau 24 – Puissances électriques cumulées évitées (MWe)

Mesures	2010	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	15	58	107
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	272	429	637
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	37	102	324
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	217	309	508
Diffusion des chauffe-eau solaires	-	-	-
Total	541	897	1 575

Cette capacité évitée correspond à un investissement de l'ordre de 1 000 M€, sur la base d'une hypothèse de 0,6 M€ par MW de centrales conventionnelles.

6.5. Exemple de programmes d'envergure

A titre d'exemple, le tableau suivant présente les impacts socio-économiques du programme PROMOISOL relatif à l'isolation thermique des toitures des maisons existantes, que l'ANME est en train de monter.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nombre de logements	3 000	7 000	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000
Investissements (MDT)	6	14	20	30	40	50	60
Création d'emplois	86	201	288	431	575	719	863
Ouvriers et agents de maîtrise	78	182	260	390	520	650	780
Cadres	8	19	28	41	55	69	83

VI. Analyse coûts / bénéfiques de l'action

1. Coût de l'action

1.1. Coûts additionnels sur la construction

Pour un logement de moyen de 100 m² de surface, le coût des mesures d'isolation de l'enveloppe du bâtiment (toiture, murs et fenêtres) se traduit par un surcoût de l'ordre de 3 000 DT, soit 1 600 €. Dans le cas des constructions de haut standing cela représente un surcoût de l'ordre de 2 à 3 % du coût de la construction.

Dans le cas des bâtiments de catégorie économique, le surcoût représente environ 5 à 6 % du coût de la construction.

Ces surcoûts peuvent être résorbés par le marché de la construction à condition d'adapter les outils de financement actuels (montant des crédits, taux d'intérêt, etc.).

1.2. Evaluation du coût de la tep économisée

En se basant sur les économies d'énergie primaire des mesures et sur leur durée de vie (voir plus haut), le tableau suivant présente le coût moyen de la tep d'énergie primaire économisée pour chaque type de mesure.

Tableau 25 – Coût de la tep primaire économisée sur la durée de vie des mesures

Mesures	DT/tep	€/tep
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	179	94
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	56	30
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	215	113
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	185	97
Diffusion des chauffe-eau solaires	646	340

Comme on peut le constater, ces coûts restent largement inférieurs au prix actuel de la tep sur le marché international, estimé actuellement entre 350 et 400 €. Il s'ensuit un gain clair pour la collectivité.

Si l'on considère les investissements cumulés relatifs aux mesures diffusées et les économies cumulées d'énergie primaire sur la période 2010-2030, **le coût moyen de la tep économisée serait d'environ 156 €/tep⁴.**

1.3. Evaluation du coût de la tonne de CO₂ évitée

En conséquence, les coûts de la tonne de CO₂ évitée varieraient de 13 à 148 €/tonne selon les mesures, comme le montre le tableau suivant :

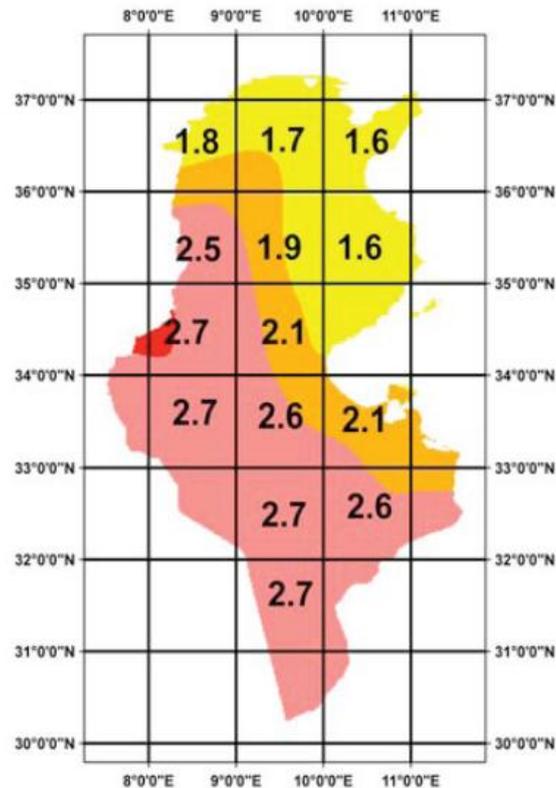
Tableau 26 – Coût de la TECO₂ évitée sur la durée de vie des mesures

Mesures	DT/TECO2	€/TECO2
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	78	41
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	25	13
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	93	49
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	80	42
Diffusion des chauffe-eau solaires	281	148

⁴ Economies cumulées de 17 892 ktep, pour un montant d'investissements cumulés de 3 137 M€.

2. Coût de la non action : effets attendus des changements climatiques

2.1. Définition des hypothèses de changements climatiques au niveau du pays



Les travaux de prévision de l'IPCC montrent que le climat dans l'Arc méditerranéen tend à évoluer aux horizons 2030 et 2050 vers une augmentation de la température, une baisse du volume des précipitations, mais surtout une accentuation de la **variabilité du climat régional**.

