



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DES INFRASTRUCTURES
Administration des bâtiments publics

Direction

Stratégie d'assainissement énergétique du patrimoine de l'Etat

17 septembre 2014



Table des matières

1.	Introduction	4
1.1	Gestion 1du patrimoine bâti de l'Etat	5
1.2	Etat des lieux sur le patrimoine bâti de l'Etat.....	9
2.	Stratégie.....	12
2.1	Identification du potentiel.....	12
2.2	Catégorisation du potentiel.....	14
2.3	Assainissements énergétiques actif et réactif.....	15
2.4	Mesures d'assainissement.....	16
2.4.1	Assainissement léger	16
2.4.2	Assainissement lourd.....	17
2.4.3	Démolition et reconstruction	18
2.5	Mesures d'économie d'énergie	18
2.5.1	Sensibilisation des utilisateurs.....	18
2.5.2	Optimisation des installations techniques existantes	19
2.5.3	Energy performance contracting.....	19
3.	Outils d'évaluation	21
3.1	Connaissances et expériences	21
3.2	Certificats de performance énergétique (CPE).....	21
3.3	Diverses études.....	23
3.4	Computer Aided Facility Management (CAFM).....	26
3.5	Monitoring	28
4.	Réglementation en vigueur et Directive européenne concernant l'efficacité énergétique (3%)	29
5.	Assainissements réalisés, en cours et projetés.....	30
5.1	Bâtiments à vocation éducative	30
5.2	Bâtiments administratifs.....	32
5.3	Logements.....	33
5.4	Diverses fonctions.....	34



Direction

5.5	Etat d'avancement.....	35
6.	Budget.....	36
7.	Exemples de réalisations.....	38
7.1.	Le bâtiment de la Police Grand-Ducale à Steinfort.....	38
7.2.	Le « Kannerhaus » à Junglinster	39
7.3.	L'Athénée de Luxembourg.....	41
8.	Conclusion.....	43



1. Introduction

Dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques et le réchauffement global, chacun de nous doit assumer ses propres responsabilités, et ce pour chaque secteur, bâtiments, trafic, agriculture, etc. Les solutions et moyens nécessaires pour réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre sont disponibles :

- le remplacement des énergies fossiles par des énergies renouvelables
- l'amélioration de l'efficacité énergétique
- le changement d'habitudes

Pourtant, la conscience vis-à-vis du phénomène et de la menace ne sont malheureusement qu'en développement, et les mesures pratiques actuelles ne se révèlent pas encore suffisantes. La consommation de mazout a déjà progressivement été remplacée par le gaz, qui émet environ 20% de moins, la consommation de carburants et d'électricité par contre, sont en hausse continue.

Les actions mises en œuvre pour les prochaines décennies sont désormais claires et décisives : les émissions mondiales doivent atteindre un pic au plus tard en 2015, pour diminuer très fortement et continuellement après.

Pour les pays de l'Union européenne, le plan d'action « 20-20-20 » prévoit notamment

- une réduction de 20% des émissions de CO₂ par rapport à l'année 1990
- une production d'énergies renouvelables de 20%
- une augmentation de 20% de l'efficacité énergétique

Ces buts sont à atteindre jusqu'en 2020 !

L'Etat a le devoir moral d'être la locomotive dans la volonté d'atteindre lesdits buts et doit agir d'une façon exemplaire et précurseuse, voire même se montrer ambitieux d'aller au-delà, une volonté exprimée explicitement dans le programme gouvernemental du Gouvernement nouvellement formé.

Le secteur « bâtiments » est le plus prometteur en vue de gains réalisables suite à une meilleure performance énergétique. Les immeubles étatiques construits depuis le début des années 2000 ont été réalisés selon les derniers concepts de durabilité et d'efficacité énergétique en date, et ce dès leur planification. L'Attert-Lycée de Redange, mis en service en septembre 2008, a été construit selon ce principe, pour ne citer qu'un exemple. Ainsi, il va de soi que ces bâtiments, bien qu'ils soient entrés en service depuis un certain nombre d'années, ne présentent que peu ou même pas de potentiel d'assainissement.

Les nouvelles constructions en général peuvent d'ores et déjà être réalisées avec des consommations d'énergie fossile très faible voire réduite à zéro. Et pour aller même au-delà, l'Administration des bâtiments publics (ci-après dénommée ABP) poursuit actuellement des



études sur 2 projets-pilotes pour la réalisation de bâtiments à énergie positive, le Lycée technique pour professions de santé à Ettelbruck et le bâtiment administratif de l'Administration de la nature et forêts à Diekirch. Leur caractéristique se traduit par le fait que sur une année, ces bâtiments produisent plus d'énergie en électricité et en chaleur qu'ils n'en consomment pour leur fonctionnement. Une attention particulière sera également vouée à une faible énergie grise.

Par contre, les constructions antérieures aux années 2000, notamment 2 tiers du patrimoine bâti de l'Etat, présentent quant à elles, un potentiel d'assainissement non négligeable. Cette dernière décennie, l'ABP s'est attelée à préserver ces bâtisses dans un bon état général et a également veillé à ce que les normes de sécurité en vigueur y soient respectées.

Aussi, l'ABP a déjà réalisé au cours des dernières années de nombreux travaux d'assainissement énergétique dans le cadre de l'entretien qu'elle effectue sur les bâtiments étatiques et s'applique à rechercher des concepts innovateurs et de nouveaux outils afin d'améliorer les mesures d'assainissement et la gestion du patrimoine dans son ensemble.

La réalisation d'un assainissement énergétique d'un bâtiment existant, qui après rénovation, produira plus d'énergie qu'il n'en consomme (énergie positive) reste un cap à franchir. Ainsi, l'ABP vient de lancer un projet-pilote dans ce domaine, en l'occurrence la Maison d'enfants de l'Etat sise rue des Fleurs à Schifflange.

A noter que l'ABP veille également à la mise en œuvre de matériaux écologiques tant au niveau des nouvelles constructions que des transformations et rénovations du bâti existant.

1.1 Gestion du patrimoine bâti de l'Etat

L'ABP, restructurée par la loi du 15 juin 2004, se scinde en deux divisions, à savoir la Division des travaux neufs (DTN) et la Division de la gestion du patrimoine (DGP). Alors que la DTN s'occupe de la planification et de la réalisation des nouveaux ouvrages, la DGP se trouve en charge de l'entretien et de la gestion des bâtiments existants.

Cette dernière se trouvera donc de plus en plus confrontée aux défis et aux contraintes de l'assainissement énergétique, et il convient donc de détailler quelque peu ses attributions.

La DGP est chargée de **l'établissement et de la gestion de l'inventaire des bâtiments publics**, ce qui se traduit par la collecte de données telles que les surfaces, les volumes, l'année de construction, le rapport de propriété ou encore les valeurs énergétiques, données confinées dans les fiches signalétiques des bâtiments en question. A noter que pour la gestion de ces volumes de données très important, l'ABP s'est dotée d'un système informatique, en l'occurrence dénommé « Système de gestion du patrimoine » (SGP). Un autre outil indispensable pour bien inventorier les bâtiments sont notamment les plans. Etant donné que des supports graphiques valables ne sont pas présents pour bon nombre de bâtiments, l'ABP a lancé depuis peu l'établissement de plans sous forme standardisée pour la totalité de son patrimoine.



Fiche bâtiment

Données inventaire

Libellé :	LYCEE NIC BIEVER - BATIMENT PRINCIPAL (Bâtiment)
Rue :	028,PARC (RUE DU)
Localité :	3542 DUDELANGE
Code facturation SAP:	BP-S3542-06
Responsable :	PP / PM (D-ZENITI)
Fonction :	LYCÉE CLASSIQUE ET TECHNIQUE

Propriété

Propriété de l'Etat :	<input checked="" type="checkbox"/>	Loué par l'Etat :	<input type="checkbox"/>
Copropriété :	<input type="checkbox"/>	Bail emphytéotique :	<input type="checkbox"/>
Loué à un tiers :	<input type="checkbox"/>		

Données générales

Année de construction :	1972		
Extension :	<input checked="" type="checkbox"/>	Année de l'extension:	2005
Rénovation :	<input checked="" type="checkbox"/>	Année de rénovation:	2012
Nombre de niveaux :	5		
Ministère :	10.E et 11.E - Ministère de l'Education nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse		
Service :	11.1 - Enseignement secondaire et enseignement secondaire technique		
Sites et monuments:	Non classé		
Conventionné	Gestion Séparée		

Quantités

Qualité des plans:	Digital CAFM (ArchiCAD)	Méthode de calcul:	DIN 276/277
Volume bâti:	75294	Energiebezugsfläche [m2]:	16167
Surface brute (SBP):	20594	Energiekennwert Strom [kWh/m2]:	34,8
Hauteur moyenne :	3,2	Energiekennwert Heizung [kWh/m2]:	61,8
		Energiekennwert Energiepass [kWh/m2]:	0

Valorisation

Catégorie du bâtiment:	Catégorie 4 - Bâtiment complexe = 400 €/m ³
Coût de remplacement à l'indice actuel (678.72€):	
Budget annuel d'entretien	

Commodo - Incommodo (TM/ENV)

Classe:	1
Date:	26-05-2003
Durée de validité:	

Contrôle de sécurité

Organisme agréé:	AIB VINCOTTE
Contrôle périodique:	OUI



Il incombe également à la DGP d'**assurer la pérennité des bâtiments** et de préserver ainsi le patrimoine architectural de l'Etat. Elle établit, à cet effet, des programmes d'entretien et de gestion des bâtiments et s'emploie à la maintenance des installations techniques des immeubles.

Assurer la sécurité des personnes est une autre tâche à laquelle s'attèle la DGP selon la loi du 19 mars 1988 concernant la sécurité dans les administrations et services de l'Etat, dans les établissements publics et dans les écoles (telle qu'elle a été modifiée) ainsi que le règlement grand-ducal modifié du 13 juin 1979 concernant les directives en matière de sécurité dans la fonction publique. En effet, garantir l'intégrité physique des utilisateurs et mettre en œuvre les moyens appropriés pour assurer les conditions de sécurité adéquates représente un aspect important du travail journalier des agents de la DGP. A noter que dans la même lignée, un soin particulier est apporté à une bonne **accessibilité**, notamment en ce qui concerne les personnes à mobilité réduites.

Lorsqu'il s'agit d'un bâtiment non-occupé par des fonctionnaires de l'Etat, une procédure commodo-incommodo est entamée afin d'obtenir une autorisation d'exploitation, délivrée conjointement par l'Inspection du travail et des mines et l'Administration de l'environnement, pour le bâtiment en question. Cette autorisation couvre toutes les normes de sécurité, mais aussi par exemple la conformité des installations techniques du bâtiment.

Par ailleurs, afin de répondre aux besoins et aux demandes des utilisateurs, et de préserver au mieux leur confort ainsi que la fonctionnalité des bâtiments, la DGP est également en charge **des études et de la réalisation des travaux de transformation, d'agrandissement et de réhabilitation** des bâtiments publics. Selon l'opportunité des demandes introduites par les différents usagers, des études de faisabilité sont lancées afin de déterminer les mesures et les travaux exacts à entreprendre ainsi que l'enveloppe budgétaire nécessaire.

