



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT
ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

La Défense, le 18 mars 2008

**Conseil général
des Ponts et Chaussées**

Le Vice-Président

Nos réf. :
Vos réf. :

NOTE POUR :

Monsieur le Ministre d'Etat,
Ministre de l'écologie, du développement
et de l'aménagement durables

à l'attention de :

Monsieur le Directeur général
de l'urbanisme, de l'habitat
et de la construction

**Rapport n° 005231-01 relative au programme de recherche et d'expérimentation sur
l'énergie dans le bâtiment (PREBAT)**

Par note du 30 mai 2007, vous avez demandé que le Conseil Général des Ponts et Chaussées diligente une mission relative au programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (**PREBAT**).

Le rapport ci-joint, établi par Monsieur Gérard Delacroix, ingénieur général des ponts et chaussées, répond à votre demande.

Il met en particulier l'accent sur les études importantes, actuellement en cours, qui permettront de mieux connaître en France et à l'étranger, les constructions remarquables en matière de basse consommation d'énergie, et recommande par ailleurs que le PREBAT :

- soit doté d'un exécutif unique aidé dans ses choix stratégiques par un conseil scientifique ;
- définisse les axes de recherche propres à garantir les performances thermiques permettant d'atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle de l'Environnement ;

.../...

- sélectionne, après appel à candidature, les meilleures équipes et passe avec elles des conventions de recherche, à la hauteur des enjeux, pour développer les sujets de recherche ainsi définis ;
- soit doté des moyens en personnel et en budget compatibles avec l'étendue de sa mission.

La publication de ce rapport par voie électronique sur le site du ministère interviendra, sauf objection de votre part, dans un délai de deux mois à compter de la présente diffusion

SIGNE

Claude MARTINAND

Liste de diffusion du rapport n° 005231-01

- Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables	1 ex
- Le directeur du Cabinet du ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables	2 ex
- M. le secrétaire général du ministère de l'écologie, du développement et de l'Aménagement durables	2ex
- M. le directeur du Cabinet du secrétaire d'Etat chargé des transports	2 ex
- M. le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction	2 ex
- M. le vice-président du CGPC	1 ex
- La présidente et les présidents de section du CGPC	7 ex
- M. Le secrétaire de la 6ème section du CGPC	1 ex
- M. Le secrétaire de la 3ème section du CGPC	1 ex
- M. le président du COSI	2 ex
- M. le président du COSA	2 ex
- M. le secrétaire permanent du PREBAT	2 ex
- M. Gérard Delacroix	1 ex
- Archives du CGPC	1 ex

n° 005231-01

février 2008

RAPPORT

Le Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment

(PREBAT)



CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

Mission n° 005231-01

RAPPORT sur « le programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment » **PREBAT**

établi par

Gérard DELACROIX
Ingénieur général des Ponts et Chaussées

Février 2008

Diffusion voir page 29

TABLE DES MATIÈRES

Note liminaire.....	1
Résumé du rapport.....	3
Introduction.....	5
Chapitre I : Les axes de recherche.....	7
1 - Réduction des besoins en énergie.....	7
1.1. - Les isolants de façade.....	7
1.2. - Les vitrages et fenêtres.....	7
1.3. - La gestion de l'énergie.....	8
1.4. - Dispositifs d'aide à la gestion de l'énergie.....	8
2 - Récupération des calories rejetées.....	9
3 - Production d'énergie associée au bâtiment.....	9
3.1 - Le photovoltaïque	9
3.2 - Le chauffage solaire.....	10
3.3 - Les pompes à chaleur.....	10
3.4 - L'éolien.....	11
3.5 - La biomasse.....	11
3.6 - La micro-cogénération.....	11
3.7 - L'hydrogène.....	12
Chapitre II : Les actions à mener.....	13
1 - Accélérer les programmes de recherche, notamment ceux ayant trait aux bâtiments à énergie positive	14
2 - Accélérer le développement des résultats de la recherche.....	15
3 - Lancer des programmes de constructions expérimentales.....	16
4 - Renforcer la formation des acteurs du bâtiment.....	16
5 - Favoriser le recours à une maîtrise d'œuvre.....	17
6 - développer l'ingénierie financière.....	17
7 - Refondre la réglementation.....	18
Chapitre III : Observations et perspectives.....	21
1 - Organisation du PREBAT.....	21
2 - Les moyens d'action.....	22
3 - Les modes de dévolution des conventions de recherches.....	23
Conclusions et préconisations.....	25

Liste de diffusion du rapport n° 005231-01.....	27
Annexe 1 : Fiches d'identification des laboratoires participant à la fédération de recherche BATI2E.....	29
Annexe 2 : Protocole de création du PREBAT.....	49
Annexe 3 : Lettre de mission.....	63
Annexe 4 : Note de synthèse générale de l'étude « comparaison internationale » du CSTB.....	69
Annexe 5 : Personnes rencontrées.....	97

NOTE LIMINAIRE

La présente mission relative au Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'énergie dans le Bâtiment (PREBAT), sollicitée par le Directeur Général de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction porte sur :

- a) la connaissance des laboratoires de recherche traitant de l'énergie dans le bâtiment ;
- b) la connaissance des conditions dans lesquelles ont été conçues et réalisées les constructions exemplaires en matière de basse consommation ;
- c) l'élaboration d'une méthodologie et d'un plan d'action pour accélérer la recherche ayant trait aux bâtiments à énergie positive ;
- d) le développement des liens entre les promoteurs des constructions exemplaires et les comités thématiques du PREBAT.

Les investigations nécessaires au traitement du points a) sont en réalité d'une ampleur très importante et ne peuvent être sérieusement être menées dans le cadre d'une mission conduite par une seule personne. Après la visite de quelques laboratoires de recherche et notamment ceux de l'INES à Chambéry, il est apparu qu'un projet de « Fédération de Recherche pour les Bâtiments Energétiquement Efficaces (BATI2E) » était, à l'initiative du professeur WURTZ chercheur au CNRS sur le point d'aboutir. Cette fédération regroupe l'essentiel du potentiel de la recherche publique dans le domaine de l'énergie-bâtiment, et répond en fait à la première partie de la mission. La liste de ses membres est accompagnée pour chacun d'entre eux d'une fiche d'identification précisant, son identité, ses domaines de compétence, ses axes de recherche, et son potentiel : elle figure en annexe 1.

Par ailleurs, le secrétariat du PREBAT prépare le cahier des charges d'une consultation, prévoyant des moyens significatifs, pour effectuer le recensement d'équipes motivées en relation avec la problématique de l'énergie-bâtiment, allant au-delà de la recherche publique.

Il convient enfin de signaler que la Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques (DRAST) avait en 2001 diligenté une très vaste enquête, aujourd'hui en grande partie dépassée, ayant pour but de recenser l'ensemble des moyens de la recherche publique française dans les domaines du génie civil, du bâtiment, de l'architecture, de l'urbanisme, de la ville, et de l'aménagement du territoire. La DRAST, interrogée pour savoir si elle envisageait, notamment sur la problématique « Bâtiment », une mise à jour de cette étude ancienne, a répondu par la négative.

Le point b) fait l'objet de deux études importantes, actuellement en cours, confiée en parallèle, d'une part par la DRAST aux CETE de Lyon et du Nord, et d'autre part au CSTB. Ces études ont précisément pour objet le recensement des opérations exemplaires en matière de basse consommation réalisées en France, et pour celle confiée au CSTB, l'objectif est de trouver et d'analyser : 10 bâtiments neufs, 10 bâtiments rénovés, et 10 bâtiments tertiaires.

Le rendu de ces études est, compte tenu du volume important des investigations, prévu en avril 2008.

Par ailleurs, le PREBAT a missionné il y a plus d'un an le CSTB pour réaliser une étude intitulée « Comparaison Internationale-Bâtiment et Energie ». Le rapport, d'une ampleur considérable et d'une qualité remarquable, est actuellement soumis à une ultime relecture. Il devrait être disponible sur le site du PREBAT (prebat.net ,rubrique actualité, rapports d'études) fin février 2008. Une version provisoire de la note de synthèse générale, en cours d'examen par le comité de lecture, figure en annexe IV.

Il est enfin apparu, à la lumière des entretiens menés avec les différents acteurs du PREBAT et de certaines réunions de travail auxquelles le rapporteur a assisté, qu'il était utile, de s'intéresser aux principaux axes de recherche à promouvoir, pour bien les identifier et donc mieux les accompagner. L'édification en grand nombre de constructions à très basse consommation ou à énergie positive, dans le neuf comme en rénovation, nécessite en effet pour atteindre les objectifs annoncés par le Grenelle de l'environnement, une très nette amélioration des techniques actuelles et l'invention de nouveaux matériaux plus performants et moins coûteux. Cet aspect est traité au chapitre I : « Les axes de recherche », et celui ayant trait à l'accélération des programmes de recherche et d'expérimentation du PREBAT, notamment, celui concernant les bâtiments à énergie positive, est abordé au chapitre II : « Les actions à mener »

RÉSUMÉ DU RAPPORT

Le PREBAT, (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment) a été créé dans le cadre du plan climat, pour une période de cinq ans, par un protocole de coopération signé par cinq ministères et cinq agences, pour développer la recherche et l'expérimentation permettant de réduire de manière drastique les consommations d'énergie du secteur du bâtiment, qui avec celui des transports, est l'un des plus énergivore.

Le potentiel de recherche publique dans le domaine de l'énergie dans le bâtiment se retrouve en grande partie dans les laboratoires formant, à l'initiative du professeur WURTZ du CNRS, la fédération de recherche BAT2E dont les membres figurent en annexe I. Pour étendre cette liste aux laboratoires privés, et le cas échéant à de nouvelles « start-up », le PREBAT prépare un cahier des charges en vue de désigner un organisme chargé de ce recensement.

Différentes études attribuées par le PREBAT dans le but de connaître les opérations de construction remarquables en matière de basse consommation d'énergie et d'analyser les conditions dans lesquelles elles ont été réalisées sont sur le point d'aboutir. Il s'agit en particulier de l'étude du CSTB intitulée « Comparaison internationale bâtiment et énergie » et de celles confiées au CSTB d'une part, et aux CETE de LYON et du Nord d'autre part, pour identifier les constructions exemplaires achevées dans notre pays.

Les mesures propres à constituer un programme d'action du PREBAT pour accélérer la recherche et l'expérimentation, notamment en vue de développer les constructions de maisons à énergie positive sont ciblées au chapitre II.

La question importante qui se trouve être posée en raison des objectifs ambitieux affichés par le Grenelle de l'environnement, est celle de l'organisation du PREBAT et de ses moyens d'action. Le chapitre III aborde cette question et préconise principalement que le PREBAT :

- repense son organisation en se dotant d'un exécutif unique aidé dans ses choix par un conseil scientifique.
- définisse les axes de recherche essentiels pour réussir à diviser par 4 les émissions de CO₂ comme le préconise le plan climat.
- sélectionne après appel à candidatures les meilleures équipes et passe avec chacune d'entre elles une convention permettant de développer les axes de recherche ainsi définis.
- soit doté de moyens en personnels et en budget compatibles avec l'étendue de sa mission.

Le rapporteur appelle enfin l'attention du Directeur Général de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction, commanditaire de la présente mission, sur la nécessité d'un accompagnement fort de toute son administration pour réussir cette mutation et notamment, aider le PREBAT de mettre en place un organigramme lui permettant de lancer et de suivre dans des conditions satisfaisantes les conventions de recherche dont il aura au préalable pu définir les contenus avec l'aide de son conseil scientifique.

INTRODUCTION

Le PREBAT, (Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment), a été créé en avril 2006 pour une période de 5 ans par un protocole de coopération (ANNEXE 1) liant les cinq ministères et les cinq agences, traitant des questions relatives au bâtiment, à l'énergie et à la recherche.

L'objectif poursuivi était de développer la recherche et l'expérimentation pour qu'à l'horizon 2010 :

- les constructions neuves ne consomment pas plus de 50KWh/m² pour le chauffage, le confort d'été, et la production d'eau chaude sanitaire ;
- les bâtiments rénovés atteignent des performances proches de celles des constructions neuves ;
- les bâtiments dits « à énergie positive » pouvant fournir plus d'énergie qu'ils n'en consomment, puissent représenter une part significative des constructions neuves ou rénovées.

Le pilotage est assuré selon les dispositions du protocole par deux instances :

- le COSI, qui regroupe les signataires du protocole et dont le rôle est de valider la programmation et de financer les actions ;
- le COSA, dont le rôle est d'assurer la cohérence scientifique et technique des actions. Il est composé autour de son président, de représentants des administrations, d'experts, et des présidents des quatre comités thématiques : « Technologie », « Bâtiments existants », « Bâtiments neufs », « Socio-économie ».

Les précédentes crises pétrolières ont également conduit les pouvoirs publics des époques correspondantes à lancer des actions visant à économiser l'énergie.

La crainte était alors dans les années 70 qu'un tarissement de la ressource intervienne à échéance de 30 ans. Les réserves sont aujourd'hui évaluées à plus de 40 ans malgré une consommation mondiale en nette augmentation. Les découvertes fréquentes de nouveaux gisements économiquement exploitables, favorisées par les prix élevés du baril de pétrole, retarderont encore cette échéance. Mais elles ne feront que la retarder puisqu'à l'instar de toutes les matières premières, les combustibles fossiles n'existent qu'en quantité finie.

Ce n'est plus aujourd'hui le tarissement de la ressource qui préoccupe, mais les conséquences liées au réchauffement climatique et aux effets désastreux d'ores et déjà constatés et qui ne feront que s'amplifier si aucune action d'envergure n'est entreprise. Le protocole de KYOTO et la récente conférence de BALI sont les plus récents témoignages de la prise de conscience qui se fait jour au plan mondial.

Le secteur du bâtiment totalise en France 46% de la consommation d'énergie finale (celle qui est facturée) et 25% des émissions de CO₂ et se trouve être avec celui des transports l'un des plus gros consommateurs d'énergie avec sa conséquence sur le niveau de pollution.

Le plan climat qui impose la division par 4 des émissions de CO₂ à l'horizon 2050, « facteur 4 », impose donc en même temps d'inventer à court terme des solutions techniques et d'aménagements très nettement améliorées par rapport à celles qui ont cours actuellement, puis à moyen et long

terme, d'opérer de véritables sauts technologiques pour que les réductions drastiques envisagées soient possibles.

L'un des objectifs assignés au PREBAT consiste à promouvoir la recherche visant à terme la généralisation des bâtiments à énergie positive. Ce concept de bâtiment à énergie positive est pertinent : il incite à développer des matériels de production d'énergie, mais aussi à réaliser des avancées significatives dans les technologies contribuant à réduire les consommations d'énergie sans dégradation du confort.

Il serait en effet aisé d'édifier un bâtiment à énergie positive en posant par exemple sur celui-ci, des surfaces importantes de panneaux photovoltaïques sans même se préoccuper de réduire ses déperditions de chaleur. Ce serait bien évidemment une aberration tant énergétique qu'économique : la maison à énergie positive doit donc en premier lieu être économe.

Le bâtiment, aujourd'hui l'un des plus gros consommateurs d'énergie, doit donc rapidement se mettre en position de producteur d'énergie

Il s'agit là d'une véritable mutation faisant d'une construction un lieu de production d'énergie devant satisfaire aux besoins de ses utilisateurs en demande croissante de confort.

Il s'agit aussi de faire contribuer les constructions à l'alimentation des réseaux électriques alors qu'elles en sont aujourd'hui de gros clients, évitant ainsi les pertes en ligne et minimisant les effets de pointe.

Cette production d'énergie attachée au bâtiment devra bien entendu faire appel aux énergies renouvelables :

- le soleil
- le vent
- la géothermie profonde ou superficielle
- la biomasse
- l'hydrogène, à plus longue échéance dès qu'il pourra être produit en quantité sans dégagement de CO₂.

Comme l'affiche Alain Maugard président du CSTB, le bâtiment à énergie positive doit être considéré comme un « phare » devant guider toute l'action visant à atteindre les objectifs du plan climat.

Les recherches fondamentales et appliquées doivent donc être déclinées selon les trois axes suivant :

- réduction des besoins en énergie à niveau de confort égal ;
- récupération du maximum de la chaleur non utilisée ;
- production d'énergie au moins égale aux besoins nécessaires.

1 - RÉDUCTION DES BESOINS EN ÉNERGIE

Si l'on écarte de cette réflexion la réduction des besoins en énergie spécifique, qui relève davantage, des recherches portant sur l'amélioration des appareils domestiques, l'essentiel des progrès attendus pour réduire les consommations d'énergie dans le bâtiment porte d'une part, sur la diminution des déperditions calorifiques et donc du traitement plus efficace de l'enveloppe, de l'air, et sur la mise au point de dispositifs automatiques d'aide à une moindre consommation d'énergie.

1.1. - Les isolants de façade

Les matériaux actuels d'isolation de façades (laines de verre, polystyrène expansé, mousses de polyuréthane, etc...) sont d'autant plus performants que leur épaisseur est plus grande.

Les constructions nouvelles peuvent s'accommoder d'épaisseurs de murs extérieurs importantes, bien qu'il y ait bien sûr dans ce domaine une limite. Les maisons Minergie-P, sont construites en Suisse avec un isolant classique de façade d'environ 35 cm d'épaisseur. Ce niveau d'isolation permet, en respectant d'autres préconisations, de limiter les besoins énergétiques tous usages confondus, à 30 Kwh/m²/an, soit environ 10% de la moyenne de la consommation par m² du parc actuel français.

La réduction, à performance égale, de l'épaisseur des isolants de façades, est donc un axe de recherche déterminant pour atteindre les objectifs du plan climat. La réduction de l'épaisseur des isolants de façade à performance égale permettraient en effet de lever un frein important à la rénovation thermique des bâtiments existants dont le traitement représente un enjeu considérable compte tenu de l'importance de ce parc et de son faible taux de renouvellement.

Des isolants de nouvelle génération, comme par exemple la silice nanoporeuse, 8 à 10 fois plus performante que les isolants classiques, doivent faire l'objet de nouvelles recherches destinées à réduire leur prix de vente afin d'en permettre une large diffusion.

Pour le plus long terme, pourquoi ne pas imaginer des matériaux qui permettraient à la fois de se protéger du froid et de bénéficier des apports solaires, de se protéger de la chaleur du jour, d'être perméables à la fraîcheur de la nuit.

1.2. - Les vitrages et fenêtres

Des progrès considérables ont été réalisés dans ce domaine en 40 ans.

Le simple vitrage qui n'assurait que les fonctions d'étanchéité à l'air et à l'eau a progressivement été remplacé par le double vitrage réduisant les pertes par conduction. Des couches basses émissivité ont été ensuite introduites pour limiter les pertes par rayonnement. L'interposition de gaz rares (argon ou krypton), la création de vides entre les couches de verre, ou enfin le triple vitrage ont encore permis de réduire le coefficient d'isolation thermique (facteur U exprimé en Watts par m² et par degré).

Le facteur U a pu ainsi être réduit dans une proportion de 1 à 6.

De nouveaux développements en cours ou à venir devraient permettre d'améliorer encore les performances des vitrages grâce aux nanotechnologies ou à de nouveaux procédés permettant de faire varier la transmission lumineuse.

L'amélioration des bâtis de fenêtres est également nécessaire pour optimiser le résultat de l'ensemble et éviter tout risque de condensation.

Le champ des recherches visant à améliorer les performances des vitrages et des protections solaires qui leur sont associés est vaste si l'on souhaite les rendre encore plus isolants, plus filtrants pour limiter l'éblouissement, autonettoyants, voire producteurs d'énergie.

1.3. - La gestion de l'énergie

Le stockage de l'énergie produite localement, que ce soit la chaleur, le froid ou l'électricité, est une question importante à résoudre dans le cadre général des économies d'énergie dans le bâtiment et particulièrement pour les constructions à énergie positive.

La restitution, la nuit, de la chaleur emmagasinée le jour en période hivernale et l'apport de la fraîcheur de la nuit pour améliorer le confort diurne l'été peuvent comme dans les maisons anciennes, composées de murs épais, être assurés à moindre coût en jouant sur l'inertie thermique de la structure. Les concepteurs devraient prendre en compte cette donnée dès le stade du projet.

Par ailleurs, des matériaux à changement de phases, incorporés dans l'enveloppe et les structures des bâtiments, pourraient aussi permettre des économies significatives d'énergie en régulant les flux thermiques dans les deux sens de l'enveloppe. Les perspectives ouvertes à la recherche dans ce domaine semblent prometteuses.

1.4. - Dispositifs d'aide à la gestion de l'énergie

Il est possible quelles que soient les caractéristiques thermiques de son habitation, de réduire très sensiblement sa facture énergétique sans détérioration notable du confort, en maîtrisant mieux ses besoins.

L'expérience tirée des précédentes crises de l'énergie montre que, si les comportements des usagers se sont infléchis un temps au sommet des crises, les anciennes habitudes sont progressivement réapparues.