La Tunisie n'échappera pas à ces phénomènes. Les modèles de simulation du climat à l'échelle du pays prévoient une augmentation moyenne annuelle de la température sur l'ensemble du pays de +1,1 °C à l'horizon 2030 et +2,1 °C à l'horizon 2050.

L'amplitude de cette augmentation varierait d'une zone à une autre, de 1,6°C à 2,7 C (Sud).

Pour la suite de l'analyse, on considérera une augmentation moyenne de 2°C en été et 1°C en hiver, à l'horizon 2030.

2.2. Evaluation de la consommation d'énergie additionnelle liée aux changements climatiques

Dans le contexte tunisien, les simulations thermiques montrent qu'une augmentation de la température moyenne de 1°C augmenterait les besoins de climatisation des bâtiments de 7 % en été et réduirait de 3 % les besoins en chauffage pendant l'hiver.

Ainsi, les changements climatiques pourraient se traduire par une augmentation de 14 % des besoins actuels en climatisation et une réduction de 3 % de besoins en chauffage. Les deux graphiques suivants présentent les prévisions des besoins spécifiques en climatisation et en chauffage, selon les zones thermiques, dans le cas d'une augmentation de température consécutive aux changements climatiques :

Figure 31 - Effet des changements climatiques sur les besoins en climatisation en Tunisie

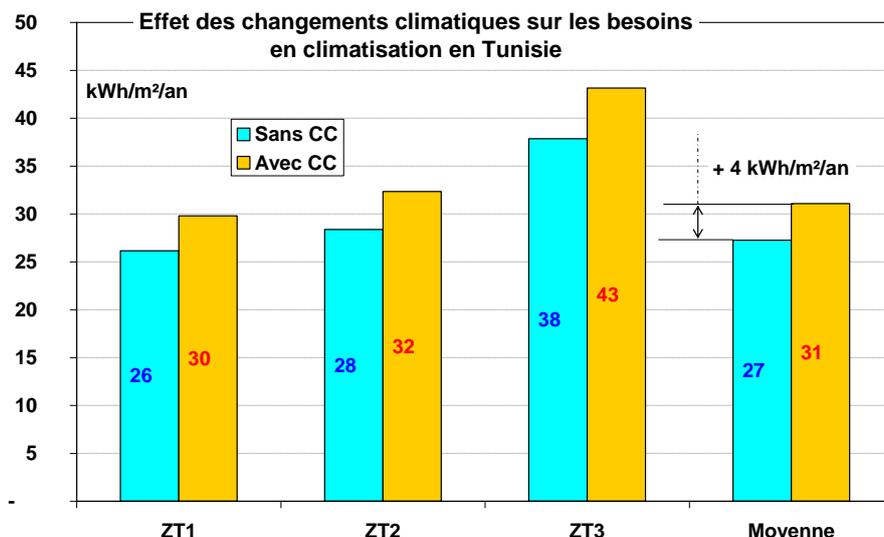
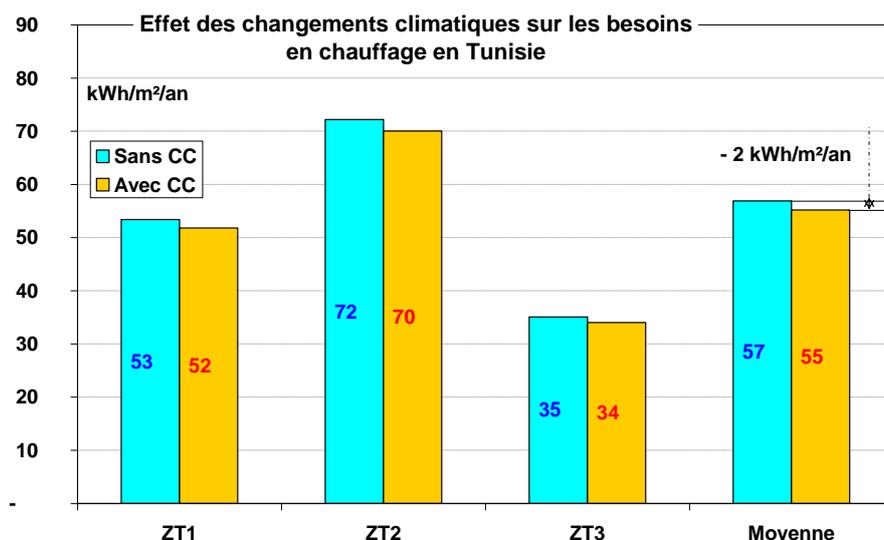


Figure 32 - Effet des changements climatiques sur les besoins en chauffage en Tunisie



En moyenne, on pourrait prévoir une hausse des besoins en climatisation de 4 kWh/m²/an et une baisse des besoins en chauffage de -2 kWh/m²/an.

En tenant compte du rythme d'accroissement du parc, la consommation additionnelle d'énergie primaire due à l'augmentation de la température suite aux changements climatiques serait de l'ordre de 259 ktep à l'horizon 2030, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 27 - Bilan des besoins énergétiques additionnels générés par les CC en 2030

	Energie final (GWh)	Energie primaire (ktep)
Besoins additionnels en climatisation	1 250	313
Besoins additionnels en chauffage	- 625	- 54
Bilan	625	259

Les gains en chauffage seront largement compensés par l'augmentation des besoins en climatisation.

