Agence Locale de l'Energie des Ardennes
ALE 08
www.ale08.org

Conseil énergétique pour les bâtiments

Référence ADEME : pré-diagnostic énergétique

Image prise depuis le site géoportail du quartier de la cité administrative

Cité administrative Charleville-Mézières

Dossier suivi par Guillaume CHAMPVILLARD et Sophie GABARROT

23A rue André Dhôtel
08130 Attigny
Tél. : 03 24 30 90 77

7 rue de Tivoli
08000 Charleville-Mézières
Tél. : 03 24 32 12 29

Fax : 03 24 54 68 27
E-mail : infos@ale08.org

SOMMAIRE

I. Présentation....4

II. Contexte....5

La réalité des changements climatiques....5
La ratification du Protocole de Kyoto par la France....6
Le Plan Climat 2004....6
Le rapport du groupe de travail « facteur 4 », août 2006....6
Le grenelle de l'environnement....7
La responsabilité des bâtiments dans les émissions de gaz à effet de serre....7
Le plan climat énergie régional Champagne-Ardenne....8
Réglementation thermique....8
La hausse du coût de l'énergie....9

III. Etude des factures....11

Eau....11
Electricité....11
Chaleur....12
Bilan....14
Affichage Display....17

IV. Simulations....19

Simulation de base....19
Les plans....19
Les hypothèses de base :....21

Les simulations....22
Sans régulation....22
Sans aménagement complet du 4ème étage....22
Avec aménagement du 4ème étage en bureau....24

V. Thermographie....25

La thermographie, un outil d'aide au diagnostic....25
Qu'est-ce que la thermographie ?....25

Les conditions nécessaires pour la réalisation....26
Les limites de la thermographie....26

Analyse thermographique....27
Conditions météorologiques....27
Commentaires généraux....27

VI. Conseils et propositions de travaux....36

Thermique du bâtiment....36
Isolation....36
Vitrage....37
Ventilation....37
Chauffage....40

Electricité....41
Eclairage....41
Informatique....41

Eau....42

Comportement des usagers....42

VII. Conclusion....43

VIII. Annexes....44

Annexe 1 : Proposition type d'intervention pour la sensibilisation de l'ensemble du personnel aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables....44

Annexe 2 : Les avantages de l'isolation naturelle....48

Annexe 3 : Décret 2007-0321, 19 mars 2007 sur les études de faisabilités et l'affichage des performances énergétiques....52

Annexe 4 : Arrêté du 3 mai 2007 sur les performances thermiques dans les bâtiments existants....56

I. Présentation

La Direction Départementale de l'Equipement, en charge de la gestion des travaux sur la cité administrative de Charleville-Mézières, a sollicité l'expertise de l'Agence Locale de l'Energie des Ardennes (ALE 08) pour ce bâtiment. Celui-ci fait l'objet de travaux ponctuels de rénovation, un diagnostic réalisé par l'ALE 08 est apparu nécessaire pour permettre une planification des futurs travaux touchant la thermique du bâtiment. Celui-ci à pour but d'identifier les postes d'économies d'énergie et donc de diminution des dépenses à court et moyen terme.
En effet, la planification de travaux en plusieurs phases pouvant s'étaler dans le temps selon les financements doit être étudiée pour une meilleure cohérence. Les travaux ponctuels sans véritable vision globale peuvent s'avérer néfastes pour le bâtiment (performances globales, risque de condensation…). Il est aussi nécessaire de prioriser les travaux.

L'exemplarité des services de l'état est un préliminaire nécessaire à tout changement de société. Les différents travaux du grenelle de l'environnement nous poussent à intégrer dès aujourd'hui une démarche qui s'inscrit dans le développement durable qui se définit de la sorte : « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (rapport Bruntland, 1987).

Ce document regroupe une étude des factures (eau, gaz et électricité), une évaluation des économies suite à différents travaux (avec appui d'outils informatiques) et enfin des conseils et conclusions de travaux, formations ou complément d'études à faire rapidement ou à étaler dans le temps avec un objectif en adéquation avec les enjeux mondiaux et les ambitions nationales.

II. Contexte

À l'heure où d'importants changements s'opèrent dans le paysage énergétique mondial, la prise en compte de la problématique énergétique et environnementale dans un projet de rénovation est primordiale.

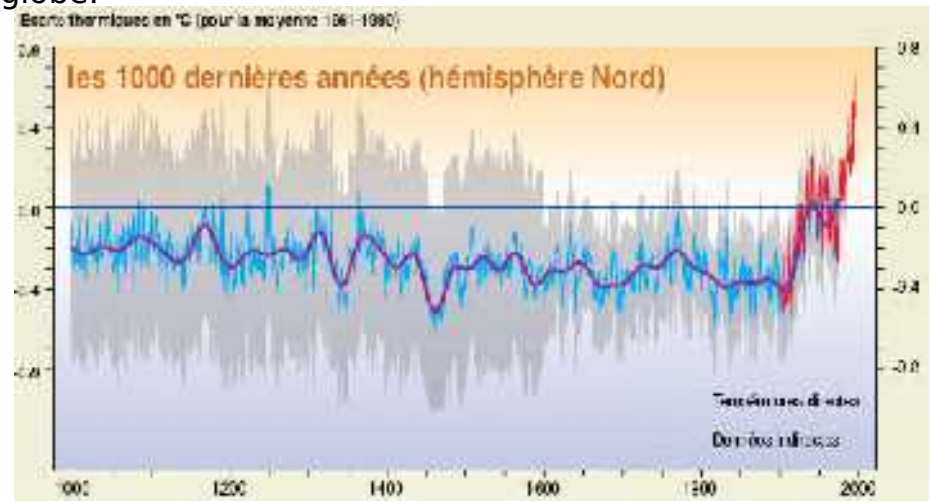
Cette démarche est motivée par plusieurs raisons :

La réalité des changements climatiques

Le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) a émis plusieurs rapports sur le climat, son évolution et la responsabilité des activités humaines. Ses rapports, qui constituent la plus vaste expertise possible sur le sujet, sont reconnus par les 192 Etats membres de l'ONU. La communauté internationale avait élaboré en 1992, grâce aux premiers travaux du groupe, la Convention de l'ONU sur le changement climatique puis, en 1997, le Protocole de Kyoto de lutte contre l'effet de serre.