Les progrès effectués par la domotique, permettent de pallier ces défauts de comportement en automatisant par exemple :

- La régulation du chauffage en fonction de l'utilisation effective des pièces ou du logement.
- L'extinction de l'éclairage des pièces non occupées et la coupure générale lorsque la maison est vide.
- La modulation de l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairement naturel
- L'asservissement de la ventilation à la qualité effective de l'air
- La possibilité, (sauf par une manœuvre délibérée) de démarrer le cycle de fonctionnement d'un appareil électroménager que s'il est complètement rempli.
- La coupure des systèmes de veille des téléviseurs, ordinateurs et appareils audiovisuels etc...

2 - RÉCUPÉRATION DES CALORIES REJETÉES

La récupération des calories non utilisées ne concerne essentiellement que les rejets d'air vicié et d'eaux usagées.

Les rendements obtenus avec les systèmes d'échangeurs à plaques connaissent actuellement leurs limites et l'utilisation de pompes à chaleur adaptées permettraient de bien meilleurs résultats tout en facilitant les questions de mise en oeuvre.

L'amélioration du rendement des pompes à chaleur, la découverte de nouveaux fluides frigorigènes n'émettant pas de gaz à effet de serre comme ceux qui sont actuellement employés la diminution du prix de ces équipements, sont à l'évidence des sujets de recherches indispensables pour que le niveau des économies d'énergie dans le bâtiment puisse s'élever ;

La rénovation thermique de l'habitat ancien, représente comme cela a été déjà dit, un enjeu très important.

Mais les contraintes liées à la géométrie existante des locaux ne permettent que très rarement d'installer un double réseau de gaines nécessaire à la récupération des calories sur les rejets d'air.

Des innovations portant par exemple sur des systèmes permettant avec une seule gaine : l'extraction, la récupération de chaleur et la réinjection de l'air neuf préchauffé permettraient de résoudre de nombreux cas.

De même, et pour éviter l'installation d'un réseau de gaines, des appareils individuels permettant la récupération de chaleur et le traitement de l'air pièce par pièce pourraient s'ils n'existent déjà être développés.

La récupération des calories sur les rejets d'eaux usées éventuellement associée à une pompe à chaleur, soit pour préchauffer l'eau froide entrant dans les appareils de production d'eau chaude sanitaire, soit pour effectuer un premier traitement de l'air du système de ventilation, pourrait utilement être envisagée.

3 - PRODUCTION D'ÉNERGIE ASSOCIÉE AU BÂTIMENT

De nombreuses techniques existent qui permettent la production d'électricité ou de chaleur à partir des énergies renouvelables disponibles, telles que le soleil, le vent, la géothermie, la biomasse, l'hydraulique. Elles disposent encore de fortes marges de progrès.

La R et D dans ces différents domaines, permettrait d'améliorer très sensiblement les performances, le prix et l'intégration de ces matériels au bâti.

3.1 - Le photovoltaïque

Les progrès techniques réalisés sur les cellules constituées de plaquettes de silicium permettent d'atteindre aujourd'hui des rendements électriques de l'ordre de 16% ; les spécialistes estiment qu'ils peuvent encore être améliorés, et que la compétitivité en terme financier de l'électricité d'origine photovoltaïque avec l'électricité du réseau pourrait être effective vers 2015 dans le sud de l'Europe et probablement avant 2030 pour le reste du continent.

La technique du silicium amorphe projeté en poudre sur des supports souples est en développement. Malgré un rendement plus bas, de l'ordre de 5%, cette technique est intéressante car elle permet l'utilisation des grandes surfaces disponibles sur les constructions comme les

façades et les toitures et elle permet ainsi une production importante d'électricité malgré un rendement peu élevé. Les architectes s'intéresseront très certainement à ces nouveaux matériaux dont ils pourront utilement tirer parti en concevant leurs ouvrages.

Le silicium, seul matériau constituant actuellement les panneaux de cellules photovoltaïques a indéniablement de grandes qualités en terme de rendement, mais aussi de durabilité ; il n'est pas rare de voir des panneaux ayant fonctionné durant 20 ans être encore en bon état. Cependant, le silicium nécessite pour sa fabrication, une puissance électrique et une consommation d'énergie très importantes (énergie grise) qui en diminuent le bénéfice énergétique apprécié dans sa globalité.

Découvrir de nouveaux procédés faisant appel à des matériaux moins «énergivores » constitue donc une voie prometteuse pour la recherche.

Le photovoltaïque organique dispose, au stade actuel de la recherche, d'un rendement d'environ 5%. Il représente lui aussi un procédé d'avenir. Mais la recherche doit encore améliorer la durée de vie actuellement trop courte de ses composants.

En outre, la fabrication généralisée et à grande échelle de ce produit réduirait de façon importante, par rapport aux procédés à base de silicium, les besoins en matière première et en énergie grise.

Il offrirait par ailleurs des possibilités d'intégration architecturales intéressantes par les jeux de forme et de couleurs qu'il permettrait.

3.2 - Le chauffage solaire

La production d'eau chaude à partir de capteurs solaires est très rentable dans les pays de l'Europe du sud ; l'Espagne rend même obligatoire l'installation de chauffe-eau solaires lorsqu'un permis de construire est délivré.

Si le chauffage solaire est moins rentable dans les pays peu ensoleillés, son intérêt est renforcé grâce aux systèmes solaires combinés (SSC) qui complètent les apports solaires au moyen d'autres sources d'énergie suivant une approche « système » optimisant toute la chaîne production-distribution-stockage.

Les tests de qualité de ces matériels effectués par certains laboratoires montrent que des progrès doivent pour certains d'entre eux être réalisés afin d'améliorer leur fiabilité.

L'eau chaude ainsi produite peut aussi servir à fabriquer du froid au moyen de machines à absorption pouvant fonctionner efficacement à partir d'une eau portée à une température comprise entre 80 et 120 degrés.

Le CSTB a expérimenté ce concept de rafraîchissement solaire sur ses propres bâtiments de Sophia-Antipolis. L'intérêt supplémentaire de ce procédé de fabrication d'eau glacée réside dans le fait que les besoins en rafraîchissement des bâtiments doivent être satisfaits en grande partie le jour, et coïncident ainsi avec le cycle de production.

Les recherches et les développements de ces systèmes : (chauffe-eau, SSC, froid solaire), ont encore de vastes perspectives et le temps de retour sur investissement de ces types d'équipement, déjà favorables aujourd'hui, devrait encore être amélioré.

3.3 - Les pompes à chaleur

La conception générale des pompes à chaleur est identique à celle des machines de production de froid mais avec un fonctionnement inversé.

Les pompes à chaleur, seules ou associées à la géothermie superficielle permettent déjà de

récupérer trois fois plus d'énergie que celle qui leur est nécessaire pour leur propre fonctionnement.

Ce rendement semble encore pouvoir être amélioré et atteindre un niveau de six à sept.

L' utilisation des pompes à chaleur dans le bâtiment, notamment pour les maisons à énergie positive, pourrait alors connaître un fort développement tant pour produire de la chaleur à l'aval d'installations de type « puits canadiens », que pour récupérer efficacement les calories sur les rejets d'air vicié et d'eau usées.

La recherche a donc aussi dans ce domaine de belles perspectives.

3.4 - L'éolien

La production d'électricité d'origine éolienne est actuellement localisée dans des espaces ou « champs » regroupant de nombreux éléments. Ces champs sont majoritairement situés sur terre mais existent aussi en pleine mer.

L'intégration de l'éolien au bâti pourrait être envisagé non seulement dans les régions côtières généralement plus ventées, mais également ailleurs, en équipant les façades des immeubles de grande hauteur pour capter l'énergie des courants ascendants.

La mise au point de matériels prenant en compte les contraintes du bâtiment permettrait très certainement de développer ce que l'on pourrait appeler le « micro éolien » qui contribuerait à élever le seuil de rentabilité des constructions à énergie positive et à augmenter ainsi le nombre de leurs mises en chantier.

3.5 - La biomasse

Le bois constitue par nature une énergie renouvelable et mérite à ce titre, et pour réduire la consommation de combustibles fossiles, de voir se développer son utilisation pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire et pourquoi pas un jour la production locale d'électricité à partir de micro-turbines alimentées par la chaudière.

Le surplus d'électricité pourrait alors être réinjecté dans le réseau au même titre que celui d'origine photovoltaïque.

Il s'agirait en fait de mettre au point un micro- cogénérateur fonctionnant au bois

Des recherches organisées avec une approche système pourraient assurer la rentabilité de telles installations.

L'objection qui pourrait être faite à l'utilisation du bois est que sa combustion dégage du CO₂ que toute la démarche environnementale tente de combattre.

Elle n'a pas lieu d'être formulée puisque les végétaux absorbent approximativement la même quantité de CO₂ durant leur croissance que celle qu'ils dégagent lors de leur combustion et donc que le bilan carbone est favorable.

3.6 - La micro-cogénération

Des appareils de micro-cogénération fonctionnant généralement au gaz existent actuellement sur le marché.

Ce sont en fait des chaudières qui produisent aussi de l'électricité.

Bien que l'énergie primaire utilisée pour leur fonctionnement soit d'origine fossile, ces matériels présentent de l'intérêt car le rendement cumulé « chaleur et électricité » est bien optimisé.

Ces systèmes sont très peu installés en France alors qu'ils se développent à l'étranger, notamment aux Pays Bas.

3.7 - L'hydrogène

L'hydrogène sera sans conteste une solution alternative aux énergies fossiles lorsqu'il pourra être produit en quantité selon un procédé ne relâchant pas de CO₂ et qu'il pourra être stocké dans de bonnes conditions de sécurité compte tenu de son caractère fortement explosif.

Le secteur des transports en serait alors le premier bénéficiaire, et les grands constructeurs d'automobiles développent d'ores et déjà des moteurs utilisant l'hydrogène directement comme carburant ou pour alimenter une pile à combustible qui fonctionne sur le principe de l'électrolyse inversée.

Un nouveau procédé de fabrication d'hydrogène, vient de faire l'objet d'un dépôt de brevet par une équipe de chercheurs américains. Il consiste à favoriser, au moyen d'un liquide d'aluminium et de galium, la réaction d'oxydation de l'aluminium au contact de l'eau de laquelle découle la libération de l'hydrogène de la molécule d'eau.

Les chercheurs estiment que ce procédé permettrait de produire, localement, à la demande et donc sans installation de stockage, un carburant « compétitif avec l'essence ».

Le chauffage des bâtiments pourrait aussi utiliser ce carburant pouvant dès lors être qualifié d'écologique.

Par ailleurs, le stockage de l'électricité provenant des installations photovoltaïques qui ne sont naturellement pas actives la nuit, pourrait être réalisé sous forme d'hydrogène obtenu par électrolyse de l'eau ; cela permettrait un meilleur lissage de la production et de la consommation.

CHAPITRE II : LES ACTIONS À MENER

Le Grenelle de l'environnement a mis l'accent sur la nécessité d'avancer dans le temps la réalisation des principaux objectifs du plan climat. Cela va donc se traduire par un durcissement progressif de la réglementation qui imposera très probablement :

- le passage dès 2010 à la réglementation THPE (très haute performance énergétique) avec un objectif d'un tiers des constructions nouvelles en basse consommation ou à énergie passive ou positive ;
- la généralisation dès 2012 des logements neufs à basse consommation (50 KWh/m²) ;
- la généralisation en 2020 des logements neufs à énergie positive.

Ces objectifs ambitieux nécessiteront la mise en place, dans les délais les plus rapprochés, de nombreuses mesures, pouvant constituer le programme d'action du PREBAT, tendant à :

- Accélérer et diversifier les programmes de recherche ;
- Accélérer le développement des résultats de la recherche ;
- Promouvoir la mise au point d'ensembles de produits ou « briques technologiques » provenant d'industriels différents pour faciliter leur intégration au bâti.
- Lancer des programmes de constructions expérimentales suivis de mesures exactes et scientifiques pour en apprécier les performances.
- Contribuer à la formation des petites entreprises et des artisans du bâtiment aux techniques mises au point pour économiser l'énergie et favoriser la constitution de groupements d'entreprises traitant le sujet de manière globale et optimisée
- Contribuer à la formation des maîtres d'œuvre et mettre au point des outils de conception permettant aux architectes et aux BET de viser dès le stade du projet l'optimum en matière de basse consommation.
- Justifier l'obligation de recourir à une maîtrise d'œuvre qualifiée pour les constructions neuves et les réhabilitations importantes.
- Développer l'ingénierie financière pour faciliter la mise en place des compléments de financements nécessaires.
- Etudier la mise en place d'un système d'aide au maître d'ouvrage portant sur les études et partiellement sur le complément d'investissement dont une partie à définir serait versée après vérification des résultats attendus.
- Contribuer à la refonte la réglementation pour prendre en compte les nouveaux objectifs du Grenelle de l'environnement

1 - ACCÉLÉRER LES PROGRAMMES DE RECHERCHE, NOTAMMENT CEUX AYANT TRAIT AUX BÂTIMENTS À ÉNERGIE POSITIVE

Le PREBAT finance après appels à projets, depuis sa création et à hauteur de 50%, de nombreuses études sélectionnées par des jurys sur la base de propositions émanant d'experts.

Ce principe a permis à des équipes qui auraient pu en être exclues, de bénéficier de l'aide publique ; il ne peut en aucune manière être critiqué malgré l'inconvénient d'un certain saupoudrage des moyens financiers qui en résulte.

Il atteint cependant ses limites dans le contexte actuel qui oblige à orienter la recherche sur des axes bien ciblés nécessitant la mobilisation d'équipes et de moyens importants avec comme corollaire la signature de conventions de recherches d'un montant nécessairement plus important.

Une autre procédure, menée en parallèle de celle des appels à projets, pourrait être envisagée par le PREBAT pour répondre à l'intensification et à l'accélération des programmes de recherche résultant des conclusions du Grenelle de l'environnement.

Elle pourrait consister, après avoir parfaitement défini les différents thèmes de recherche, à soutenir :

- à sélectionner, sur la base de leur potentiel humain, de leurs références, et après appel à candidatures les équipes aptes à engager ces programmes de recherches.
- à négocier une convention avec chaque des équipes sélectionnées.
- à suivre régulièrement et selon une fréquence définie contractuellement l'avancement des recherches et le cas échéant, en cas d'impasse avérée, résilier la convention.

Le volume de financement dont dispose actuellement le PREBAT, de l'ordre de 13 M d'euros, devrait alors au minimum être doublé car les recherches soutenues par le biais des conventions seraient d'un montant élevé, s'agissant de programmes nécessairement plus lourds .

Le renforcement de l'effectif permanent du PREBAT, et la mise en place d'un budget de fonctionnement lui permettant de solliciter les expertises de haut niveau, indispensables pour guider de manière efficace son action, seraient par ailleurs deux mesures d'organisation à prendre pour que les ambitions affichées par le Grenelle de l'environnement puissent être convenablement accompagnées.

La recherche concernant les bâtiments à énergie positive ne peut constituer en elle-même un axe entièrement spécifique, car un bâtiment à énergie positive est en premier lieu un bâtiment économe en énergie sur lequel sont installés un ou plusieurs équipements de production de chaleur ou d'électricité.

Plus spécifiquement, le développement des bâtiments à énergie positive nécessiterait de la part de la recherche :

- une amélioration sensible des rendements des cellules photovoltaïques (PV) et le développement de nouveaux procédés comme par exemple le PV organique qui permettrait comme cela a été dit au chapitre 1 une meilleure intégration au bâti, qu'il soit neuf ou qu'il soit ancien ;
- la mise au point de « briques technologiques » qui mettraient à la disposition des maîtres d'œuvre et des constructeurs des ensembles de composants performants, faciles à monter, et d'un

coût acceptable. Le CSTB pourrait utilement apporter dans cette recherche ses compétences techniques ;

- des études socio-économiques ciblées sur ce concept permettant d'ajuster les financements les mieux adaptés ;
- la mise au point d'un label qui permettrait de valoriser ce concept aux yeux des maîtres d'ouvrage, et de leur permettre d'obtenir des conditions optimum de financement auprès de leurs banques, ainsi rassurées sur les performances énergétiques annoncées.

La méthodologie proposée pour accélérer la recherche dans les domaines précités est de créer un groupe de travail réunissant les experts de ces sujets appartenant en priorité aux quatre comités thématiques du PREBAT, afin de :

- mettre au point les cahiers des charges constituant les bases des conventions de recherche à passer avec des entités soigneusement sélectionnées ;
- suivre l'avancement de ces études ;

assurer, avec si nécessaire la contribution d'industriels ou de professionnels, la mise au point de prototypes permettant de tester l'efficacité des dispositifs inventés.

2 - ACCÉLÉRER LE DÉVELOPPEMENT DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Mais dans certains cas, des résultats intéressants de la recherche ne sont pas ou que tardivement pris en considération par les industriels pour diverses raisons tenant à :

- une communication ne faisant apparaître suffisamment leur intérêt
- un niveau d'amortissement insuffisant des investissements qui ont été mobilisés pour produire les matériels ou matériaux existants.
- un coût de fabrication du nouveau produit estimé trop élevé pour espérer une large diffusion
- une demande déjà trop orientée vers des produits ayant « fait leurs preuves » et qui écarte l'utilisation des produits innovants.
- une inertie, voire une résistance au changement des méthodes de mise en œuvre de la part des acteurs de la construction, notamment des PME, des artisans, et même de certains architectes.

Les pouvoirs publics qui consentent un effort important, à travers le PREBAT et les autres agences spécialisées, pour accélérer les recherches portant sur l'énergie dans le bâtiment, pourraient en utilisant les mêmes structures tenter de supprimer ces freins à leurs développements.

Les recherches et leurs développements se suivent généralement et sont même parfois associés.

3 - LANCER DES PROGRAMMES DE CONSTRUCTIONS EXPÉRIMENTALES.

Les constructions expérimentales seront indispensables, pour valider les modèles et pour tester les pistes d'améliorations en faisant varier les caractéristiques des composants de l'enveloppe, des équipements ou des systèmes.

Elles permettront également de mesurer la sensibilité des différents paramètres et donc de mieux cerner l'optimum, qui là comme dans d'autres domaines n'est que très rarement obtenu par l'addition des optimums des parties.

Les constructions expérimentales permettront aussi la mise au point d'une méthodologie adaptée et de l'instrumentation requise pour que la certification des résultats puisse être établie sans ambiguïté.

L'INES vient avec l'appui du PREBAT de lancer à Chambéry une première tranche de quatre maisons expérimentales d'environ 90M2 sur deux niveaux, qui sera par la suite suivie de quatre autres maisons et d'un immeuble de type collectif. Cette sorte d'initiative mériterait d'être encouragée et financièrement soutenue par le PREBAT dans d'autres régions climatiques.

La filière sèche (sans recours au ciment), essentiellement à base de bois, mériterait d'être développée bien que peu prisée en France contrairement à l'Allemagne ou aux pays Nordiques. Elle présente en effet de nombreux avantages comme par exemple :

- une exécution en usine extrêmement précise excluant tout défaut, grâce aux outils numériques ;
- une mise en œuvre réalisée par des techniciens parfaitement formés ;
- une plus forte garantie d'atteindre les performances contractuelles ;
- une meilleure maîtrise des coûts ;
- une économie importante d'énergie grise (1 tonne de ciment génère 1 tonne de CO²...)

4 - RENFORCER LA FORMATION DES ACTEURS DU BÂTIMENT

Plus de 100 000 emplois pérennes sur plusieurs décennies seront à créer dans le secteur du bâtiment, pour mettre en œuvre au rythme imposé, ce vaste programme d'économies d'énergie.

La mise en place d'une formation de qualité, par l'éducation nationale, les départements et les régions permettrait d'attirer les jeunes vers les métiers du bâtiment qu'ils désertent actuellement.

La technicité croissante des métiers du bâtiment et particulièrement ceux qui intéressent la maîtrise l'énergie et les considérations environnementales plus présentes chez les jeunes sont certainement deux raisons objectives pour les motiver. En appui des actions menées par les organisations professionnelles, le ministère de l'éducation nationale devrait bien en amont des sections de formation technique valoriser ces filières en introduisant dans les programmes les premières notions intéressant le développement durable et l'intérêt autant scientifique que technique attaché aux métiers qui y contribuent.

Les programmes de formation, initiaux dans les écoles d'architecture et d'ingénieurs, ou continus pour la mise à niveau des maîtres d'œuvre, ne sont pas assez orientés actuellement vers la conception de constructions économes en énergie. Ils devraient dans ce domaine être renforcés.