Cette demande incrémentale en climatisation se traduirait par un besoin additionnel en capacité de production électrique estimé à environ 500 MW en 2030.

2.3. Evaluation de l'augmentation de la facture énergétique

L'augmentation de la consommation d'énergie suite aux changements climatiques aura des impacts sur la facture énergétique annuelle des consommateurs, que nous estimons comme suit, à l'horizon 2030 :

Tableau 28 - Impact des changements climatiques sur la facture d'énergie des consommateurs en 2030

	Energie final (MDT)	Energie final (M€)
Augmentation de la facture de climatisation	248	130
Baisse de la facture de chauffage	- 16	- 9
Bilan	231	122

Ainsi en 2030, si l'on garde les mêmes tarifs d'électricité et de gaz qu'aujourd'hui⁵, la facture annuelle des consommateurs augmenterait d'environ 122 M€.

2.4. Coût de la non action pour la collectivité

Le coût pour la collectivité comprend deux composantes :

- Le coût de l'énergie primaire additionnelle due au réchauffement du climat, qui dépend directement du prix du pétrole sur le marché international ;
- Le coût des investissements nécessaires pour faire face aux besoins additionnels en capacités électriques.

Le tableau suivant présente ces coûts pour trois scénarios de prix du baril de pétrole sur le marché international.

Tableau 29 – Coût de la non action pour la collectivité en 2030 (M€)

	Baril à \$60	Baril à \$120	Baril à \$180
Coût de l'énergie additionnelle	80	160	240
Investissement dans la construction de capacités électriques additionnell	300	300	300
Bilan total	380	460	540

Ainsi, le coût total moyen de la tep additionnelle due aux changements climatiques varierait selon le prix du baril, comme suit ⁶:

Tableau 30 – Coût moyen de la tep additionnelle (€)

	Baril à \$60	Baril à \$120	Baril à \$180
Coût moyen de la tep	338	646	955

Ces coûts sont à comparer au coût de la tep économisée grâce à la diffusion massive des mesures d'efficacité énergétique, soit environ 156 €/tep (voir plus haut).

⁵ Ce qui est hypothétique.

⁶ Nous considérons un amortissement des centrales sur 40 ans.

VII. Mesures d'accompagnement pour le développement d'un scénario de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments

1. Moyens et outils de financement

1.1. Evaluation des besoins en financement

Comme mentionné auparavant, les besoins en investissements additionnels nécessaires à la mise en œuvre du scénario de « maîtrise de l'énergie » sont estimés à environ 103 M€ en 2011, 871 M€ cumulés sur la période 2010-2020 et 2 678 M€ cumulés sur la période 2010-2030, comme indiqué dans le tableau suivant :

Tableau 31 – Volume d'investissements additionnels cumulés (M€)

Mesures	2011	2020	2030
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	20	200	424
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	1	10	23
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	44	381	1 687
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	11	18	18
Diffusion des chauffe-eau solaires	26	263	526
Total	103	871	2 678

Les mesures rentables pour le consommateur final et qui ne présentent pas de barrières importantes à l'investissement peuvent être financées en totalité par le consommateur. Il s'agit plus particulièrement des mesures suivantes :

- La substitution des lampes à incandescence par des lampes efficaces,
- L'acquisition d'appareils électroménagers performants.

Pour les mesures dont la rentabilité n'est pas attractive pour le consommateur final, en l'occurrence l'achat de chauffe-eau solaires, la rénovation thermique des bâtiments et l'isolation de l'enveloppe des bâtiments neufs, le schéma de financement devrait impliquer l'Etat, le consommateur et le secteur bancaire :

- La contribution de l'Etat, sous forme d'une subvention à l'investissement, aurait pour objectif d'améliorer la rentabilité des mesures afin de les rendre attractives pour le consommateur final. Dans le contexte des tarifs actuels de l'énergie en Tunisie et dans une perspective de baisse des coûts des mesures du fait d'une diffusion à grande échelle, la contribution de l'Etat qui permettrait de rendre ces mesures rentables pour le consommateur devrait se situer autour de 20 % du coût de l'investissement.
- La contribution du consommateur devrait être fixée à un niveau qui ne constitue pas une barrière à l'investissement pour ce dernier. On pourrait considérer l'hypothèse d'une contribution moyenne du consommateur de 20 %.
- L'apport du secteur bancaire aurait pour objet de financer, sous forme d'octroi d'un crédit, le reliquat entre le montant total de l'investissement, d'une part, et les parts du consommateur et de l'Etat, d'autre part, soit 60 % de l'investissement.