La finalité des tâches de la DGP brièvement énumérées ci-dessus est donc de préserver les bâtiments étatiques dans le meilleur état général possible. Pour pouvoir répondre à ce défi, la définition d'**entretien préventif** a été introduite en 2007 avec la création d'un Fonds d'entretien et de rénovation. L'objectif essentiel de l'entretien préventif se situe autour des axes principaux suivants :

- la prolongation de la durée de vie des bâtiments de l'Etat en assurant un entretien adapté au moment opportun
- le maintien de la valeur économique du patrimoine et par ce fait, la rentabilité de l'investissement public
- un bénéfice à moyen et long terme grâce à la réduction globale des dégradations par une meilleure maîtrise de la qualité
- un meilleur fonctionnement des bâtiments, y compris le confort et la sécurité pour les occupants
- la mise à disposition des moyens budgétaires adéquats



L'**assainissement énergétique** du patrimoine étatique a, depuis les dernières années, été une tâche inhérente aux attributions de la DGP, voire même indissociable de celles-ci. En effet, il a toujours été veillé, en cas de faisabilité, à intégrer des mesures d'assainissement énergétique dans le cadre d'autres travaux, que ce soit l'entretien courant ou des projets de rénovation. En cas de remplacement p.ex. d'un élément constructif ou d'une installation technique pour cause de fin de vie, il est évident que les nouveaux éléments soient d'une performance énergétique supérieure aux anciens. De manière générale, la majorité des interventions engagées sur un bâtiment réduit automatiquement sa consommation d'énergie.

Selon nos estimations, les efforts des 5 dernières années ont résulté dans une économie en chaleur de quelque 19.400 MWh/a, équivalant à 4.750 tCO₂/a, et représente une consommation moyenne d'environ 540 maisons unifamiliales.

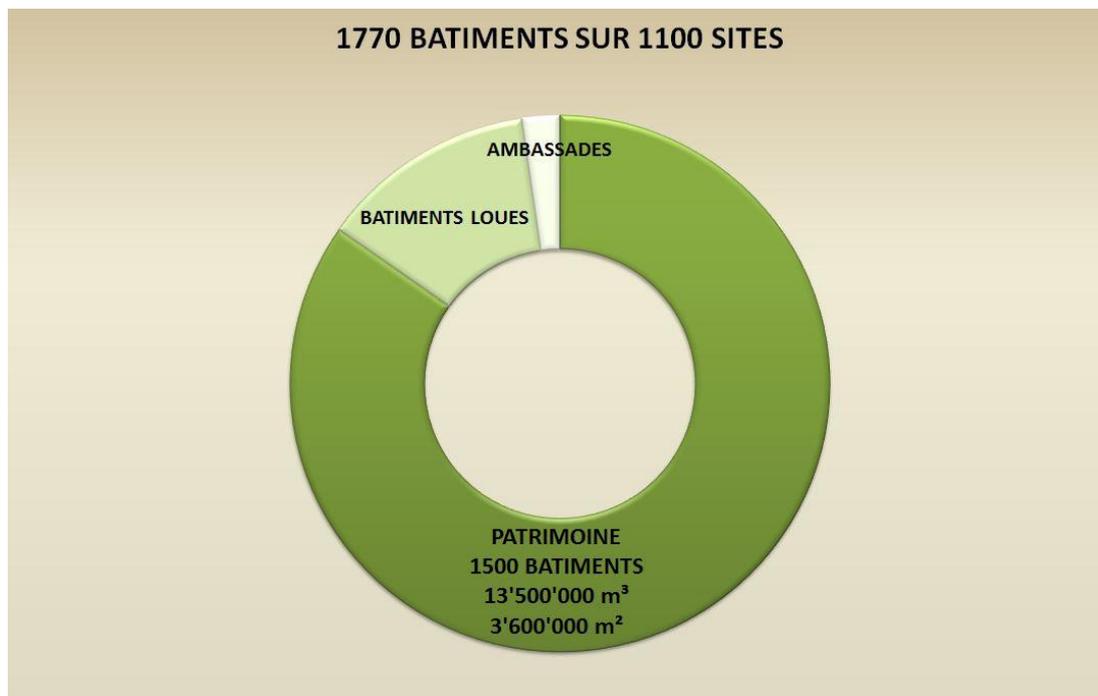
Méthode de calcul :

200 m² (surface brute moyenne d'une maison unifamiliale) x 180 kWh/m²a (consommation moyenne de 3500l de mazout par an) = 36'000 kWh/a. Sachant que 1kWh (gaz) = 246 g de CO₂, les 36'000kWh/a correspondent à environ 8,9 tCO₂/a.

Ces mesures d'assainissement étant accompagnantes à d'autres interventions nécessaires ou demandées, cette méthode est définie comme étant une **stratégie d'assainissement énergétique réactive**. La situation actuelle et l'intérêt grandissant pour ce sujet ont bien évidemment accentué le poids à mettre sur cet aspect de la gestion du patrimoine opérée par l'ABP.



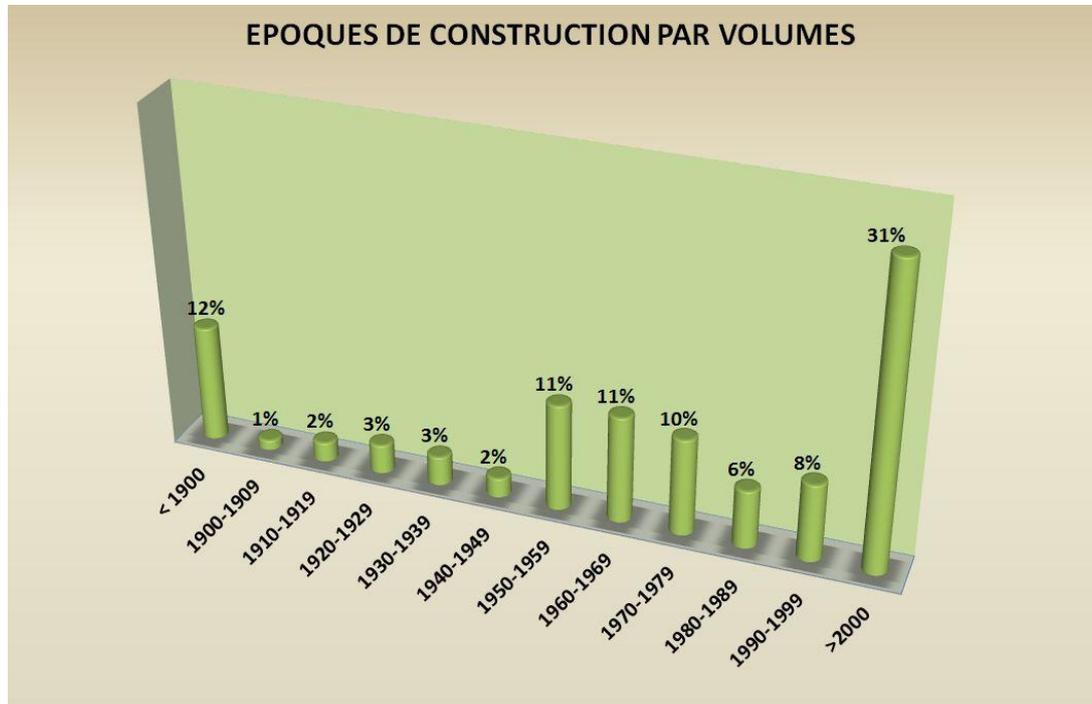
1.2 Etat des lieux sur le patrimoine bâti de l'Etat



Les bâtiments se trouvant sous la gestion de l'ABP se composent de quelque 1770 bâtiments, répartis sur environ 1100 sites et représentent un volume bâti de quelque 14,5 millions de m³

Environ 230 de ces édifices sont occupés par des services étatiques en qualité de locataire et ne sont donc pas à considérer, puisque les travaux d'assainissement, si besoin est, sont à charge du propriétaire. Ceci ramène ainsi le patrimoine bâti de l'Etat à quelque 1540 bâtiments.

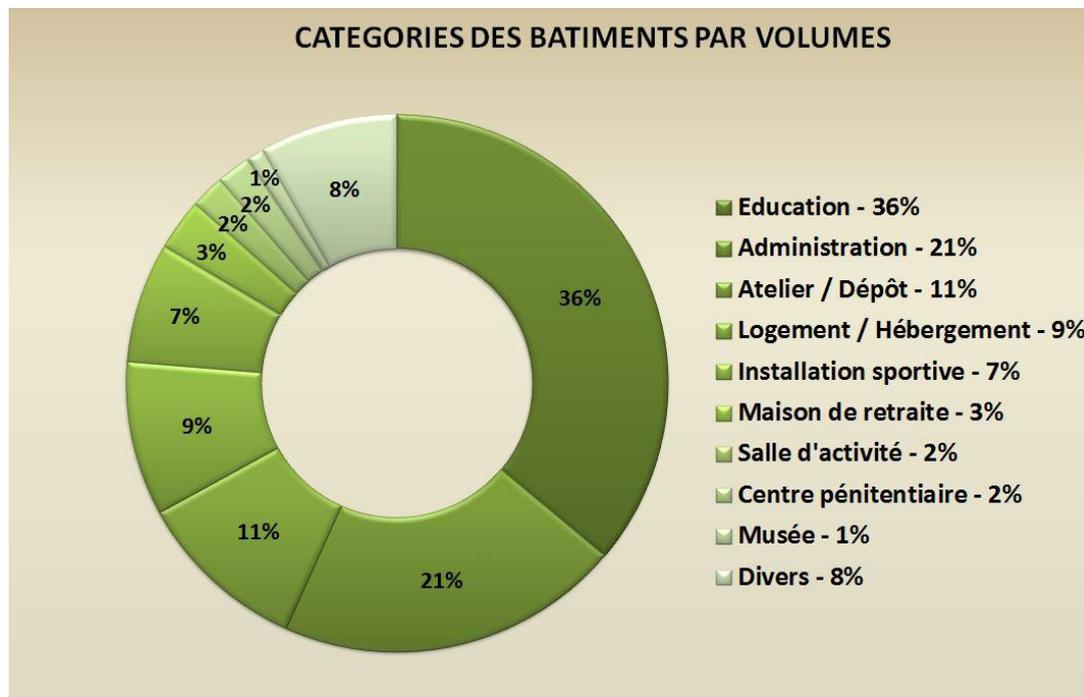
Par ailleurs, il est à noter que l'Etat luxembourgeois est propriétaire d'environ 40 immeubles qui ne se situent pas sur le territoire du Grand-Duché (ambassades et représentations permanentes), portant donc le patrimoine proprement dit à 1500 bâtiments, représentant un volume d'environ 13,5 millions de m³, soit 3,6 millions de m² de surface brute de plancher.



En gros, la répartition des bâtiments publics selon leurs époques de construction se présente de la façon suivante :

- environ 25% des constructions ont été édifiées avant 1950
- environ 45% des bâtiments publics ont été construits entre 1950 et 2000
- environ 30% des immeubles étatiques ont été érigés après 2000

Outre l'époque de construction des bâtiments, il est important de pouvoir se faire une image précise de la répartition du patrimoine par fonction. Cette dernière définit certains aspects en commun de catégories de bâtiments et permet ainsi de les regrouper par concepts-clé.



Il ressort de la catégorisation par fonction du patrimoine bâti de l'Etat, que les immeubles à vocation éducative représentent plus d'un tiers de l'ensemble du volume bâti du patrimoine et sont ainsi la catégorie la plus importante.