La prise de conscience de l'importance des questions d'environnement par ces professions n'est bien sûr pas en cause et permettra au contraire, avec une formation adéquate, un développement rapide de projets de conception bioclimatique avec l'aide des batteries d'équipements comme les capteurs solaires, le photovoltaïque, la ventilation double flux, les chaudières à condensation, les planchers chauffants, les pompes à chaleur, les puits canadiens, etc

Le projet de fédération de recherche initié par le professeur Etienne WURTZ du CNRS insiste sur la nécessité de «mutualiser les compétences scientifiques permettant notamment d'assurer un niveau de formation élevé dans les domaines très spécifiques», formation qui «s'adressera aux étudiants de mastères se destinant à la recherche, aux doctorants...ainsi qu'aux chercheurs permanents sous forme de formation continue» Cette initiative qui a pour finalité de rendre encore plus efficace le potentiel de recherche français mérite d'être suivie et soutenue par le PREBAT

5 - FAVORISER LE RECOURS À UNE MAÎTRISE D'ŒUVRE

Comme dans d'autres domaines, par exemple celui de l'acoustique, la performance envisagée peut ne pas être atteinte, ou même être définitivement compromise à cause de défauts de conception ou de mise en œuvre apparaissant à première vue mineures.

L'obligation de recourir aux services d'un architecte, est actuellement obligatoire pour des constructions de plus de 170 M2. Ce seuil pourrait être abaissé et étendu aux réhabilitations thermiques. Cette mesure destinée à garantir le respect des performances réglementaires, ouvrirait aux maîtrises d'œuvre un champ d'intervention nouveau qui les obligerait à acquérir rapidement pour celles qui ne les auraient pas, les compétences nécessaires. Ces compétences devraient alors être vérifiées et attestées selon une procédure stricte à définir de manière à ce que les donneurs d'ordres soient assurés de la qualité des prestations intellectuelles attendues.

Il serait opportun, en contre partie de cette obligation, qu'une aide forfaitaire aux maîtres d'ouvrages, soit apportée pour prendre en compte la partie du coût des études relevant des économies d'énergie.

6 - DÉVELOPPER L'INGÉNIERIE FINANCIÈRE

Le coût des travaux (et non le surcoût) à mettre en relation avec l'objectif de réaliser une construction ou effectuer une réhabilitation thermique à basse consommation, et plus encore lorsqu'il s'agit d'énergie positive représente une dépense très rapidement compensée par les économies d'énergie réalisées et le cas échéant par les recettes provenant de la mise sur le réseau du surplus d'électricité produite.

Olivier SIDLER (ENERTECH) démontre dans son étude relative au projet « Renaissance » que la réhabilitation thermique d'un bâtiment ancien visant l'objectif d'une consommation de chauffage de 50KWh/m2/an (compatible avec le facteur 4 du plan climat) est, en prenant en compte un montant (réaliste) de travaux de 200€/m2, « en équilibre de trésorerie dès la première année avec un taux d'emprunt sur 20 ans de 3,5% et des économies d'énergie correspondant à la valeur moyenne attendue ». Il ajoute que si les économies sont supérieures, l'opération est immédiatement gagnante. Ce devrait être d'ores et déjà le cas puisque l'étude SIDLER a fondé son analyse sur une valeur de 60 dollars du prix du baril de pétrole

Comme le remboursement de l'emprunt serait immédiatement ou à très court terme inférieur aux économies réalisées ; le risque pris par le banquier serait alors nul.

Cette opération produirait même, dans ces conditions, une amélioration du pouvoir d'achat de l'opérateur.

C'est la raison pour laquelle certains banquiers seraient disposés à ne plus demander de justifications de revenu pour consentir ce type de prêts.

Compte tenu de l'importance des volumes de financement qu'il sera nécessaire de mobiliser sur plus de 40 ans pour réaliser ce grand programme de constructions et de réhabilitations, économes en énergie, le secteur bancaire sera indiscutablement un acteur incontournable. Il devra pour cela développer une ingénierie financière spécifique permettant de traiter les nombreux types de dossiers différents dans les meilleures conditions.

Bien que le taux de l'emprunt pèse sensiblement moins que le prix de l'énergie dans le calcul du temps de retour sur investissement pour ces opérations, la bonification des prêts à 1 voire 1.5% permettrait, à moindre coût pour l'Etat, le lancement de certains dossiers difficiles.

La crainte des professionnels, et particulièrement des promoteurs constructeurs, est que le coût supplémentaire des travaux induit pour atteindre le niveau BBC (bâtiment basse consommation) , actuellement de l'ordre de 12 à 15%, risquerait de leur faire perdre les primo-accédants; comme dans l'exemple cité précédemment, l'ingénierie financière pourrait éviter cet écueil en proposant des prêts spécifiques couvrant les prestations «énergétiques» dont les annuités seraient équivalentes aux économies d'énergie augmentées des recettes provenant de la vente d'électricité dans le cas de maisons à énergie positive.

Le secteur bancaire est très au fait de l'importance de ce marché et saura proposer les produits adaptés aux différents projets. Il devra néanmoins disposer des outils lui permettant d'évaluer correctement les performances énergétiques des projets qui lui sont soumis. Le PREBAT devra donc promouvoir les recherches propres à répondre à cette très importante question.

Une action vigoureuse de communication, en direction des maîtres d'ouvrages, mettant en avant la rentabilité des travaux visant à économiser l'énergie et les conditions de financement que le gouvernement aurait arrêté avec le secteur bancaire serait par ailleurs utile pour déclencher la décision de travaux.

7 - REFONDRE LA RÉGLEMENTATION

L'approche réglementaire n'est pas directement spécifiée dans le contenu de la présente mission. Cependant, c'est bien à la réglementation de fixer les performances pour que les objectifs poursuivis en matière de diminution des émissions de gaz à effets de serre, sur lesquels notre pays s'est engagé, soient atteints. Le PREBAT peut y contribuer en stimulant les recherches qui permettront de transcrire plus vite dans la réglementation ces objectifs ambitieux.

Les performances visées par la RT 2005 sont supérieures de 15% à celles de la RT 2000. La RT 2010, en cours de préparation devra donc assurer la cohérence entre les performances qu'elle fixera et les objectifs affichés lors du Grenelle de l'environnement.

Une trentaine de comités opérationnels, dont six d'entre eux ont à traiter spécifiquement des questions d'économies d'énergie dans le bâtiment, ont été mis en place pour proposer les évolutions de réglementation propres à assurer cette cohérence.

Comme pour toutes réglementations, le curseur marquant la limite entre le « coercitif » et l' « incitatif » devra être positionné au mieux pour que leurs effets conjugués aient le maximum d'efficacité.

Comme cela à déjà été dit, la rénovation thermique du parc des logements anciens, et notamment ceux construits avant 1975 date des premières exigences réglementaires, constitue un enjeu extrêmement important.

Un calcul simple montre que pour que le « facteur » 4 soit atteint en 2050, c'est 400 000 logements qui chaque année, doivent à partir de 2008, être rénovés au plan thermique et ne pas dépasser une consommation de 50 KWh/M²/an ; ce nombre correspond approximativement à celui des transactions concernant tous les ans le parc ancien.

L'étude ENERTECH précédemment citée préconise de rendre obligatoire, pour l'acquéreur, la rénovation thermique des logements anciens hors normes à l'occasion d'une transaction en rappelant très justement que c'est le moment idéal de réaliser cette rénovation thermique, en profitant des travaux d'aménagement que les nouveaux propriétaires effectuent dans la quasi-totalité des cas avant l'emménagement.

Cette étude préconise ensuite que la réglementation n'impose plus d'obligation de résultat comme c'est actuellement le cas, mais une obligation de moyens en imposant des performances de matériaux à mettre en œuvre, qui garantissent pour le parc ancien et en moyenne sur l'ensemble du pays, le respect de l'objectif d'une consommation de 50 KWh/m²/an.

Cette analyse est fondée sur :

- La nécessité de mettre en œuvre des solutions simples excluant tous calculs complexes. Cela, en raison non seulement de l'étendue de ce programme de rénovation mais aussi du niveau de qualification actuel des petites entreprises et des artisans qui seront très majoritairement appelés à réaliser ce type de travaux.

- L'obligation, puisque la loi imposerait ces travaux de rénovation thermique, d'homogénéiser leurs coûts sur l'ensemble du territoire de manière à ce que la charge soit égale pour chacun des acquéreurs quelle que soit leur position sur le territoire, et quelle que soit aussi le résultat individuel obtenu au plan thermique, sachant qu'en moyenne l'objectif serait à terme atteint.

Il pourrait aussi être ajouté que le fait d'imposer des performances aux matériaux à mettre en œuvre conduirait à stimuler les recherches pour développer de nouveaux produits et ne pas laisser le monopole de ce marché très important aux fabricants des matériaux actuels.

Si cette démarche que Monsieur SIDLER appelle la « solution technique universelle (STU)» mérite considération en raison de sa grande simplicité et d'une meilleure probabilité d'atteindre le résultat souhaité en 2050 ; elle nécessiterait cependant une certaine modulation pour mieux prendre en compte la variété des climats qui caractérise notre pays et les typologies de logement fondamentalement différentes.

Il ne semble pas en effet judicieux d'imposer du triple vitrage dans le sud de la France alors qu'il est indispensable dans le nord ou les zones de montagne. A l'inverse, imposer un chauffage solaire dans le sud pourrait être avantageux en raison des excellents rendements d'ores et déjà obtenus et qui progresseront encore.

De même, imposer une solution identique pour l'habitat collectif, (en location ou en copropriété) et pour les maisons individuelles ne semble pas non plus être une mesure appropriée.

La STU devrait donc, sans perdre de sa simplicité, pouvoir évoluer vers une solution technique par région (STR ?) déclinée selon un nombre limité de types de constructions. Ce thème de réflexion devrait être approfondi car il constitue une piste intéressante à étudier lors de l'élaboration des futurs règlements.

Le concept du STU régionalisé maintiendrait par ailleurs le principe d'équité entre les nouveaux acquéreurs soumis à l'obligation de réaliser des travaux de rénovation thermique. La différence de coût d'investissement entre les différentes régions climatiques serait en effet compensée par un niveau d'économies plus important en allant des régions les plus chaudes vers les plus froides ; la rentabilité serait alors assurée dès la première année quelles que soient les régions.

CHAPITRE III : OBSERVATIONS ET PERSPECTIVES

Le PREBAT a été mis en place il y a environ deux ans. Son organisation a été calquée sur le modèle du PREDIT alors en charge depuis plus de dix ans, et avec succès, de promouvoir la recherche pour les économies d'énergies dans les transports.

Il se trouve cependant que le domaine du bâtiment :

- met en jeu un nombre bien plus important d'acteurs dont la plupart ne disposent pas de la rigueur généralement acquise dans le milieu industriel ;
- est tributaire d'un parc à forte inertie, en raison de l'importance du nombre de ses constructions anciennes et de son faible taux de renouvellement ne dépassant pas 1% ;
- est sujet à des comportements d'utilisateurs pouvant faire varier dans des proportions allant de 1 à 4 les résultats escomptés ;
- est enfin très en retard par rapport au domaine des transports au plan de la recherche.

Pour remplir sa mission dans le contexte contraint, résultant du Grenelle de l'environnement, le PREBAT doit aujourd'hui se poser la question de son organisation, de ses moyens d'action et des modes de dévolution des aides accordées aux équipes de recherche.

1 - ORGANISATION DU PREBAT

Les contacts pris avec différents laboratoires dans le cadre de cette mission ont tous relevé l'intérêt de l'existence du programme PREBAT, mais en regrettant souvent :

- la lourdeur des procédures et la difficulté à passer les différents filtres des appels à propositions.
- le manque de continuité. Lorsqu'un projet n'est pas retenu, y a-t-il des perspectives ? et si oui ne serait-il pas possible que le candidat bénéficie d'explications qui lui permettraient d'améliorer le projet et lui donner une nouvelle chance lors d'une nouvelle consultation ?
- l'absence de suite lorsqu'un projet retenu n'est pas complètement abouti. Ne pourrait-on pas dans ce cas envisager un gré à gré pour éviter le retour à la case départ d'un nouvel appel à projet ?
- le manque de prise en compte du risque d'échec : le risque que la recherche n'aboutisse pas devrait être intégré ; les commissions devraient faire preuve de plus de souplesse.
- l'absence de réserve pour des commandes de gré à gré : répondre à un appel à projet nécessite dans certains cas un gros investissement qui peut conduire à renoncer à participer à la consultation.
- l'avantage de fait dont bénéficient les laboratoires publics bénéficiant d'aides de l'Etat, puisque le taux de subvention des projets n'est pas modulé en fonction de la nature juridique des organismes de recherches.
- le manque de cohérence de la démarche puisque certains projets répondant bien au cahier des charges, écartés par le PREBAT, sont quelque fois directement pris en charge par l'un des financeurs du PREBAT.
- le manque de suite donné à certains projets retenus lorsque le financeur désigné estime que le sujet n'entre pas suffisamment dans le cadre de ses propres objectifs.
- l'insuffisance de motivations accompagnant les décisions de rejet d'un projet.

Ces critiques ne remettent pas en cause l'existence du PREBAT dont sont unanimement reconnu la compétence et le dévouement de ses membres avec une mention particulière à l'égard des comités thématiques. Elles conduisent néanmoins à se demander si le schéma d'organisation arrêté par le protocole à l'origine de sa création ne devrait pas évoluer.

Ces critiques montrent en effet que l'instance des signataires (le COSI) et le comité stratégique d'animation (le COSA), ne se sentent pas toujours engagés par les décisions prises par l'autre. Ces deux instances pourraient avantageusement se transformer en un exécutif unique aidé dans son action par un véritable conseil scientifique.

Cela donnerait du poids aux orientations stratégiques ainsi définies et renforcerait l'action du PREBAT à la condition bien sûr qu'il ait la réelle maîtrise de l'exécution des crédits de recherche mis à sa disposition.

2 - LES MOYENS D'ACTION

Les moyens en personnel mis à la disposition du PREBAT sont notoirement insuffisants : le secrétariat permanent est assuré par un seul agent à plein temps de catégorie A+ . De même, le secrétariat de chaque comité thématique qui à la lourde tâche d'organiser et de suivre ses travaux, de monter les dossiers d'appels à projets, puis d'en assurer le traitement, n'est tenu que par une seule personne détachée à temps partiel de son activité principale. Sans tenir compte d'un agent de catégorie A+ directement rattaché au président du COSA, l'effectif du PREBAT ne représente pas plus de 2ETP dont un A+

Les présidents du COSI, du COSA, ainsi que ceux des comités thématiques, assurent leurs fonctions à titre bénévoles, ne disposent que de très peu de moyens d'action.

Si l'on souhaite que le PREBAT ne soit pas une sorte de guichet ouvert sans possibilité de contrôle des résultats obtenus, ses moyens doivent être renforcés tant en personnels qu'en possibilité de recours à des experts de haut niveau.

L'organigramme devrait au minimum inclure :

- un secrétariat général composé de 4 agents : 2 A+, 2 B (secrétaire et chargé de communication) ;
- pour chacun des quatre comités thématiques : 1,5 ETP dont 1 A.

Comme cela a été dit précédemment, l'actuel mais nécessaire saupoudrage des crédits alloués à la recherche au moyen des appels à projets doit être complété par des projets de recherche d'envergure ciblés sur des thèmes parfaitement définis avec l'aide d'un conseil scientifique étoffé.

Pour permettre de mener de front ces deux types d'actions le doublement du budget annuel du PREBAT, actuellement de 15M€ apparaît indispensable.

3 - LES MODES DE DÉVOLUTION DES CONVENTIONS DE RECHERCHES

Les modalités actuelles d'affectation du budget méritent d'être complétées afin de couvrir les différents types de projets.

La procédure d'appel à projets, telle qu'elle est actuellement organisée, doit comme indiqué précédemment être poursuivie pour une fraction de l'enveloppe.

Les règles actuelles encadrant la commande publique doivent permettre, s'agissant de la passation de contrats de recherche, de traiter sous forme négociée des conventions ou des contrats portant sur des sujets spécifiques dont l'intérêt est avéré. Une confirmation juridique permettrait de fixer de façon précise le champ et les modalités de la négociation.

Les projets de recherches répondant à des axes définis par le PREBAT pourraient donner lieu, sauf exception, à des appels à candidatures pour que soit respecté le principe d'égalité face à la commande publique, et que des start-up récemment créés, mais disposant d'un réel potentiel, puissent avoir la possibilité de contracter.

CONCLUSIONS ET PRÉCONISATIONS

Le réchauffement climatique, conséquence de l'activité humaine, ne fera que s'accélérer si aucune action décisive n'est entreprise pour réduire de manière drastique les émissions de gaz à effet de serre. Les effets les plus dévastateurs seraient sans cela à craindre, non seulement en raison de l'augmentation du nombre et de l'intensité des catastrophes naturelles, mais aussi du ralentissement de la croissance mondiale, touchant plus particulièrement les pays les plus pauvres, mais encore de l'accélération de l'inflation comme le montre une récente étude de la banque MORGAN STANLEY.

Le bâtiment a dans le domaine de la réduction des besoins énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre, des marges de progression importantes et un retard certain à rattraper par rapport à d'autres secteurs. La recherche doit donc être stimulée et accompagnée pour que les matériaux, les équipements et les différents éléments de construction voient leurs performances notablement améliorées à des prix acceptables pour le marché. La croissance exceptionnelle de ce marché devrait d'ailleurs contribuer à tirer les prix vers le bas.

Le PREBAT a donc une mission stratégique à remplir et doit en conséquences se mettre en position d'accompagner ce mouvement.

Il devrait donc :

- repenser son organisation pour améliorer son efficacité, en se dotant d'un exécutif unique aidé dans ses choix par un conseil scientifique. Le protocole de création du PREBAT devrait alors être actualisé par avenant ;
- obtenir des pouvoirs publics les moyens en budget et en personnels compatibles avec sa mission qui est de promouvoir la recherche dans la perspective du respect des engagements environnementaux ambitieux exprimés lors du Grenelle de l'environnement ;
- définir des axes de recherches ciblés sur l'amélioration significative : des isolants de façades, des composants de l'enveloppe des constructions, des équipements, de la conception des bâtiments, des méthodes et des appareils de mesures des performances, ect.. puis lancer les programmes de recherche correspondants en contractant avec des laboratoires et des équipes de chercheurs sélectionnés au vu de leurs compétences et de l'importance des moyens proposés. Cette sélection des meilleures équipes par un appel à candidatures très ouvert, permettrait par ailleurs la mise à jour des fichiers anciens et en grande partie obsolètes existant actuellement ;
- réintroduire les aspects socio-économiques au sein de toutes les réflexions, que ce soit celles concernant le neuf, l'ancien ou les technologies ;
- s'intéresser aux questions de financement des travaux spécifiques d'économies d'énergies, en particulier ceux concernant la réhabilitation des bâtiments anciens, en suscitant des recherches pointues ayant trait à l'ingénierie financière ;
- favoriser et aider financièrement les constructions expérimentales à très basse consommation et à énergie positive réparties sur le territoire tant pour faire avancer la recherche que pour servir d'exemple et susciter de la part des maîtres d'ouvrage l'envie d'adopter cette démarche ;
- contribuer à améliorer le diagnostic de performance énergétique (DPE) ;
- communiquer, au delà des journées du PREBAT organisées une fois par an, sur :

- les avancées de la recherche ;
- les réussites immobilières en matière de basse consommation et d'énergie positive ;
- les gains financiers tirés des travaux d'économies d'énergie pour inciter les particuliers à prendre leur décision d'investissement.

Comme indiqué dans le préambule, Le COSI vient dans cette perspective de confier au CSTB, (en complément d'études réalisées pour le compte de la DRAST par les CETE du Nord et de Lyon) le recensement et l'analyse d'une trentaine de constructions exemplaires en matière de basse consommation comprenant environ 10 bâtiments neufs, 10 rénovations et 10 immeubles à usage tertiaire. Les résultats de ces études devaient donner lieu à une opération de communication adaptée.

Un prix récompensant les opérations les plus performantes, neuves ou de réhabilitation, pourrait être instauré sous l'égide du PREBAT.

