

Comparaison internationale
Bâtiment et énergie

**B4 – ETATS-UNIS :
LES PROGRAMMES « BUILDING AMERICA »,
« ZERO ENERGY HOMES »
ET « LEADERSHIP IN ENERGY AND
ENVIRONMENTAL DESIGN » (LEED)**

**Auteurs : Jean Christophe Visier
(jean-christophe.visier@cstb.fr), Ahmad Husaunndee
avec la participation de Frédéric Bougrain
(frederic.bougrain@cstb.fr)**

**Expert : Leslie K. Norford (Massachusetts Institute of
Technology-USA)**

ADEME



PRÉB4T

PROGRAMME DE RECHERCHE
ET D'EXPERIMENTATION
SUR L'ENERGIE DANS LE BÂTIMENT

PUCA

plan
urbanisme
construction
architecture

B4.1 LES PROGRAMMES “BUILDING AMERICA” ET “ZERO ENERGY HOMES”

B.4.1.1 CONTEXTE, ANTERIORITES

LE CONTEXTE

Le contexte américain se caractérise par :

- de fortes consommations énergétiques,
- une dépendance énergétique relativement faible (29 % d'énergie primaire est importée).

Les consommations des bâtiments sont les suivantes :

- Résidentiel : 256 kWh/m² d'énergie primaire ce qui est du même ordre que les bâtiments français,
- Tertiaire : 561 kWh/m² d'énergie primaire ce qui est supérieur aux bâtiments français.

Pour les maisons individuelles la construction bois est très fortement utilisée. Les constructions sont généralement réalisées sur site et l'isolation est mise en place à l'intérieur des ossatures bois. Des panneaux sandwichs préfabriqués sont utilisés de manière non négligeable.

Les systèmes de climatisation sont très fréquents mais les systèmes de ventilation spécifique ne sont pas systématiques.

Les solutions techniques utilisées dépendent de la région et du climat.

On peut différencier aux Etats-Unis 6 grands types de climat. Le climat « mixed Humid » qui couvre une partie de l'est américain est le plus proche du climat Français.

ANTERIORITES

Au **plan national américain** une loi de 2005 :

- met en place ou renforce les normes d'efficacité énergétique pour de nombreux équipements utilisés dans les bâtiments résidentiels ou non résidentiels
- instaure des aides fiscales pour les actions de maîtrise de l'énergie et de sources alternatives d'énergie
- impose aux états la mise en oeuvre de réglementations sur les bâtiments non résidentiels basés sur une norme d'efficacité énergétique définie par l'association des ingénieurs de génie climatique (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE)

Des aides de certains états peuvent couvrir jusqu'à 50 % du coût des systèmes photovoltaïques sous des formes diverses.

Le ministère de l'Energie (DOE – Department of Energy) a défini une **feuille de route** qui définit les performances à atteindre par rapport aux bâtiments du milieu des années 1990. -40 % en 2010, -50 % en 2015, -70 % en 2020 avec en 2020 une production locale satisfaisant les besoins.

Cette feuille de route comprend donc deux objectifs complémentaires :

- améliorer l'efficacité énergétique
- produire de façon décentralisée.

B.4.1.2 DESCRIPTION DU PROGRAMME

DÉFINITION

Depuis 1996 le département de l'énergie soutient les programmes « Construire l'Amérique » (*Building America*) et « Maisons zéro Energie » (*Zero-ENERGY HOMES*) qui portent sur les maisons individuelles neuves ou réhabilitées. Cependant, dans la pratique, environ 95 % du budget est employé pour des projets portant sur le neuf. Des travaux portant sur les solutions pour l'existant ont été menés mais n'ont pas à l'heure actuelle fait l'objet d'une diffusion.

Ces programmes sont une des actions visant à mettre en œuvre la feuille de route Ils poursuivent à la fois des objectifs de baisse des consommations d'énergie et d'amélioration des performances économiques des entreprises impliquées dans le programme. Le budget fédéral dédié au programme « Construire l'Amérique » s'élevait à 16M\$ pour 2005. Ce budget couvre les activités de conception, de formation, de tests et aussi la publication des guides.

L'atteinte des objectifs de baisse des consommations d'énergie conduit à promouvoir :

- La production de bâtiment consommant 30 à 90 % d'énergie en moins pour le neuf et 20 à 30 % de moins pour l'existant,
- L'intégration de systèmes de production décentralisés afin d'arriver en 2020 à des bâtiments zéro énergie et
- Le développement des technologies qui réduisent les consommations d'énergie et de matière.

L'atteinte du second objectif repose sur :

- Le soutien aux entreprises pour réduire les temps de construction et les déchets,
- L'amélioration de la productivité des entreprises et
- Le développement de nouvelles opportunités de marché pour les industriels et les distributeurs.

Le programme vise notamment à modifier les habitudes individualistes des acteurs. L'idée est de promouvoir un travail collectif et des approches systèmes (system engineering approches).

Une des hypothèses du programme « Construire l'Amérique » est que des économies d'énergie importantes peuvent être obtenues à coût nul et marginal via une optimisation globale des systèmes. L'exemple type est la réduction des coûts des systèmes de chauffage climatisation rendue possible par un surinvestissement dans l'enveloppe.

LES ACTEURS

Les programmes sont portés par plusieurs consortiums placés sous l'autorité d'un leader qui coordonne des équipes pluridisciplinaires composées d'architectes, d'ingénieurs, de producteurs d'équipement, de fournisseurs de matériaux, de collectivités locales, d'entreprises de construction, de sociétés de crédit immobilier. La plupart des consortiums sont impliqués dans les deux programmes.

Les consultants spécialistes des questions énergétiques, et les constructeurs de maison individuelles forment les acteurs clés des programmes. :

Les consultants ont formé plusieurs partenariats en associant les entreprises de construction et les fournisseurs et en assurant une assistance technique. Ce dernier point est déterminant dans la mesure où les modes de construction liés aux programmes diffèrent des pratiques courantes.

Ceci explique aussi pourquoi un des points clés du programme est la réalisation de guides de construction utilisables par les entreprises de construction (gros œuvre et second œuvre). Ces guides ont été établis progressivement à partir des études menées par les différents consortium. Chaque consortium a son approche par rapport à ces guides (descriptions succinctes des performances des composants à mettre en œuvre ou descriptions détaillées de maisons dont les usages sont conformes aux attentes (60 pages décrivent les plans et vont jusqu'aux détails constructifs).

Les constructeurs de maisons ont une place centrale puisqu'ils portent les produits finaux. Ce ne sont pas les perspectives liées à une baisse des consommations énergétiques des bâtiments construits qui les motivent. Ce sont davantage les perspectives d'amélioration de la qualité du bâti et de réduction des risques de litiges et de malfaçons (en particulier des problèmes de condensation et de moisissures) qui les stimulent. Côtés sur les marchés financiers, ils réussissent par ce biais à satisfaire des actionnaires sensibles à la baisse du nombre de litiges et de recours en justice.

En outre, dès que la direction générale est convaincue de l'intérêt d'adopter une approche globale de la conception des maisons, les entreprises ont les capacités pour mettre en œuvre les nouvelles techniques avec le support de l'équipe projet Construire l'Amérique et l'aide indirecte des guides.

Les producteurs d'équipement et les fournisseurs de matériaux jouent un rôle moins central. Néanmoins, ils sont étroitement associés à la rédaction de guides et à l'optimisation des solutions retenues par les consortiums pour les différentes zones climatiques.