Selon ces considérations, le schéma de financement des investissements du scénario de « maîtrise de l'énergie » serait le suivant :

Tableau 32 – Schéma de financement des investissements du scénario de maîtrise de l'énergie (M€)

Mesures	Coût cumulé (2010-2030)	Consommateur	Etat	Crédits bancaires
Généralisation des enveloppes efficaces pour les nouveaux bâtiments	424	85	85	254
Elimination progressive des lampes à incandescence du marché	23	23	-	-
Rénovation thermique des bâtiments (isolation de la toiture)	1 687	337	337	1 012
Diffusion des appareils électroménagers efficaces	18	18	-	-
Diffusion des chauffe-eau solaires	526	105	105	316
Total	2 678	568	527	1 582

En synthèse, la contribution active du secteur bancaire est cruciale pour la réalisation du scénario. Ce dernier doit mobiliser environ 1 582 M€ sur la période 2010-2030. Dans le cas où l'Etat maintiendrait le

niveau actuel de subventionnement des tarifs des énergies conventionnelles, il faudrait prévoir une contribution des finances publiques au financement de la mise en œuvre du scénario à hauteur de 527 M€. La contribution des consommateurs se situerait autour de 568 M€ sur la période 2010-2030.

1.2. Identification des sources de financement

Actuellement, des bailleurs de fonds, notamment bilatéraux, sont fortement intéressés par l'appui financier à de larges programmes de développement de l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Parmi ces bailleurs, on notera en particulier l'Agence française de développement et la coopération allemande.

L'intervention de tels bailleurs serait essentiellement sous deux formes :

- Des lignes de crédits spécifiques qui viendraient alimenter les banques de la place pour octroyer des crédits aux consommateurs et aux opérateurs à des conditions favorables pour financer les mesures préconisées ;
- Des dons pour financer des mesures d'accompagnement à la mise en œuvre des programmes de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments (renforcement de capacités des acteurs, communication, mise en place de labels de performance et de normes techniques, etc.).

En ce qui concerne la contribution de l'Etat, elle devrait provenir du Fonds National de Maîtrise de l'Energie (FNME). Toutefois, les montants collectés par ce fonds, alimenté par des taxes sur la première immatriculation des voitures, ne pourront pas couvrir la totalité de la contribution de l'Etat. L'assiette de prélèvement alimentant ce fonds devrait être revue afin d'augmenter les montants collectés (taxe sur la consommation d'énergies conventionnelles, etc.).

1.3. Mécanismes de financement

La diffusion à grande échelle des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments se heurte à deux contraintes économiques majeures :

- Une rentabilité parfois peu attractive pour le consommateur final, ce qui ne l'incite pas à entreprendre de telles mesures ;
- Une barrière à l'investissement initial, qui dépasse parfois la capacité financière d'une large proportion des ménages.

Pour pallier ces contraintes, il convient de mettre en place des mécanismes de financement spécifiques combinant de manière optimale subvention publique à l'investissement et crédits bancaires à des conditions acceptables :

- Le niveau de la subvention d'investissement doit être défini dans une logique gagnant - gagnant entre le consommateur et l'Etat. Cette subvention vise à réduire le temps de retour pour le consommateur final tout en permettant un gain significatif pour l'Etat en matière de subventions accordées à l'énergie conventionnelle substituée ;
- Le crédit vise à supprimer la barrière initiale à l'investissement pour le consommateur final. Ses conditions doivent être bien adaptées aux caractéristiques socio-économiques de la cible, notamment en termes de durée, afin de rester en cohérence avec les capacités de remboursement des ménages. Le système de crédit doit être organisé selon un mécanisme simple et efficace de distribution et de recouvrement impliquant le secteur bancaire et les opérateurs du marché.

Enfin, un système de contrôle de qualité en amont et en aval doit être mis en place pour rassurer le consommateur final par rapport à des technologies qu'il ne connaît pas.

1.4. Mécanisme pour un développement propre

Il nous semble important d'inscrire certaines composantes de ce programme en tant que projet de Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), selon la nouvelle approche programmatique du

programme PROSOL. Les revenus du MDP générés peuvent être recyclés dans le mécanisme proposé afin de le renforcer (communication, formation, etc.).

2. Mesures réglementaires et normatives

Sur le plan réglementaire, les mesures d'accompagnement recommandées sont les suivantes :

- Entreprendre les aménagements réglementaires nécessaires en vue de rendre l'isolation thermique des toitures éligibles à la subvention du FNME, au même titre que le chauffe-eau solaire. L'octroi de cette subvention est une condition indispensable à la mobilisation du marché de l'isolation thermique dans les bâtiments existants ;
- Mettre en place un label thermique pour les nouveaux bâtiments ainsi que les procédures de sa mise en œuvre effective ;
- Renforcer progressivement la réglementation thermique actuelle par un durcissement graduel des exigences minimales de performance thermique des nouveaux bâtiments ;
- Renforcer l'évolution de la réglementation actuelle en matière de certification et de labellisation des appareils électroménagers, notamment les réfrigérateurs, les climatiseurs et les machines à laver ;
- Accélérer le processus d'élimination des lampes à incandescence du marché en promulguant et en mettant en œuvre les textes juridiques nécessaires à cette mesure.

3. Communication et sensibilisation

Il s'agit particulièrement des mesures suivantes :

- Informer et sensibiliser les décideurs politiques aux enjeux liés à l'efficacité énergétique dans les bâtiments et aux coûts/avantages d'une stratégie à faible consommation d'énergie dans ce secteur, en mettant l'accent sur les coûts de la « non-action », en comparaison avec les coûts de l'action ;
- Sensibiliser et mobiliser les banques afin qu'elles soient plus actives dans le financement des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments et les associer étroitement, dès le départ, aux efforts de mise en place des mécanismes de financement retenus ;
- Concevoir et mettre en place un programme de communication et de sensibilisation pour la promotion massive du mécanisme tout en associant les autres acteurs et notamment les banques partenaires.