LISTE DE DIFFUSION DU RAPPORT N° 005231-01

- Le ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables	1 ex
- Le directeur du Cabinet du ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables	2 ex
- M. le secrétaire général du ministère de l'écologie, du développement et de l'Aménagement durables	2ex
- M. le directeur du Cabinet du secrétaire d'Etat chargé des transports	2 ex
- M. le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction	2 ex
- M. le vice-président du CGPC	1 ex
- La présidente et les présidents de section du CGPC	7 ex
- M. le secrétaire de la 6ème section du CGPC	1 ex
- M. le secrétaire de la 3ème section du CGPC	1 ex
- M. le président du COSI	2 ex
- M. le président du COSA	2 ex
- M. le secrétaire permanent du PREBAT	2 ex
- Gérard Delacroix	1 ex
- Archives du CGPC	1 ex

**ANNEXE 1 : FICHES D'IDENTIFICATION DES
LABORATOIRES PARTICIPANT À LA FÉDÉRATION DE
RECHERCHE BATI2E**

3. Laboratoires concernés

Laboratoire	Tutelle	Directeur (ou représentant)
AUS	Université Marne La Vallée - CNRS	Jean-Pierre Traisnel
CEP	Ecole des Mines de Paris - CNRS	Didier Mayer
CERMA	Ecole d'architecture de Nantes - CNRS	Gérard Hégron
CETHIL	INSA de Lyon - CNRS	Dany Escudié
DGCB	ENTPE - CNRS	Gérard Guarracino
G2Elab	INPG/UJF - CNRS	James Roudet
G-SCOP	INPG/UJF - CNRS	Yannick Frein
LAPLACE	UPS/INPT - CNRS	Christian Laurent
LEGI	Université Joseph Fourier - CNRS	Alain Cartellier
LEMETA	Université de Nancy - CNRS	Christian Moyne
LEPTAB	Université La Rochelle	Francis Allard
LET	ENSMA-Université de Poitiers - CNRS	Daniel Petit
LIMSI	CNRS	Patrick Le Quéré
LOCIE	Université de Savoie	Lingai Luo
LPBS	Université de La Réunion	François Garde
PROMES	CNRS	Gilles Flamant
SATIE	ENS Cachan - CNRS	Sylvain Allano
SPE	Université de Corse - CNRS	Jacques-Henri Balbi
TREFLE	ENSAM-Université Bordeaux 1- CNRS	Eric Arquis

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire Plasma et Conversion de l'Energie

Sigle : LAPLACE

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 5213

Tutelle(s) du laboratoire : CNRS, Univ. Toulouse 3, Inst. Nation. Polytechnique Toulouse

Adresse : 118 rte de Narbonne, bât 3R2

Code Postal : 31062

Ville : Toulouse

Téléphone : 0561556996

Fax : 0561558447

Nom du Directeur du laboratoire : Christian LAURENT

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Systèmes d'éclairage, Sources de Lumière, Eclairage-Ambiances visuelles-Qualité de vie, Aspects énergétiques de l'éclairage et analyse de cycle, Convertisseurs, fiabilité des systèmes énergétiques, Energies renouvelables (solaire et éolien), photovoltaïques organiques

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération

(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

5-6 Enseignants chercheurs et chercheurs

3-4 doctorants

1-2 post-docs

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : PROCédés Matériaux, Energies Solaire

Sigle : PROMES

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UPR 8521

Tutelle(s) du laboratoire : CNRS

Adresse : Rambla de la Thermodynamique

Code Postal : 66200

Ville : Perpignan

Téléphone : 04 68 68 22 22

Fax : 04 68 68 22 13

Nom du Directeur du laboratoire : Gilles Flamant

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Systèmes : climatisation solaire, ECS;

Stockage thermique : thermochimique, composites à chaleur latente;

Transport de l'énergie;

Traitement de polluants : adsorption, co-adsorption, synthèse d'adsorbants à texture contrôlée, photocatalyse.

AXES CONCERNES*

- | | | |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Vecteur air | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Matériaux et enveloppe | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Equipements | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | Gestion des systèmes | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Modélisation | <input type="checkbox"/> |
| 6 | Bâtiment intégré | <input type="checkbox"/> |
| 7 | Socio-économie | <input type="checkbox"/> |

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération

(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

Sur l'axe 2: 5 permanents (2 Pr, 1 MdC, 1 CR, 1 IR), 1 doctorant

Sur l'axe 3: 6 permanents (3 Pr, 1 CR, 1 MdC, 1 IE), 3 doctorants

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Centre Energétique et Procédés

Sigle : CEP

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : FRE 2861

Tutelle(s) du laboratoire : Ecole des Mines de Paris

Adresse : 60 Bd Saint Michel

Code Postal : 75272

Ville : Paris Cedex 06

Téléphone : 0140519151

Fax : 0146342491

Nom du Directeur du laboratoire : Didier Mayer

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Le CEP étudie des technologies innovantes et des outils méthodologiques dans le but de réduire les consommations énergétiques et les impacts environnementaux des bâtiments. Les innovations concernent l'enveloppe (nouveaux isolants, vitrages), les équipements (pile à combustible, pompes à chaleur, climatisation) et l'intégration des énergies renouvelables (solaire thermique et photovoltaïque, micro-cogénération à partir de bois). Les activités de modélisation contribuent à l'amélioration des dispositifs réglementaires et des outils d'aide à la conception (simulation thermique, analyse de cycle de vie). Des activités sont également menées sur l'évaluation des ressources (solaire, éolien) et sur les services énergétiques.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

8 permanents

5 post-docs

10 doctorants

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Transferts, Ecoulements, Fluide, Energétique.

Sigle : TREFLE

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : .UMR 8508..

Tutelle(s) du laboratoire : .ENSAM / Université Bordeaux 1 / ENSCPB

Adresse : Site ENSAM - Esplanade des Arts et Métiers...

Code Postal : 33405

Ville : TALENCE.

Téléphone : 05 56 84 54 00 ou 05 40 00 66 67

Fax : 05 56 84 54 36 ou 05 40 00 66 68

Nom du Directeur du laboratoire : Eric ARQUIS

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Axe 2 :

Couplage convectif turbulent dans les structures de paroi fluide / poreux

Imagerie infra-rouge

Axe 3 :

Stockage de chaleur

Echangeurs miniatures

Axe 4 :

Optimisation de la gestion énergétique

Axe 5 :

Résolution de problèmes de grande dimension

Assimilation de données expérimentales

Environnements de modélisation, simulation et analyse

Axe 6 :

Intégration de modèles approchés dans outils de conception des bâtiments

Suivi des bâtiments en fonctionnement

Méthodes de conception fiabiliste

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

Axe 2 : 2 PR et 1 CR

Axe 3 : 1 PR

Axes 4 & 5 : 3 MCF, 1 PR

Axe 6 : 3 MCF

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble

Sigle : G2Elab

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 5269

Tutelle(s) du laboratoire : INPGrenoble-UJF-CNRS

Adresse : 961 Rue de la Houille Blanche

Code Postal : BP46 38402 Saint Martin d'Hères Cédex

Ville : Saint Martin d'Hères

Téléphone : 04 76 82 62 99

Fax : 04 76 82 63 00

Nom du Directeur du laboratoire : James Roudet

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Le laboratoire est structuré en plusieurs équipes de recherche, 6 au total. Sur ces 6 équipes, l'une d'entre elles, MAGE travaille sur des problèmes génériques de modélisation, conception, simulation, et optimisation de systèmes d'énergie électrique mettant souvent en jeux des couplages multiphysiques. Une autre équipe SYREL s'intéresse plus particulièrement à l'architecture des réseaux et réseaux électriques, la gestion dynamique des flux énergétiques ainsi que la gestion intelligente des sources et des charges. Ces deux équipes sont susceptibles d'apporter toute la dimension système nécessaire dans ce type de projet. De part ces thématiques, ces deux équipes devront travailler en forte interaction avec les autres membres du projet. Il faudra aussi veiller à associer d'autres spécialistes du laboratoire dont les interactions seront plus faibles avec le reste de la communauté, mais dont l'expertise dans le domaine de l'électronique de puissance, les actionneurs électromécaniques, la réfrigération magnétique est indispensable pour le caractère innovant du projet.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

Equipe MAGE : 3 E/C, deux doctorants, un post doc

Equipe SYREL : 3 E/C, trois doctorants, deux post-doc

Equipe MADEA (aspects magnétocalorie et actionneurs) : 2 Chercheurs, 2 doctorants, un Post-doc

Equipe Electronique de Puissance : 1 chercheur, 2 doctorants

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Département Génie Civil Bâtiment

Sigle : DGCB

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : URA D1652

Tutelle(s) du laboratoire : ENTPE

Adresse : Rue Maurice Audin

Code Postal : 69518

Ville : Vaulx en Velin

Téléphone : 0472047027

Fax : 0472047027

Nom du Directeur du laboratoire : G.Guarracino

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

La composante bâtiment du DGCB (LASH) développe des travaux en thermo-aéraulique appliquée au bâtiment depuis de nombreuses années.

Les travaux couvrent les domaines des axes avancés par le projet de fédération de recherche, enveloppe, systèmes énergétiques, couplage système-enveloppe, contrôle-commande.

Les applications concernent les bâtiments neufs et existants.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DE LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

4 chercheurs

2 postdocs

5 doctorants

Un IE .

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels.

Sigle : LEGI.

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 5519

Tutelle(s) du laboratoire : Université J. Fourier, INPG, CNRS...

Adresse : Rue de la piscine.

Code Postal : BP 53, 38041 cedex

Ville : Grenoble

Téléphone : 04 76 82 50 28.

Fax : 04 76 82 52 71

Nom du Directeur du laboratoire : Alain Cartellier.

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

1.1 Utilisation de Matériaux à Changement de Phase.

1.2 Optimisation d'Enveloppe Multifonctionnelle : protection solaire, isolation conventionnelle et/ou sous-vide, captage d'énergies locales gratuites (par récupération chaleur / fraîcheur), transmission de l'énergie par ventilation naturelle (ou forcée) intégrée dans les parois (air utilisé comme vecteur énergétique : fluide caloporteur circulant à l'intérieur de la structure pour homogénéiser la température des parois), stockage en utilisant l'inertie de matériaux conventionnels ou en intégrant des matériaux à changement de phase dans les éléments de la structure / modélisation et expérimentation sur une cellule-test d'enveloppe multifonctionnelle ventilée (surfaces de captage solaire, volumes de MCP, débits de flux d'air...).

2 Modélisation et contrôle des écoulements d'air turbulents.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

3 MCF

1 doctorant

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Grenoble - Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production

Sigle : G-SCOP

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : FRE3028

Tutelle(s) du laboratoire : Institut National Polytechnique de Grenoble

Adresse : 46, av. Félix Viallet

Code Postal : 38031

Ville : Grenoble

Téléphone : 04.76.57.43.20

Fax : 04.76.57.46.95

Nom du Directeur du laboratoire : Yannick Frein

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Le laboratoire (Grenoble - Science de la Conception, de l'Optimisation et de la Production) développe des recherches dans le domaine des systèmes de production de biens et de services en particulier autour de problématiques liées à la distribution des équipements et des personnes. Le laboratoire développe des approches multidisciplinaires pour résoudre les nouveaux problèmes posés. Il réunit en effet des chercheurs en mécanique, en recherche opérationnelle, en automatique des systèmes à événements discrets et en informatique. Le laboratoire a signé un accord de coopération avec le G2ELAB/INPG dans le but de développer de nouvelles recherches dans le domaine de la supervision des systèmes énergétiques. Les 2 laboratoires sont d'ores et déjà impliqués dans des projets ayant trait à la gestion des équipements électriques dans le bâtiment, et en particulier, à la gestion globale des flux énergétiques dans l'habitat particulier. Ces projets sont supportés par l'ANR et impliquent diverses entreprises dont Schneider Electric, MGE-UPS, SAFT et par des institutions comme le CSTB ou l'INES.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération

(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

1 PR

5-6 Enseignants chercheurs et chercheurs

3-4 doctorants

1-2 post-docs

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment
Sigle : LEPTAB...

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UPRESEA 2119...

Tutelle(s) du laboratoire : Université de La Rochelle...

Adresse : Bâtiment Fourier, Pôle Sciences et Technologies, ave. M. Crépeau

Code Postal : 17042 cedex 1

Ville : La Rochelle.

Téléphone : 0546458624..

Fax : 0546458241..

Nom du Directeur du laboratoire : Francis ALLARD...

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Notre ligne de conduite depuis la création du LEPTAB a été de créer un réel continuum depuis des études sur les méthodes numériques et la modélisation des phénomènes de transfert et de masse jusqu'à des études de systèmes ou des travaux méthodologiques sur l'évaluation de la qualité environnementale des bâtiments ou des quartiers ou la réduction des îlots de chaleur urbains.

Ainsi, partant d'analyses expérimentales détaillées d'écoulements (détachement de jets pariétaux, réduction des bruits auto-entretenus par effet Coanda), de développements de modèles physiques (transferts d'ions dans des matériaux à faible porosité, sorption des polluants gazeux sur les matériaux ou revêtements) ou numériques (développement de modèles LES pour la convection naturelle ou le transport de particules), nous avons pu proposer des modèles réduits (POD) ou intermédiaires (modélisation zonale) permettant des avancées significatives sur des problématiques plus globales telles que le contrôle des écoulements ou des systèmes de conditionnement, la réduction des bruits dans les conduites, l'analyse et la prédiction de la qualité de l'air, la prédiction de l'altération des matériaux par les ions chlorures ou carbonates ou le développement de systèmes innovants de conditionnement des espaces habités en partenariat avec des industriels.

Axe A: Méthodes Numériques et Modélisation des Transferts Turbulents

Axe B: Maîtrise de la Qualité des Ambiances Habitables

Axe C: Phénomènes de Transfert dans les Matériaux à Faible Porosité.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

Enseignants chercheurs	IATOSS
7 Professeurs	1,5 Secrétaire
16 Maîtres de Conférences	1 Assistant Ingénieur (50%)
4 ATER	1,5 Ingénieurs d'étude
31 Doctorants	..

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Systemes Physiques pour l'Environnement

Sigle : SPE

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR

Tutelle(s) du laboratoire : ...

Adresse : Quartier Grossetti

Code Postal : 20250

Ville : CORTE

Téléphone : 04 95 45 01 90

Fax : 04 95 46 15 19

Nom du Directeur du laboratoire : JH BALBI

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Conceptualisation de produits multifonctionnels solaire à haute intégration bâti (MDE)

AXES CONCERNES*

- | | | |
|---|------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Vecteur air | <input type="checkbox"/> |
| 2 | Matériaux et enveloppe | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Equipements | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | Gestion des systèmes | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Modélisation | <input type="checkbox"/> |
| 6 | Bâtiment intégré | <input type="checkbox"/> |
| 7 | Socio-économie | <input type="checkbox"/> |

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

5 MCF

2 doctorants

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée.

Sigle : LEMTA

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR Nancy-Université, CNRS

Tutelle(s) du laboratoire : INPL

Adresse : Faculté des Sciences BP 239

Code Postal : 54506

Ville : Vandoeuvre les Nancy Cedex..

Téléphone : 0383684685

Fax : 0383684686

Nom du Directeur du laboratoire : Christian MOYNE

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

- Caractérisation conductive et radiative d'isolants thermiques du bâtiment (principalement des milieux fibreux à base de silice ou de bois et des isolants nanostructurés),
- Détermination des propriétés radiatives par méthode inverse à partir des mesures spectroscopiques,
- Modélisation du transfert de chaleur dans l'enveloppe en régime permanent et transitoire (résolution des équations de Maxwell et de Boltzman et de l'équation de transfert radiatif pour un milieu non gris diffusant),
- Optimisation de l'isolant dans ses conditions d'utilisation (détermination de la morphologie et la composition optimale).

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

2 PR, 3 MCF, 1 CR CNRS, 1 IE, 2 doctorants et 2 post-doc.

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Centre de Recherche Méthodologique d'Architecture

Sigle : CERMA

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 1563

Tutelle(s) du laboratoire : Ministère de la Culture et de la Communication, CNRS

Adresse : ensa de Nantes - Rue Massenet - BP 81931

Code Postal : 44319

Ville : Nantes cedex 3

Téléphone : 0240594324

Fax : 0240591177

Nom du Directeur du laboratoire : Gérard Hégron

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Le CERMA mène des travaux de recherche à l'échelle architecturale et à l'échelle urbaine. Plusieurs des thématiques inscrites au projet de recherche du CERMA sont en lien avec la Fédération.

Ces actions de recherche se concrétise notamment dans la participation de membres de l'équipe à 3 projets ANR : MEAMI,MI@EP et PACIBA.

Le CERMA est également investi dans des recherches portant sur l'interaction micro-climat urbain consommation énergétique des bâtiments.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input type="checkbox"/>
3	Equipements	<input type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

1 PR
2 MCF
1 IR

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Architecture, Urbanisme et Sociétés

Sigle : AUS

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 7136

Tutelle(s) du laboratoire : CNRS, Université Paris 8, Ministère de la Culture

Adresse : LTMU/IFU, 4 rue Nobel

Code Postal : 77420

Ville : Champs sur Marne

Téléphone : 01 64 68 91 91

Fax : 01 64 68 96 87

Nom du Directeur du laboratoire : Philippe BONNIN

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Scénarios « parc-facteur 4 » à l'horizon 2050

Caractérisation énergétique et environnementale des formes urbaines

AXES CONCERNES*

- | | | |
|---|---------------------------|-------------------------------------|
| 2 | Vecteur air | <input type="checkbox"/> |
| 1 | Matériaux et enveloppe | <input type="checkbox"/> |
| 3 | Systèmes | <input type="checkbox"/> |
| 5 | Gestion | <input type="checkbox"/> |
| 4 | Modélisation | <input type="checkbox"/> |
| 6 | Bâtiment intégré | <input type="checkbox"/> |
| 7 | Conception multi-critères | <input checked="" type="checkbox"/> |

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

1 MCF

1 IR

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur

Sigle : LIMSI

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UPR 3251

Tutelle(s) du laboratoire : CNRS

Adresse : BP 133, Bât 508, Campus

Code Postal : 91403

Ville : Orsay Cedex

Téléphone : 01 69 85 80 80

Fax : 01 69 85 80 88

Nom du Directeur du laboratoire : Patrick Le Quéré

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Axe 1 "Thermo-aéroulrique ... (Vecteur air)" :

Modélisation fine des écoulements et des interactions convection - rayonnement.

Axe 3 "Génération, stockage, distribution et usages de l'énergie ... (Systèmes)" :

Analyses exergetiques de systèmes d'énergie et de l'ensemble du bâtiment pris comme un système.

Axe 5 "... simulation, outils et plateformes logicielles (Modélisation)" :

Réduction de modèles pour élaborer des stratégies de contrôle

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

1 CR

1 MCF

1 DR

1 IR2)

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Systèmes et Applications des Technologies de l'Information et de l'Energie...

Sigle : .SATIE..

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : UMR 8029...

Tutelle(s) du laboratoire : .ENS de Cachan - CNAM - CNRS..

Adresse : .61 avenue du Pdt Wilson ..

Code Postal : .94235..

Ville : .CACHAN Cedex..

Téléphone : .01 47 40 21 12..

Fax : ..01 47 40 21 99.

Nom du Directeur du laboratoire : Sylvain ALLANO...

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

- Activités menées sur le site de l'antenne de Bretagne de l'ENS de Cachan - SATIE
- conception de systèmes de conversion des ressources renouvelables en électricité
- traitement de l'intermittence de la production d'électricité d'origine renouvelable fluctuante (PV, éolien...) via une gestion optimisée de la production, de la consommation et du stockage ;
- systèmes électromécaniques de conversion d'énergie pour la génération et le stockage.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération

(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

.2 enseignants-chercheurs

2 doctorants.

IDENTITE DU LABORATOIRE

Nom du laboratoire : Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement

Sigle : LOCIE ...

Identification (UPR, UMR, UPRESA...) : EA 3704

Tutelle(s) du laboratoire : ...

Adresse : Polytech'Savoie, Campus Scientifique, Savoie Technolac

Code Postal : 73376...

Ville : Le Bourget-Du-Lac...

Téléphone : 04 79 75 88 21

Fax : 04 79 75 81 44

Nom du Directeur du laboratoire : ...

PRESENTATION DES DOMAINES DE COMPETENCE EN LIEN AVEC LA FEDERATION

Thermique du bâtiment, thermodynamique, systèmes énergétiques, modélisation et simulation, approche globale du bâtiment, gestion du risque, intégration de l'énergie solaire et géothermale dans le bâtiment,

Ces compétences intègrent directement dans les axes de recherche de la fédération.

AXES CONCERNES*

1	Vecteur air	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Matériaux et enveloppe	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Equipements	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Gestion des systèmes	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Modélisation	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bâtiment intégré	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Socio-économie	<input checked="" type="checkbox"/>

POTENTIEL DU LABORATOIRE

Nombre et fonctions des personnels participants à la fédération
(y compris CDD, doctorants, post-doc, ...)

1 DR CNRS

2 professeurs

3 MDC

8 Doctorants

ANNEXE 2 : PROTOCOLE DE CRÉATION DU PREBAT

MINISTERE DE L'EMPLOI, DE LA COHESION SOCIALE ET DU LOGEMENT

MINISTERE DE L'ECONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

**MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

**MINISTERE DES TRANSPORTS, DE L'EQUIPEMENT, DU TOURISME
ET DE LA MER**

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

PROTOCOLE DE COOPERATION

Entre

**Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement
Le ministre des transports, de l'équipement,
du tourisme et de la mer
La ministre de l'écologie et du développement durable
Le ministre délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche
Le ministre délégué à l'industrie**

Et

**La présidente de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
Le président d'OSEO anvar
Le directeur de l'agence nationale de la recherche
Le président de l'agence nationale pour l'amélioration de l'habitat
Le président de l'agence nationale pour la rénovation urbaine**

Pour la création du

**PROGRAMME DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION SUR L'ENERGIE DANS
LES BÂTIMENTS
PREBAT
2005-2009**

Préambule

Le secteur du bâtiment représente 46% de la consommation finale d'énergie et 25% des émissions de gaz à effet de serre. Il est, après le secteur des transports, la deuxième cible identifiée dans le « Plan Climat » de la lutte contre le gaspillage énergétique et l'effet de serre.