LE MARKETING DU PROGRAMME

Les consultants qui pilotent la plupart des consortiums, présentent sur leur site internet les finalités du programme « Construire l'Amérique ». Des études de cas exposant les atouts du programme pour les acheteurs sont exposés. Il est également possible d'acheter en ligne les guides de mise en œuvre qui ont été conçus pour les différentes zones climatiques.

Les constructeurs n'ont pas négligé les aspects commerciaux. Des documents de promotion destinés aux acheteurs insistant sur la réduction des factures énergétiques, la possibilité d'acheter autre chose avec l'argent économisé, le confort, la durabilité et la qualité du bâti pour la santé, ont été diffusés.

Par ailleurs, le programme fournit des exemples concrets de plans de financement prenant en compte les différentes aides disponibles.

LIEN AVEC LES TEXTES REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

Un système d'évaluation de la performance énergétique des maisons est en place depuis 2002. Il est géré par le Residential Energy Services Network (RESNET). L'objectif de ce réseau est d'éduquer le public sur les avantages des maisons économes en énergie. La première version de ce système prenait en compte le chauffage, la climatisation et l'eau chaude sanitaire. En 2006 le système a été modifié pour intégrer l'ensemble de la consommation d'énergie de la maison.

Ce système d'évaluation de la performance est utilisé pour la distribution des prêts aidés et pour l'obtention d'un certificat de performances énergétique via le label ENERGY STAR.

ENERGY STAR est un label sur la performance énergétique qui s'applique en premier lieu à des produits industriels. Il traite notamment pour le bâtiment des performances des climatiseurs, des chaudières, des pompes à chaleurs, des ventilateurs, de l'éclairage, des matériaux de couverture, des portes et fenêtres...

ENERGY STAR propose aussi un label pour les bâtiments eux mêmes. Il est utilisé par les constructeurs pour prouver à leurs clients la performance énergétique des maisons qu'ils vendent.

Le niveau actuel du label correspond à une réduction de consommation de 30 % par rapport à une maison type de 1993. Le label peut être obtenu soit via le calcul de la performance énergétique soit par l'application de packages de solutions standard.

TECHNOLOGIES APPLIQUEES

Les consommations typiques d'une maison américaine se répartissent principalement entre le chauffage (30 %), l'éclairage (12 %) et la climatisation (11 %). Le reste provenant des usages spécifiques de l'électricité.

Les technologies typiquement utilisées pour le programme sont les suivantes :

Ossature bois : L'épaisseur des ossatures est augmentée pour permettre la mise en place d'une plus grande épaisseur d'isolant.

Les intercalaires sont éloignées les unes des autres pour réduire les ponts thermiques.

Une membrane d'étanchéité à l'air est mise en place sur la face extérieure.

Les détails des jonctions sont soignés pour éviter les problèmes d'infiltration d'air.

Fenêtres : Les fenêtres métalliques avec vitrage standard sont remplacées par des fenêtres PVC avec vitrage peu émissif (double vitrage).

Ventilation : L'augmentation de l'étanchéité à l'air conduit à mettre en place un système de ventilation mécanique.

Réseau de distribution : Les réseaux de distribution d'air chaud ou froid sont passés en volumes conditionnés (par exemple en isolant les combles) pour récupérer les pertes.

On recherche des réseaux courts entraînant moins de pertes et plus facile à rendre étanches.

Génération de chaleur et de froid : Utilisation de chaudières sans stockage et à haute efficacité.

Eclairage : Utilisation de lampes fluo compactes.

Pour les bâtiments du programme Maisons Zero Energie recours systématique au solaire photovoltaïque et à un système solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire.

Les tableaux ci-dessous présentent d'autres exemples de solutions.

Climat froid

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Fondations	Vide sanitaire non ventilé isolation extérieure R =1,8		
Murs	R= 2,8 , 2 ,3 dans l'ossature et 0,5 en extérieur	R = 3,4 dans l'ossature	R= 4,2, 3,9 dans l'ossature et 0,9 en extérieur
Fenêtres	Ouvertures nord minimisées, surface vitrée inférieure à 21 % de la surface au sol, conductivité de 0,35, facteur de transmission solaire de 9,45		
Toit	R=6,7 dans les combles et 5,3 dans les plafonds		
Renouvellement d'air	0,35		
Chauffage	Générateur d'air chaud rendement annuel 90 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1	Générateur d'air chaud rendement 90 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1	Générateur d'air chaud rendement 80 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1
Froid	Cop = 2,93		
Ventilation	Système mécanique simple flux extraction ou double flux		
Eau chaude sanitaire	Efficacité de 0,56 en gaz ou 0,88 en électrique		

Climat mixte humide (le plus proche du climat français)

	Zone Ouest	Zone Est Sur vide sanitaire ou sous-sol	Zone Est Sur terre plein
Fondations	Vide sanitaire non ventilé, isolation extérieure R=1,8, Terre plein isolation périphérique horizontale R=1,8 sur 60 cm	Vide sanitaire non ventilé, isolation extérieure R=1,8,	Pas d'isolation
Murs	R=2,3 entre ossatures		
Fenêtres	Ouvertures nord minimisées, surface vitrée inférieure à 21 % de la surface au sol, conductivité cadre de 0,35 , facteur de transmission solaire de 0,45		
Toit	R=6,7 dans les combles et 5,3 dans les plafonds		
Renouvellement d'air	0,35		
Chauffage	Générateur d'air chaud rendement annuel 90 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1	Générateur d'air chaud rendement 80 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1	Générateur d'air chaud rendement 90 % ou PAC sur air avec cop Annuel de 2,1
Froid	Cop = 2,9	COP = 3,5	COP = 3,5
Ventilation	Système mécanique simple flux en surpression ou double flux		
Eau chaude sanitaire	Efficacité de 0,56 en gaz ou 0,88 en électrique		

Maisons zéro énergie en Floride

	Maison de référence	Maison zéro énergie
toiture	Shingle gris brun avec débord de 45 cm	Ardoises blanches avec débord de 91 cm
Isolation des combles	R=5,3	
Isolation des murs	R=0,7 en intérieur des blocs béton	R= 1,8 en extérieur des blocs béton
Fenêtres	Simple vitrages, cadres aluminium, Ucadre =1,1, facteur solaire 0,88	Double vitrage sélectif, U cadre = 0,34, facteur solaire 0,38
Distribution air conditionné	Isolation R = 1,1 passage en combles	Réseau en volume climatisé
Réfrigérateur	standard	Basse consommation
Eau chaude sanitaire	Electrique standard	Capteur solaire thermique avec appoint propane
Sèche linge	Electrique standard	propane
Eclairage	Eclairage incandescent standard	Eclairage fluo compact
Système de climatisation	Climatiseur standard 14 kW, COP = 2,9	Climatiseur puissance réduite 7kW, Cop 4,2 avec ventilateur de soufflage à vitesse variable et vérification sur site des débits
Système photovoltaïque		4kW relié au réseau

B.4.1.3 MISE EN OEUVRE

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE DES PROGRAMMES

Pour favoriser la mise en œuvre du programme « **Construire l'Amérique** » qui requérait une approche système, des guides opérationnels ont été conçus par les équipes constitués principalement de consultants, de constructeurs et d'industriels.

Ces guides qui présentent un recueil des meilleures pratiques en cours ont été réalisés via :

- des travaux de simulation présentant les coûts et bénéfices des différentes solutions de conception retenues,
- le développement de nouvelles technologies.

Cette approche a requis une interaction permanente entre les membres des consortiums établis. En effet, la principale rupture du programme est moins technique qu'organisationnel. Il s'agit notamment de faire travailler en commun des acteurs plus habitués à opérer sans se coordonner.