Suivent les bâtiments ayant une fonction administrative, avec environ un cinquième de l'ensemble du patrimoine, les ateliers/dépôts avec environ 11%, la catégorie logement/hébergement avec environ 9% et les installations sportives avec environ 7%.

Les autres fonctions ne représentent chacune que quelques pourcents. La catégorie « divers » regroupe toutes les fonctions représentant en soi moins de 1% du volume bâti total.

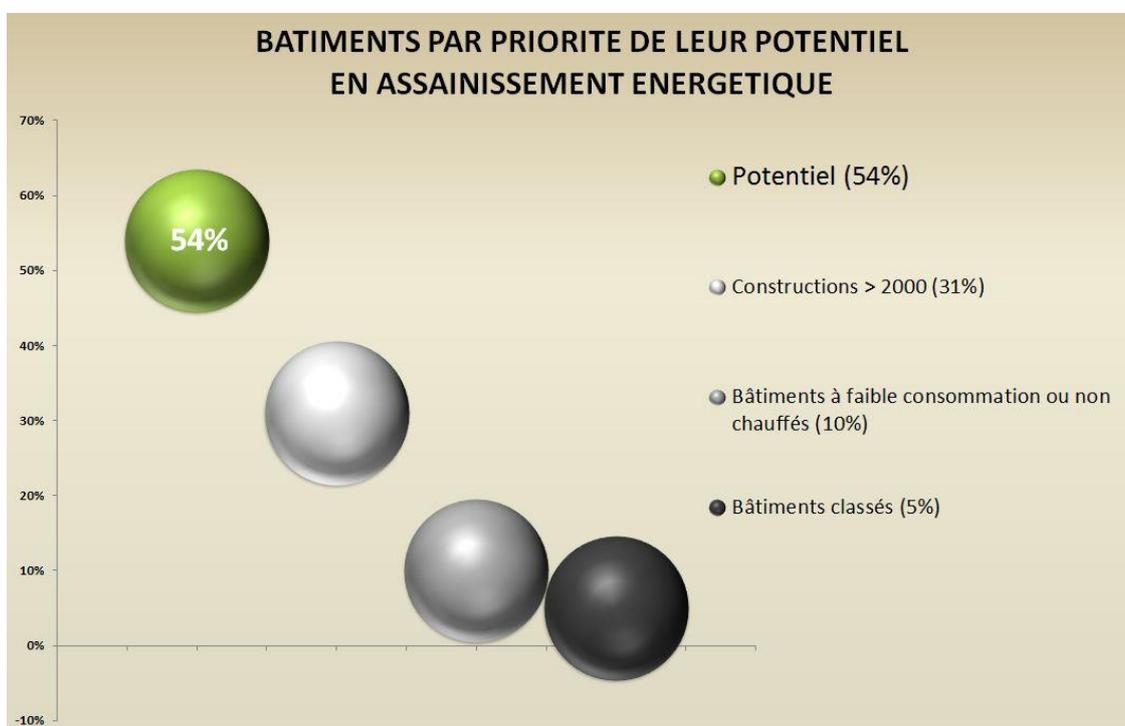
Il en résulte que 5 catégories principales (Education, Administrations, Ateliers, Logements, Installations sportives) prédominent et représentent environ 80% du volume bâti du patrimoine.



2. Stratégie

Le patrimoine de l'Etat ayant été décrit dans le chapitre précédent, il convient maintenant d'en tirer une évaluation afin de pouvoir déterminer la **part du patrimoine bâti sur laquelle il serait opportun de concentrer des mesures d'assainissement** énergétique et d'en identifier les priorités d'intervention.

2.1 Identification du potentiel



Les immeubles étatiques **construits depuis 2000**, représentant 31% du volume bâti du patrimoine, ne nécessitent en principe pas de mesures d'assainissement, ces dernières ayant été réalisées en appliquant des concepts de durabilité et d'efficacité énergétique dès leur planification. Certes, tout bâtiment pourrait être amélioré et optimisé en vue de l'évolution rapide des matériaux de construction et des installations techniques. Pourtant, l'économie en consommation énergétique serait assez faible et hors relation avec les investissements nécessaires. Il est donc évident que ces bâtisses ne sont pas considérées dans le potentiel pour des mesures d'assainissement.

Certains types de bâtiments, bien que construits avant 2000, ne présentent que peu ou pas de potentiel d'assainissement énergétique. Il s'agit notamment de **bâtiments non-chauffés, respectivement chauffés à des températures basses ou encore non chauffés en**



continuité parce qu'ils ne sont pas occupés à plein temps. Ces 10% du patrimoine (p. ex. les ateliers et dépôts de l'Administration des ponts et chaussées), présentent peu de potentiel d'économie énergétique et ne sont pas traités prioritairement dans l'optique d'une stratégie active d'assainissement.

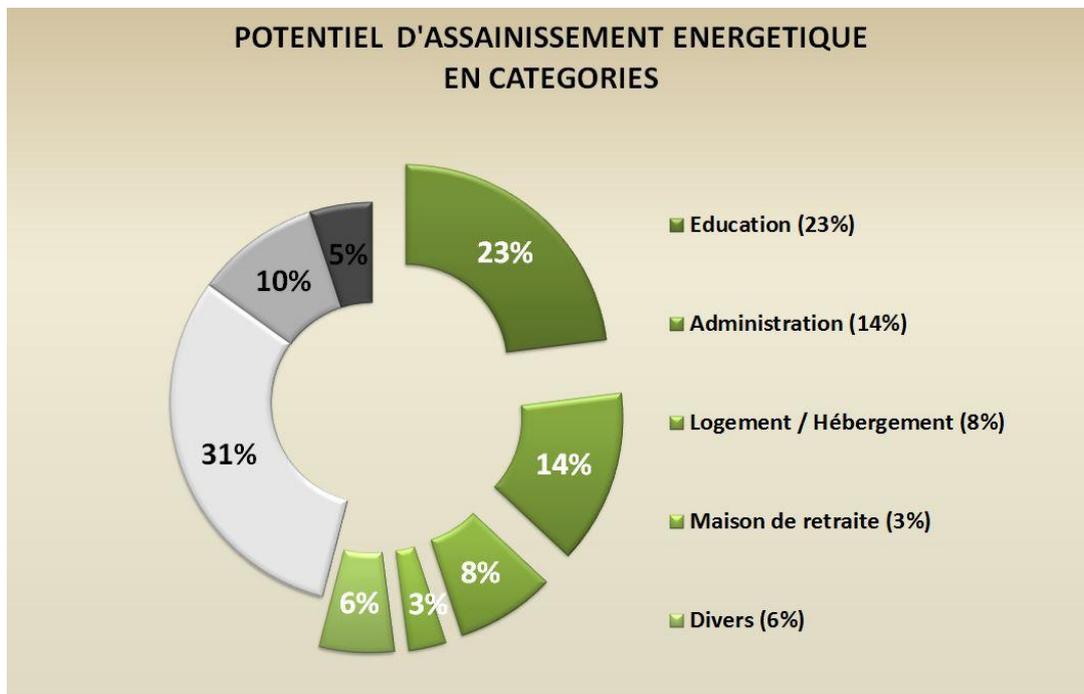
En vue de l'identification de bâtiments potentiellement assainissables, il est nécessaire de mentionner la catégorie des **bâtiments classés**. Bien que seulement 5% du patrimoine sont classés « Monument national » ou listés à l'inventaire supplémentaire suivant la loi du 18 juillet concernant la conservation et la protection des sites et monuments, bon nombre d'ouvrages doivent être considérés comme patrimoine historique et sensible. Il va de soi que ces derniers sont plus difficiles à traiter vu les contraintes architecturales et constructives de ces édifices. En outre, il est à noter que les économies pouvant être réalisées ne seraient dans la majorité des cas, pas en relation avec l'investissement relatif aux mesures d'assainissement. Toutefois, en cas de travaux de rénovation, nécessairement réalisés sur ce type de bâtiments, l'ABP veille à incorporer des mesures d'assainissement dans la mesure du possible, et ce en étroite collaboration avec le Service des sites et monuments nationaux (p.ex l'Institut national des langues, l'Athénée de Luxembourg, le Palais de justice à Diekirch).

Pour conclure, le patrimoine bâti de l'Etat présentant le plus grand potentiel en termes d'assainissement énergétique a été affiné à 54%, bâtiments auxquels il est opportun d'appliquer une **stratégie active d'assainissement énergétique**.

A ne pas oublier que tout autre projet est déjà, depuis quelques ans, toujours accompagné de mesures d'assainissement énergétique non-négligeables, en tant que **stratégie réactive d'assainissement énergétique**.



2.2 Catégorisation du potentiel



Maintenant qu'il a été identifié quelle part du patrimoine montre un éventuel potentiel d'assainissement, il convient de catégoriser ces 54% et de définir des priorités d'intervention.

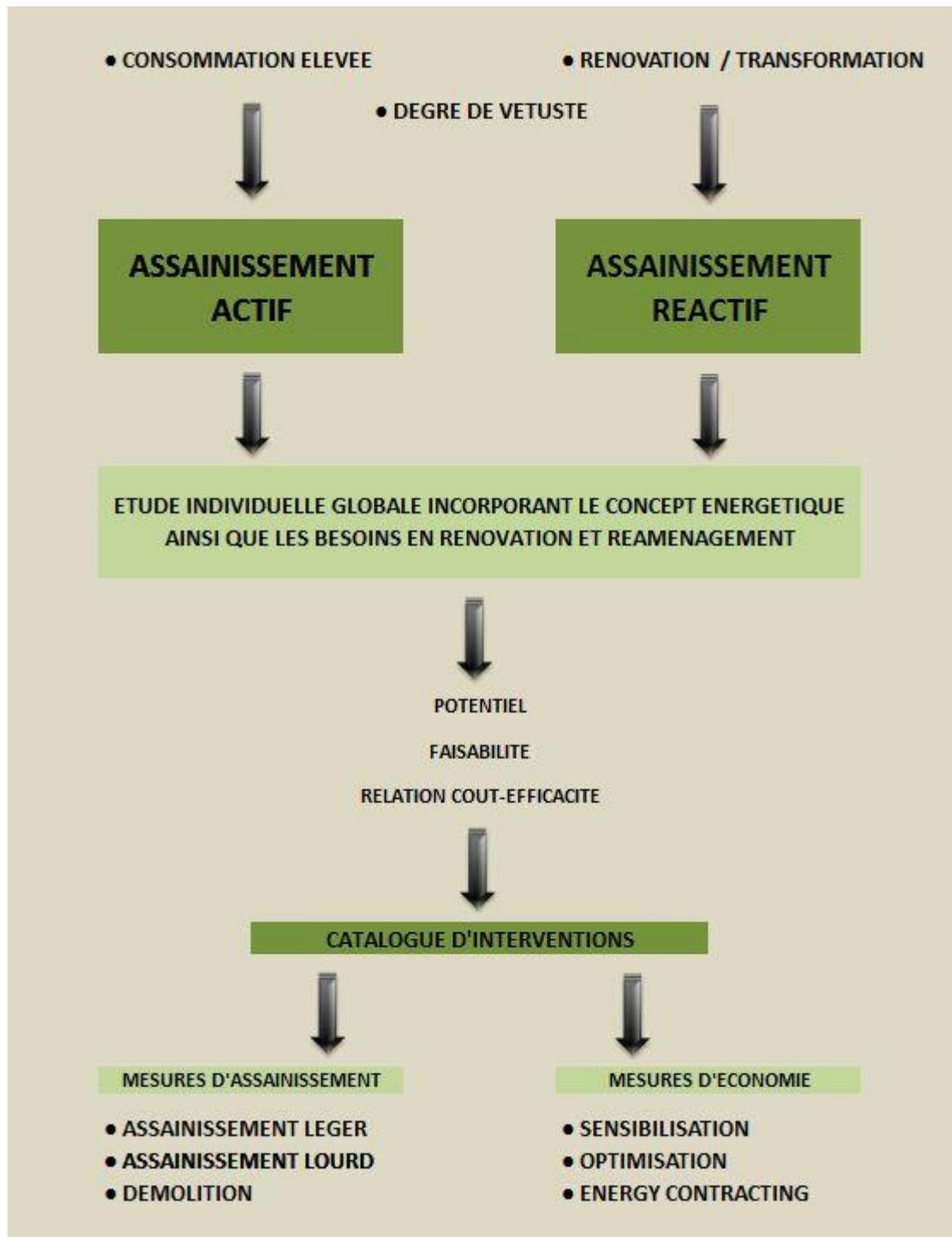
Les bâtiments à **vocation éducative et administrative** représentant à eux seuls plus de deux tiers du patrimoine potentiellement assainissable, en raison de leurs surfaces et volumes très importants, ont été définis comme première priorité en vue d'une stratégie active d'assainissement énergétique.