4. Renforcement de capacités et soutien à la filière

Les mesures d'accompagnement dans ce domaine sont essentiellement les suivantes :

- Elaborer et mettre en place un programme de formation et de renforcement de capacités des acteurs des filières concernées. Le maillon de la chaîne le plus faible, qui doit être ciblé de manière spécifique, est le réseau des petites entreprises de mise en œuvre (travaux d'isolation, installation de chauffe-eau, etc.). Le programme de renforcement de capacités doit avoir comme objectifs :
 - d'identifier les entreprises existantes et les renforcer ;
 - de faire émerger de nouveaux opérateurs afin d'élargir le réseau et s'approcher ainsi davantage de la cible finale.
- Mettre en place une démarche qualité en instaurant un système fiable d'agrément des produits et des opérateurs des filières concernées ;
- Mettre en place, dès le départ, un système de suivi et évaluation du mécanisme sur la base d'indicateurs initialement établis et bien réfléchis. Ce système d'évaluation permettra de tirer les enseignements nécessaires pour la phase de changement d'échelle et l'amélioration future du mécanisme.

VIII. Conclusions

A l'issue de cette analyse, les principales conclusions sont les suivantes :

- 1) Le secteur des bâtiments constitue un enjeu énergétique important pour la Tunisie et plus largement pour les pays en développement. Le scénario tendanciel montre en effet une forte augmentation prévisible de la consommation de ce secteur sous le double effet de la croissance du parc de logements et de l'augmentation de la consommation unitaire des ménages du fait de l'amélioration des conditions de vie de la population.
- 2) Les simulations des modèles climatiques montrent que les changements climatiques pourraient se traduire en Tunisie par une augmentation moyenne de la température de l'ordre de 2°C en été (allant selon les régions de 1,6°C à 2,7°C) et de 1°C en hiver. Ainsi, l'efficacité énergétique dans les bâtiments devrait être considérée aussi bien sous l'angle de l'atténuation des GES que de celui de l'adaptation aux effets des changements climatiques.
- 3) Les effets d'une telle augmentation de la température sur la consommation d'énergie du secteur des bâtiments peuvent être très importants. Les simulations montrent que les besoins additionnels en énergie finale dus aux changements climatiques seraient de l'ordre de 259 ktep par an à l'horizon 2030. La demande incrémentale en climatisation se traduirait par un besoin additionnel en capacité de production électrique estimé à environ 500 MW en 2030.
- 4) Le coût de la « non action », soit les dépenses liées à cette demande additionnelle en énergie, doit être analysé pour les différentes parties prenantes : collectivité, communauté des consommateurs et Etat.
- 5) Pour la communauté des consommateurs, l'impact sur la facture énergétique annuelle s'élèverait à environ 122 M€ par an à l'horizon 2030, en considérant les tarifs actuels de l'énergie en Tunisie.
- 6) Pour la collectivité, le coût de la « non-action » correspond d'une part au coût d'approvisionnement en énergie primaire additionnelle (qui dépend directement du prix du pétrole sur le marché international) et, d'autre part, du coût des investissements nécessaires pour faire face aux besoins additionnels en capacités électriques. Pour un baril de pétrole de 120 \$, le coût d'approvisionnement en énergie primaire peut être estimé à environ 160 M€ par an à l'horizon 2030. Les investissements en capacités additionnelles sont estimés à environ 300 M€.
- 7) Si l'on considère un amortissement des centrales électriques sur 40 ans, le coût de la tep d'énergie primaire additionnelle due aux changements climatiques serait de l'ordre de 646 € par tep pour un baril à 120 \$. Ce coût devra être comparé au coût de la tep économisée en cas de l'adoption d'un scénario de maîtrise de l'énergie.
- 8) Le scénario de maîtrise de l'énergie repose sur la diffusion à grande échelle des mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables dans les bâtiments. Plusieurs mesures techniques sont aujourd'hui disponibles pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. Ces techniques sont à des stades de maturité technologique et économique différenciés et leur efficacité dépend également des conditions de leurs utilisations (données climatiques, usage des bâtiments, orientation, etc.). Ainsi, le mix des mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables doit être choisi dans une logique d'optimisation économique. En d'autres termes, il faudra choisir la combinaison qui offre le coût de la tep économisée le plus bas tout en s'assurant que l'environnement local, en termes de compétences techniques et de capacités de mise en œuvre leur soit favorable.
- 9) Dans le cas de la Tunisie, les mesures choisies sont focalisées sur :
 - L'amélioration de l'efficacité de l'enveloppe pour les nouveaux bâtiments,
 - La rénovation thermique des bâtiments (isolation des toitures),
 - L'élimination progressive des lampes à incandescence du marché,
 - La diffusion des appareils électroménagers efficaces,
 - La diffusion des chauffe-eau solaires.
- 10) A l'horizon 2030, le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait de faire passer la demande en énergie finale de 3 020 ktep à seulement 2 322 ktep, soit un gain annuel d'environ 697 ktep par rapport au

scénario tendanciel, ce qui représente près du quart de la consommation prévue par ce scénario en 2030.