Les solutions adaptées à chaque zone climatique ont été testées sur la base des premières maisons réalisées en intégrant les objectifs de réduction des coûts et une réflexion sur les modes de financement.

Ce processus de recherche action portant sur l'assemblage et la réalisation des maisons, a conduit à l'enrichissement progressif des premières approches.

La réussite du programme « Construire l'Amérique » étant conditionnée par la coordination des acteurs, il a fallu renforcer le dialogue entre entreprises du chantier. Pour cela plusieurs dispositifs de contrôles ont été élaborés :

- Les tâches à accomplir sont définies dans un contrat établi entre le constructeur et les entreprises du second œuvre. Cela couvre l'ossature, les fenêtres, le réseau de distribution, les systèmes d'isolation, de chauffage et de ventilation.
- Les informations contenues dans les guides de constructions spécifiques à chaque zone climatique sont affichées sur le chantier.
- Des entreprises contrôlent le travail effectué en mesurant l'étanchéité de l'enveloppe extérieure et des conduits. Les entreprises de second œuvre responsables de ce lot sont ainsi assurées de bénéficier d'un retour d'expérience.
- Des objectifs de performance à atteindre : ceci concerne les consommations énergétiques relatives au chauffage et à l'eau chaude sanitaire et la baisse du nombre de recours pour malfaçons.

Cette garantie a constitué un puissant vecteur d'achats (certains industriels impliqués ont même offert une garantie à vie pour leurs produits). Cependant, certains acheteurs qui considéraient que les objectifs de performance n'étaient pas atteints, ont porté plainte devant la justice.

Le programme « **Maisons Zéro Energie** » repose davantage sur la réalisation d'opérations pilotes.

Trois types de travaux ont été menés :

- Maisons de recherche à énergie zéro. Un petit nombre de maisons de démonstration ont été construites afin de tester quelques solutions alternatives potentiellement intéressantes. Il s'agit là d'un travail de recherche essentiellement technique n'incluant pas d'optimisation économique.
- Maisons de production à énergie zéro. L'objectif est de tendre vers la construction de maisons à une grande échelle. Les équipes « maisons zéro énergie » ont travaillé avec des constructeurs de maisons individuelles pour développer des ensembles de solutions qui suivent les recommandations de l'Association Nationale des Constructeurs de Maisons (National Association of Home Builders). Ces ensembles incluent des solutions techniques typiques des maisons basse énergie auxquelles on rajoute un système de production d'eau chaude solaire efficace, un système photovoltaïque optimisé et un système de gestion permettant l'interruption des systèmes électriques non utilisés.
- Développement d'un outil d'optimisation : Le principe de l'outil consiste à mettre en œuvre toutes les solutions d'efficacité énergétique dont le coût marginal est inférieur à celui du photovoltaïque (PV) et à dimensionner ensuite le système PV pour produire l'énergie nécessaire restante. Ce logiciel est utilisé par les chercheurs pour estimer l'impact potentiel sur le marché des maisons zéro énergie.

DIFFICULTES DE MISE EN ŒUVRE.

Les problèmes de mise en œuvre et de coordination liés à la nouvelle approche défendue par le programme « Construire l'Amérique » ont été progressivement résolus.

Les équipes qui se sont impliquées dans le programme avaient généralement les compétences techniques pour mettre en œuvre les solutions envisagées mais avaient besoin d'un support pour le faire. L'absence d'architectes sur les sites ne permettait pas d'avoir accès aux explications nécessaires. Les guides de construction ont répondu à ces insuffisances en intégrant les changements de mode de faire.

Des inspections programmées de l'enveloppe et des réseaux de distribution ont été instaurées à des moments clés pour vérifier la mise en œuvre. Ces inspections ont été généralement faites par une entreprise extérieure.

Par ailleurs, il apparaît que le programme « Construire l'Amérique » s'est intéressé à l'amélioration des performances et peu à l'amélioration du process constructif. Seul un constructeur a associé ce programme à une approche innovante de construction rapide.

Dans les projets pilotes du programme « Maisons Zéro Energie », quelques difficultés liées à l'appropriation des techniques de construction et des équipements par des constructeurs qui n'en avaient pas l'habitude, se sont faites sentir. Ces difficultés ne sont toutefois pas jugées comme bloquantes.

L'objectif de rentabilité poursuivi par les constructeurs a constitué une barrière beaucoup plus forte pour le développement des maisons zéro énergie. Dans l'état actuel de la technique et au prix actuel de l'énergie, le programme n'est pas rentable puisque les temps de retour sur investissement sont beaucoup trop longs. Les systèmes PV sont en effet chers. Réduire les consommations d'énergie jusqu'au point où elles peuvent être assurées par des systèmes actifs implique donc des niveaux d'investissement très nettement supérieurs. Des entreprises ayant réalisé des bâtiments zéro énergie ont d'ailleurs indiqué qu'elles ne reproduiraient pas la démarche.

LES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les maisons « Construire l'Amérique » sont conçues pour arriver à des surcoûts faibles ou marginaux. L'approche consiste à transférer les coûts d'un poste à l'autre en améliorant l'efficacité énergétique.

L'approche consiste généralement à surinvestir sur l'enveloppe pour réduire les coûts des systèmes de chauffage et de climatisation.

Résumé des coûts (en fonction des zones climatiques)

Type de climat	Coûts typiques pour un constructeur	Economie typique annuelle pour un acheteur
Froid	+\$350	\$300 – \$500
Chaud et sec	-\$100	\$200 - \$300
Mixte	-\$200	\$200 - \$350
Chaud et humide	+\$300	\$200 - \$300

Source : <http://www.buildingscience.com/buildingamerica/overview.htm>

Pour les maisons zéro énergie le surcoût est très important comme l'indiquent les exemples suivants (les coûts sont en US\$):

	Maison de référence	Maison zero énergie 1	Maison zero énergie 2	Maison zero énergie 3
Maison	59,300	78,900	84,000	87,900
Foncier et infrastructures	14,500	14,500	14,500	14,500
Système PV	0	22,400	16,000	16,000
Coût total	73,800	115,800	114,500	122,400
Coût total par m2	750	1,180	1,170	1,250

LES MODES DE FINANCEMENT

Les fonds fédéraux ont permis de couvrir les actions de conception, de formation et de test, ceci inclut la publication des guides de conception et des guides pratiques. Cette part du budget est variable selon les années (18,8 M\$ annuels demandés pour 2007 alors que le budget 2005 s'élevait à 16M\$).

Les propriétaires peuvent généralement financer les investissements d'efficacité énergétique via leurs fonds propres, des emprunts, des contrats de performance énergétique ou des soutiens des distributeurs d'énergie.

LES PRETS POUR L'EFFICACITE ENERGETIQUE

Des prêts pour l'efficacité énergétique sont proposés par plusieurs organisation publiques et privées.

Beaucoup d'acheteurs souhaiteraient bénéficier de taux d'intérêts réduits. Cumulés à une baisse future des factures énergétiques, ils compenseraient le surinvestissement initial.

Cependant, la logique des prêts pour l'efficacité énergétique n'est pas d'abaisser les taux d'intérêt mais de permettre aux acheteurs d'accéder à des emprunts plus conséquents. L'idée est que la réduction des factures énergétiques permettra de rembourser un crédit plus important. Cette approche conduit à faire courir la totalité du risque associé aux économies d'énergie à l'acheteur.