Les **logements**, quant à eux, bien que représentant un pourcentage non-négligeable du patrimoine identifié, ne présentent que peu d'intérêt particulier en ce qui concerne un assainissement énergétique en raison de leurs surfaces restreintes et donc du faible potentiel d'économies pouvant y être réalisé. Bien entendu, l'ABP veille à intégrer des mesures d'assainissement, lorsque des travaux sont réalisés dans quelque bâtiment que ce soit.



2.3 Assainissements énergétiques actif et réactif

La stratégie mise en œuvre par l'ABP se base sur deux approches différentes, à savoir d'une part une **démarche active** et d'autre part une **démarche réactive**.





La **démarche active** vise à identifier, en amont, les bâtiments dont la performance énergétique n'atteint pas les standards requis par la législation en vigueur, respectivement dont la consommation énergétique est très élevée.

Exemples :

- Lycée Hubert Clément à Esch-sur-Alzette (piscine et cantine) – achevé
- Athénée de Luxembourg – en exécution
- Centre pour réfugiés Héliar à Weilerbach – en étude

La **démarche réactive**, quant à elle, vise à incorporer des mesures d'assainissement énergétique dans le cadre de travaux d'envergure à effectuer lors d'une rénovation et/ou transformation d'un bâtiment, suite à une demande de l'utilisateur ou bien pour raison d'un degré de vétusté avancée.

Exemples :

- Foyer d'accueil pour enfants à Junglinster - achevé
- Police grand-ducale à Verlorenkost / bâtiment rue Curie – en exécution
- Palais de justice à Diekirch – en étude

Quelle que soit la stratégie appliquée à la base, celle-ci aboutit à une étude globale approfondie, en analysant et en respectant tous les différents facteurs en jeu, à savoir le potentiel, la faisabilité et le rapport entre coût et efficacité. S'en sort un concept adapté à chaque projet afin de déterminer un catalogue d'interventions possibles et de choisir les mesures les mieux appropriées.

En outre, il est important à noter que chaque bâtiment doit être considéré individuellement. Toute construction possède ses propres contraintes, qu'elles soient constructives, techniques ou pratiques et une analyse spécifique au cas par cas est inévitable. Une solution théorique et unique, ne peut être appliquée à tous les bâtiments.

2.4 Mesures d'assainissement

2.4.1 Assainissement léger

Par assainissement léger, il convient d'entendre des mesures dites « ponctuelles » pouvant être mises en œuvre sans devoir élaborer une étude globale.



Des **mesures typiques d'assainissement léger** sont :

- le remplacement des fenêtres par des châssis et vitrages d'une meilleure performance énergétique
- l'isolation des toitures et des dalles sous combles non exploités
- l'isolation des façades
- le remplacement des installations techniques par des systèmes plus performants et économiques

Ces mesures ponctuelles sont suffisantes pour bon nombre d'immeubles afin de réduire sensiblement leur consommation en énergie, à savoir entre 5% - 30%. Elles sont notamment appliquées lors de l'entretien curatif courant des bâtiments.

Par le biais du Fonds d'entretien et de rénovation, créé en 2007 dans l'optique d'un entretien préventif permettant de revaloriser le patrimoine domanial et de prévenir sa dégradation, un budget de EUR 1'750'000.- par an a été investi ces cinq dernières années pour des mesures ponctuelles d'assainissement énergétique comme décrits ci-avant, respectivement pour la mise en œuvre d'installations d'énergies renouvelables.

Exemples :

- Hall sportif du Lycée de Garçons de Luxembourg
- Lycée Robert Schuman

2.4.2 Assainissement lourd

Par assainissement lourd, il faut entendre des **mesures de transformation conséquentes**, réalisées dans le cadre de travaux de grande envergure. Seule une étude approfondie peut déterminer les interventions nécessaires et utiles, afin de pouvoir lancer un projet garantissant une bonne relation entre investissement et économie énergétique. Une économie de consommation entre 40% et 60% peut être réalisée par de telles mesures.

Une contrainte importante pour pouvoir lancer des interventions d'envergure, est souvent la nécessité de reloger temporairement les utilisateurs afin de disposer d'un bâtiment complètement vide pour procéder aux travaux en question, respectivement de travailler par phases successives.

Exemples :

- Athénée de Luxembourg
- Lycée Hubert Clément à Esch-sur-Alzette
- Palais de justice à Diekirch



2.4.3 Démolition et reconstruction

Dans certains cas, notamment face à un degré de vétusté global très avancé, la démolition d'un bâtiment existant s'avère la méthode la plus appropriée.

En cas de reconstruction, le nouveau bâtiment est bien entendu conçu d'après les réglementations en vigueur concernant sa performance énergétique, ou même au-delà.

Cette **mesure d'assainissement énergétique est certes la plus conséquente**, étant donné qu'il est en général très difficile d'atteindre le même bon résultat en termes d'économies énergétiques par la voie d'une rénovation que pour une nouvelle construction. Pourtant, cette mesure extrême reste l'exception et ne s'applique que si le bâtiment en question ne présente aucune valeur architecturale ou historique et que l'investissement nécessaire pour une rénovation avec assainissement énergétique dépasse celui d'une reconstruction.

Tenant compte du facteur d'énergie grise nécessaire à la démolition, cette mesure doit sérieusement être réfléchie et justifiée.

Exemples :

- Lycée Michel Lucius – Bloc 2000 et 3000
- Centre de Logopédie à Luxembourg
- Foyer Don Bosco à Luxembourg - Limpertsberg

2.5 Mesures d'économie d'énergie

Outre les mesures d'assainissements proprement dit, il faut mentionner les mesures d'économie d'énergie, dont la sensibilisation des occupants d'un bâtiment, la conduite des installations techniques et la méthode du Energy performance contracting.

2.5.1 Sensibilisation des utilisateurs

La sensibilisation et l'information des utilisateurs jouent clairement un rôle important dans le processus de réduction des consommations d'énergie.

Ainsi, l'ABP élabore un « **guide pratique** » pour les nouvelles constructions expliquant d'une part les concepts constructifs et techniques mis en œuvre et d'autre part l'utilisation et l'exploitation afin d'éviter toute sorte d'inconfort et de surconsommation.

Exemples :

- Kannerhaus à Junglinster
- Atert-Lycée à Redange



2.5.2 Optimisation des installations techniques existantes

L'ABP est en voie d'élaborer un concept visant à identifier et à mettre en œuvre les économies d'énergie potentielles supplémentaires après la mise en service des bâtiments, par une **optimisation de la régulation des installations techniques** et du paramétrage de réglage en fonction du profil d'utilisation réel du bâtiment.

Il s'est avéré que la régulation des installations techniques, surtout si celles-ci sont très innovatrices, nécessitent une optimisation après la mise en service du bâtiment. Pour réagir à cette situation, l'ABP a défini la mission de la **mise en service optimisée d'un nouveau bâtiment**. Il s'agit de garantir un suivi de l'efficacité des installations techniques pendant toutes les conditions climatiques d'une année entière, de régler les paramètres de fonctionnement des installations avec une priorité à l'efficacité énergétique et à la détection de tout problème de fonctionnement de celles-ci.

Il convient ici de citer l'exemple bâtiment de la Justice de paix d'Esch-sur-Alzette qui est le premier bâtiment profitant de cette prestation. Une entreprise de Facility Management a pour mission de suivre sur une période déterminée les installations techniques, en analysant différents aspects tel que le fonctionnement technique, le confort de l'utilisateur et bien évidemment les consommations énergétiques.

L'étude étant en cours, l'ABP n'a pas encore finalisé une évaluation définitive des analyses en question. Toutefois en cas de résultats probants, l'ABP se chargera de l'élaboration d'un cahier des charges pour une mission analogue pour chaque nouveau projet.

2.5.3 Energy performance contracting

Le concept du « Energy performance contracting » (EPC) suit un principe à première vue très simple : une firme externe s'occupe d'un bâtiment existant et **visé à réaliser des économies énergétiques**, principalement en optimisant les installations techniques existantes et en réalisant quelques investissements mineurs. Les économies financières en découlant sont partagées entre le propriétaire du bâtiment et la firme contractante. En principe, toutes les prestations de la firme contractante sont financées par les économies réalisées pendant la durée du contrat. La firme contractante s'engage à réaliser les économies projetées et de compenser financièrement le propriétaire pour les économies non-réalisées.

Avant de pouvoir lancer un tel projet, plusieurs étapes sont nécessaires :

- analyse préliminaire du bâtiment
- évaluation des économies réalisables par rapport à l'investissement nécessaire
- analyse approfondie pour calculer avec précision les gains prévisibles



Du concept du EPC découlent de nombreuses contraintes quant au choix des bâtiments à pouvoir en profiter :

- il faut garantir qu'aucun assainissement ne soit prévu par l'ABP pour la période du contrat afin d'éviter des ambiguïtés quant à la provenance des économies réalisées
- des changements d'utilisation, de fonction, d'horaire de fonctionnement, du nombre d'occupants et de visiteurs sont à éviter pendant toute la période du contrat
- les conditions touchant le confort des utilisateurs doivent être respectées et fixées contractuellement, comme par exemple les températures dans les pièces
- le pool de bâtiments faisant l'objet d'un EPC doit générer des frais énergétiques annuels d'au moins EUR 300'000.- à 500'000.- pour pouvoir réaliser un chiffre d'affaires adapté au modèle
- rien que la remise d'une offre nécessitant des études approfondies en avance en vue d'évaluer les économies énergétiques réalisables qu'il faudra garantir, l'élaboration d'un projet EPC est difficilement compatible avec les procédures à respecter lors d'un marché public
- Le risque de litiges est important, surtout s'il s'avérait que les économies projetées et garanties ne soient pas réalisées

Malgré les défis importants, l'ABP a lancé un projet pilote. Pour ce premier projet, il est prévu d'utiliser le contrat type national EPC élaboré sous la tutelle du Ministère de l'Economie. Les expériences du projet pilote vont déterminer le futur du modèle, sachant que les contraintes fondamentales réduisent très fortement les bâtiments susceptibles d'en profiter.