- 11) Le scénario de maîtrise de l'énergie permettrait par ailleurs d'éviter la construction d'une capacité additionnelle cumulée de l'ordre de 1 575 MWe à l'horizon 2030, ce qui correspond à des investissements de l'ordre de 1 000 M€.
- 12) En termes d'emplois, la mise en œuvre de ce scénario permettrait la création d'environ 6 900 emplois additionnels à l'horizon 2030 dans les filières développées dans ce cadre.
- 13) Les investissements cumulés sur la période 2010-2030, nécessaires pour mettre en œuvre ce scénario, sont estimés à près de 2 680 M€.
- 14) Selon le même scénario de maîtrise de l'énergie, les émissions de GES seraient de l'ordre de 6 564 kTECO₂ à l'horizon 2030, contre 9 600 kTECO₂ prévues par le scénario tendanciel, soit des émissions évitées d'environ 3 036 kTECO₂.
- 15) Ainsi, le coût de l'action, exprimé en coût de la tep économisée, est de l'ordre de 156 €/tep, à comparer au coût de la non action, soit 646 €/tep à un prix international du baril de pétrole de 120 \$. Le coût de la TECO₂ évitée serait dans ces conditions de l'ordre de 68 €/TECO₂.
- 16) Toutefois, quelques barrières d'ordre économique, technique et organisationnel bloquent aujourd'hui le développement à grande échelle du marché de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables dans le secteur des bâtiments.
- 17) Sur le plan économique, les contraintes se résument essentiellement à la faible rentabilité des certaines mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables pour le consommateur final dans un contexte de subventionnement public des tarifs de l'énergie conventionnelle. Par ailleurs, même dans le cas où la mesure est attractive pour le consommateur final, l'importance de l'investissement initial, par rapport aux capacités financières des ménages, pourrait constituer une barrière à la décision d'investissement.
- 18) Sur le plan technique et organisationnel, les barrières résident essentiellement dans le manque de communication envers les consommateurs potentiels qui restent aujourd'hui peu sensibilisés et peu informés des mesures d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables. A cela s'ajoute l'absence d'une offre structurée et efficace capable de porter le développement du marché de ces mesures, mis à part pour le secteur du chauffe-eau solaire.
- 19) Pour pallier aux contraintes économiques, il convient de mettre en place des mécanismes de financement spécifiques combinant de manière optimale subventions publiques à l'investissement et crédits bancaires à des conditions acceptables pour le consommateur final, dans une optique d'un développement gagnant-gagnant entre les acteurs.
- 20) La contribution active du secteur bancaire est cruciale pour le financement du scénario de maîtrise de l'énergie. Ce dernier doit mobiliser environ 1 860 M€ sur la période 2010-2030. Dans le cas où l'Etat maintiendrait le niveau actuel de subventionnement des tarifs des énergies conventionnelles, il faudrait prévoir une contribution des finances publiques au financement de la mise en œuvre du scénario à hauteur de 620 M€, sous forme de subventions à l'investissement. Enfin, la contribution des consommateurs se situerait autour de 655 M€ sur la période 2010-2030.
- 21) Enfin, le Mécanisme pour un Développement Propre devrait permettre de drainer des revenus additionnels liés à la valorisation des émissions de GES évitées. Ces revenus pourraient être utilisés pour financer en partie les mesures d'accompagnement nécessaires au développement de filières pérennes d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables.

Références

Documents ANME

Programme quadriennal de maîtrise de l'énergie 2008-2011, ANME, avril 2009.

Maîtrise de l'énergie en Tunisie, Chiffres clés, ANME, avril 2009.

Guide sur le Mécanisme pour un Développement Propre dans le secteur de l'énergie en Tunisie, Task Force MDP, Ministère de l'Énergie et de l'Industrie, mars 2009.

« Maîtrise de l'énergie en Tunisie à l'horizon 2030 », ANME, avril 2006.

Livret « Maîtrise de l'énergie, loi et textes réglementaire, ANME, mars 2009

Livret « Le fonds National de Maîtrise de l'Énergie », ANME, avril 2008.

Documents d'études

Etude de l'évolution des prix du chauffe-eau solaire en Tunisie et ses déterminants, Rafik MISSAOUI (ALCOR), mars 2009.

Mise en place d'un mécanisme financier pour la promotion de la réglementation et la rénovation thermiques des bâtiments, Rafik Missaoui (Alcor), septembre 2008.

« Proposition d'un mécanisme de financement encourageant l'efficacité énergétique dans le bâtiment neuf », Samir AMOUS, avril 2007.

« Identification d'un mécanisme de financement pour la rénovation thermique et énergétique de l'habitat existant en Tunisie », Bernard LAPONCHE et collaborateurs, décembre 2006.

« Evaluation qualitative du projet de réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs en Tunisie », MCM, juin 2006.

« Manuel de procédures relatif au projet de mise en place d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs », ANER, février 2002.