L'intérêt suscité par ces prêts est jusqu'à présent mitigé. Certains acteurs ont du mal à penser qu'ils rembourseront plus en réalisant des économies d'énergie. Par ailleurs, le processus administratif d'obtention de ces prêts manque parfois de fluidité et les prêts classiques proposés sur le marché du crédit offrent des conditions presque aussi avantageuses. Enfin le coût de la certification exigée par les prêteurs constitue un autre frein.

B.4.1.4 EVALUATION DU PROGRAMME

NOMBRE DE MAISONS

Le programme Construire l'Amérique a conduit à la construction de plus de 31 000 maisons. Les leaders des projets évaluent à 30 à 45 % les réductions d'énergie sur ces maisons.

Environ 500 des maisons construites en 2002-2003 intègrent une production localisée d'électricité en vue d'aller vers des maisons à énergie nulle. Plus de 2000 maisons de intégrant de ce type sont en cours de réalisation.

Le programme « Maisons zéro Energie » ne permet pas encore d'arriver généralement à une consommation nulle d'électricité. Des recherches se poursuivent pour améliorer l'efficacité du système. Selon les estimations une baisse des taux d'intérêt constituerait un stimulant à la diffusion de ce type de construction.

Le tableau suivant donne les exemples de consommations et d'économies réalisées pour quatre maisons « zéro énergie ».

	Référence Floride	Zéro énergie Floride	Référence Tennessee	Zéro energie Tennessee 1	Zéro Energie Tennessee 2	Zéro Energie Tucson
Consommation annuelle nette d'électricité kWh/m ²	114	11	173	84	101	22
Economie/ référence	-	90 %	-	52 %	42 %	
Electricité Photovoltaïque produite, kWh/m ²	-	21	-	20	23	45
Consommation d'électricité hors PV, kWh	114	32	173	104	124	67
Economie par rapport à la référence hors PV		72 %		40 %	28 %	

On constate sur chacune des maisons que la plus grosse économie est faite sur les actions hors PV.

Ceci confirme très nettement le fait que pour aller vers des maisons à zéro énergie il faut absolument commencer par réduire drastiquement les besoins de la maison avant d'envisager l'installation de PV.

EVALUATION ECONOMIQUE

Les maisons du programme « Construire l'Amérique » engendrent des surcoûts de construction très faibles voire nuls. Ceci conduit à des temps de retour très rapides (de 0 à 6 ans) par rapport à des maisons standards.

A l'inverse, le coût du PV ne permet pas, au prix de l'énergie actuelle, un temps de retour rapide pour les maisons zéro énergie.

D'autre part dans les maisons à zéro énergie, les constructeurs installent un grand nombre de dispositifs d'économie d'énergie en raison du coût du PV. L'installation a lieu si le coût marginal de l'installation est inférieur au coût du PV.

En outre, la rentabilité du programme dépend étroitement des subventions liées à l'installation de systèmes photovoltaïques. Suivant les maisons les temps de retour hors subvention de la partie photovoltaïque vont de 50 à 100 ans. Ces systèmes ne sont donc pas envisageables aujourd'hui sans subvention. Cependant, le rapport sur la brique « photovoltaïque » montre clairement que le développement de cette technologie doit être apprécié dans une perspective de long terme visant à réduire son coût de production.

B.4.1.5 REFLEXIONS CRITIQUES

FORCES DU PROGRAMME

Le programme conduit à développer une approche intégrée de la conception de la maison individuelle. Il amène progressivement à faire travailler en commun des corps de métier qui n'avaient pas l'habitude de se coordonner. Cette rupture organisationnelle a été rendue possible par un soutien fédéral (le budget fédéral de 16M\$ pour 2005, couvre les activités de conception, de formation, de tests et aussi la publication des guides d'assistance aux équipes du chantier). Par ailleurs, les constructeurs de maisons sont incités à soutenir une approche qui semble réduire le nombre de sinistres et est appréciée à ce titre par leurs actionnaires.

Ce travail conjoint entre acteurs améliore la qualité du produit final (baisse du nombre de malfaçons, réalisation de plusieurs milliers de maisons plus performantes sur le plan énergétique, amélioration de la qualité de l'air intérieur par la mise en place de systèmes de ventilation).

Les coûts de revente des maisons sont plus élevés que celles des maisons standards.

FAIBLESSES

L'industrie a encore une approche très fragmentée. Ce changement organisationnel du mode de construire ne peut se diffuser que progressivement. Cette fragmentation se traduit aussi par une faible diffusion de l'information de la part des constructeurs.

Les modes de financement utilisés s'avèrent peu adaptés aux caractéristiques des projets. Leur gestion administrative est lourde et ils n'apportent quasiment aucun avantage par rapport à des prêts classiques. Par conséquent, les acheteurs assument la totalité des risques financiers associés aux projets de construction.

Le programme vise principalement les bâtiments neufs

L'approche systémique mise en œuvre pour les bâtiments neufs n'a pas encore été appliquée aux bâtiments existants. Pourtant les enjeux se situent à ce niveau. Il conviendrait notamment lorsque des projets de réhabilitation/rénovation sont mis en œuvre de réussir à faire travailler ceux qui interviennent sur l'enveloppe du bâtiment et ceux qui installent les systèmes de chauffage.

Pour les bâtiments neufs l'approche passant par de gros constructeurs de maisons individuelles semble peu adaptée

Les maisons zéro énergie ne sont pas rentables au prix actuel de l'énergie et au regard du stade de développement des systèmes PV.

Les coûts de transactions sont élevés en particulier en matière de labellisation et de connexion au réseau des systèmes PV

Les maisons zéro énergie requièrent de gérer de manière très fine les différents appareils électriques.

OPPORTUNITES

La hausse durable du prix de l'énergie constituerait le meilleur soutien à ce type de programme. En effet, la plupart des maisons aux USA restent construites en dehors du cadre défini par le programme « Construire l'Amérique ».

Certains habitants fiers de leur maison zéro énergie s'impliquent dans le nettoyage régulier des capteurs pour conserver les performances du bâti. Même si de tels cas restent très marginaux au regard du nombre de maisons construites chaque année aux U.S.A., on peut espérer à terme une évolution du comportement des acteurs allant vers une conscience environnementale plus affirmée.

Des progrès technologiques notables peuvent encore être réalisés en matière de systèmes photovoltaïques, de cogénération, de logiciels permettant une analyse en coût global... La recherche, le développement et la démonstration sur les maisons zéro énergie se poursuivent. L'ensemble de ces facteurs améliorera à terme la rentabilité économique de ce type de programme.

Le renforcement de la réglementation des états fédéraux aux USA conduira progressivement à rendre systématique l'adoption des mesures qui ont prouvé leur efficacité énergétique.

MENACES

Les subventions au PV par les distributeurs d'énergie risquent de diminuer au fur et à mesure du développement de ce type de technologie. Hors subventions les coûts actuels du PV le rendent peu attractif.

La mise en œuvre sans précaution de certaines des mesures d'économies d'énergie peut conduire à réduire la qualité de l'air intérieur ou entraîner des pourrissements des systèmes constructifs bois. Cela risquerait alors de nuire à l'image de ce type d'approches.

La segmentation du marché rend difficile la généralisation de solutions qui ont montré leur rentabilité dans le cadre du programme « construire l'amérique ». On compte ainsi 500 000 constructeurs de maisons individuelles aux Etats-Unis. Les 5 plus grands ne construisent que 10 % des maisons.

B.4.1.6 CONDITIONS DE LA TRANSPOSITION EN FRANCE

L'analyse de la transposition en France peut être menée en partant des éléments techniques et organisationnels, clés des programmes Américains :

- Eléments techniques : l'utilisation de solutions d'isolation à ossature, les systèmes de climatisation, les systèmes à air, une prise en compte de tous les usages de l'énergie
- Eléments organisationnels : l'interaction entre le programme et une feuille de route politique, un programme à deux niveaux : maisons à basse consommation et maisons zéro énergie, une approche systémique basée sur la collaboration entre acteurs, les coûts de transaction.