Dans le cadre des objectifs fixés par le Protocole de Kyoto, les pays signataires dits « de l'annexe » (les pays développés ou en transition vers une économie de marché comme la Russie) ont accepté globalement de réduire de -5,5% leurs émissions de gaz à effet de serre sur la période 2008-2012 par rapport au niveau atteint en 1990. La France s'est engagée à maintenir ses émissions de GES au niveau observé en 1990. Par ailleurs, selon le GIEC, un pays industrialisé comme la France devrait diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 pour un objectif de stabilisation du climat.

Dans ce contexte, la mise en place de nouvelles mesures réglementaires, ainsi que le déploiement de politiques de sensibilisation ou de formation des acteurs et des usagers du secteur du bâtiment, ne pourront pas apporter une réponse suffisante et permettre les évolutions nécessaires. Un effort important, durable et finalisé de recherche, de développement, d'innovation et de transfert de technologie doit être mis en place, pour apporter des solutions nouvelles à ce défi. Cet effort passe également par l'étude et la mise en œuvre en tant que de besoin d'instruments économiques (certificats d'économie d'énergie, taxation, système d'échange de quotas) visant à modifier les comportements.

C'est l'objet du programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans les bâtiments (PREBAT) dont la mise en place est définie par le présent protocole.

Art. 1 : Finalités du PREBAT

Les finalités du PREBAT sont de développer la recherche, le transfert des technologies et l'expérimentation selon les axes stratégiques suivants :

1. La modernisation durable des bâtiments existants.

L'objectif de recherche et de développement poursuivi est d'obtenir, à l'horizon 2015-2020, dans des conditions techniques, économiques et sociales acceptables, des solutions techniques permettant :

- la rénovation banalisée de bâtiments avec une performance énergétique aussi proche que possible de celle des bâtiments neufs. L'objectif minimum sera une consommation énergétique pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le renouvellement d'air et le confort d'été inférieure à 80 KWh/m² et un temps de retour sur investissement inférieur à 15 ans au coût des énergies à cet horizon.

- la réhabilitation de bâtiments pouvant atteindre, par leur adaptation à l'architecture et au bâti existant, des performances équivalentes à celles obtenues par les meilleures pratiques actuelles de constructions neuves.

L'objectif final d'une division par quatre des émissions de gaz à effet de serre en 2050 doit être atteint par la réalisation de ces objectifs de recherche dans la mise à niveau du parc immobilier restant.

L'objectif du protocole actuel est de pouvoir disposer en 2010 d'un ensemble de solutions techniques permettant de mettre à disposition des bâtiments réhabilités avec une consommation maximale de chauffage de 50 KWh/m² et un temps de retour sur investissement inférieur à 20 ans.

2. La préfiguration des bâtiments neufs de demain.

L'objectif de recherche et de développement poursuivi est de permettre à l'horizon 2015- 2020 :

- la construction banalisée de bâtiments de tous types consommant pour le chauffage, le confort d'été, la production d'eau chaude, le renouvellement d'air et l'éclairage, moins 50 KWh/m² avec un temps de retour sur investissement inférieur à 15 ans au coût des énergies à cet horizon.

L'objectif du protocole actuel est de pouvoir disposer en 2010 d'ensemble de solutions techniques permettant de lancer la réalisation de bâtiments démonstrateurs avec une consommation nulle et un temps de retour sur investissement inférieur à 20 ans.

3. Les bâtiments à énergie positive.

L'objectif de recherche et de développement poursuivi est de pouvoir construire et rénover dès que possible une part importante des bâtiments pouvant fournir plus d'énergie qu'ils n'en consomment. Une part significative des bâtiments réhabilités devra pouvoir bénéficier des méthodes et des techniques mises au point.

Pour l'ensemble de ces recherches, une attention particulière sera portée aux conditions de confort et de santé, ainsi qu'à l'intégration des énergies renouvelables.

Art. 2 : Champs et méthodes d'intervention

Le présent protocole organise et coordonne sur la période 2005-2009 les actions de soutien public à la recherche, au développement, au transfert de technologie et à l'expérimentation dans son domaine.

Il couvre l'ensemble du champ du bâtiment, notamment le logement individuel et collectif, les bâtiments tertiaires et industriels, les bâtiments et équipements publics y compris en ce qui concerne les groupes de bâtiment. Dans ces champs, sont traitées les problématiques de conception et de réalisation de la construction neuve comme de la rénovation et de la réhabilitation de la construction existante.

Il veille parallèlement à mettre à disposition, dès que possible, les informations disponibles aux plans national et international sur l'état de l'art et les performances technologiques dans le domaine de l'énergie dans les bâtiments afin que les actions de construction ou de réhabilitation, tant publiques que privées, puissent être effectuées en se fondant sur des exigences techniques actualisées.

La nature du secteur du bâtiment impliquant de vérifier en grandeur réelle la faisabilité et l'efficacité des solutions techniques proposées par la recherche, des réalisations expérimentales et de démonstration sont initiées par le PREBAT en liaison étroite avec les milieux professionnels concernés.

Le PREBAT veille à s'articuler avec les autres programmes et acteurs, en particulier dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie, du génie civil, des matériaux, de l'information, de l'environnement et de la santé. Il recherche et favorise tous les partenariats susceptibles de développer les recherches et les expérimentations en matière de bâtiment, notamment avec la fondation « bâtiment-énergie ». Il veille en particulier à inciter les équipes scientifiques et techniques les plus performantes à s'investir dans les champs concernés.

Il s'assure que le programme et ses projets font l'objet d'une évaluation.

Le PREBAT représente un cadre national d'action de la recherche pour le bâtiment. Il doit permettre de positionner la France comme un acteur important de la préparation et de la mise en œuvre du 7^{ème} PCRD, notamment en relation avec les travaux menés dans le cadre de la « plate forme technologique européenne de la construction ». Le PREBAT veille à articuler ses ambitions et ses thématiques avec celles de l'espace européen de la recherche.

Art. 3 : cadrage scientifique et technique

D'une manière générale, les actions de recherche se déclineront selon une double démarche :

- recherches sur les matériaux, les produits, les composants et les sous-systèmes, et leur intégration fonctionnelle à l'échelle du bâtiment ;
- intégration de ces recherches pour la conception et la mise en œuvre des bâtiments neufs et de la réhabilitation / rénovation des bâtiments existants.

Les recherches seront parallèlement déclinées dans le domaine des sciences sociales et humaines pour prendre en compte les éléments clés de prise de décision et notamment les contraintes d'acceptabilité sociale, d'usage et de comportement, d'économie et de financement, d'organisation et de filières professionnelles, etc...

a) Objectifs et méthodes ; les principaux axes de recherche seront :

- pour les briques technologiques
 - l'enveloppe et les éléments de structure (isolation, renouvellement d'air, façades passives ou actives, murs solaires, maîtrise des ambiances intérieures, bio-climatique, etc.)
 - les équipements et systèmes énergétiques (performance et pilotage des équipements et des systèmes, intégration des énergies renouvelables, gestion décentralisée de l'énergie, stockage énergétique, etc.)
- pour les bâtiments existants
 - l'assemblage et l'intégration dans les bâtiments existants des technologies les plus performantes et leur application sur des opérations expérimentales ou de démonstration
 - l'adaptation de ces technologies aux typologies et à l'architecture des bâtiments
 - le développement des énergies renouvelables
- pour les bâtiments neufs, la démarche visera la mise au point de « concept buildings » et de bâtiments démonstrateurs, en trois étapes :
 - définition d'ambitieux programmes formulés en termes d'exigences à partir des contraintes à satisfaire
 - définition de projets virtuels satisfaisant à ces contraintes et permettant de tester les différentes voies d'approche
 - instrumentation de bâtiments démonstrateurs mettant en œuvre les solutions testées dans les projets virtuels.
- ces axes nécessitent en parallèle des recherches dans le domaine socio-économique permettant de s'assurer :
 - de l'acceptabilité sociale et économique des innovations,
 - de la prise en compte du confort, de la santé et de la maîtrise des risques,
 - de l'intégration des innovations dans les filières professionnelles.

L'ensemble de ces démarches seront menées en articulation avec les autres acteurs concernés, notamment pour les nouvelles technologies de l'énergie.

b) Une première étape, dès son lancement, le PREBAT réalisera les quatre actions suivantes :

- l'état de l'art, aux plans national et international, des recherches, des meilleures pratiques professionnelles et des bâtiments les plus avancés ; cet état de l'art sera le fondement d'une veille permanente pendant la durée du PREBAT et servira de base aux actions de diffusion et de valorisation ;
- une feuille de route permettant de repérer et de spécifier les enjeux par rapport aux thématiques scientifiques et de préciser les priorités de recherches de la période 2005-2009 ; ces priorités prendront en compte les caractéristiques socio-économiques des principales typologies de bâtiments ;
- des premières recherches sur les briques technologiques élémentaires et leur intégration dans les bâtiments, en s'appuyant sur l'évaluation des résultats du programme « Bâtiment 2010 » de l'ADEME et du PUCA ;
- mise au point de premiers « concept buildings » et de bâtiments démonstrateurs illustrant les meilleures pratiques actuelles en matière de performances énergétiques, en particulier, le lancement d'un secteur démonstrateur sur le développement des énergies renouvelables dans l'existant ;

Art. 4 : Pilotage stratégique et scientifique

Le pilotage de l'ensemble du programme est assuré par une instance composée des représentants des signataires du protocole. Celle-ci arrête les modalités générales d'organisation et valide la programmation et le financement des actions.

Le pilotage scientifique est assuré au niveau stratégique par le comité d'orientation stratégique et d'animation, composé des présidents des quatre comités thématiques, de représentants des administrations, ainsi que de porteurs d'enjeux reconnus pour leur implication dans la stratégie. Il est doté d'un président et assisté d'un secrétariat permanent.

Il étudie les propositions des comités thématiques et définit une stratégie pour le programme. Il est responsable de son évaluation.

Il assure une fonction de coordination vis à vis des comités thématiques, en particulier en termes de veille scientifique et technique, d'actions de valorisation et d'orientations relatives à la réglementation. Il mène des réflexions sur l'ingénierie financière et les rapports avec les professionnels et les filières techniques.

Il propose des représentants aux comités mis en place par l'ANR ou d'autres instances.

La programmation scientifique et technique est assurée par quatre comités thématiques composés d'experts et de scientifiques reconnus. Chaque comité constitue une structure créée pour la durée du présent protocole. Il élabore une proposition de programme et suscite l'émergence de projets. Il évalue ceux qui lui sont soumis, en faisant appel, en tant que de besoin, à l'expertise extérieure. Chaque comité est doté d'un président assisté d'un secrétariat.

- 1 : le comité « technologies »
- 2 : le comité « bâtiments existants »

- 3 : le comité « bâtiments neufs »
- 4 : le comité « socio-économie »

1 : Le comité « technologies » est chargé de proposer des recherches dans le domaine technologique, tant en amont qu'en aval, au niveau des structures techniques élémentaires du bâtiment et de leur assemblage¹.

Il prend en compte les avancées scientifiques, ainsi que les verrous identifiés, notamment par les deux comités réalisateurs suivants.
Son champ d'intervention comprend également les équipements.

2 : Le comité « bâtiments existants » est chargé de proposer des réalisations de rénovation performantes pour les divers segments du parc.
Pour ce faire, il a une vision d'ensemble de sa structure, il connaît les diverses expériences réalisées, définit des programmes d'expérimentation et en assure le suivi. Il s'appuiera sur un important volet d'études sur le parc existant.
Il valorise les résultats et de façon générale propose des recommandations aux acteurs publics et privés.

3 : Le comité « bâtiments neufs » est chargé de proposer des solutions pour des bâtiments nouveaux avec des performances remarquables.
De plus, il est chargé de définir des concepts cibles pour des bâtiments à énergie positive, et de mettre en place les étapes qui en permettront l'accès (modalités de conception, nouveaux modules technologiques, interactions avec le réseau électrique – solutions de raccordement, équilibre du réseau à partir de productions d'énergie décentralisées...).

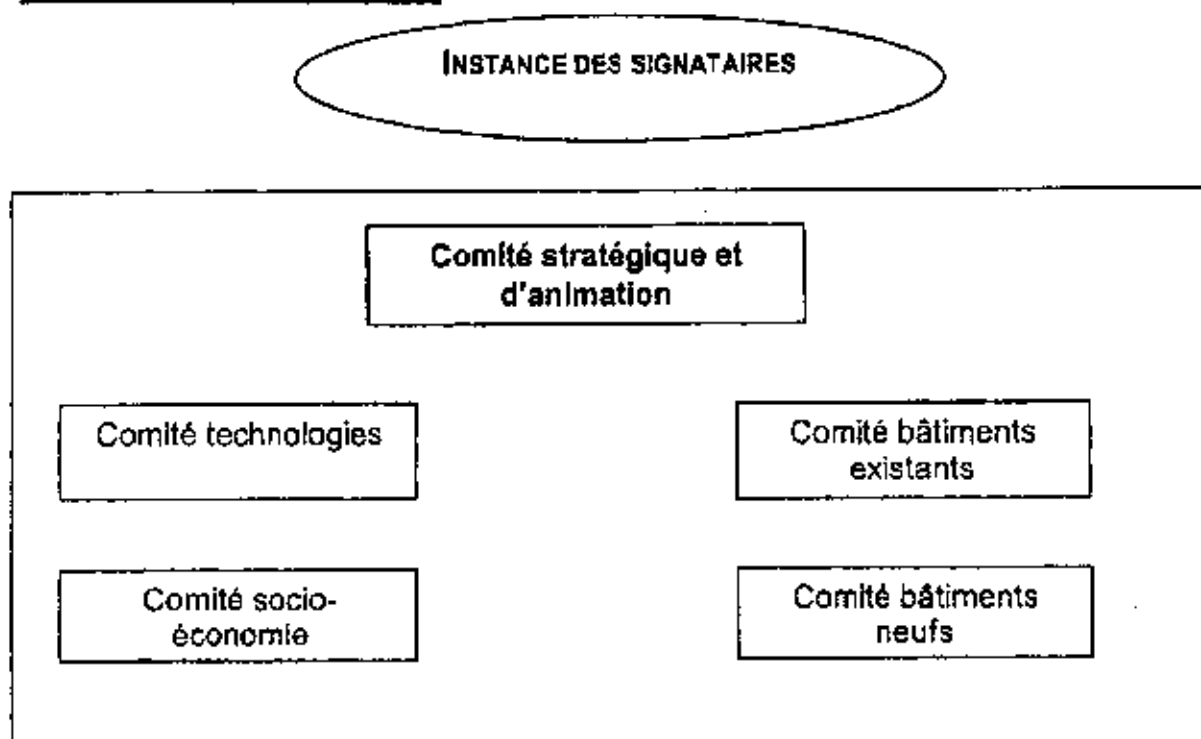
4 : Le comité « socio-économique » est chargé de proposer des solutions en réponse aux questions d'acceptabilité sociétale et comportementale, aux questions économiques, en particulier sur le rôle des prix dans les préférences des acteurs, qu'ils soient notamment propriétaires ou locataires. Il apporte sa contribution aux travaux des autres comités.

Les comités sont articulés entre eux selon le schéma figurant en annexe.

Le secrétariat permanent placé auprès de la DGUHC prépare et met en œuvre les décisions du comité stratégique et d'animation. Il coordonne les actions des comités thématiques, notamment en matière d'évaluation, de valorisation et de diffusion des résultats.

¹ Exemples, fenêtres multifonctions, systèmes d'isolation avancés, nouveaux systèmes de toiture, systèmes avancés utilisant les énergies renouvelables, système de production de chaud et froid, système de ventilation intégrée, système de stockage, systèmes alternatifs à la climatisation dans le résidentiel, etc. ...

articulation des comités



Art. 5 : Délégation aux agences

Les agences peuvent se voir confier la prise en charge d'un appel à projets sur un thème qui aura été proposé par l'instance des signataires. Le traitement d'un tel appel à projet sera effectué suivant les règles propres aux agences.

Art. 6 : Relations avec la fondation « bâtiment-énergie »

Afin d'assurer une coopération efficace entre le PREBAT et la fondation « bâtiment-énergie », une convention avec le ministère chargé de la recherche définit les modalités d'association de la fondation aux orientations et aux financements du programme.

Art. 7 : Rôle du Centre scientifique et technique du bâtiment

Compte tenu de ses missions comme de la nature et de l'étendue de ses équipements et de ses savoir-faire, le rôle spécifique du CSTB dans la conduite et la réalisation du PREBAT est défini dans le cadre d'une convention particulière avec le ministère chargé du logement.

Art. 8 : Transfert et utilisation des technologies

Dans sa fonction de plate forme de coopération et d'action, le PREBAT veille à faciliter le transfert des technologies et des connaissances et leur utilisation dans le cadre de l'ensemble des professions qui concourent à l'acte de construire, notamment en matière de formation : industriels, fabricants et négociants de matériaux, architectes, bureaux d'études, opérateurs de services, entrepreneurs, maîtres d'ouvrages. Ce transfert pourra s'appuyer sur les compétences et le savoir-faire des différents partenaires du PREBAT : de l'ADEME et d'OSEO anvar et de leurs délégations régionales en direction du terrain, du PUCA en direction des professions du bâtiment, mais aussi de l'ANAH et de l'ANRU dans leurs propres réseaux. Il porte une attention particulière à la présence, au sein de ses instances de programmation et de décision, de personnalités représentatives de ces professions, leur présence en amont des projets garantissant la valorisation, en aval, des résultats de recherche.

Dans ce contexte, un forum des partenaires, composé des représentants des ministères et organismes signataires du protocole ainsi que de personnalités représentatives des enjeux du programme (scientifiques, professionnels, maîtres d'ouvrages, gestionnaires et occupants) se réunit une fois par an sous la présidence d'une personnalité désignée par les signataires du protocole pour assurer la concertation sur les principaux éléments du programme.

Art. 9 : Financement

Dans le cadre des engagements du Plan Climat visant à accélérer la mobilisation des crédits publics, le financement du PREBAT est prévu pour la période 2005 à 2009. A titre indicatif, les objectifs prévisionnels pour la première période de trois ans s'échelonnent du 2^{ème} semestre 2005 au 1^{er} semestre 2008 de la manière suivante:

	2e semestre 2005	2006	2007	1er semestre 2008	Total
ANR	3 M€	5 M€	5 M€	5 M€	18 M€
ADEME	4,9 M€	5,5 M€	6 M€	3 M€	19,4 M€
Mission Logement Ville					
Sous total DGUHC	0,5 M€	1 M€	1 M€	0,5 M€	3 M€
Sous total ANRU		2 M€	2 M€	1 M€	5 M€
Sous total ANAH		2 M€	2 M€	1 M€	5 M€
Mission Logement Ville	0,5 M€	5 M€	5 M€	2,5 M€	13 M€
OSEO Anvar	-	4,5 M€	4,5 M€	2 M€	11 M€
Total par année	8,4 M€	20 M€	20,5 M€	12,5 M€	61,4 M€

Une programmation prévisionnelle par financeur et par groupe scientifique sera établie chaque année. A l'issue de l'année 2006 un bilan global de l'activité et du programme sera établi afin de réexaminer les participations pour l'année 2007 et 2008 et actualiser les prévisions ci dessus.

Ces prévisions ne tiennent pas compte des financements qui pourraient être obtenus dans le cadre de programmes européens, ni des contributions de toute nature (maîtres d'ouvrage, collectivités locales) qui pourraient être sollicitées.

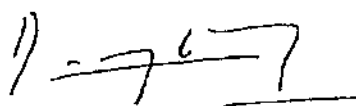
Les ministères et agences définiront leur participation aux actions engagées dans le cadre de leurs attributions, de leurs procédures propres et des enveloppes annuelles qui leur sont ouvertes en loi de finances.