« Appui à l'AME par la définition et le montage d'un programme d'efficacité énergétique dans la construction », étude de faisabilité du projet, Gilles OLIVE, Christine PARNIERE et Michel TITECAT, août 1997.

« Rapport d'efficacité énergétique dans la construction en Tunisie », rapport d'évaluation au conseil du FFEM, avril 1998.

« Préparation d'une réglementation pour l'amélioration du confort et la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments des pays du Maghreb »- Actes du Séminaire tenu à Tunis le 6/11/92.

« Lecture bioclimatique de l'architecture régionale tunisienne - région du Sud-ouest»- Amara GHRAB avec la collaboration de Nadia GHRAB-MORCOS, mai 1993.

« Etude du comportement thermique de l'habitat et mise en place d'une réglementation dans les pays du Maghreb », Nadia GHRAB-MORCOS, juin 93.

« Le confort thermique dans les bâtiments tunisiens : résultats d'une enquête », Chiheb BOUDEN et Nadia GHRAB-MORCOS, octobre 99.

« Caractéristiques pour un bâtiment méditerranéen »- version Maghreb-ENERGY- 1999

« Développement d'un outil simplifié pour le calcul des indicateurs liés à l'exigence réglementaire (dans le cadre du projet RTMB) »- Nadia GHRAB-MORCOS, septembre 2001.

« Règles de calcul des coefficients des besoins de chauffage et de climatisation des logements »- Nadia GHRAB-MORCOS, novembre 2003.

« Elaboration d'un label à haute performance thermique et énergétique des bâtiments neufs dans le secteur résidentiel- Projet FFEM »- Rapport de fin de contrat, groupement GHRAB, janvier 2004.

« Zonage climatique de la Tunisie »- Nadia GHRAB-MORCOS, édition mai 2004

« Logements économes en énergie- Guide pratique de conception et recommandations » - Nadia GHRAB-MORCOS

« Initiation à la réglementation thermique et énergétique tunisienne des bâtiments neufs »- Nadia GHRAB-MORCOS, novembre 2004.

« Elaboration d'un Label à Haute Performance Énergétique des bâtiments pour le Secteur Tertiaire- Manuel pour les bâtiments à usage de bureaux- rapport final », Mongi BIDA, avril 2007.

Documents d'évaluation

Evaluation mi-parcours du projet d'efficacité énergétique dans la construction en Tunisie, Stéphane SAUVE BOULET (Bastel Ltée) et Rafik MISSAOUI (ALCOR), mai 2004.

Evaluation finale du projet d'efficacité énergétique dans la construction en Tunisie, Rafik MISSAOUI (ALCOR), juin 2007.

Evaluation rétrospective du projet FFEM d'efficacité énergétique dans la construction en Tunisie, AFD, Alain RIES et Koulm GUILLAUME (AFD), juin 2007.

Evaluation finale du projet de certification des réfrigérateurs en Tunisie, Rafik MISSAOUI (ALCOR), mars 2006.

Documents du projet RTMB en Tunisie (FFEM/FEM)

CD-ROM « guides sectoriels » : habitat initialement équipé, habitat non équipé initialement, bureaux, hôtellerie, enseignement, santé, commerce, 2004.

Guide « Données climatiques de base pour le dimensionnement des installations de chauffage et de climatisation » élaboré, janvier 2003.

ANER, SYNERGY Programme – Zonage climatique de la Tunisie- Edition mai 2004

Rapport d'activité 2001-2005, ANME, 2005.

« Initiation à la réglementation thermique et énergétique des logements neufs- Label résidentiel », Mme Nadia GHRAB-MORCOS et ANME, novembre 2005.

« Guide pratique de conception de logements économes en énergie », Mme Nadia GHRAB-MORCOS et ANME, janvier 2006.

Rapport d'activité 2001-2006, ANME, 2006.

CD-ROM « Réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs en Tunisie », 2007.

Brochure de l'ANER « Mise en place d'une réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs en Tunisie, Processus d'anticipation expérimentale à la réglementation thermique et énergétique », avant août 2004.