C'est sur le plan organisationnel que les transpositions possibles vers la France semblent les plus intéressantes

TRANSPOSITION TECHNIQUE

La transposition en France est la moins facile du fait des différences de climat et des différences constructives.

Néanmoins il nous semble que les éléments suivants pourraient être envisagés :

Utilisation des systèmes à ossature bois.

Ces systèmes permettent des augmentations importantes d'épaisseur d'isolant et une réduction des ponts thermiques. Les solutions employées dans le programme Construire l'Amérique semblent permettre de résoudre les problèmes de perméabilité.

Systemes de climatisation.

Il semble parfaitement réalisable dans le climat français d'arriver à un confort d'été important sans climatisation. On peut cependant se poser la question dans le cas où on utiliserait des systèmes photovoltaïques et des systèmes de chauffage réversibles de la possibilité d'assurer dans certains cas une climatisation dans les périodes caniculaires.

Systemes à air

Les systèmes à air pourrait se développer en France dans les bâtiments très basse consommation. La démarche Américaine en terme de minimisation des longueurs de réseaux et de passage en volumes chauffés ou climatisé peut probablement être utilisée.

Prise en compte de tous les usages de l'énergie

Aller vers des maisons zéro énergie nécessite une prise en compte de l'ensemble des postes de consommations électriques. Une attention particulière doit notamment être apportée à tous les appareils électro ménagers et à toutes les charges électriques. Une analyse plus détaillée des approches américaines sur ces points pourrait être utile.

TRANSPOSITION ORGANISATIONNELLE

Programme et feuille de route politique

Les objectifs des deux programmes sont très liés à une feuille de route politique qui fixe des objectifs chiffrés en matière de réduction des besoins des bâtiments et en matière de production locale.

Deux objectifs différents sont poursuivis :

- Le programme Construire l'Amérique permet d'atteindre rapidement une baisse des consommations d'énergie sur un nombre conséquent de maisons. Il vise à développer les solutions qui permettent de généraliser la construction de bâtiments basse consommation.
- Le programme Maisons Zéro Energie vise de son côté le long terme. Il fait émerger des solutions qui ne sont pas largement diffusables sur le marché sans systèmes d'aide.

L'approche systémique basée sur la collaboration entre acteurs et le centrage sur le constructeur mériterait d'être examinée de plus près pour envisager un essai de transposition au cas français.

Le mode de management des consortiums est un des points les plus originaux du programme et les plus intéressants à transposer.

Le programme est structuré autour d'un petit nombre de consortiums pérennes qui travaillent ensemble au cours des différents projets et qui animent des réseaux.

Les consultants spécialistes des questions énergétiques, et les constructeurs de maison individuelles forment les acteurs clés des programmes.

Les premiers ont formé plusieurs partenariats en associant les entreprises de construction et les fournisseurs et en assurant une assistance technique. Ce dernier point est déterminant dans la mesure où les modes de construction liés aux programmes diffèrent des pratiques courantes. Les constructeurs de maisons occupent aussi une place centrale puisqu'ils portent les produits finaux. Ils sont essentiellement motivés par les perspectives d'amélioration de la qualité du bâti et de réduction des risques de litiges et de malfaçons (en particulier des problèmes de condensation et de moisissures).

Cette coopération est en outre facilitée par le soutien fédéral qui a contribué à l'élaboration et à la diffusion de guides de construction adaptés à chaque zone climatique et aux choix techniques opérés.

On constate que l'on arrive à des évolutions sensibles des pratiques en mettant en avant non pas les industriels mais les constructeurs. On ne part donc pas des briques technologiques mais du bâtiment à atteindre.

La mise en place d'une organisation similaire n'est transposable en France que si les constructeurs y trouvent un avantage financier et un argument commercial leur permettant d'augmenter leurs ventes. Cependant à ce jour la sinistralité liée aux problèmes de moisissures et de pourrissement des systèmes constructifs est moins importante en France qu'aux Etats-Unis. Cela limite d'autant l'intérêt des acteurs pour ces nouveaux modes organisationnels de construction. Par ailleurs, le secteur de la construction en France est toujours en forte croissance. Les carnets de commandes sont remplis pour les années à venir. Ceci ne favorise pas l'adoption de nouvelles pratiques, jugées a priori comme perturbantes.

Pour motiver des acteurs qui à ce jour n'ont pas de raisons objectives de l'être, il conviendrait de montrer qu'en adoptant un autre mode d'organisation, on réussit à baisser le nombre de malfaçons. La baisse des primes d'assurance qui s'ensuivrait logiquement, pourrait alors constituer un vecteur de motivation suffisant.

En ce qui concerne les maisons zéro énergie on a une approche du même type mais qui se heurte aux problèmes financiers du financement du photovoltaïque. On peut éventuellement penser que les nouvelles aides financières au PV mise en place en France pourraient lever en grande partie ce blocage financier. Cependant, il conviendrait d'avoir un soutien gouvernemental beaucoup plus massif et surtout continu pour que cette technologie se diffuse à moindre coût.

Le problème de la fluidité et des coûts de transaction

L'analyse faite par nos partenaires du manque de fluidité des systèmes à la fois du côté des procédures de raccordement au réseau, des procédures d'aides financières et des procédures de certification doivent nous conduire à nous préoccuper dans les programmes français des solutions permettant de rendre les procédures aussi simples que possibles. On peut penser que si nos collègues Américains réputés pour leur pragmatisme en ce domaine ont des difficultés il sera utile d'être très vigilants en France.

B4.2 PROGRAMME LEED : LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

B.4.2.1 CONTEXTE, ANTERIORITES, DYNAMIQUES D'ACTEURS

LE CONTEXTE

Le contexte américain se caractérise par :

- de fortes consommations énergétiques
- une dépendance énergétique relativement faible (29 % d'énergie primaire est importée)

Les consommations des bâtiments sont les suivantes :

- Résidentiel : 256 kWh/m² d'énergie primaire ce qui est du même ordre que les bâtiments français
- Tertiaire : 561 kWh/m² d'énergie primaire ce qui est supérieur aux bâtiments français.

Pour les maisons individuelles la construction bois est très fortement utilisée. Les constructions sont généralement réalisées sur site et l'isolation est mise en place à l'intérieur des ossatures bois. Des panneaux sandwichs préfabriqués sont utilisés de manière non négligeable.

Les systèmes de climatisation sont très fréquents mais les systèmes de ventilation spécifique ne sont pas systématiques.

Les solutions techniques utilisées dépendent de la région et du climat.

On peut différencier aux Etats-Unis 6 grands types de climat. Le climat « mixed Humid » qui couvre une partie de l'est américain est le plus proche du climat Français.

ANTERIORITES

Au **plan national américain** une loi de 2005 :

- met en place ou renforce les normes d'efficacité énergétique pour de nombreux équipements utilisés dans les bâtiments résidentiels ou non résidentiels,
- instaure des aides fiscales pour les actions de maîtrise de l'énergie et de sources alternatives d'énergie,
- impose aux états la mise en œuvre de réglementations sur les bâtiments non résidentiels basés sur une norme d'efficacité énergétique définie par l'association des ingénieurs de génie climatique (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE)

Le ministère de l'Energie (DOE - Department of Energy) a élaboré un plan jusqu'à 2007 dans le secteur des bâtiments non résidentiel à usage des bureaux et des commerces essentiellement. Ce plan se décline en quatre catégories :

- le développement de trois à cinq ensembles de solutions permettant 30 à 50 % de réduction sur l'énergie net consommée dans les petits immeubles tertiaires neufs par rapport aux normes de l'ASHRAE (90.1 de 2004). L'étape pour 2007 consistera à atteindre 30 % de réduction pour les petits immeubles tertiaires neufs. Le DOE cherchera des partenaires parmi les constructeurs et apportera un soutien à la réalisation d'un certain nombre de ces bâtiments.