Exemple :

- Cité Judiciaire à Luxembourg



3. Outils d'évaluation

Afin de déterminer les priorités d'intervention pour chaque catégorie de bâtiments, l'ABP dispose actuellement de différents outils dont notamment les certificats de performance énergétique, diverses études effectuées lors des dernières années ainsi que les connaissances et expériences de son personnel.

3.1 Connaissances et expériences

L'ABP dispose de bon nombre d'expériences acquises lors de la réalisation de ses divers projets. Outre les connaissances techniques, les collaborateurs de l'ABP ont acquis au cours des années une bonne connaissance des bâtiments tombant sous leur responsabilité, et notamment des particularités propres à chaque immeuble. A force de l'importance du parc immobilier étatique et de coordonner et de suivre les différents processus de projets d'envergure diversifiés, l'ABP peut profiter d'un retour d'expérience important.

En outre, les agents de l'ABP suivent constamment des formations pour s'approprier des dernières techniques et expériences en matière.

3.2 Certificats de performance énergétique (CPE)

Depuis 2010, l'ABP a lancé les premières démarches en vue de l'introduction du « Certificat de performance énergétique pour les bâtiments fonctionnels », telle que fixée par le règlement grand-ducal du 31 août 2010.

L'ABP procède progressivement pour tous les immeubles étatiques, fréquentés par le public, dont la surface est supérieure à 500 m², à l'établissement de CPE. Les résultats de ces certificats constituent un outil permettant une visualisation globale de l'état énergétique des différents bâtiments par catégorie (établissements scolaires, bâtiments administratifs, etc.) et une aide quant au choix des priorités en matière d'assainissement.

Le résultat du certificat est exprimé en pourcentages et compare la consommation réelle mesurée à la consommation théorique d'un immeuble de référence dans la même catégorie. Par conséquent, une valeur inférieure à 100% est attribuée à un bâtiment à bonne efficacité énergétique, les valeurs plus élevées représentant des résultats de plus en plus négatifs.

A noter que lorsque le CPE d'un bâtiment indique une consommation énergétique dépassant 140%, un audit énergétique doit être effectué. Chaque élément constructif est alors analysé quant à un éventuel potentiel d'économie en énergie ainsi qu'au coût y relatif.

Bien que le CPE informe sur l'état énergétique global d'un bâtiment, il reste un outil sommaire qui laisse place à des interprétations et doit être analysé et relativisé avec bon sens.



Direction



Energiepass

ENERGY EFFICIENT

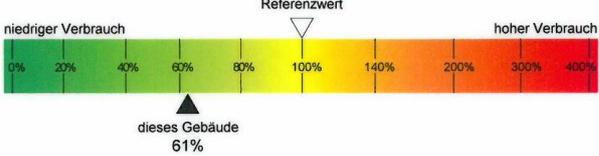
auf Basis des gemessenen Verbrauchs

Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz eines Nichtwohngebäudes 1/5

Passnummer	Nr. Aussteller	Erstellt am	Nachtrag Verbrauch	Gültig bis
P.20131009.L-35.28.c.V	LUXEEB.R.00010	09.10.2013	2017 2020	09.10.2023

Verbrauchsindex für Wärme

Referenzwert



dieses Gebäude 61%

dieses Gebäude erreicht ...

61,8 kWh/(m²a)

der Vergleichswert liegt bei ...

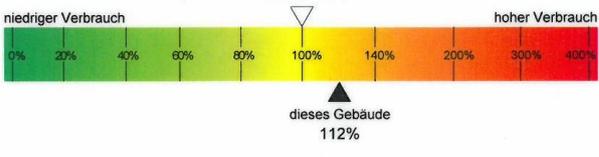
101,4 kWh/(m²a)

Der Wert enthält den Energieverbrauch für:

Heizen Trinkwarmwasser Kühlen Be-/Entfeuchten

Verbrauchsindex für Strom

Referenzwert



dieses Gebäude 112%

dieses Gebäude erreicht ...

34,8 kWh/(m²a)

der Vergleichswert liegt bei ...

31,0 kWh/(m²a)

Der Wert enthält den Stromverbrauch für:

Heizen Trinkwarmwasser Lüften Kühlen Beleuchten Be-/Entfeuchten Arbeitshilfen, EDV, ...

Bemerkungen zu sonstigen Energieverbrauchern und regenerativen Energien

Angaben zum Gebäude

Gebäudebezeichnung	Lycée Technique Nic Biever - Batiment Principa
Gebäudekategorie	Höhere Schulen und Hochschulen
Erstellungsanlass	Bewertung eines bestehenden Gebäudes
Adresse	rue du Parc 28
PLZ-Ort/Stadt	L-3542 DUDELANGE
Baujahr Gebäude	2006
Energiebezugsfläche	16 167 m²
davon mechanisch belüftet	3 385 m²
davon gekühlt	22 m²

Aussteller	Eigentümer
SOCOTEC Sarl	ETAT LUXEMBOURGEOIS
rue de Turi 3	Administration des Bâtiments Publics
L-3378 Livange	rue Saint-Esprit 10
40.07.521	L-1475 Luxembourg
	46.19.19.1

Unterschrift Aussteller

SOCOTEC LUXEMBOURG

Rue de Turi L - 3378 LIVANGE
Tél.: 40.07.52 Télécopie: 40.24.14

Ort, Datum

Livange, le 09/10/2013



Compte tenu de l'envergure du patrimoine concerné (actuellement environ 450 immeubles de priorité 1, 2 et 3), l'ABP a établi une liste de priorité en fonction de critères tels que la superficie et la fréquentation par le public.

	TOTAL A ETABLIR	ETABLI	EN COURS	A ETABLIR
CPE / PRIORITE 1	145	138	6	1
CPE / PRIORITE 2	91	64	19	8
CPE / PRIORITE 3	201	31	35	135
TOTAL	437	233	60	144

Jusqu'à ce jour, 233 CPE ont été réalisés, 60 sont en commande et devraient être disponibles très prochainement. Les CPE étant calculés sur base de la consommation réelle des 3 dernières années, le rassemblement des données nécessaires s'avère souvent difficile et retarde l'établissement des documents définitifs. Les CPE sont envoyés aux responsables des bâtiments concernés et sont à afficher visiblement au public, conformément au règlement grand-ducal.

3.3 Diverses études

Les lycées représentant une partie importante du patrimoine bâti de l'Etat, une étude a été réalisée sur un ensemble de 17 lycées, (choisis selon le potentiel supposé en économie énergétique), afin de pouvoir évaluer la performance énergétique des éléments constructifs des bâtiments et de leurs installations techniques, ainsi que leurs consommations réelles.

Le but de ladite étude était d'identifier les priorités d'intervention en matière d'assainissement énergétique, et ce en vue des **investissements nécessaires en relation avec les économies en émission de CO₂** en résultantes.

3 scénarios ont été analysés et proposés pour chacun des bâtiments :

- un assainissement léger en fonction du cycle de vie des éléments constructifs
- un assainissement lourd de tous les éléments de mauvaise performance énergétique même s'ils n'étaient pas à fin de vie
- une optimisation des mesures en vue d'un cost-optimum



STANDORTANALYSE SCHULGEBÄUDE

DATENBANK: Energetische Bewertung ausgewählter Schulstandorte in Luxembourg											
Bewertungszeitraum		20 a									
Wärmekosten		0.07 €/kWh (Fernwärme 0,05 €/kWh)									
Stromkosten		0.18 €/kWh									
N°	Standort	Nr. (Einzel-)Gebäude	Baujahr	Sanierung	Energiebe- zugs- fläche m ²	Referenzwert spez. Energieverbrauch		gerechneter Bedarf je Gebäude spez. Energieverbrauch		Verhältnis zum Referenzwert in % (Referenzwert = 100 %)	
						Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom
						kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/m ² a	%	%
12	M - LMRL - Lycée classique Michel RODANGE				16'910	129.3	25.7	108.6	36.7	84%	143%
		1 Hauptgebäude	1971	1995	8'958	125.9	21.2	97.0	24.3	77%	115%
		2 Nordflügel	1971		2'783	131.0	31.4	123.7	72.5	94%	231%
		3 Verbindungselemente	1971		523	125.0	20.0	311.0	19.0	249%	95%
		4 Südflügel	1971		2'125	125.0	20.0	111.3	36.9	89%	185%
		5 Pavillon	1998		620	155.0	15.0	100.3	23.1	65%	154%
		6 Sporthalle	1995		1'901	140.0	50.0	85.3	51.5	61%	103%



DATENBANK: Energetische Bewertung ausgewählter Schulstandorte in Luxemburg

Bewertungszeitraum 20 a
Wärmekosten 0.07 €/kWh (Fernwärme 0,05 €/kWh)
Stromkosten 0.18 €/kWh

Klassifizierung CO ₂ -Vermeidungskosten	
< 1 €/t	>= 250 €/t
< 250 €/t	>= 750 €/t

N°	Standort	Nr. (Einzel-)Gebäude	Szenario 1 Erneuerung der Bauteile am Ende der Lebensdauer				Szenario 2 Erneuerung aller abgenutzten / ineffizienten Bauteile				Szenario 3 Optimierung der Instandsetzungsmassnahmen							
			absolute Verbrauchseinsparung		Kostenrahmen nach Standard LuxEeB-F	CO ₂ -Vermeidungskosten*		absolute Verbrauchseinsparung		Kostenrahmen nach Standard LuxEeB-F	CO ₂ -Vermeidungskosten*		absolute Verbrauchseinsparung					
			Wärme + Strom	Summe	LuxEeB	Provider	Wärme + Strom	Summe	LuxEeB	Provider	Wärme	Strom	Wärme + Strom	Wärme LuxEeB	Strom LuxEeB	Summe LuxEeB	Summe Provider	
MWh/a	€	€/tCO ₂	€/tCO ₂	MWh/a	€	€/tCO ₂	€/tCO ₂	MWh/a	MWh/a	MWh/a	€/tCO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂			
12	M - LMRL - Lycée classique Michel RODANGE		177.8	1'241'949 €	4'988 €/t	2'008 €/t	604.4	2'732'761 €	2'834 €/t	1'182 €/t	177.8	0.0	177.8	10.7	0.0	10.7	26.5	
		1 Hauptgebäude	57.3	460'274 €	5'857 €/t	2'358 €/t	284.9	1'140'024 €	2'591 €/t	1'067 €/t	57.3	0.0	57.3	3.4	0.0	3.4	8.5	
		2 Nordflügel	30.3	199'500 €	4'548 €/t	1'872 €/t	147.8	667'866 €	2'832 €/t	1'181 €/t	30.3	0.0	30.3	1.8	0.0	1.8	4.5	
		3 Verbindungselemente	79.1	279'120 €	2'108 €/t	849 €/t	84.4	311'157 €	2'238 €/t	901 €/t	79.1	0.0	79.1	4.7	0.0	4.7	11.8	
		4 Südflügel	11.0	277'855 €	20'122 €/t	8'103 €/t	85.8	576'355 €	4'762 €/t	1'917 €/t	11.0	0.0	11.0	0.7	0.0	0.7	1.6	
		5 Pavillon	0.0	0 €	0 €/t	0 €/t	0.0	0 €	0 €/t	0 €/t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		6 Sporthalle	0.0	25'200 €	0 €/t	0 €/t	1.5	37'359 €	19'540 €/t	7'989 €/t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	



La résultante de cette étude a été d'établir une **liste de priorité** quant au lancement des projets d'assainissement énergétique pour les bâtiments des lycées.