Paris, le 25 avril 2006

Le Ministre de l'emploi,
de la cohésion sociale et du logement



Le Ministre des transports, de l'équipement,
du tourisme et de la mer

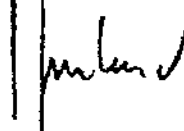


Ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer

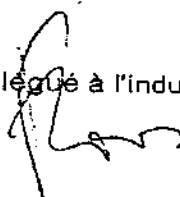
Le Ministre de l'écologie
et du développement durable

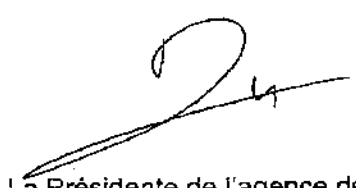


Le Ministre délégué à l'enseignement supérieur
et à la recherche

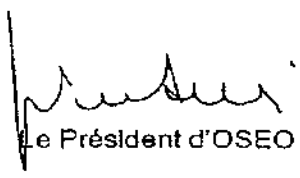


Le Ministre délégué à l'industrie



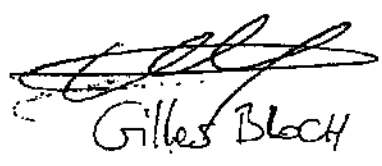


La Présidente de l'agence de l'environnement
et de la maîtrise de l'énergie



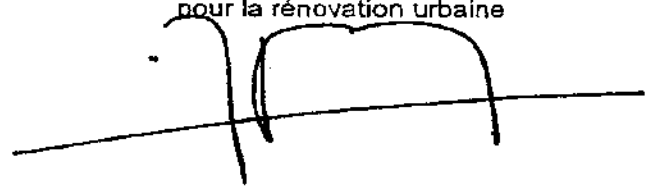
Le Président d'OSEO anvar

Le directeur de l'agence nationale
de la recherche


Gilles Bloch

Le Président de l'agence nationale
pour l'amélioration de l'habitat

Le Président de l'agence nationale
pour la rénovation urbaine





ANNEXE 3 : LETTRE DE MISSION

ANNEXE III



note à l'attention de

Monsieur Gérard DELACROIX,
ingénieur général des ponts et chaussées

Ministère
de l'Écologie
du Développement
et de
l'Aménagement
durables

La Défense, le - 7 JUIN 2007

Référence n° 005231-01

Conseil général
des Ponts
et Chaussées
Le Vice-Président

Par note du 30 mai 2007, le Directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction a demandé au Conseil général des ponts et chaussées de diligenter une mission relative au programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT).

Je vous confie cette mission enregistrée sous le n° 005231-01 dans le système de gestion des affaires du CGPC.

Conformément à la procédure en vigueur, je vous demande d'adresser votre rapport de fin de mission au président de la 3^{ème} section et de m'en faire parvenir simultanément un exemplaire, aux fins de transmission au Directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction.

Claude MARTINAND

Tour Pascal B
92066 La Défense cedex
téléphone :
01 40 81 21 22
télécopie :
01 40 81 23 24
courriel :
Cgpc-ag
@equipement.gouv.fr

Copies à : M. le Président et M. le Secrétaire de la 3^{ème} section
M. le Président et M. le Secrétaire de la 6^{ème} section



note à l'attention de

Ministère
de l'Écologie
du Développement
et de
l'Aménagement
durable

Madame la Ministre du logement
et de la ville

A l'attention de
Monsieur le Directeur général de l'urbanisme,
de l'habitat et de la construction

La Défense, le - 7 JUN 2007

Conseil général
des Ponts
et Chaussées
Le Vice-Président

Référence n° 005231-01

Par note du 30 mai 2007, vous avez demandé au Conseil général des ponts et chaussées de diligenter une mission relative au programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT).

Je vous informe que j'ai désigné M. Gérard DELACROIX, ingénieur général des ponts et chaussées, pour effectuer cette mission.

Claude MARTINAND

Tour Pascal B
92066 La Défense cedex
téléphone :
01 40 61 21 22
télécopie :
01 40 61 23 24
courriel :
cgpc-eg
@equipement.gouv.fr

0 0 5 2 3 1 - 0 1



La Défense, le 30 MAI 2007

Le Directeur général de l'urbanisme de
l'habitat et de la construction

à

Monsieur le Vice-président du Conseil Général
des Ponts et Chaussées

ministère
du Logement et de la
Ville

direction générale
de l'urbanisme
de l'habitat
et de la Construction

objet : Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment
affaire suivie par : Alain JACQ - DGUHC
tél. 01 40 81 24 81, fax 01 40 81 95 30
mél. Alain.Jacq@equipement.gouv.fr

Le programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment, appelé PREBAT, a pour objet de faire réaliser dans ce domaine, des recherches et des expérimentations pour la modernisation durable des bâtiments existants, la préfiguration des futurs bâtiments neufs et la préparation des bâtiments à énergie positive.

Un protocole signé en avril 2006 entre cinq ministères et cinq agences nationales a défini les modalités de gouvernance du programme, qui reposent sur un comité des signataires présidé par François Perdritzet, un comité d'orientation et d'animation présidé par M Yves Farges, vice-président de l'Académie des technologies, un secrétariat permanent confié à Mme Michèle Tilmont, secrétaire permanente du PUCA et quatre comités scientifiques et techniques.

Compte tenu des conditions actuelles de fonctionnement de ces instances, je souhaite, en accord avec les principaux signataires, que le Conseil Général des Ponts et Chaussées apporte son concours pour renforcer l'animation du programme.

Plus précisément, la mission que je sollicite auprès de vous comprendrait quatre volets :

- Une prise de contact avec les principaux laboratoires de recherche dans le domaine énergie et bâtiment, afin de connaître leur stratégie et leur potentiel, ainsi que de recueillir leurs attentes vis-à-vis du PREBAT ;
- Une investigation pour mieux connaître les conditions dans lesquelles les promoteurs des opérations concernant les bâtiments existants, neufs ou réhabilités, exemplaires en matière de basse consommation énergétique en France ou à l'étranger, les ont conçues et fait réaliser. A cette démarche,

La Grande Arche
Paris Sud
92055 La Défense Cedex
tél : 01 40 81 21 22
fax : 01 40 81 94 49
Mél qp.dguhc
@equipement.gouv.fr

qui prendrait appui sur l'étude menée par le CSTB, seraient associés de façon étroite les comités du PREBAT correspondants.

- L'élaboration d'une méthodologie et d'un plan d'action pour faciliter et accélérer le lancement des programmes de recherche ou d'expérimentation du PREBAT ayant trait aux bâtiments à énergie positive.
- L'examen des conditions qui permettraient de développer les liens entre les initiateurs des opérations exemplaires et les comités thématiques du PREBAT.

Cette mission se ferait en étroite concertation avec le secrétariat permanent du PREBAT, et correspond à une intervention de 9 mois d'un membre du CGPC.

Je souhaite que cette mission puisse commencer dans les plus brefs délais.

Le Directeur Général de l'Urbanisme
de l'Habitat et de la Construction



Alain LECOMTE

**ANNEXE 4 : NOTE DE SYNTHÈSE GÉNÉRALE DE
L'ÉTUDE « COMPARAISON INTERNATIONALE »
DU CSTB**

Comparaison internationale Bâtiment et énergie

1. Synthèse générale Version 1 du 19-10-07

Auteur Jean Carassus

Email jean.carassus@cstb.fr

ADEME



PREBAT

PUCA
plan
urbanisme
construction
architecture

Sommaire

Introduction

1. L'importance d'une comparaison internationale pour la France
2. Qu'avons-nous étudié et comment ?
3. Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde
4. Les principaux enseignements pour la France

Conclusion

Introduction

Créé dans le cadre du Plan Climat adopté par le gouvernement en 2004, le Programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie dans le bâtiment (PREBAT) a été mis en place pour la période 2005-2009 par un protocole signé par cinq ministres et cinq présidents et directeur d'agence d'objectifs¹.

Les trois finalités du PREBAT sont la modernisation durable des bâtiments existants, la préfiguration des bâtiments neufs de demain, la construction et la rénovation de bâtiments à énergie positive.

Pour les bâtiments existants, l'objectif est d'obtenir, à l'horizon 2015-2020, des bâtiments dont la consommation d'énergie primaire pour chauffage, eau chaude, renouvellement de l'air et confort d'été est inférieure à 80 KWh/m² an, avec un temps de retour sur investissement de 15 ans.

Un objectif intermédiaire est d'obtenir en 2010 des bâtiments rénovés dont la consommation d'énergie primaire pour le chauffage seul est inférieure à 50 KWh/m² an avec un temps de retour sur investissement de 20 ans.

Pour les bâtiments neufs, l'objectif est d'obtenir, à l'horizon 2015-2020, des bâtiments dont la consommation d'énergie primaire pour chauffage, eau chaude, renouvellement de l'air, confort d'été et éclairage, est inférieure à 50 KWh/m² an avec un temps de retour sur investissement de 15 ans.

La perspective à terme est de pouvoir construire et rénover des « bâtiments à énergie positive » qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment.

Le protocole du programme de recherche prévoit qu'une des premières actions doit être la réalisation d'un « état de l'art, aux plans national et international, des recherches, des meilleures pratiques professionnelles et des bâtiments les plus avancés ; cet état de l'art sera le fondement d'une veille permanente pendant la durée du PREBAT et servira de base aux actions de diffusion et de valorisation ».

Le projet « Comparaison internationale Bâtiment et énergie » du PREBAT, piloté par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, a été rendu possible, grâce au financement à 50 % par l'ADEME², 25 % par le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA)³ et 25 % par la dotation recherche du CSTB. Le présent rapport est le rendu du projet.

¹ Protocole du 25 avril 2006 signé par le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, le ministre des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer, le ministre de l'écologie et du développement durable, le ministre délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche, le ministre délégué à l'industrie, les présidents et directeur de l'ADEME, d'OSEO ANVAR, ANR, ANAH, ANRU.

² Convention ADEME n° 0504C0056 du 19 décembre 2005.

³ Décision DGUHC PUCA n° SU 05000288 (A05-07) du 31 octobre 2005.

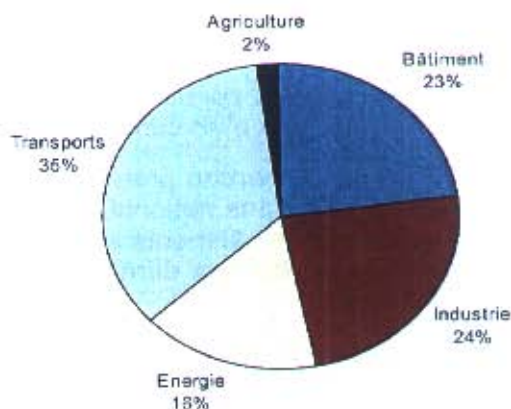
La présente synthèse traite quatre points :

- a/ l'importance d'une comparaison internationale pour la France ;
- b/ qu'avons-nous étudié et comment ?
- c/ trois modèles de maîtrise de l'énergie dans le monde ;
- d/ les principaux enseignements pour la France

1. L'IMPORTANCE D'UNE COMPARAISON INTERNATIONALE POUR LA FRANCE

Le CO₂ représente en France 74% des émissions des gaz à effet de serre. En 2004, le bâtiment a émis 23% du CO₂, approximativement à égalité avec l'industrie manufacturière et sensiblement moins que les transports.

Graphique 1. Origine des émissions de CO₂ en France en 2004

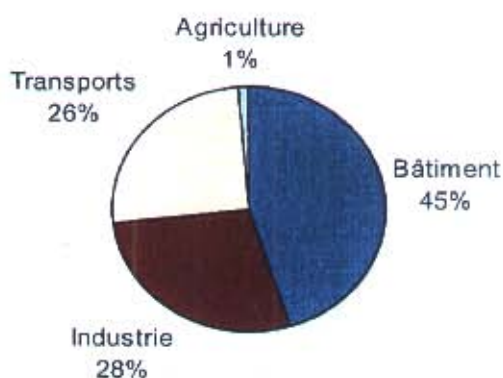


Source : Rapport du Groupe de travail « Division par quatre des émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050 » (rapport De Boissieu). Ministère de l'Economie, des Finances, de l'Industrie, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Août 2006, page 14.

Dans le monde, le bâtiment représente environ 40 % des émissions de CO₂. La spécificité française est le poids de l'électricité d'origine nucléaire (plus de 75 %), non émettrice de CO₂.

En matière d'énergie, en 2005, le bâtiment représente en France près de la moitié de la consommation d'énergie primaire, soit près de deux fois plus que les transports.

Graphique 2. Répartition de la consommation d'énergie primaire en 2005



Source : J.Orselli. *Economies et substitutions d'énergie dans les bâtiments. Commission Urbanisme et habitat. Commission Energie et changement climatique. Académie des Technologies. Paris. Avril 2007, page 2.*

Notons qu'au sein de l'industrie, le BTP représente 5 des 28 %.

La performance thermique des bâtiments a progressé de 34 % entre 1973 et 2003 : la consommation moyenne d'un logement passe de 372 KWh/m² an à 245 KWh/m² entre ces deux dates. Ce progrès est du à l'évolution de la réglementation de la construction neuve et à la réhabilitation d'une grande partie du parc existant.

Mais, durant la même période, entre 1973 et 2004⁴, la consommation finale d'énergie dans le bâtiment a progressé en volume de 24 %. Cette évolution est due à l'augmentation de la surface de logement par habitant, la croissance du parc résidentiel et tertiaire, la progression de certains usages (appareils électroménagers, climatisation...).

Comment se répartit cette consommation entre les différents types de bâtiments? On peut différencier sept segments.

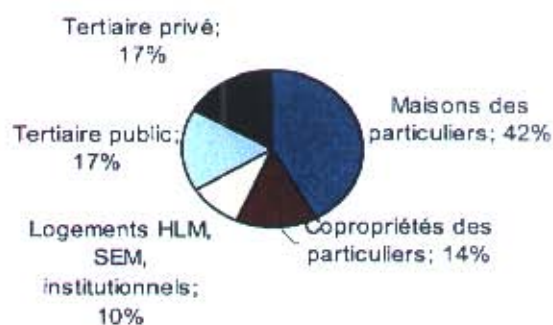
Le logement neuf et le tertiaire neuf sont les deux premiers segments, ils représentent quelques millièmes du parc chaque année. En effet, contrairement à une idée largement répandue, la part de la construction neuve annuelle dans le parc, qui est de l'ordre de 1 à 1,5% selon la conjoncture, n'est pas le taux de renouvellement du parc. Ce taux correspond majoritairement à un accroissement du parc, le renouvellement proprement dit est la part liée à la destruction du parc existant. Le renouvellement du parc, lié à la destruction de bâtiments, ne représenterait que de 1 à 2 pour mille du parc existant selon le rapport Syrota⁵.

⁴ ADEME, « Les chiffres clés du bâtiment Energie Environnement » Edition 2005, p.21.

⁵ Jean Syrota. Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050. Centre d'Analyse Stratégique. Septembre 2007. En 2005, pour le seul parc de logements sociaux, le taux de renouvellement a été de 3 pour mille : 13 000 logements détruits pour un parc de 4 313 300 logements. Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, SESP Infos rapides n° 382, juillet 2007.

Les cinq autres segments sont les maisons individuelles des particuliers, les appartements en copropriété des particuliers, le parc des organismes HLM, SEM et institutionnels, le tertiaire public (majoritairement détenu par les collectivités territoriales) et le tertiaire privé.

Graphique 3. Répartition de la consommation d'énergie par type de propriétaire : ordres de grandeur⁶

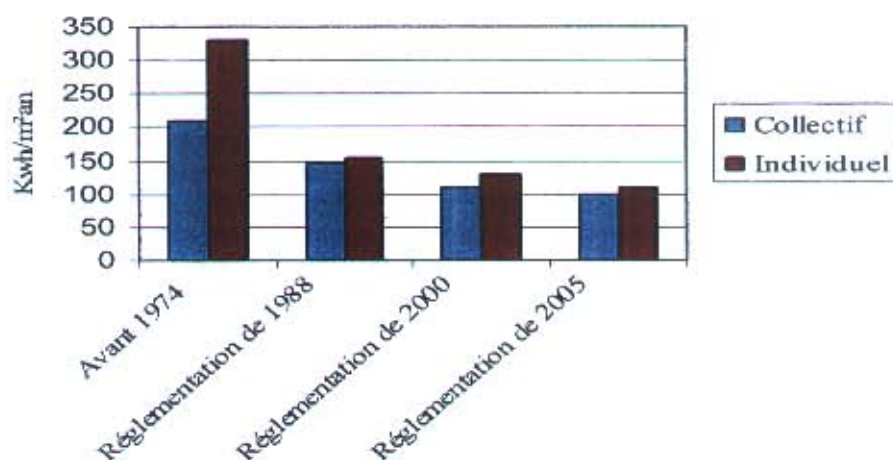


Les maisons individuelles existantes des particuliers représentent de très loin le premier segment consommateur, devant les quatre autres.

Le potentiel d'économie d'énergie varie fortement selon la date de la réglementation thermique en vigueur lors de la construction du bâtiment. Le principal gisement d'économie est le patrimoine d'avant 1974.

⁶ Il s'agit d'estimations donnant des ordres de grandeur

Graphique 4. Consommation d'énergie (chauffage et eau chaude sanitaire) en énergie finale par type d'habitat en France en zone H1



Source ADEME

La situation est donc claire :

- le bâtiment représente près du quart des émissions de CO₂ et près de la moitié de la consommation d'énergie primaire ;
- ces trente dernières années, malgré la baisse de plus d'un tiers de la consommation par m², la consommation a augmenté d'un quart en volume ;
- l'énergie fossile représente une part essentielle de cette consommation ;
- le parc existant représente l'enjeu essentiel avec notamment l'habitat existant, propriété des particuliers, qui représente plus de la moitié de la consommation d'énergie du bâtiment, tertiaire inclus.

Or la France s'inscrit dans les perspectives définies par l'Union Européenne qui a décidé de :

- diminuer d'au moins 30 % d'ici 2020 ses émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990, en cas d'accord post-Kyoto⁷,
- baisser de 20 % sa consommation d'énergie entre ces deux dates,
- passer à une proportion de 20 % d'énergies renouvelables dans sa consommation en 2020⁸.

Le bâtiment, avec les transports, sont les deux secteurs prioritaires pour atteindre ces objectifs ; le potentiel d'économie est plus fort dans le bâtiment que dans les transports.

⁷ 20 % unilatéralement en cas de non accord.

⁸ Plan d'action du Conseil Européen de mars 2007.

La prise de conscience de l'ampleur du problème à résoudre est en France très récente. La préoccupation de qualité environnementale des bâtiments a plus d'une dizaine d'années, notamment grâce à l'action menée par l'association Haute Qualité Environnementale HQE®, mais le débat sur le défi en matière de gaz à effet de serre et d'énergie est beaucoup plus récent.

Cette prise de conscience se traduit depuis 2005 environ par un grand foisonnement d'initiatives. Des acteurs d'origine variée, particuliers, municipalités, promoteurs privés, organismes d'habitat social ont lancé la réalisation de maisons individuelles, d'immeubles collectifs d'habitation, de locaux d'enseignement, de bureaux..., le plus souvent en construction neuve et parfois en rénovation, dont la consommation d'énergie sera nettement plus faible que la moyenne, et dont la part des énergies renouvelables sera plus élevée. Mais les initiatives sont en cours et il existe à ce jour peu d'opérations terminées à visiter et à évaluer.

Des incitations publiques en faveur de la maîtrise de l'énergie et du développement des énergies renouvelables dans le bâtiment ont été mises en œuvre : crédits d'impôt de l'Etat, subventions de l'ADEME et des collectivités territoriales, opérations programmées de l'Agence Nationale de l'Habitat, prêts de la Caisse des Dépôts et Consignations et des fournisseurs d'énergie...

Le secteur privé a pris également des initiatives : création de la fondation privée de recherche « Bâtiment et énergie », à l'initiative de Mittal Arcelor, Lafarge, EDF, GDF, projet international « Energy Efficient Buildings » co-piloté par Lafarge et United Technologies dans le cadre du « World Business Council for Sustainable Development », prêts bancaires spécifiques proposés par des établissements financiers, contrats de performance énergétique proposés par certains industriels, projet de recherche développement sur la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment piloté par Schneider Electric et financé par l'Agence pour l'Innovation Industrielle...

Plusieurs régions ont lancé des appels à projet, d'abord à leur seule initiative, puis soutenus par l'ADEME et le PREBAT. L'association Effinergie a été créée en mars 2006, à l'initiative des conseils régionaux de Franche-Comté, Alsace et Languedoc-Roussillon en partenariat avec des associations régionales, le collectif d'industriels « Isolons la Terre », la Caisse des Dépôts, le groupe Banque Populaire et le CSTB. Elle propose un label basse consommation dans le neuf et bientôt dans l'existant. L'association regroupe aujourd'hui la majorité des conseils régionaux. Des conseils généraux et des municipalités ont également pris des initiatives.

Plusieurs pôles de compétitivité, Capénergies en Provence Alpes Côte d'Azur, Derbi en Languedoc Roussillon, Enerdis en Rhône-Alpes, Ville et Mobilité Durables en Ile-de-France, se sont emparés du sujet.

L'annexe 1 du présent rapport donne des indications, sinon exhaustives mais très significatives, de ces initiatives récentes françaises.

Ce foisonnement, très positif, est parfois quelque peu brouillon, avec des stratégies non encore clairement définies, tant au niveau national que régional, tant dans le secteur public que dans le secteur privé.