- la promotion des technologies émergentes : ceci par exemple la gestion dynamique des baies vitrées incluant le vitrage sélectif ou le « solid state lighting ». Il s'agit aussi de soutenir le développement d'outils de simulation dynamique, en particulier, EnergyPlus, afin d'optimiser la conception de bâtiments basses consommations
- la mise en place de normes sur les équipements. Cet action renforce les exigences relatives à la certification EnergyStar.
- la validation de technologies et l'introduction sur le marché. Cette activité analyse les plans de financement, les moyens de lever les barrières technologiques et institutionnelles.

B.4.2.2 DESCRIPTION DU PROGRAMME

DEFINITION

Le label LEED (Leadership in Energy and Environment Design) est le principal label indépendant aux États Unis. Le système de notation est élaboré par consensus au niveau national.

Le Label est géré par l'USGBC (US Green Building Council), une organisation non gouvernementale à but non lucratif visant à transformer le secteur de la construction en l'amenant à mieux intégrer le bien être des occupants, la performance environnementale et le rendement économique des bâtiments.

LEED a été élaboré en 1998 pour les bâtiments tertiaires neufs par l'USGBC. Il se décline maintenant pour les bâtiments existants (maintenance et exploitation, réhabilitation de l'intérieur, réhabilitation de l'enveloppe), les maisons individuelles et le développement de quartier. Ces deux dernières actions sont encore au stade de développement.

Le label présente un ensemble de critères de performance qui s'articulent autour de cinq catégories :

- 1/ L'aménagement écologique des sites,
- 2/ La gestion efficace de l'eau,
- 3/ L'énergie et l'atmosphère,
- 4/ Les matériaux et les ressources,
- 5/ La qualité des environnements intérieurs.

À ce jour 356 bâtiments ont obtenus le label LEED, Ceci concerne principalement des constructions neuves.

LES ACTEURS

Le label est porté par les 6000 adhérents de l'USGBC. On compte parmi ces derniers :

- Des cabinets d'architectes,
- Des bureaux d'ingénierie,
- Des constructeurs,
- Des industriels (vitrage, éclairage, climatisation, régulation et contrôle...),
- Des producteurs/distributeurs d'énergie,

- Des organismes financiers et d'assurance,
- Des collectivités locales, des municipalités,
- Des états fédéraux,
- Des universités et centres de recherche.

Ces adhérents appartenant à divers secteurs, la promotion du label s'effectue de manière très diffuse. Néanmoins l'appartenance à l'USGBC fédère les actions.

Les adhérents de l'USGBC sont motivés par la protection de l'environnement. Pour certains, le label constitue un moyen de différenciation vis-à-vis de la concurrence. Ils signalent ainsi à leurs clients et à leurs employés qu'ils se soucient des questions environnementales. C'est notamment le cas des propriétaires qui en améliorant la qualité de l'environnement intérieur des bâtiments, espèrent en retour bénéficier d'une fidélité et d'une productivité supérieure.

La certification LEED est aussi soutenue par de nombreux organismes professionnels (ASHRAE, SNACMA, ASTM...) qui participent à l'évolution des exigences réglementaires. Par exemple, une association telle que l'ASHRAE, joue un rôle moteur dans l'évolution et la promotion de la certification. L'ASHRAE a développé notamment des guides pour la promotion de bâtiments commerciaux à faible consommation d'énergie et a établi un partenariat avec l'USGBC pour développer la certification.

Les Etats fédéraux et de nombreuses agences gouvernementales soutiennent également ces initiatives en favorisant la construction de bâtiments certifiés pour leur propre usage. Au 19 octobre 2005 parmi les 2069 projets qui demandaient à bénéficier du label, 42 % concernaient des bâtiments gouvernementaux, 20 % des organisations à but non lucratif et 28 % des sociétés commerciales. 358 projets en cours, étaient localisés en Californie, Etat dont la réglementation sur la consommation énergétique des bâtiments est une des plus contraignantes aux U.S.A.

LA PROMOTION DU PROGRAMME

La promotion de la certification se fait à travers :

- les membres de l'USGBC et ses représentants au niveau des états fédéraux,
- le processus d'accréditation des professionnels,
- la formation à la certification LEED (séminaires, cours par internet),
- le site internet de l'USGBC qui présente des cas d'opérations exemplaires,
- des conférences internationales « GreenBuild » (la participation est passée de 4200 personnes en 2002 à 9700 en 2005).

LIEN AVEC LES TEXTES REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

Le système de notation (points) de LEED est développé pour la partie énergétique en lien étroit avec les normes de l'ASHRAE pour le génie climatique. Par exemple LEED NC 2.2, fait référence à :

- la norme 52 sur la performance des filtres des systèmes à air.
- la norme 55 pour le confort thermique
- la norme 62 pour la ventilation et la qualité d'air

- la norme 90.1 pour la consommation énergétique en incluant la consommation de l'éclairage extérieur du bâtiment

Le label LEED fait aussi références aux normes développées par l'organisme de test et des matériaux (ASTM – American Society of Testing and materials) pour la caractérisation de produits.

Ce label s'appuie également sur l'arrêté concernant la politique énergétique nationale (EPACT – National Energy Policy Act) de 2005. Cet arrêté permet au DOE d'établir des normes sur l'efficacité énergétique des produits et des équipements. Ces normes incitent d'une part les industriels à mettre des produits plus performants sur le marché et d'autre part les constructeurs/concepteurs/bureaux d'études à choisir des produits plus performants afin d'atteindre les exigences du LEED.

Par ailleurs en vue de la certification, des points supplémentaires sont accordés :

- aux bâtiments respectant les recommandations du guide de conception de petits immeubles de bureaux de l'ASHRAE,
- aux installations respectant, dans la partie "environnement intérieure", les recommandations du SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association - Association des installateurs de conduits aérauliques et de conditionnement d'air) pour les conduits d'air des bâtiments occupés.

TECHNOLOGIES APPLIQUÉES

La certification LEED est basée sur des techniques connues et utilisées par la profession. Le résultat obtenu sur les bâtiments certifiés LEED est en grande partie due à :

- une bonne mise en œuvre,
- la mise en place d'une procédure d'assurance qualité dès la phase conception (le process de "commissioning").

La liaison entre la certification LEED et les normes de type EnergyStar ou EPACT (Energy Policy ACT) conduit à faire évoluer les exigences donnant lieu à la certification.

Cette certification évalue les améliorations de manière globale. Aucune liste complète des améliorations n'est exigée. Le personnel de l'USGBC en charge du suivi des opérations, a constaté que dans une majorité des cas, un effort particulier est réalisé sur le poste éclairage. Ce choix est lié à la répartition des consommations énergétiques dans un bâtiment tertiaire :

- 21 % pour l'éclairage,
- 12 % pour le chauffage,
- 9 % pour le refroidissement,
- 8 % pour les équipements de bureaux.