L'étude précitée portant sur l'ensemble des 17 bâtiments, il reste nécessaire d'approfondir chaque projet au cas par cas. Pour ces études détaillées, l'ABP fait appel à des **bureaux d'études spécialisés en matière de conception énergétique**. Ces hommes de l'art accompagnent la maîtrise d'ouvrage pendant toute la phase de projet en vue de l'élaboration d'un concept global, ou bien interviennent ponctuellement aux moments cruciaux de prises de décisions quant à l'assainissement énergétique.

Des études plus théoriques ont aussi été élaborées en collaboration et sous le couvert de l'Université de Luxembourg. M. Andreas Thewes a par exemple analysé le concept énergétique des lycées construits par ABP dans son mémoire « Die Schlüsselparameter der Energieeffizienz basierend auf Simulationen und Verbrauchsdaten : Eine Studie zu neuen Schul- und Verwaltungsgebäuden in Luxemburg ». M. Thorsten Hoos propose dans son mémoire : « Einsparpotential und ökonomische Analyse der energetischen Sanierung staatlicher Gebäude in Luxemburg » un plan selon lequel il serait opportun de procéder au remplacement des différents éléments constructifs les uns après les autres en vue d'améliorer les performances énergétiques des bâtiments, une approche intéressante mais en quelque sorte utopique.

Bien que le **concept énergétique global** appliqué aux constructions scolaires datant d'après 2000, soit identique pour ces bâtiments, des variations se sont imposées lors de la réalisation de plusieurs détails pourtant essentiels. Une analyse approfondie de l'efficacité de chaque variante s'est donc imposée afin de pouvoir profiter pleinement des conclusions pour des projets futurs. A cet égard, l'Université de Luxembourg, en collaboration avec Paul Wurth S.A. ont été chargés par l'ABP de lancer une étude sur trois ans pour valider le concept global et de clarifier les avantages éventuels de certaines variantes. Même que cette étude se base sur les nouvelles constructions des expériences et conclusions peuvent en être tirées quant à l'assainissement des bâtiments existants.

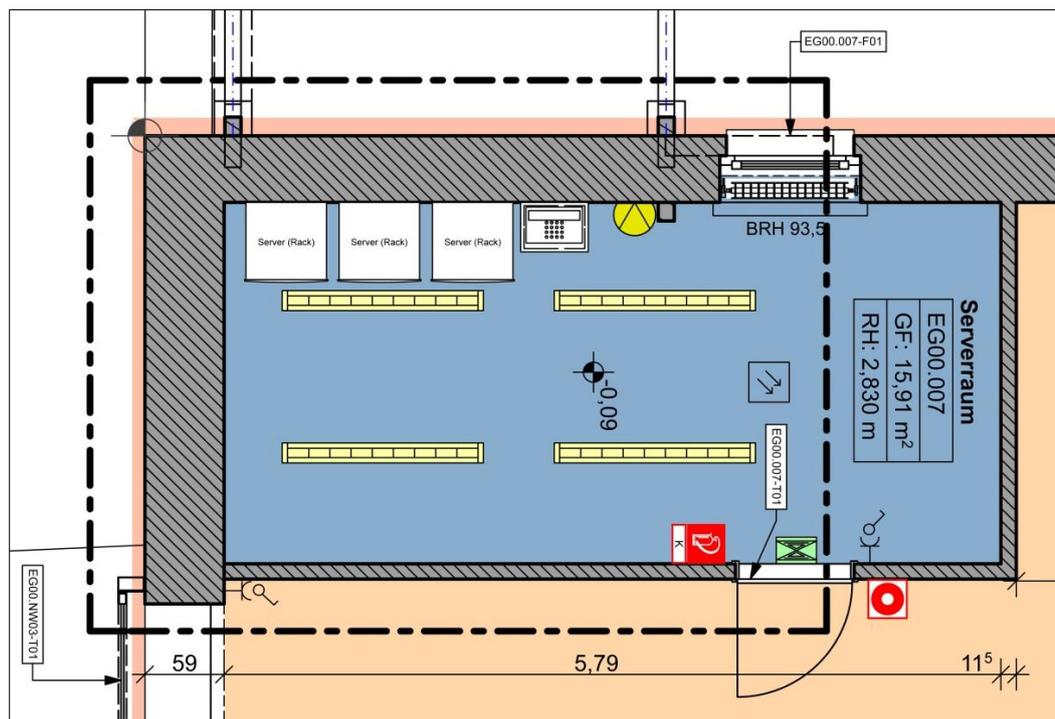
3.4 Computer Aided Facility Management (CAFM)

Constamment à la recherche de nouveaux outils et de concepts innovateurs permettant de générer un maximum d'économie possible en matière d'énergie, l'ABP a développé un projet en vue de la réalisation d'un **inventaire** permettant de disposer des **données complètes et exactes sur le patrimoine immobilier** tant au niveau des constructions et des installations techniques que des consommations et du budget nécessaire pour garantir la durabilité des bâtisses.

A cette fin, l'ABP a commencé à mandater des bureaux d'études en vue d'effectuer des levées des bâtiments dont il n'existe pas de plans sur support informatique. Ces levées sont réalisées selon une charte graphique que l'ABP a fait élaborer, afin de disposer de données uniformes sur l'ensemble du patrimoine.



Les **plans** ainsi dressés collectent toutes les informations nécessaires sur les différents éléments d'un bâtiment et renseignent les quantités en nombre, surface et volume, non seulement du bâtiment, mais aussi de tous ces éléments constructifs et équipements techniques.



En outre des informations précitées, le CAFM met à disposition les données suivantes pour chaque ouvrage:

- Type et qualité
- Année de mise en place
- Durée de vie estimée
- Dernière intervention d'entretien
- Budget nécessaire pour un entretien préventif
- Budget nécessaire pour un éventuel remplacement programmé

Les données collectées, contribueront à la stratégie d'assainissement énergétique en raison de trouver des **synergies entre les travaux nécessaires à la durabilité du patrimoine et à sa performance énergétique.**



Jusqu'à ce jour, environ 40 immeubles étatiques ont déjà complètement été digitalisés et environ une cinquantaine d'autres modélisations sont en cours de réalisation. Il convient donc de se donner les moyens d'assurer la pérennité et la gestion de cette collecte de données en vue d'une gestion plus efficace du patrimoine.

3.5 Monitoring

Le monitoring en temps réel est une **surveillance automatisée des consommations** énergétiques de bâtiments et permet :

- d'identifier les immeubles les moins performants du parc immobilier
- de détecter des croissances non motivées de la consommation et d'en avertir les responsables des bâtiments afin de pouvoir réagir au plus vite aux problèmes techniques touchant à la consommation

L'ABP a lancé une étude avec le but de chiffrer le coût pour un système de monitoring accessible par internet pour la majorité des bâtiments disposant d'une surface adéquate pour cet outil. Ce système va permettre de surveiller en continu les consommations sur une partie du parc immobilier et d'en identifier et de localiser les points faibles.



4. Réglementation en vigueur et Directive européenne concernant l'efficacité énergétique (3%)

Le Règlement grand-ducal (RGD) du 22 novembre 1995 concernant l'isolation thermique des immeubles marque le début d'une série de directives et règlements nationaux visant la réduction de la consommation en énergie du parc immobilier. Ce RGD a introduit des exigences minimales regardant les valeurs de transmission thermiques de l'enveloppe des bâtiments de toute sorte.

La directive 2002/91/CE du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments a été transposée en loi nationale exécutée par deux règlements grand-ducaux, à savoir le RGD du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation, et le RGD du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels. Ces deux règlements ont introduit le Certificat de performance énergétique (CPE) pour les types de bâtiments respectifs.

La refonte de la directive 2002/91/CE, à savoir la directive 2010/31/UE du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments, renforce les exigences minimales des valeurs U. Cette directive enjoindra à l'industrie immobilière de ne construire que des « bâtiments dont la consommation d'énergie est quasi nulle » (NZEB – nearly zero energy building) à partir de 2021. Le secteur public devra respecter ce niveau de performance deux ans en avance, donc à partir de 2019.

La définition exacte d'un bâtiment NZEB est de la responsabilité de chaque état membre. Au Luxembourg, les bâtiments classés « A/A » sont jugés conformes à ce critère. En ce qui concerne les bâtiments fonctionnels, le Ministère de l'Economie a lancé des études afin de pouvoir transposer cette exigence en législation nationale.

En attendant, un nouveau règlement grand-ducal modifiant celui du 31 août 2010 est actuellement en avant-projet et sera en vigueur à partir du 1 juillet 2015. Dès lors, les nouvelles constructions et les extensions supérieures à 25% devront atteindre le niveau d'efficacité énergétique « C » au lieu du « D » actuellement de rigueur, représentant une amélioration substantielle de la performance énergétique.

Finalement, citons la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, qui exige des états membres d'atteindre un taux de rénovation de 3% des surfaces des bâtiments appartenant et occupés par le gouvernement central. Pour atteindre ce but, le Luxembourg sera obligé d'assainir quelque 33'500 m² entre 2014 et 2020.



5. Assainissements réalisés, en cours et projetés

L'ABP a déjà appliqué la **stratégie réactive d'assainissement** ces dernières années, et de ce fait assainis globalement ou partiellement, un certain nombre des bâtiments identifiés comme potentiel. En général, tout comme pour les nouvelles constructions après 2000, toute **transformation ayant eu lieu après 2000 a été accompagnée de mesures d'assainissement énergétique.**

5.1 Bâtiments à vocation éducative

EDUCATION	ACHEVE 536'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Lycée classique de Diekirch (ancien bâtiment + aile sciences)● Lycée technique Mathias Adam - annexe Jenker à Differdange● Lycée Hubert Clément à Esch-sur-Alzette (piscine et cantine)● Lycée Nic Biever à Dudelange● Lycée Victor Hugo à Esch-sur-Alzette
	EN EXECUTION 471'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Lycée Michel Lucius à Luxembourg - Bloc 2000● Lycée technique Joseph Bech à Grevenmacher● Athénée de Luxembourg● Lycée Hubert Clément à Esch-sur-Alzette● Lycée classique d'Echternach (aile ancienne gendarmerie)● Centre de Logopédie à Luxembourg● Lycée technique pour professions de santé à Bascharage
	EN ETUDE 536'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Lycée Michel Lucius à Luxembourg - BLOC 3000● Lycée technique du Centre à Luxembourg● Lycée Michel Rodange à Luxembourg● Lycée classique de Diekirch - Annexe Mersch● Lycée Robert Schuman à Luxembourg● Lycée de garçons à Luxembourg● Lycée technique d'Ettelbruck (hall des sports)● Institut national des langues à Luxembourg
	EN PROGRAMMATION 426'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Université du Luxembourg - Campus Limpertsberg● Université de Luxembourg - Campus Walferdange● Lycée technique des arts et métiers à Luxembourg● Lycée technique de Bonnevoie● Lycée technique Ecole de commerce et de gestion à Luxembourg
	POTENTIEL 1'150'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Lycée de garçons à Esch-sur-Alzette● Centre d'éducation différenciée à Esch-sur-Alzette● Centre national de formation professionnelle (CNFPC) à Esch-sur-Alzette● Lycée technique hôtelier Alexis Heck à Diekirch● Lycée technique agricole à Ettelbruck● Lycée technique d'Ettelbruck● Lycée classique d'Echternach● IMC Strassen● Grand séminaire de Luxembourg



Les **bâtiments à vocation éducative (23 %)** identifiés en tant que potentiellement assainissables, représentent 3'200'000 m³. De ce volume, plus que la moitié, en l'occurrence 1'850'000 m³, est déjà prise en compte au sujet d'un assainissement énergétique.