En cohérence avec ce qui vient d'être dit, les colloques sur le thème se multiplient mais les outils opérationnels pour la diffusion de la basse consommation d'énergie dans les

bâtiments, labels, guides techniques, sites internet, foires commerciales, formation des professionnels... sont aujourd'hui peu nombreux, voire inexistantes.

Bref, la France se caractérise par :

- une prise de conscience récente du défi bâtiment, énergie et gaz à effet de serre ;
- peu d'opérations innovantes terminées ;
- des outils opérationnels, labels, guides techniques, sites internet, foires commerciales, formation des professionnels, peu nombreux, voire inexistantes.

Dans ce contexte, une comparaison internationale, analysant des pays :

- dont la prise de conscience du défi est plus ancienne qu'en France ;
- où ont été réalisées des centaines, voire des milliers d'opérations basse consommation ;
- qui ont mis au point des outils opérationnels, labels, guides techniques, sites internet, formations ;

est particulièrement utile pour la France.

L'élément nouveau et considérable en France est le Grenelle de l'Environnement qui s'est déroulé durant l'été et l'automne 2007. Sous l'égide de l'Etat, cinq types d'organisations, pouvoirs publics, collectivités territoriales, patronat, syndicats et associations ont défini les axes d'un plan d'action ambitieux pour le bâtiment et la ville.

Le bâtiment doit être le principal contributaire national aux économies d'énergie avec une baisse pour le secteur de 38% d'ici 2020.

Vu le taux de renouvellement du parc, un tel résultat à atteindre d'ici 12 ans ne sera possible que si un plan sans précédent de rénovation thermique des bâtiments existants est défini.

Le Grenelle de l'Environnement propose :

- la rénovation thermique de tous les bâtiments publics existants d'ici 2015, avec un plan d'action spécifique à 5 ans pour les bâtiments de l'Etat ;
- un plan d'action de rénovation du parc HLM, avec priorité aux 800 000 logements les plus énergivores et rénovation basse consommation dans le cadre du programme ANRU;
- un plan d'action très incitatif pour les bâtiments privés, résidentiels et tertiaires, avec mise à l'étude d'une obligation de rénovation thermique.

Un programme de rupture est défini pour le neuf :

- tous les bâtiments publics et privés tertiaires neufs au moins en basse consommation (RT 2005⁹ moins 50%) à partir de 2010 ;
- pour l'ensemble des bâtiments neufs:
 - . RT 2010 égale à RT 2005 moins 20% ;
 - . RT 2012 égale à RT 2005 moins 50% ;
 - . RT 2020 rend obligatoire les bâtiments à zéro énergie ou à énergie positive.

Au niveau urbain, le Grenelle de l'Environnement prévoit notamment :

- un plan volontariste d'écoquartiers ;
- des plans « Climat-énergie » territoriaux d'ici 2012 pour les communautés d'agglomération, les communautés urbaines, les pays et les parcs naturels.

Enfin, un bilan carbone/énergie sera obligatoire pour toute personne morale, publique ou privée, de plus de 50 personnes, avec amélioration de 20 à 30% de l'efficacité énergétique.

2. QU'AVONS-NOUS ETUDIÉ ET COMMENT ?

Une comparaison internationale sur bâtiment et énergie peut porter sur des thèmes très variés : politiques suivies, réglementations, fiscalité, financement, technologies utilisées...

En accord avec les financeurs du projet, il a été décidé que le benchmark porterait sur trois items :

- des programmes et initiatives développant des opérations de bâtiment performantes en énergie,
- des composants et équipements innovants améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments et permettant le développement d'énergies renouvelables,
- des programmes de recherche et développement traitant, exclusivement ou non, l'énergie dans le bâtiment.

Dans ces trois champs, il était exclu que le projet ait une prétention à l'exhaustivité, vu le nombre d'expériences menées dans le monde depuis une vingtaine d'années pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

⁹ Réglementation thermique 2005.

Il a été décidé de choisir des exemples significatifs, utiles pour la France. En Europe, l'Allemagne a paru incontournable, non seulement pour l'expérience connue du label « Passivhaus », mais aussi pour d'autres programmes comme les « maisons 3 litres », les programmes d'expérimentation dédiés à la réhabilitation des bâtiments existants et au développement de l'énergie solaire.

La Suisse, avec le succès du label « Minergie® », apparaissait également comme un pays intéressant. Les régions françaises limitrophes de ces deux pays commençaient d'ailleurs à s'intéresser à ces expériences.

Ces pays étant d'un climat rigoureux, et la France ayant une partie de son climat méditerranéen, l'expérience espagnole de diffusion de l'énergie solaire thermique a été jugée digne d'intérêt.

Au-delà du bâtiment stricto sensu, l'approche en terme d'éco-quartier nous a paru prometteuse. Plutôt que d'étudier l'un des nombreux éco-quartiers européens de construction neuve, nous avons choisi l'un des rares éco-quartiers centrés sur la réhabilitation de l'habitat existant : celui de Vesterbro à Copenhague.

Ces choix ne veulent pas dire que les autres expériences européennes ne sont pas intéressantes. Des pays comme le Royaume Uni, la Suède, la Norvège... présentent beaucoup d'intérêt, mais nous avons du faire des choix. Nous suggérons au PREBAT d'approfondir ultérieurement la connaissance de pays non choisis dans le présent benchmark.

Hors de l'Europe, nous avons mis en avant deux expériences, celle des Etats-Unis et celle du Japon. Le programme « Building America », initié par le Département fédéral de l'Energie, est une expérience intéressante associant progression de la qualité du processus de construction et progrès énergétique pouvant aller jusqu'à des maisons individuelles à énergie positive. L'étude des maisons individuelles industrialisées japonaises utilisant massivement le photovoltaïque a été, dans un contexte très différent, un contrepoint utile.

Pour les bâtiments tertiaires, le label américain « Leadership in Energy and Environmental Design » (LEED™) présente un intérêt du fait qu'il accorde une certaine importance à l'énergie.

Là encore, ce choix ne veut pas dire que les expériences canadienne et australienne, pour ne citer qu'elles, ne sont pas dignes d'intérêt.

Les composants et équipements innovants, ou « briques technologiques » du bâtiment, s'inscrivent le plus souvent dans une triade :

- baisse des besoins, en particulier de chauffage ;
- développement d'énergies renouvelables ;
- efficacité de l'utilisation d'énergie fossile.

Le choix effectué a été réalisé en association avec le Comité Technologies du PREBAT. Pour le premier item, la baisse des besoins notamment de chauffage, ont été étudiés des systèmes constructifs danois, et des parois opaques et transparentes performantes utilisées notamment en Allemagne, Autriche et Suisse.

Dans le champ des énergies renouvelables, l'électricité photovoltaïque, surtout sur la base de l'expérience japonaise, mais aussi allemande et australienne, le solaire thermique combiné chauffage eau chaude, les réseaux locaux de chaleur ont été analysés.

Pour le thème de l'efficacité de l'utilisation d'énergie fossile, ont été analysés la ventilation double flux avec récupération de chaleur et des systèmes compacts chauffage-eau chaude-ventilation employés en Allemagne et en Autriche, la climatisation rafraîchissement basse consommation, la micro-cogénération.

Deux autres types de technologies ont été également traités : l'éclairage, particulièrement important dans les bâtiments tertiaires et les techniques permettant un stockage de la chaleur.

Enfin, la question, essentielle, de la cohérence d'ensemble des technologies entre elles dans un bâtiment a été traitée dans une « approche technologique intégrée » d'un immeuble.

D'autres technologies (géothermie, pompes à chaleur...) auraient pu être traitées, mais d'une part il a fallu faire des choix et d'autre part l'avance de l'étranger sur la France n'était pas évidente dans les technologies non choisies. Mais là encore, le PREBAT peut décider de traiter ultérieurement des composants et équipements non traités dans le présent benchmark.

Pour effectuer le choix de programmes de recherche et développement traitant le thème énergie et bâtiment, l'analyse d'une vingtaine programmes a été effectuée. Une quinzaine sont européens (en Allemagne, Autriche, Danemark, Finlande, Grèce, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Suède, Suisse) et cinq sont mis en œuvre dans le reste du monde (Australie, Canada, Etats-Unis, Japon, Nouvelle Zélande).

Trois expériences européennes ont finalement été choisies : Autriche, Finlande, Pays-Bas. Le programme « Haus der Zukunft » autrichien, les programmes « Compass » et « Energy Onderzoek Subsidie » (EOS) hollandais, les programmes « SARA », « CUBE », « DENSY », « ClimBus » et « MASI » finlandais ont été étudiés.

Comment avons-nous analysé ces expériences ?

Nous avons tout d'abord procédé avec une phase intermédiaire se traduisant par l'élaboration d'un rapport d'étape, comprenant une première synthèse et des recommandations au PREBAT, mis en ligne sur www.prebat.net début 2007.

Nous avons surtout adopté deux partis méthodologiques forts : la mise en œuvre d'une méthode d'analyse socio-éco-technique et la mise en place d'un important partenariat national et international.

Nous avons en effet fait le choix, original, d'une approche socio-éco-technique. En effet une approche purement technique ne permet pas d'analyser le contexte de l'innovation ou de l'initiative, le jeu d'acteurs promouvant ou au contraire s'opposant à l'innovation, les conditions de la diffusion, l'évaluation en termes de coût et d'usage, les conditions non techniques de la transposition de l'initiative en France.

A l'inverse, une approche purement socio-économique fait l'impasse sur le contenu technique de l'innovation, l'analyse comparée avec les techniques habituellement utilisées en France, les performances techniques obtenues et les perspectives de recherche développement technologique.

L'équipe projet a donc défini une méthode d'analyse socio-éco-technique de l'initiative ou de l'innovation étudiée en six étapes :

1 - Contexte, antécédents : contexte national, local, antécédents et origine de l'initiative ou de l'innovation,

2 - Contenu : contenu de l'initiative ou de l'innovation, type de bâtiment concerné, neuf/réhabilitation, techniques utilisées,

3 - Dynamiques d'acteurs et application: dynamique d'acteurs, mise en œuvre sur chantier, financement, incitations, coûts d'investissement et d'exploitation,

4 - Evaluation: performances réelles mesurées, coûts réels, vécu des utilisateurs, impact de l'initiative ou de l'innovation,

5 - Réflexion critique sur les 4 étapes (contexte, contenu, mise en œuvre, évaluation): points forts, points faibles, opportunités, menaces,

6 - Conditions de la transposition en France : compatibilité avec le contexte réglementaire français, disponibilité en France des techniques concernées, dynamique d'acteurs nécessaire.

Cette méthode a été déclinée en trois versions différentes, adaptées à chaque type d'objet étudié : programmes d'opérations performantes, composants et équipements innovants, programmes de recherche développement.

Au sein du CSTB, l'équipe de projet centrale a été constituée d'une équipe d'ingénieurs animée par un économiste, et chaque chapitre du rapport a été rédigé par un binôme ingénieur / économiste ou sociologue.

L'annexe 2 donne quelques indications sur la méthode socio-éco-technique utilisée.

Le second parti pris méthodologique a été la mise en place d'un fort partenariat national et international, l'hypothèse étant que des contributions de spécialistes français de pays ou de spécialistes des pays étudiés sont plus efficaces qu'une série de missions sur place. De plus, le réseau national et international mis en place sera très utile pour la définition et la mise en œuvre des actions du PREBAT.

Les partenaires pour les programmes d'opérations performantes ont été:





Pour les composants et équipements innovants, les partenaires furent:



logo BRE

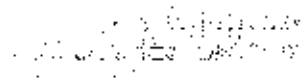


Danmarks Tekniske Universitet



logo CSTC

MECHLAB @ UNSW



logo JC Hadorn

AEU

Architecture, Energy and Environnement

Les programmes de recherche et développement ont été étudiés avec l'appui de :



Mansi Jasuja

logo M Virtanen

Le projet « Comparaison internationale Bâtiment et énergie » a ainsi mobilisé 55 ingénieurs, sociologues, économistes de 12 pays différents.

Le rapport final a été soumis pour avis à un comité de lecture composé de représentants de l'Agence Nationale de la Recherche, du CEA, du Centre d'Etude et de Recherche de l'Industrie du Béton, du CNRS, de Lafarge, du Syndicat des Energies Renouvelables, de l'Université de Karlsruhe, du Centre Scientifique et Technique de la Construction de Belgique et le Centre National de Recherche du Canada.

Le détail de l'organisation du projet, des auteurs du rapport final et des rapports d'experts, des membres du comité de lecture est donné dans l'annexe 3.

Le présent rapport ne saurait engager la responsabilité ni des experts sollicités, ni des membres du comité de lecture, que nous remercions vivement. Il n'engage que ses auteurs.

Le rapport est composé de quatre parties :

- 1/ les synthèses : synthèse générale, synthèse des programmes d'opérations performantes, synthèse des composants et équipements innovants, synthèse des programmes de recherche et développement ;
- 2/ les programmes d'opérations performantes : Allemagne, Suisse, Etats-Unis, Japon, Espagne, Danemark.
- 3/ les composants et équipements innovants : approche intégrée, systèmes constructifs, parois opaques, parois transparentes, ventilation double flux, systèmes compacts chauffage - eau chaude - ventilation, climatisation rafraîchissement basse consommation, micro-cogénération, photovoltaïque, solaire thermique combiné, micro réseaux de chaleur, éclairage, stockage de chaleur ;
- 4/ les programmes de recherche et développement : Autriche, Pays-Bas, Finlande.

Chaque chapitre est écrit par un ou plusieurs auteurs dont les noms et l'adresse internet sont indiqués en début de texte.

L'annexe 1 précise la situation actuelle en France avec des exemples d'opérations, de financements et d'initiatives en faveur de la maîtrise de l'énergie dans les bâtiments. L'annexe 2 présente succinctement la méthode socio-éco-technique utilisée. L'annexe 3 indique l'organisation du projet et des partenariats.

La lecture des chapitres permet de connaître chaque expérience ou technologie étudiée. Les synthèses partielles permettent de connaître le résumé de ces expériences et technologies et de donner des indications sur les modalités de transposition en France. Dans la présente synthèse générale, avec une vision plus globale, à partir de ces analyses d'un certain nombre de pays, apparaît-il des modèles de l'efficacité énergétique ?

3. TROIS MODELES DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE DANS LE MONDE

En simplifiant, on peut penser qu'il existe dans le monde trois principaux modèles de maîtrise de l'énergie dans le bâtiment. Nous les dénommerons « Basse consommation d'énergie », « Economie et production d'énergie », « Energie et environnement ».

Dans le modèle « basse consommation d'énergie », l'objectif est avant tout de baisser fortement la consommation d'énergie dans le bâtiment. Ce modèle correspond à un besoin de basse consommation dans des conditions climatiques rigoureuses. Les moyens employés sont une enveloppe très isolée, une ventilation maîtrisée, des gains solaires passifs, une certaine utilisation des énergies renouvelables et l'emploi d'appareils électroménagers économes.

Trois variantes du modèle peuvent être distinguées. La variante allemande, de type « Passivhaus », vise à aller jusqu'à supprimer le système usuel de chauffage. L'économie réalisée est de l'ordre de 75 % par rapport à un bâtiment neuf ordinaire. La variante suisse, de type « Minergie® » est moins exigeante que la solution « Passivhaus ». Le principe est le même, mais la baisse de la consommation est moins forte. L'économie réalisée est de l'ordre de 50 % par rapport à un bâtiment neuf courant.

Les techniques utilisées associent une surisolation et une étanchéité à l'air de l'enveloppe, des fenêtres très performantes, des systèmes de ventilation avec récupération de chaleur (au moins en climat froid), et l'utilisation de générateurs de chaleur performants (pompes à chaleur, chaudières à condensation) ou utilisant des énergies renouvelables.

La variante américaine est celle du programme expérimental « Building America », qui concerne surtout des maisons individuelles neuves à ossature bois et se traduit par des économies d'énergie de l'ordre de 30 % à 45 %, pouvant être sanctionnées par le label « Energystar ». Dans ce cas, les techniques utilisées sont des ossatures à épaisseur augmentée, avec une membrane d'étanchéité en extérieur, des combles bien isolés, des fenêtres double vitrage peu émissif, une ventilation mécanique, une chaudière à haute efficacité et des réseaux courts, des lampes fluo compactes.

Ce premier modèle est le plus efficace en matière d'économie d'énergie. L'adaptation française de la variante suisse est le choix de l'association Effinergie®, qui promeut depuis mai 2007 un label basse consommation comparable à « Minergie® »¹⁰.

Dans le modèle « économie et production d'énergie », l'objectif prioritaire n'est pas la forte baisse de la consommation, mais une certaine économie articulée à une production d'énergie le plus souvent d'origine solaire, notamment par système photovoltaïque. Ce modèle correspond souvent à des régions ou pays chauds dans lesquels l'économie de chauffage n'est pas la priorité. Dans certains cas, il s'agit aussi d'éviter des pics de consommation d'électricité de réseaux surchargés.

¹⁰ Arrêté du 3 mai 2007 sur les labels de haute performance énergétique.

Trois variantes du modèle peuvent être distinguées. La variante américaine est celle des « Zero Energy Homes » dans lesquelles la production locale d'énergie de maisons individuelles isolées est assurée par l'électricité photovoltaïque.

La variante japonaise, appliquée en particulier aux maisons individuelles neuves préfabriquées, accorde une moindre importance à l'isolation et privilégie l'utilisation de systèmes photovoltaïques.

A la différence des variantes américaine et japonaise centrées sur des professions (les constructeurs de maisons individuelles et leurs partenaires) et sur la perspective de diminution des pics de consommation électrique, la variante espagnole concerne un territoire et impose à toute construction neuve et réhabilitation l'utilisation de l'énergie solaire pour la production d'eau chaude. Initiée à Barcelone, l'expérience a été ensuite étendue à toute l'Espagne.

Ce modèle est centré sur les usages spécifiques de l'électricité assurée par le photovoltaïque et sur la production solaire d'eau chaude sanitaire. Il ne se préoccupe pas ou peu des consommations de chauffage qui ne constituent pas le problème essentiel dans des climats chauds.

La cohérence de ce modèle, dans la perspective de la basse consommation, dépend de la qualité de l'isolation des bâtiments. Un renforcement insuffisant de l'isolation, qui est le cas notamment de la variante japonaise, peut être une faiblesse du modèle. Sa force est la production locale d'énergie d'origine solaire. Cette production ouvre la perspective de bâtiments à zéro énergie, voire à énergie positive. Le succès du modèle passe par la baisse, probable à terme, du coût d'investissement du solaire photovoltaïque. L'utilisation importante du solaire du modèle est intéressante pour un climat de type méditerranéen.

Dans le modèle « énergie et environnement », l'énergie est un objectif articulé à d'autres cibles environnementales (intégration au site, eau, matériaux, confort..) jugées importantes par les acquéreurs de bâtiments, en particulier d'immeubles de bureaux, qui souhaitent mettre en avant plus un cadre de travail sain et confortable qu'un souci d'économie d'énergie.

La variante américaine est celle du label « Leadership in Energy and Environmental Design » (LEED™), qui a quatre niveaux de qualité : standard, argent, or, platine. L'économie d'énergie réalisée est de l'ordre de 30 % à 35 % par rapport à un immeuble usuel de bureaux¹¹. Dans une perspective de basse consommation, le succès de ce modèle passe par un renforcement de ses exigences énergétiques.

Dans les trois cas, il s'agit de modèles dominants, qui peuvent connaître des variantes importantes, en particulier selon le climat. Ils peuvent aussi s'hybrider entre eux. Rien n'empêche par exemple que des applications des modèles « Basse consommation

¹¹ La variante britannique, non étudiée dans le présent benchmark, la « Building Research Establishment Environmental Assessment Method » (BREEAM), est la plus ancienne. La variante française est celle de la certification « NF Bâtiments tertiaires démarche HQE® », mais dans ce cas, la cible énergétique n'est pas privilégiée: l'économie réalisée est de 10 à 20 %.

d'énergie » et « Energie et environnement » développent une production locale d'énergie, notamment d'origine solaire, qui constitue une caractéristique du modèle « Economie et production d'énergie ».

Une question centrale est la rapidité de diffusion de ces modèles sur le marché. Il est possible d'analyser le processus de diffusion de bâtiments basse consommation innovants sur la base de quatre étapes successives. La première est le temps de l'expérimentation sur quelques dizaines, voire quelques centaines d'opérations. La seconde étape consiste à définir un concept de bâtiment basse consommation, qui prend souvent la forme d'un label.