Brochures de l'ANME : « Opération de démonstration à Sidi Bouzid », « Opération de démonstration à Sfax », « Opération de démonstration à Djerba », « Ensemble résidentiel SIS à Gabes, bénéficiaire société nationale immobilière pour le Sud (SNIT-SUD) », 2006-2007.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 - Evolution du PIB par habitant en Tunisie (en US\$ 2000)	5
Figure 2 - Evolution des ressources d'énergie primaire conventionnelle en Tunisie	6
Figure 3 - Evolution de la demande d'énergie primaire en Tunisie	7
Figure 4 - Structure de la consommation d'énergie finale par secteur en Tunisie	8
Figure 5 - Evolution du bilan énergétique en Tunisie.....	8
Figure 6 - Evolution du parc de logements en Tunisie (1975-2004).....	11
Figure 7 - Répartition du parc par région économique.....	12
Figure 8 - Répartition des logements par type et par zone climatique.....	13
Figure 9 - Répartition du parc par type de logements en Tunisie	14
Figure 10 - Répartition du parc selon le nombre de pièces dans les différentes zones climatiques	14
Figure 11 - Répartition du parc selon la superficie des logements et selon les zones climatiques	15
Figure 12 - Structure de la consommation finale d'énergie en Tunisie.....	17
Figure 13 - Evolution de la consommation finale unitaire d'énergie des ménages en Tunisie	18
Figure 14 - Structure de la consommation finale d'énergie des ménages selon les usages en Tunisie	18
Figure 15 - Projection de la population à l'horizon 2035 en Tunisie.....	23
Figure 16 – Projection du nombre de logements en Tunisie	23
Figure 17 - Temps de retour pour le consommateur des mesures d'efficacité énergétique liées à la construction.....	29
Figure 18 - Effet du tarif du GPL sur la rentabilité du chauffe-eau solaire pour le consommateur final dans certains pays méditerranéens.....	30
Figure 19 - Prix moyen des chauffe-eau solaires dans certains pays méditerranéens.....	31
Figure 20 - Evolution du marché des chauffe-eau solaires en Tunisie	32
Figure 21 - Evolution des gains annuels d'énergie primaire : scénario de maîtrise de l'énergie.....	36
Figure 22 - Gains cumulés d'énergie primaire : scénario de maîtrise de l'énergie.....	36
Figure 23 - Evolution de la consommation d'énergie finale selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie ».....	37
Figure 24 - Evolution des émissions de GES selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie ».....	38
Figure 25 - Evolution de la consommation unitaire par logement selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie ».....	38
Figure 26 - Evolution des émissions unitaires de GES par logement selon les scénarios tendanciel et de « maîtrise de l'énergie ».....	39
Figure 27 - Evolution des gains annuels sur la facture des consommateurs : scénario de « maîtrise de l'énergie »	40
Figure 28 - Evolution des gains cumulés sur la facture des consommateurs : scénario de « maîtrise de l'énergie »	40
Figure 29 - Evolution des investissements cumulés dus aux mesures d'efficacité énergétique : scénario de « maîtrise de l'énergie ».....	42
Figure 30 - Puissance électrique évitée grâce aux mesures d'efficacité énergétique : scénario de « maîtrise de l'énergie ».....	43
Figure 31 - Effet des changements climatiques sur les besoins en climatisation en Tunisie.....	46
Figure 32 - Effet des changements climatiques sur les besoins en chauffage en Tunisie	46

Tableaux

Tableau 1 – Nombre de logements urbains par zones thermiques	13
Tableau 2 – Taux d'accroissement du parc des chauffe-eau	24
Tableau 3 – Prévision de la demande énergétique directe du secteur résidentiel (ktep/an)	24
Tableau 4 – Taux de croissance de la demande par type d'usage	25
Tableau 5 – Prévision de la consommation énergétique du secteur résidentiel par type d'usage (ktep/an)	25
Tableau 6 – Taux de croissance de la demande par produit	25
Tableau 7 – Prévision de la consommation du secteur résidentiel (ktep/an)	26
Tableau 8 – Prévision de la consommation du secteur des matériaux de construction (ktep/an).....	26
Tableau 9 – Prévision de la demande énergétique directe et indirecte du secteur résidentiel (ktep/an)	26
Tableau 10 – Prévision des émissions de GES du secteur des bâtiments résidentiels (kTECO ₂ /an) 27	27
Tableau 11 – Prévision des émissions totales de GES dues à la consommation directe et indirecte d'énergie du secteur des bâtiments résidentiels (kTECO ₂).....	27
Tableau 12 – Indicateurs de ratios par ménage.....	27
Tableau 13 - Gains en besoins d'énergie finale selon les mesures.....	28
Tableau 14 – Taux de diffusion des appareils efficaces	34
Tableau 15 – Besoins énergétiques moyens pondérés (kW/h/m ² /an)	34
Tableau 16 – Impact énergétique agrégé des mesures (ktep/an).....	36
Tableau 17 – Gains annuels sur facture pour la communauté des consommateurs (M€/an)	40
Tableau 18 – Gains cumulés sur facture pour la communauté des consommateurs (M€/an)	40
Tableau 19 – Coût unitaire des mesures (DT).....	41
Tableau 20 – Volume d'investissements additionnels cumulés (MDT)	42
Tableau 21 – Volume d'investissements additionnels cumulés (M€).....	42
Tableau 22 – Emploi unitaire (h.j/unité)	42
Tableau 23 – Création d'emplois directs (unités).....	43
Tableau 24 – Puissances électriques cumulées évitées (MWe).....	43
Tableau 25 – Coût de la tep primaire économisée sur la durée de vie des mesures	44
Tableau 26 – Coût de la TECO ₂ évitée sur la durée de vie des mesures.....	44
Tableau 27 - Bilan des besoins énergétiques additionnels générés par les changements climatiques en 2030	46
Tableau 28 - Impact des changements climatiques sur la facture d'énergie des consommateurs en 2030.....	47
Tableau 29 – Coût de la non action pour la collectivité en 2030 (M€).....	47
Tableau 30 – Coût moyen de la tep additionnelle (€).....	47
Tableau 31 – Volume d'investissements additionnels cumulés (M€).....	48
Tableau 32 – Schéma de financement des investissements du scénario de maîtrise de l'énergie (M€)48	48