L'avancement des chantiers et projets en cours dictera le rythme auquel l'ABP pourra entamer des études sur les prochains bâtiments, selon leur état de priorité défini et les contraintes présentes. Souvent, le début d'un projet est tributaire de l'achèvement d'un autre projet.

Dans ce contexte, l'exemple du campus Geesseknaeppchen est très parlant. Dans le cadre de la réhabilitation de l'Athénée de Luxembourg, une structure tampon a été installée sur le site afin d'y reloger les élèves et de libérer le bâtiment. Cette structure temporaire servira ultérieurement aux autres bâtiments du campus qui subiront une rénovation substantielle, à savoir le Lycée Michel Rodange et le Lycée technique Ecole de commerce et de gestion. Il est donc évident que les études y relatives ne seront lancées qu'au moment opportun, compte tenu de l'avancement de la rénovation de l'Athénée.



5.2 Bâtiments administratifs

ADMINISTRATIONS	EXECUTE 142'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">• Bâtiment Tour "Alcide de Gasperi" Kirchberg• Police grand-ducale à Steinfort• Ministère de l'Education nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse à Luxembourg• Chambre des Députés, îlot Printz à Luxembourg• Administration de la nature et des forêts à Marscherwald• Police grand-ducale à Strassen• Immeuble sis rue des Près à Mersch• Centre national de littérature à Mersch• Centre des technologies de l'information de l'Etat, rue Notre-Dame à Luxembourg• Administration des douanes et accises à Rumelange - Stand de tir
	EN EXECUTION 108'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">• Police grand-ducale à Verlorenkost - bâtiment rue Curie• Camp militaire Waldhof• Cour des comptes à Luxembourg• Administration de la nature et des forêts à Diekirch• Maison Robert Schuman à Luxembourg• Château Schoenfels - phase 1
	EN ETUDE 113'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">• Palais de Justice à Diekirch• Administration de l'Enregistrement et des domaines - Direction à Luxembourg• Administration des ponts & chaussées - rue Albert I^{er} à Luxembourg• Administration des ponts & chaussées à Rosport• Ancien laboratoire national de santé à Verlorenkost• Administration des bâtiments publics - 6/10/12, rue du Saint-Esprit à Luxembourg• Administration des contributions directes à Esch-sur-Alzette• Bâtiment Sainte-Sophie à Luxembourg• Château Schoenfels - phase 2
	POTENTIEL 229'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">• Château de Sanem• Archives nationales, plateau du Saint-Esprit à Luxembourg• Bireler Haff, section canine de l'Administration des douanes et accises• Port de Mertert• Bâtiment administratif à Capellen• Bâtiment administratif à Rédange• Police Verlorenkost: 17-19 rue Auguste Lumière à Luxembourg• Police Verlorenkost: 3-5 rue Auguste Lumière à Luxembourg• Bibliothèque nationale à Luxembourg• Centre douanier Gasperich• Administration des ponts & chaussées à Bettembourg• Administration du cadastre et de la topographie à Luxembourg• Police grand-ducale à Mersch• Institut viti-vinicole à Remich• Bâtiment administratif à Capellen• Ministère de la Santé - Villa Louvigny• Centre d'accueil Burfelt• Administration des ponts & chaussées à Clervaux• Police grand-ducale à Wiltz• Kannerschlass à Soleuvre• Maison Cassal à Luxembourg

En ce qui concerne les **bâtiments administratifs**, environ 20% du volume potentiel identifié de 2'000'000 m³ sont déjà pris en compte pour un assainissement énergétique.



Le Bâtiment Tour « Alcide de Gasperi » à Luxembourg-Kirchberg a joué un rôle précurseur dans l'assainissement énergétique. Il a été rénové dans le cadre du concept urbanistique et paysager de la place de l'Europe. La façade, un élément architectural sensible parce que signe de son époque, a été remplacée par une façade à double peau avec un concept technique et énergétique adapté aux besoins des futurs utilisateurs. Le choix d'appliquer une architecture contemporaine à l'enveloppe de la tour lui donne une toute nouvelle dimension et en fait un signal fort d'un lieu prestigieux.

5.3 Logements

LOGEMENT	EXECUTE 30'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Caserne militaire Herrenberg à Diekirch - pavillons 9, 22 et 23● Foyer d'accueil pour enfants à Junglinster● Foyer Eislecker Héem à Lullange
	EN EXECUTION 30'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Foyer Don Bosco à Luxembourg● Foyer Domitilia à Luxembourg
	EN ETUDE 118'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Internat socio-familial à Dudelange● Internat St Willibrord à Echternach● Centre pour réfugiés Héliar à Weilerbach● Caserne militaire Herrenberg à Diekirch - pavillons 3, 4, 7 et 8● Foyer pour réfugiés à Useldange
	POTENTIEL 150'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Police Verlorenkost: 11-15 rue Auguste Lumière à Luxembourg● Logements de l'Administration des douanes et accises et de la Police à Wasserbillig● Cité jardin au Findel● Foyer d'accueil et d'hébergement pour travailleurs étrangers Luxembourg-Mühlenbach● Maison d'enfants de l'Etat à Schifflange● Maison de soins à Echternach● Foyer Ste Claire à Echternach● Caserne militaire Herrenberg à Diekirch - 16 pavillons 1, 2, 6, 10 à 21 et 25

Quant aux immeubles servant au **logement et à l'hébergement**, même si non traités prioritairement, 12% du potentiel sont néanmoins assainis, en cours d'assainissement ou en phase projet. Il y a lieu de citer les pavillons de la Caserne militaire Grand-Duc Jean au Herrenberg à Diekirch, dont 3 sont achevés, 4 se trouvent actuellement en étude et les autres vont suivre à tour de rôle, précisément parce qu'ils tombent sous la directive européenne concernant l'efficacité énergétique (3%).



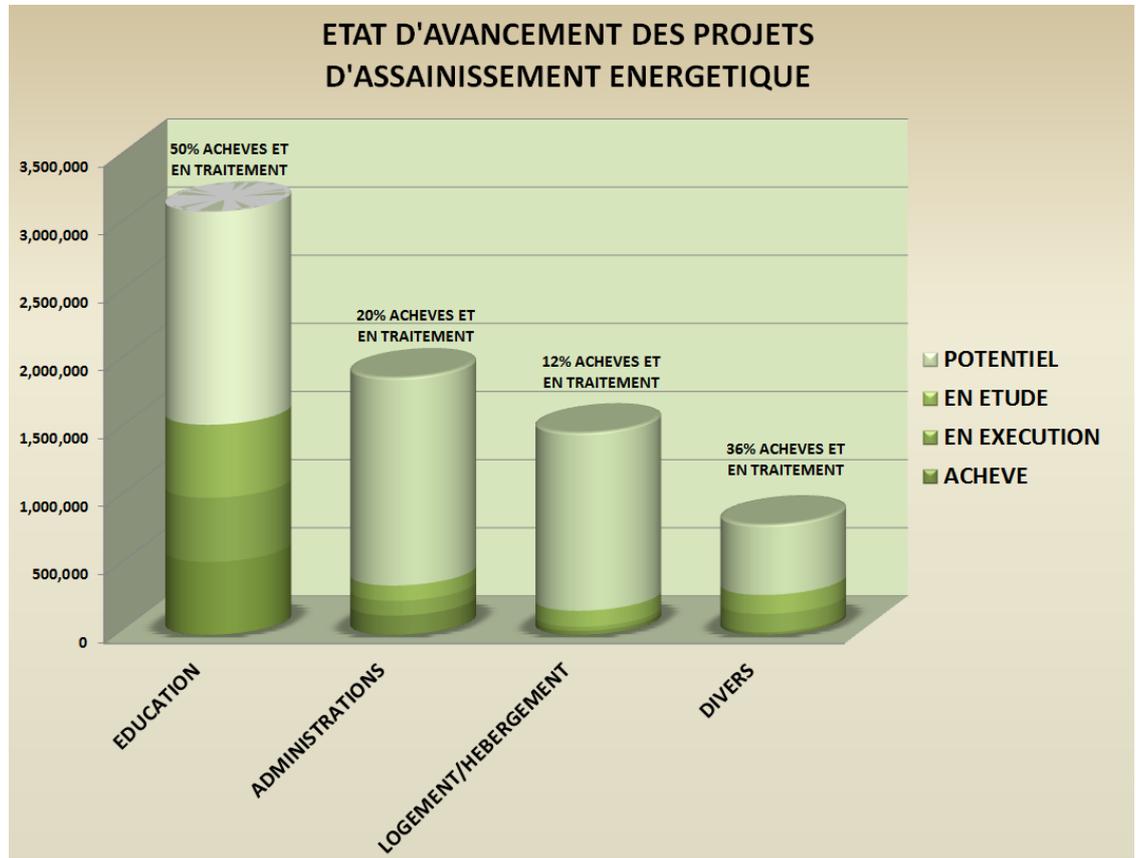
5.4 Diverses fonctions

DIVERS	EXECUTE 20'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Ferme Grisius à Lultzhausen● Ferme Casel à Givenich● Château de Clervaux - exposition Family of Man
	EN EXECUTION 134'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Centre pénitentiaire à Givenich● Centre Marienthal
	EN ETUDE 140'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Centre mosellan à Ehen● Musée d'histoire naturelle à Luxembourg● Domaine thermal à Mondorf● Domaine thermal à Mondorf - hôtel● Villa 'Ungeheuer' à Mondorf● Fondation Kräizbiert à Dudelange● Centre d'accueil Mullerthal-Berdorf
	POTENTIEL 117'000 m ³	<ul style="list-style-type: none">● Ecole de Police Verlorenkost à Luxembourg● Centre pénitentiaire à Schrassig● Centre Hollenfels● Centre socio-éducatif à Schrassig● Centre socio-éducatif à Dreibern● Dépôt du Musée national d'histoire et d'art (MNHA) à Schouweiler

Pour les bâtiments regroupés dans la fonction 'divers', environ 30% du volume potentiel identifié de 1'000'000 m³ sont déjà pris en compte pour un assainissement énergétique.



5.5 Etat d'avancement



En conclusion, il peut être retenu qu'une bonne partie des bâtiments identifiés comme potentiel pour chaque catégorie fonctionnelle ont déjà fait, font ou feront l'objet de mesures d'assainissement énergétique, mais que le volume d'édifices étatiques à considérer reste considérable.



6. Budget

Les projets d'assainissement énergétique sont financés par le biais des Fonds d'investissement publics (FIP) (administratifs, scolaires, sanitaires et sociaux) et des Fonds d'entretien et de rénovation (FER).