La troisième étape est la diffusion du concept, à plusieurs milliers d'exemplaires, qui permet un apprentissage progressif de la chaîne d'acteurs. La quatrième étape est la situation où l'innovation a un impact significatif sur le marché. L'innovation devient alors radicale au sens où l'entend le manuel d'Oslo, le texte de référence sur l'innovation de l'OCDE et de la Commission européenne¹²

L'innovation « radicale ou impliquant une rupture » y est définie comme « une innovation ayant un impact significatif sur un marché et sur l'activité économique des firmes sur ce marché. Cette définition privilégie l'impact des innovations par rapport à leur nouveauté. L'impact peut, par exemple, modifier la structure du marché, créer de nouveaux marchés ou rendre des produits existants obsolètes » (op cit, page 68).

Si l'on prend la part de marché comme un critère de mesure de l'impact d'un modèle, et pour comparer des éléments comparables, en se limitant à trois labels étudiés dans le benchmark, comment se situent ces labels dans le processus de diffusion de l'innovation en quatre étapes que nous avons défini ?

¹² OCDE, Commission Européenne, (2005), *Manuel d'Oslo, Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation*, 3^{ème} édition.

Disponible sur <http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9205112E.PDF>

Tableau 1. Diffusion des bâtiments basse consommation d'énergie en Suisse, en Allemagne et aux Etats-Unis

Pays	Label	Expérimentation	Concept	Diffusion	Impact significatif sur le marché
Suisse	Minergie® neuf				En 2005, 17 % du marché neuf résidentiel suisse est labellisé Minergie®
	Minergie® existant				
Allemagne	Passivhaus neuf				
	Passivhaus existant				
Etats-Unis	LEED™ neuf				
	LEED™ existant				

Selon nous, seul le label suisse « Minergie® » a aujourd'hui un impact significatif sur le marché de la construction neuve du pays. En Allemagne, les bâtiments « Passivhaus » représentent pour l'instant moins de 1 % du marché de la construction neuve. En Autriche, le label « Passivhaus » est sur le point d'avoir un impact sur le marché neuf puisqu'il représente 4 % du marché en 2006. Aux Etats-Unis, les bâtiments labellisés « LEED™ » sont encore marginaux.

Pour la rénovation énergétique du parc existant, la situation est encore moins avancée. Les difficultés de diffusion de l'innovation sont beaucoup plus importantes que pour la construction neuve, tant dans le champ technique que socio-économique. En Suisse, environ 700 bâtiments existants sont labellisés « Minergie® », ce qui constitue un résultat intéressant, mais qui correspond à une certification dix fois moindre dans l'existant que dans le neuf.

Il y a de nombreuses raisons à la relative lenteur de la diffusion de ce type de label. Une des raisons principales est que l'ensemble coordonné d'innovations nécessaire n'est pas anodin. Il constitue en fait un nouveau paradigme pour les acteurs de la construction.

Il ne s'agit pas de garder les mêmes pratiques professionnelles en y ajoutant une préoccupation énergétique et environnementale. Le contenu des innovations exige en réalité une nouvelle façon non seulement de concevoir, mais aussi de financer, de construire, de rénover, de gérer et d'utiliser les bâtiments. Nous reviendrons sur cette importante question.

En tenant compte de ce résumé en termes de modèles dominants et de leur diffusion, des propositions faites dans les synthèses partielles, des analyses des chapitres centrés sur

une expérience ou une technologie, nous parvenons maintenant à la finalité de cette comparaison internationale : quels sont les principaux enseignements pour la France ?

4. LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS POUR LA FRANCE

La comparaison internationale réalisée est d'une grande richesse. Elle permet de tirer de nombreux enseignements pour la France, qu'il est possible de résumer en neuf points.

41. Le moteur de l'action est politique

Le moteur pour les bâtiments à basse consommation n'est pas le marché, le moteur est politique. Même quand le marché s'empare du problème environnemental, l'initiative est publique : c'est une décision publique qui a créé le marché du CO₂.

L'action politique intervient à trois niveaux : continental, national et régional. Chaque niveau a un rôle spécifique.

L'Europe fixe les objectifs généraux et élabore des plans d'actions sous forme de directives. Elle a fixé des objectifs pour la période 2008-2012, dans le cadre de l'accord intercontinental de Kyoto. Une première directive concernant le bâtiment a été définie en 2002.

Sans attendre l'accord post-Kyoto, l'Europe a défini des objectifs pour 2020, avec obligation de résultat, concernant les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie, la proportion d'énergies renouvelables dans la consommation.

L'Etat définit le cadre national pour transposer ces objectifs et ces directives: réglementation, incitations fiscales et économiques, programme de recherche développement, labels, secteur public exemplaire...

Le pilotage opérationnel se fait au niveau régional, en partenariat avec les professionnels du bâtiment, qui sont pour l'essentiel des acteurs locaux. Le niveau régional est le niveau stratégique pour la mise en œuvre opérationnelle de l'expérimentation et de la diffusion des bâtiments à basse consommation.

Des programmes sont d'origine nationale, c'est le cas de « Building America » et du programme des maisons photovoltaïques japonaises. Mais l'initiative est souvent d'origine locale : en Suisse, « Minergie® » est parti du canton de Zurich, en Autriche, le Voralberg est une région pilote, en Espagne, la politique du solaire thermique est partie de Barcelone, aux Etats-Unis, malgré une absence de cadre fédéral général, les Etats et les villes prennent de nombreuses initiatives, en France, des appels à projets ont été lancés au niveau régional avant toute initiative nationale et Effinergie, une association interrégionale, a créé un label basse consommation, validé ensuite par l'Etat.

De plus, les bâtiments s'intègrent avec les transports dans la ville. Le développement urbain durable, sous la responsabilité des villes, pose la question de la nécessaire articulation entre bâtiment, transports et urbanisme.

L'Etat peut jouer un rôle mobilisateur dans des programmes nationaux mais il n'est opérationnel que lorsqu'il adopte des pratiques exemplaires pour la construction, la

rénovation et la gestion de ses propres bâtiments. Mais son rôle, au niveau national, de facilitateur et de soutien à l'expérimentation et à la diffusion peut être très important.

A notre connaissance, une concertation nationale comme le Grenelle de l'Environnement, rassemblant, sous l'égide de l'Etat, les pouvoirs publics, les collectivités territoriales, les employeurs, les syndicats et les associations et débouchant sur un plan d'action ambitieux, notamment sur l'efficacité énergétique du bâtiment et de la ville, est un événement sans précédent au niveau international.

42. Plusieurs modèles sont praticables en France

Trois modèles de maîtrise de l'énergie dans les bâtiments ont été identifiés. Les trois modèles sont adaptables en France. L'association Effinergie propose une adaptation de la variante suisse du modèle « basse consommation d'énergie ». Il est promis à un bel avenir, car il est moins exigeant que la variante allemande.

Les certifications de types HQE® peuvent évoluer en s'inspirant du modèle « Energie et environnement » par le renforcement de la préoccupation énergétique. Un modèle hybride peut également voir le jour : l'association d'un label HQE® et d'un label Effinergie pour un même bâtiment.

Le modèle « Economie et production d'énergie », dans ses versions maisons individuelles américaines et japonaises, est peu transposable en France en terme de techniques constructives dominantes (bois aux Etats-Unis, préfabrication au Japon). Mais il peut être source d'inspiration pour le développement de solutions bois et de la préfabrication, pour l'intégration du photovoltaïque dès la conception des maisons et pour l'organisation de l'innovation par consortiums d'acteurs.

Il peut aussi s'hybrider avec le modèle « Basse consommation d'énergie » qu'il est possible d'enrichir par le développement de production locale d'énergie, notamment d'origine solaire.

Le choix du modèle dépend du type de compétences à mobiliser et du climat. La France connaît trois climats : continental, atlantique, méditerranéen. Il y a en particulier place en France pour développer un modèle adapté au climat méditerranéen et aux pays du Sud et offrir ainsi une alternative au modèle germano-suisse peu adapté à ce type de climat.

4.3 L'approche d'ensemble du bâtiment est une question essentielle

C'est un enseignement commun aux trois champs étudiés : programmes d'opérations performantes, composants et équipements innovants, programmes de recherche développement.

Le bâtiment basse consommation est avant tout un nouveau concept d'ensemble du bâtiment saisissant dans un même mouvement l'architecture, le climat, l'enveloppe, les équipements. Toute approche décomposant de façon autonome ces différents éléments se traduit par des coûts d'investissement trop élevés et des performances énergétiques insuffisantes. La leçon est claire, qu'elle provienne de « Passivhaus », de « Minergie® » ou de « LEED™ ».

L'efficacité énergétique passe également par une vision d'ensemble du processus de construction ou de rénovation : conception, réalisation, maintenance exploitation.

L'expérience montre qu'une mise en œuvre de qualité insuffisante peut diminuer fortement les performances réelles. « Passivhaus » impose un test d'étanchéité à l'air pour l'obtention du label. Le passage du témoin de la réalisation et à la gestion, s'il n'est pas bien réalisé, peut être également source de forte baisse de l'efficacité énergétique. Les promoteurs de « LEED™ » imposent une procédure de qualité particulière pour assurer une bonne articulation entre réalisation et maintenance exploitation, qu'ils dénomment « commissioning ».

4.4 La qualité de l'assemblage des technologies est une question très importante

Pour les « briques technologiques », la question de l'assemblage des composants et équipements dans un tout cohérent et intégrant la question de la maintenance et de l'utilisation est très importante.

Cet assemblage s'inscrit dans la « triade énergétique », avec des techniques étudiées dans le présent benchmark :

- réduction de la consommation d'énergie : systèmes constructifs, parois opaques, parois transparentes ;
- utilisation efficace d'énergie fossile : ventilation double flux avec récupération de chaleur, systèmes compacts chauffage ventilation eau chaude, rafraîchissement basse consommation, micro cogénération ;
- emploi d'énergies renouvelables : photovoltaïque, systèmes solaires combinés chauffage eau chaude, stockage de chaleur, éclairage, micro réseaux de chaleur.

Un effort majeur est à faire sur la compatibilité et les liaisons entre « briques » (perméabilité à l'air, intégration du solaire...)

L'importance de l'impact de la technologie en matière d'économie d'énergie et de baisse des gaz à effet de serre est un critère essentiel.

Les technologies centrées sur la rénovation, en particulier la rénovation de l'habitat des particuliers doivent constituer un axe important.

En matière de marché potentiel, deux approches sont complémentaires:

- diffusion à court terme de technologies à fort potentiel de marché,
- anticipation à moyen terme de technologies prometteuses.

4.5 Une recherche développement ambitieuse est nécessaire

La comparaison internationale a montré que le bâtiment à basse consommation, ça marche, ce n'est pas forcément une question technique complexe et qu'on peut aller vite avec des techniques existantes. Il existe des milliers, voire des dizaines de milliers de bâtiments très performants ou basse consommation en Allemagne, en Autriche, en Suisse, aux États-Unis, au Japon avec des solutions techniques relativement répétitives dans chaque pays.

Certains en concluent qu'une activité de recherche développement est inutile et qu'il suffit de développer des incitations et des formations. C'est une profonde erreur.

De nombreux pays déploient des programmes de R&D importants en la matière car le bâtiment économe est pris dans une dynamique qui s'accélère et qui n'est pas prête de s'arrêter. Le bâtiment et les transports sont les deux principaux défis planétaires pour les gaz à effet de serre et l'énergie.

La réglementation change sans cesse. L'Europe a décidé que la réglementation doit changer tous les cinq ans, la Californie tous les trois ans ! Il est indispensable que la recherche développement contribue à anticiper les réglementations de 2010, 2015, 2020...

Le foisonnement ne se limitent pas à des bâtiments faisant 30 à 50 % d'économie par rapport aux bâtiments ordinaires, la perspective de bâtiments à zéro énergie et à énergie positive exige la contribution d'une recherche développement ambitieuse.

Cette recherche développement doit impérativement articuler approche technique et approche socio-économique, avoir comme axe fort la vision d'ensemble d'un bâtiment, traiter non seulement la conception, mais aussi la réalisation et la gestion, avoir un volet spécifique sur la réhabilitation du parc existant, être menée en partenariat avec les professionnels de la construction et les collectivités territoriales, articuler recherche sur le bâtiment avec recherche sur les transports et la ville, être étroitement associée à la recherche européenne, ne pas se limiter à la recherche appliquée car la mise au point de nouveaux matériaux notamment interpelle la recherche fondamentale.

4.6 Les labels constituent un moyen efficace

L'expérience de « Passivhaus », de « Minergie® » ou de « LEED™ », pour se limiter à trois exemples, montre l'efficacité des labels dans la définition des concepts de bâtiments basse consommation et leur diffusion.

N'oublions trois caractéristiques essentielles du secteur du bâtiment : il n'y a pas d'acteur dominant, la production est très diversifiée (maisons individuelles, bâtiments collectifs d'habitation, bureaux, commerces, équipements publics...) et les acteurs sont locaux. Nous sommes à l'exact opposé du secteur automobile caractérisé par un petit nombre d'acteurs dominants, agissant sur des marchés mondiaux et ayant une production relativement homogène.

Les labels permettent de mettre d'accord tous les acteurs du bâtiments actifs, dans un grand nombre de marchés locaux, sur un concept de bâtiment adaptable à de nombreux types d'immeubles. Les expériences suisse, allemande et américaine montre que ces labels ne sont efficaces que s'ils s'inscrivent dans une dynamique comprenant des groupements de professionnels, des guides techniques, des foires commerciales, des sites internet, des événements annuels, des cycles de formation.

Les labels doivent porter sur la réalisation de bâtiments, mais aussi leur gestion. Il est utile qu'ils concernent aussi, comme en Suisse et en Allemagne, les composants et équipements.

4.7 La question la plus difficile est la rénovation du parc existant

La comparaison internationale a montré que tous les pays commencent par le plus facile : la construction neuve. Puis dans un deuxième temps, l'analyse montre pour obtenir des résultats à l'horizon de 2015 ou 2020, une action vigoureuse sur le parc existant est incontournable.

Penser qu'il suffit de travailler essentiellement la question de la construction neuve et que l'on pourra ensuite transposer les solutions du neuf vers l'existant est une idée fautive. Cela est évident pour les dimensions socio-économiques mais cela est également vrai sur le plan technique.

Les Allemands, avec le concept « Passivhaus », savent faire des bâtiments neufs sans équipement de chauffage dans un climat continental, ils ne savent pas le faire techniquement pour des bâtiments rénovés.

L'expérience forte de certains pays pour la construction neuve l'est beaucoup moins pour la réhabilitation des bâtiments. L'Allemagne est l'un des pays les plus intéressants dans le domaine de la rénovation énergétique, tant sur le plan des expérimentations que sur celui de la diffusion nécessitant la mobilisation de financements importants.

L'énergie ne peut pas être la seule motivation d'une rénovation, il convient d'avoir une stratégie de réhabilitation incluant l'énergie comme facteur important. La politique de renouvellement urbain doit impérativement intégrer cette dimension. C'est possible comme l'a montré l'analyse du quartier Vesterbro à Copenhague.

Mais la question la plus difficile est la rénovation des maisons et des appartements appartenant à des particuliers, qui consomment en France plus de la moitié de l'énergie du parc, tertiaire inclus.

Cela nécessite un plan d'action ambitieux articulant recherche, incitations fiscales, financements, diffusion de produits industriels innovants et apparition de nouvelles compétences tendant vers la création d'un nouveau métier : celui « d'améliorateur » énergétique de logements existants, mis en avant notamment par la fondation « Bâtiment et énergie ».

4.8 Pour les professionnels, il s'agit d'un véritable nouveau paradigme

La vision la plus courante est de garder les processus actuels de construction, rénovation et gestion des bâtiments et d'y ajouter une dimension énergétique et environnementale. Cette vision est génératrice de coûts d'investissement élevés et ne permet pas de répondre à l'enjeu.

Nous avons indiqué que baisser la consommation d'énergie de 30 à 50% d'un bâtiment n'est pas techniquement très compliqué, mais le faire est difficile, car les cultures professionnelles dominantes ne permettent pas de le faire aisément.

Pour parvenir à ces performances, et plus encore s'il s'agit de bâtiments zéro énergie ou à énergie positive, il faut concevoir la construction ou la rénovation autrement et abandonner la conception par séquences (architecture, enveloppe, équipements) pour adopter une conception concourante traitant, comme nous l'avons noté, dans un seul mouvement, l'architecture, le climat, l'enveloppe et les équipements. Les composants et équipements fournis par les industriels doivent être intégrés dans cette vision d'ensemble.

Les métiers de la conception ne sont pas les seuls à devoir être transformés. La qualité de la réalisation suppose notamment une étanchéité à l'air peu courante sur les chantiers français. Cela sera d'autant plus difficile à atteindre qu'en France, le coût de la construction est sensiblement moins élevé qu'en Suisse et en Allemagne.

La gestion exploitation maintenance ne doit plus être déconnectée de la production. Cela suppose une procédure qualité du type « commissioning » utilisée aux Etats-Unis. Les

modalités d'utilisation des bâtiments doivent également évoluer pour que les comportements des utilisateurs n'annulent pas les efforts faits dans la chaîne conception-réalisation-gestion.

La question des motivations des utilisateurs, qui sont souvent les commanditaires, est très importante. Les promoteurs de « Minergie® » mettent à juste titre en avant les « co-bénéfices » du label pour l'utilisateur. Ils peuvent être quantifiables, comme le supplément de prix de vente ou de revenu locatif permis par la qualité d'une maison « Minergie® » ou non, comme le confort, la protection contre le bruit, la meilleure qualité de l'air, la meilleure hygrométrie, la sécurité accrue, sans parler du sentiment de contribuer au sauvetage de la planète.

Des études américaines montrent que les investisseurs de bureaux «LEED™ » et les entreprises utilisatrices sont attentives au fait que ces bâtiments peuvent jouer un rôle dans l'augmentation de la productivité du personnel. Quand cela est vérifiable, l'économie réalisée est beaucoup forte que l'économie d'énergie.

En fait aucun métier n'échappe à une rédefinition de son rôle. Le maître d'ouvrage doit définir son programme différemment. Le financier doit proposer des prêts innovants tenant compte des économies d'énergie, comme ils existent notamment en Allemagne et aux Etats-Unis ainsi que, depuis peu, en France.

Il s'agit d'un nouveau paradigme pour les acteurs de la construction, un nouveau système de références et bien sûr de nouvelles compétences qui appellent un très important effort de formation.

4.9 Deux facteurs clés sont le financement et la transformation des compétences par la formation

Deux blocages importants peuvent entraver le développement des bâtiments à basse consommation : le financement et les compétences.

Le financement peut prendre des formes multiples : crédits d'impôt, subventions, prêts spécifiques, certificats verts ou blancs, marché du CO₂...

Même dans un pays comme l'Allemagne, où la population et les professionnels ont une forte conscience des enjeux environnementaux et énergétiques, la motivation financière est première pour la décision de construire ou de rénover avec une bonne performance énergétique.

Le fait que le financement, la conception, la construction, la rénovation et la gestion de bâtiments basse consommation constituent un nouveau paradigme pour les professionnels entraînent la nécessité non pas d'un simple ajout de compétences à des compétences existantes mais d'une transformation des compétences par la formation.

Dans certains cas, des nouveaux métiers, comme celui « d'améliorateur » énergétique des logements des particuliers vont apparaître.

La formation, initiale et continue, devient un enjeu essentiel, pour l'ensemble des acteurs concernés : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, artisans, industriels, gestionnaires.

L'utilisation des bâtiments, résidentiels et non résidentiels, nécessitent de nouveaux comportements des utilisateurs, issus de campagnes de sensibilisation, information et formation.

Conclusion

Energie, environnement, développement durable constituent une opportunité extraordinaire d'innovation pour le monde de la construction.

Dans les années soixante et soixante-dix, la construction a connu un grand mouvement d'innovation : l'industrialisation du bâtiment. L'initiative était pour l'essentiel publique. Les acteurs ont plus ou moins bien suivi. Les résultats ont été mitigés.

Avec l'énergie, l'environnement et le développement durable, le contexte est aujourd'hui radicalement différent. Sous l'impulsion politique au niveau européen, national et régional, le *mouvement d'innovation est lancé* à l'échelle internationale et en France. La légitimité de l'action n'est pas contestée.

Les acteurs de la construction et de la gestion des bâtiments ont une extraordinaire opportunité à saisir pour changer leurs compétences, leurs pratiques, leurs formations, leurs niveaux de rémunération et leur image.

Annexe 5 : Personnes rencontrées

PREBAT	- Denis CLODIC
	- Jean Paul DALLAPORTA
	- Yves FARGES
	- Jean Paul FIDELLI
	- Michel GIACCOBINO
	- Michel MACARY
	- François PERDRIZET
	- Pierre VELTZ
DRAST	- Jacques THEYS
ADEME	- Alain MORCHEOINE
CNRS	- Etienne WURTZ
INES	- Philippe MALBRANCHE
CSTB	- Jean CARASSUS
	- Hervé CHARRUE
	- Bertrand DELCAMBRE
	- Alain MAUGARD
ENTPE	- Gérard GARRACINO
COSTIC	- Christian FELDMANN