MODE DE FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME

La certification LEED est gérée par l'USGBC. La certification LEED est accordée aux projets qui atteignent les critères de performance relatifs à cinq catégories : l'aménagement écologique des sites, la gestion efficace de l'eau, l'énergie et l'atmosphère, les matériaux et les ressources, la qualité des environnements intérieurs. Les projets se voient accorder un ou plusieurs points en vue de leur certification s'ils respectent ou dépassent les exigences techniques propres à chacune des cinq catégories (plusieurs caractéristiques composent ces catégories).

Une sixième catégorie, « innovation et processus de conception » récompense une performance ou une innovation environnementale exceptionnelle qui surpasse nettement les exigences propres à chaque caractéristique.

Catégorie	Caractéristique	Points
<i>Site Durable</i>		<i>14 au maximum</i>
	Prévention de la pollution liée à l'activité sur le site	Obligatoire
	Sélection du site	1
	Densité de développement	1
	Dépollution et redéveloppement de site	1
	Système alternatif de transport	4
	Développement de site	2
	Conception pour la gestion de l'eau des intempéries	2
	Effets d'îlots de chaleur	2
	Pollution de l'éclairage	1
<i>Gestion de l'eau</i>		<i>5 au maximum</i>
	Aménagement efficace pour l'eau	2
	Technologies pour le traitement des eaux usées	1
	Réduction de la consommation d'eau	2
<i>Energie et Climat extérieur</i>		<i>17 au maximum</i>
	Procédure de « commissioning »	Obligatoire
	Performance énergétique minimale	Obligatoire
	Gestion des fluides frigorigènes	Obligatoire
	Performance énergétique améliorée	1 - 10
	Energie renouvelable sur site	1 - 3
	Procédure de « commissioning » améliorée	1
	Gestion des fluides frigorigènes améliorée	1
	Energie verte	1

Matériaux et ressources		13 au maximum
	Stockage et collecte de déchets recyclable	Obligatoire
	Réutilisation de Bâtiment	3
	Gestion des déchets de construction	2
	Réutilisation de matériaux	2
	Utilisation de matériaux recyclés	2
	Matériaux en provenance de la région	2
	Matériaux renouvelables	1
	Bois certifié	1
Qualité de l'ambiance intérieure		15 au maximum
	Qualité d'air intérieur suivant les normes	Obligatoire
	Contrôle de la fumée du tabac	Obligatoire
	Suivi de la qualité de l'air extérieur délivré	1
	Ventilation améliorée	1
	Gestion de la qualité de l'air en phase de construction	2
	Matériaux à faible taux d'émission	4
	Contrôle de sources chimiques et de polluants intérieurs	1
	Possibilité de régulation de système thermique et d'éclairage	2
	Confort thermique	2
	Lumière naturelle et "vue externe"	2
Innovation et processus de conception		5 au maximum
	Innovation en conception	4
	Présence de personnel accrédité LEED	1

Les points s'accumulent en une note finale correspondant à l'un des quatre niveaux de certification possible : certifié, argent, or ou platine :

Nombre de points	Niveau de Certificat
26-32	Standard
33-38	Argent
39-51	Or
52-69	Platine

L'USGBC est garant du suivi des opérations en vue de l'obtention de la certification LEED à travers l'accréditation de professionnels.

B.4.2.3 MISE EN OEUVRE

DIFFICULTES DE MISE EN ŒUVRE

La certification LEED n'exige pas de recourir à des technologies innovantes. Elle s'appuie au contraire sur l'existant. De ce fait, la mise en œuvre liée à la certification ne pose pas de difficulté.

Par ailleurs, la certification LEED étant très souvent portée par la maîtrise d'ouvrage, il existe une forte volonté d'appliquer une procédure de Commissioning (assurance qualité) améliorée. Cette procédure permet de réduire les problèmes de mise en œuvre sur le site.

LES COÛTS DE CONSTRUCTION

Les bâtiments qui sont certifiés LEED enregistrent un surcoût de construction. Une étude portant sur 33 projets a montré un surcoût de 2 % en moyenne par rapport à un bâtiment respectant uniquement les normes de construction de bâtiment "environnementale".

Niveau du certificat	Valeur moyenne du surcoût (%)
Standard	0.66
Argent	2.11
Or	1.82
Platine	6.50
Moyenne général	1.84

Par exemple dans la région californienne, pour des coûts de construction compris entre \$1600 et \$2700/m², le surcoût serait de l'ordre de \$43/m².

LES MODES DE FINANCEMENT

L'obtention de la certification LEED ne donne lieu à aucun plan spécifique de financement.

B.4.2.4 EVALUATION DU PROGRAMME

NOMBRE DE BATIMENTS

L'USGBC a certifié 356 bâtiments depuis 1998. Le nombre de demandes de certification s'élève à 3000 avec un tiers de demandes au cours de l'année 2005.

Le programme LEED pour les bâtiments existants à commencé en 2004.

LEED	Date	Standard	Bronze	Argent	Or	Platine	Total
NC 1.0 pilots	08/1998	4	3	1	1	1	10
NC 2.0	03/2000	68		57	50	6	181
NC 2.1	11/2002	52		36	18	5	111
NC 2.2	10/2005						0
EB 1.0 pilots	10/2004	5		5	12	1	23
EB 2.0	07/2005						0
CI 1.0 pilot	11/2004	10		9	10	1	30
CI 2.0	06/2005						0
CS 1.0 pilot	09/2003			1			1
Total		139	3	109	91	14	356

EVALUATION ENERGETIQUE

Selon un groupe de chercheurs, qui a mené une étude sur une soixante de cas, les bâtiments enregistreraient une réduction moyenne de 28 % de la consommation énergétique (par rapport à un bâtiment respectant les réglementations et les normes en vigueur).

	Standard	Argent	Or	Moyenne
Réduction de consommation énergétique par rapport aux réglementations	18	30	37	28
Présence d'énergie renouvelable sur site	0	0	4	2
Énergie verte	10	0	7	6
Total	28	30	48	36

EVALUATION ÉCONOMIQUE

Comme l'indiquait précédemment le tableau relatif aux coûts de construction, les surcoûts d'un bâtiment certifié sont d'environ 2 %. Cependant, il apparaît que les bénéfices économiques liés à cette procédure, sont multiples :

- Le label LEED occasionne des économies liées une baisse de la demande d'énergie et à une baisse de la consommation énergétique en heure de pointe. La réduction de 28 % de la facture énergétique constatée en Californie pour les bâtiments de bureaux représente une économie de \$4.73/m² par an soit une valeur actualisés sur 20 ans de \$59.00/m² (au taux d'actualisation de 5 %). Les gains actualisés, liés à une baisse de la consommation énergétique en heure de pointe s'élèvent à \$3.30/m². Ceci représente des économies totales sur la facture énergétique de \$62.30/m².
- Sur la base des cours pratiqués sur le marché des émissions de gaz à effet de serre, le gain lié à la réduction des émissions par les centrales de production est évalué à \$12.70/m² (en valeur actualisée sur 20 ans).
- Les bénéfices sur la consommation d'eau s'évaluent à \$5.50/m² en valeur actualisée sur 20 ans.
- La réduction des déchets de construction a un impact quasi-nul sur le plan financier.
- La procédure de « commissioning » devrait permettre de réduire les frais d'exploitation et de maintenance de 5 %. En Californie, cela correspond à une économie estimée à \$7.32/m² par an soit une valeur actualisée sur 20 ans de \$91.10/m².
- Les gains économiques les plus importants sont engendrés par l'amélioration de la productivité des usagers des bâtiments et l'impact des bâtiments "verts" sur la santé. Cela s'explique par un coût des employés dix fois supérieur au coût du foncier en valeur actualisé sur 20 ans. Les gains de productivité sont évalués à 1 % pour les bâtiments ayant le LEED-Standard ou LEED-argent et à 1.5 % pour les bâtiments ayant obtenu le LEED-or ou LEED-platine. Cela représente respectivement \$396.90/m² et 595.40/m² de gains en valeur actualisée sur 20 ans.