	Investissement total prévu pour les projets d'assainissement énergétique	Dépenses moyennes annuelles	Dépenses moyennes annuelles pour les mesures d'assainissement énergétique Années 2014-2018 (5 ans)	Economie annuelle moyenne en CO2
FIP*	EUR 450'000'000.-	EUR 83'000'000.-	EUR 10'000'000.- (taux : 12%)	950 tCO2/a
FER-projets**	EUR 19'500'000.-	EUR 5'400'000.-	EUR 1'350'000.- (taux : 25%)	130 tCO2/a
FER-entretien	EUR 1'700'000.-	EUR 1'700'000.-	EUR 1'250'000.- (taux : 75%)	120 tCO2/a

* pluriannuel FIP, voté 2014 (30 projets)

** projets > EUR 500'000.- en cours, au 01.01.2014 (11 projets)

Il y a lieu de noter que seul un pourcentage de ces investissements est prévu pour des travaux ayant un impact direct sur l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments.

Concernant les projets d'assainissement d'envergure, financés par le biais des Fonds d'investissement publics (FIP), le pourcentage de l'investissement total directement en corrélation avec des travaux se rapportant exclusivement à l'assainissement énergétique peut être estimé à environ 12%. Ainsi, un montant total d'environ EUR 50'000'000.- sera investi dans des mesures diminuant la consommation énergétique des bâtiments sur les cinq prochaines années.

Ce taux est d'environ 25% pour les projets financés par le biais du Fonds d'entretien et de rénovation. Ceci s'explique par le fait que ces projets de moindre envergure se limitent



souvent à des interventions ponctuelles et non pas à des travaux de rénovation complète des bâtiments.

En ce qui concerne finalement les travaux d'entretien courant, améliorant la qualité énergétique de différents éléments et installations d'un bâtiment (p.ex. remplacement chaudière, système d'éclairage,...), 75% de l'investissement peuvent être considérés comme étant directement en relation avec l'augmentation des performances énergétiques.

A noter que l'ensemble de ces investissements engendre une économie en gaz à effet de serre estimée à environ 1'200 tCO₂/a, ce qui équivaut à la consommation annuelle de 180 maisons unifamiliales.

Par ailleurs, dans le but d'apporter une contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de donner l'exemple, le Fonds de financement des mécanismes Kyoto a été alimenté par le législateur d'un budget de EUR 30'000'000.- pour la réalisation de travaux d'assainissement des bâtiments du patrimoine de l'Etat. Bien que ces travaux soient réalisés sous la régie de l'ABP, l'imputation des dépenses sur le fonds spécial ne peut se faire qu'avec l'accord du Ministère de l'Environnement, qui a été chargé par le législateur de la gestion du fonds en question.

Il a ainsi été retenu qu'il incombe à la « Commission d'accompagnement » d'examiner les critères et principes qui déterminent les taux de participation financière aux projets proposés par l'ABP. Il appartiendra alors au ministre suscité de prendre la décision définitive pour chaque projet.

En effet, il s'agit d'appliquer des pourcentages forfaitaires pour chaque corps de métier faisant partie des travaux d'assainissement. Par exemple, selon ce modèle, les coûts de travaux d'isolation de façades seraient susceptibles de recevoir une allocation à concurrence de 85 % provenant du fonds Kyoto. Les 15 % restants, représentant le montant pour une rénovation sans prise en compte d'une amélioration de la performance énergétique, seraient à charge du fonds d'entretien et de rénovation.

Pour la seule année 2012, l'ABP a réalisé des travaux à hauteur d'environ EUR 3'300'000.- imputable sur le Fonds Kyoto, alors que pour les 4 années d'existence du Fonds, à savoir de 2009 à 2012, cette même somme s'élève à quelques EUR 23'500'000.- .

Il y a lieu de remarquer que seuls 3 projets ont actuellement pu bénéficier d'un financement par le biais du Fonds Kyoto. Il s'agit des installations photovoltaïques pour le Atert-Lycée à Redange et du Lycée Michel Lucius à Luxembourg ainsi que pour l'installation d'une pompe à chaleur dans l'intérêt du Haff Remich.



7. Exemples de réalisations

7.1. Le bâtiment de la Police Grand-Ducale à Steinfort



Le bâtiment de la Police à Steinfort, construit en 1956, a bénéficié d'un premier assainissement énergétique léger par intervention ponctuelle en 2001, le remplacement des anciennes fenêtres à simple vitrage. Le résultat était insatisfaisant, étant donné que la consommation mesurée après quelques années avait légèrement augmentée due à la ventilation naturelle nécessaire pour éviter des dégâts de moisissure.

En 2009, le bâtiment a fait l'objet des mesures d'assainissement supplémentaires suivantes :

- Isolation de la façade
- Isolation du sol du grenier
- Installation d'une chaudière à condensation (gaz)

Ces travaux d'assainissement ont permis de **réduire la consommation d'énergie d'environ 46% !**



7.2. Le « Kannerhaus » à Junglinster



Le « Kannerhaus » à Junglinster avant les travaux de rénovation

Dans le cadre des travaux de rénovation réalisés entre 2009 et 2010, avec un budget total de EUR 1'085'000.-, le foyer d'accueil « Kannerhaus Junglinster », construit en 1964, a bénéficié de 4 mesures d'assainissement :

- isolation de la façade par une couche de laine de roche d'une épaisseur de 20 cm
- isolation de la toiture avec panneaux OSB
- mise en place d'un double vitrage performant
- installation d'une chaudière à mazout basse température

L'inclusion des balcons dans la nouvelle enveloppe thermique a en outre permis de réduire au minimum les ponts thermiques tout en offrant un gain de surface, en optimisant l'éclairage naturel et en intégrant des ouvrants pour une ventilation naturelle efficace.

La consommation énergétique a ainsi pu être réduite de 245 kWh/m²a à 60 kWh/m²a, soit une **baisse d'environ 75%**.



Dans ce cas précis, un guide d'utilisation a été élaboré par l'ABP en vue d'aider les utilisateurs à gérer au mieux la ventilation naturelle et de maintenir une qualité d'air optimale tout en réduisant la consommation énergétique.



Le « Kannerhaus » à Junglinster après les travaux de rénovation.



7.3. L'Athénée de Luxembourg



L'Athénée de Luxembourg avant les travaux de rénovation

Dans un premier temps, uniquement l'aspect énergétique du projet de rénovation de l'Athénée a été analysé et il fut prévu d'isoler entièrement la façade du bâtiment de l'extérieur afin d'obtenir des consommations en énergie proches de celles d'une nouvelle construction.

Or, le bâtiment étant sensible et représentatif de son époque d'un point de vue architectural, il a été décidé de trouver un compromis entre efficacité énergétique et architecture, ce qui engendrera des économies d'énergies quelque peu moindre qu'initialement prévu.

Actuellement, l'Athénée de Luxembourg, construit en 1964, est en travaux de rénovation de fond. Les interventions sont chiffrées à EUR 89'000'000.-, et comportent les mesures d'assainissement énergétique suivantes :

- isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment (murs extérieurs, toiture et fenêtres triple vitrage)
- installations techniques limitées au strict minimum et facilement gérables pour les utilisateurs
- protection solaire par stores extérieurs afin d'éviter des surchauffes éventuelles en été
- optimisation de l'éclairage naturel grâce à l'installation de grandes fenêtres



- ventilation naturelle avec des ouvrants automatisés pour le renouvellement d'air dans les classes et les couloirs
- réseau de cogénération du Campus Geesseknaepchen

Toutes les mesures précitées ont pour conséquence une **réduction de la consommation thermique de plus de 50%**.

A noter qu'en plus des mesures d'assainissement proprement dites, des énergies renouvelables sont également prévues pour ce projet. Des panneaux photovoltaïques, d'une surface de 550m² et d'une puissance de 65 kW_{peak}, seront installés sur le toit de l'Athénée et permettront, avec une production annuelle de 60'000 kWh, une **réduction des émissions de CO₂ de 41 tonnes par an**.



Illustration de l'Athénée de Luxembourg après achèvement des travaux de rénovation



8. Conclusion

Retenons que le secteur « bâtiments » en général présente un **vaste potentiel en vue de la diminution des émissions de gaz à effet de serre**, et que ce potentiel pour le patrimoine bâti de l'Etat en particulier a été évalué à environ 54% de la totalité des immeubles, donc un volume de 7'290'000 m³, soit 1'950'000 m² de surface brute de plancher.

La catégorisation de ce volume potentiel fait clairement ressortir que les **bâtiments à vocation éducative représentent la majorité de l'effectif assainissable**. En conséquence, l'ABP a décidé de leur donner une priorité quant à l'assainissement énergétique. En résulte que la moitié de ces immeubles sont achevés, en exécution, ou bien en phase de projet. Souvent, les lycées font l'objet d'une **stratégie d'assainissement active**, c'est-à-dire par une identification en amont d'une consommation énergétique très élevée et d'une performance énergétique hors standard selon la législation en vigueur.

Rappelons aussi que tout projet de rénovation ou de réaménagement, que ce soit à cause d'un degré de vétusté avancé ou à cause de nouveaux besoins en espaces des utilisateurs, est toujours accompagné de **mesures d'assainissement énergétique réactives**.

Quelle que soit la stratégie appliquée, l'ABP doit considérer chaque bâtiment individuellement, par le biais d'analyses spécifiques et d'études approfondies au cas par cas et doit respecter un **ensemble de facteurs** avant de procéder à des travaux d'assainissement :

- responsabilité de préserver le patrimoine architectural
- état de vétusté du bâtiment et des différents éléments constructifs
- transformation ou modification substantielle
- changement d'affectation
- confort de l'utilisateur
- relation raisonnable entre investissement et économies escomptées
- phasage des travaux
- l'acceptation par les utilisateurs
- etc.

Pour conclure, reconnaissons que le potentiel du patrimoine bâti de l'Etat est considérable, mais n'oublions pas que les facteurs précités imposent des limites à la réalisation.

L'ABP ne peut donc présenter un plan rigide avec des solutions standardisées pour assainir ces immeubles, mais suit sa stratégie d'assainissement énergétique.

Le volume des projets en cours et en étude est actuellement en croissance vu l'importance accrue et la volonté de réduire les gaz à effet de serre. Les budgets mis à disposition ainsi que l'effectif en ressources humaines définiront le volume futur qui pourra être traité.

À mentionner que le sujet de l'assainissement énergétique ne représente pas uniquement un défi pour le secteur public, mais également pour les acteurs privés concernés. En effet, les



bureaux d'études missionnés ainsi que les entreprises chargées de l'exécution des travaux, se verront dans l'obligation de suivre des formations et de se familiariser avec les nouveaux matériaux à mettre en œuvre ainsi qu'avec les nouvelles pratiques et les standards en vigueur.

Outre ce nouveau défi, l'assainissement énergétique représente une opportunité pour le secteur luxembourgeois de la construction, et notamment les petites et moyennes entreprises, de profiter des investissements futurs que l'Etat s'est promis de renforcer dans ce domaine.

A noter que le temps d'amortissement des frais de rénovation sera assez long tant que le prix de l'énergie fossile, actuellement encore bas, n'atteindra pas un niveau nettement plus élevé dans les temps à venir.

En d'autres termes, même si cet investissement ne se rentabilise pas du point de vue économique en tant que tel, il est quand même du devoir de l'Etat, dans son rôle de modèle et de précurseur, d'investir dans l'assainissement de ses bâtiments afin d'en retirer un gain du point de vue environnemental pour les générations futures.