Catégorie	Valeur actualisée des bénéfices sur 20 ans en \$/m ²
Energie	62.30
Emissions	12.70
Eau	5.50
Déchets de construction (sur une année seulement)	0.30
Commissioning	91.10
Productivité et santé (LEED Standard et argent)	396.90
Productivité et santé (LEED or et platine)	595.40

B.4.2.5 REFLEXIONS CRITIQUES

FORCES

Le programme est piloté par le secteur privé sur une base volontaire. Il n'est donc pas perçu comme une nouvelle réglementation.

Le programme permet une approche intégrée de la conception à la réception et favorise l'utilisation de la procédure de « commissioning ».

La certification LEED qui a été développée aux USA s'est diffusée au Canada qui a acheté un accord de licence.

Les gains économiques engendrés par la certification apparaissent multiples : réduction des consommations d'énergie et d'eau, gains potentiels sur l'exploitation et la maintenance liés à la procédure de commissioning, amélioration de la qualité environnementale intérieure occasionnant une meilleure productivité et une santé supérieure des usagers du bâtiment.

Bien que le programme soit peu diffusé, il bénéficie d'une bonne image de marque. Par exemple, les propriétaires plébiscitent la certification LEED parce qu'elle véhicule une image de respect de l'environnement et d'un lieu de travail sain. Cette certification les sensibilise progressivement à investir dans la construction durable.

FAIBLESSES

Absence d'une méthodologie formelle d'optimisation du bâtiment dans son ensemble similaire à celle développée lors du programme « Construire l'Amérique ».

Les architectes/ingénieurs conçoivent l'enveloppe et les systèmes techniques de manière à atteindre les exigences minimales de la certification. Le système de points accordés lorsque les projets respectent ou dépassent les exigences techniques propres à chacune des cinq catégories se doit d'évoluer constamment dans le sens de la réglementation afin de pousser aux économies d'énergie.

Le label LEED ne se place pas dans une perspective de long terme. Les bâtiments certifiés enregistrent une réduction d'environ 28 % des consommations énergétiques. Mais cela est comparable à ce que les bâtiments fédéraux devront atteindre en 2006. Par ailleurs, des opérations exemplaires sur le plan énergétique qui ne sont pas sous le label LEED mais bénéficient d'une très large couverture médiatique, sont menées pour des bâtiments tertiaires.

Le programme manque d'ambition. Des performances supérieures pourraient être requises. Il apparaît enfin que le label n'est pas encore très diffusé et ne touche qu'une part infime des bâtiments du parc immobilier des Etats-Unis.

OPPORTUNITÉS

La hausse du prix de l'électricité accentuerait la diffusion de ce type de certification.

La certification favorise l'utilisation du comptage d'énergie et la gestion de l'énergie dans les bâtiments commerciaux. Cela permet aux exploitants de mieux gérer les fluctuations des coûts de l'énergie et des services.

La certification soutient les initiatives pour l'optimisation dès la conception. Ceci implique le développement de la simulation et de logiciels d'optimisation qui permettront aux concepteurs d'analyser le cycle de vie des technologies innovantes.

S'il était prouvé à long terme que la certification occasionne la réduction des coûts d'exploitation et de maintenance, cela constituerait un moyen de promotion du programme.

Dans les bâtiments commerciaux existants, les sociétés de services d'énergie jouent un rôle important, en fournissant l'expertise et le financement afin de soutenir la réhabilitation des bâtiments.

Si les assureurs prennent conscience des atouts de la certification notamment en termes de baisse des risques lors de la construction des bâtiments mais aussi après au niveau de l'exploitation, et proposent des baisses des primes d'assurance, alors cela favorisera la diffusion du programme.

MENACES

Il y a une hésitation générale des concepteurs pour inclure les technologies peu répandues (ventilation contrôlée à la demande, échangeurs pour des systèmes de ventilation, la sur ventilation nocturne) dans leur analyse pour une optimisation des choix techniques.

Certaines approches pour réduire la consommation énergétique du bâtiment peuvent entraîner une dégradation de la qualité de l'ambiance intérieure et du bâti. Si ce type de contre-exemple se développait, cela nuirait à l'image de la certification. La certification doit évoluer pour contenir des liens entre les exigences sur l'énergie et la qualité d'air.

B.4.2.6 CONDITIONS DE LA TRANSPOSITION EN FRANCE

La certification de LEED a un équivalent français : la démarche HQE. Une transposition à l'identique par le biais de la vente d'une licence à un organisme accrédité semble donc totalement inenvisageable¹. La démarche HQE commence à être reconnue d'un grand nombre d'acteurs et l'introduction d'une approche similaire risquerait plus de perturber le jeu d'acteurs qui apprennent progressivement comment la mettre en œuvre.

En revanche, certains concepts qui ont fait leur preuve dans le programme LEED mais sont absents (quelque fois partiellement) de la HQE française mériteraient d'être analysés de plus près dans le cadre d'une éventuelle transposition :

- Le label LEED distingue différents niveaux de certification (Standard, argent, or et platine), là où la HQE française est uniforme. Ceci permet d'introduire des nuances entre des opérations très performantes sur le plan environnemental et d'autres qui le sont moins. Le maître d'ouvrage qui se lance dans une opération exemplaire s'en trouve récompensé puisque son projet se différencie de ceux qui ont cherché à bénéficier d'une certification « à minima ». Le gain potentiel en termes d'image peut alors mieux compenser le surcoût original (6.50 % pour les opérations certifiées « platine » alors qu'il n'est en moyenne que de 0.66 % pour les opérations « standard »).
- Les performances enregistrées aux USA semblent aussi liées à l'application de la procédure de « commissioning ». Sur ce plan, il conviendrait d'examiner comment cette approche qui semble contribuer à la qualité des projets de construction aux USA, pourrait être plus rapidement adoptée en France.
- La certification LEED qui était initialement dédiée aux bâtiments tertiaires neufs, s'est progressivement déclinée à un ensemble d'opérations (maintenance et exploitation, réhabilitation de l'enveloppe, développement du quartier). Même si certains de ces programmes sont encore à l'état

¹Cependant cette solution a été choisie au Canada qui n'avait justement pas encore développé un système de certification comparable)

embryonnaire, ils mériteraient d'être suivis, notamment dans le cadre de l'extension actuelle des démarches HQE.

- L'expérience LEED a donné lieu à plusieurs rapports qui se sont penchés sur l'impact économique tant en terme de coûts directs de construction qu'indirects au niveau de la santé et de la productivité des usagers des bâtiments. Les opérations HQE ne semblent pas avoir fait l'objet d'analyses similaires. De telles études seraient pourtant source d'apprentissage pour de futures opérations et pour l'évolution de la démarche.
- La démarche HQE a déjà modifié le rapport des acteurs sur le chantier en les amenant à mieux se coordonner. Ceci donne a priori des opérations de meilleure qualité comme l'atteste l'engagement d'un assureur en faveur d'une baisse de 10 % de la prime d'assurance relative aux bâtiments tertiaires certifiés HQE. Aux USA des décisions similaires ont été prises par les assureurs pour des bâtiments économes en énergie. Ce rôle moteur que peuvent jouer les assureurs mériterait d'être examiné de plus près. La baisse de la prime d'assurance constitue en effet un gain immédiat et facilement perceptible pour tout client.