« Le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan, la fonte généralisée de la neige et de la glace, et l'élévation du niveau moyen mondial de la mer. » 4ème rapport du GIEC, 2007.
Le rapport qualifie de « très probable » (+90% de chance) le rôle des activités humaines dans l'augmentation des températures moyennes depuis le milieu du XXe siècle

Une hausse moyenne de 2 à 6°C est prévue d'ici 2100, de manière hétérogène sur la surface du globe.



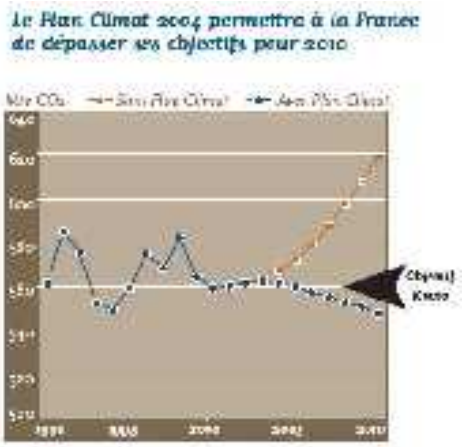
Evolution des températures moyennes, rapport du GIEC, 2001

Les simulations réalisées par ses experts s'avèrent plus optimistes que les relevés actuels. Il semble probable que les phénomènes de dérèglements climatiques seront encore plus catastrophiques que ceux prévus.

La ratification du Protocole de Kyoto par la France

Le Protocole de Kyoto, entré en vigueur le 16 février 2005, vise à lutter contre le changement climatique. Il fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, dont fait partie le dioxyde de carbone (CO2) issu de la combustion d'hydrocarbures. L'objectif d'ici 2010 pour la France est de ramener le niveau d'émissions de gaz à effet de serre à celui de 1990, et de le diviser par quatre d'ici 2050.

Le Plan Climat 2004



Le Plan Climat 2004, défini par le gouvernement français, recense les actions à mener pour parvenir aux objectifs fixés par le Protocole de Kyoto. La réduction des émissions de gaz à effet de serre passe par une gestion plus rationnelle de l'énergie et le développement des énergies renouvelables.

Le rapport du groupe de travail « facteur 4 », août 2006

Ce rapport dresse différentes recommandations pour atteindre les objectifs de division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050.
L'objectif est de limiter les émissions à 0,6 tonne de carbone par an et par habitant, soit 2,2 tonnes de CO_2/an/hab. Ces émissions représentent 9500km effectués en 4x4, 19000km en Citroën C2 ou la plantation de 3 arbres, tout cela par an et par habitant.
Ce défit est très important mais vital pour un grand nombre d'espèces et pour l'homme.

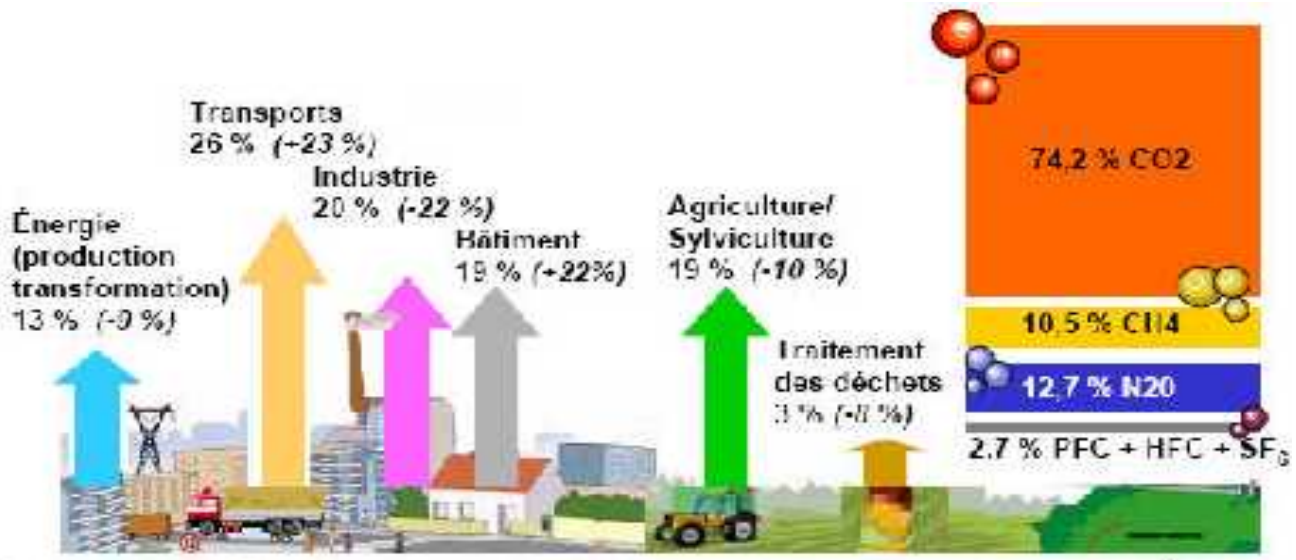
Recommandation n°14 du rapport : Assurer l'exemplarité de l'État car le réchauffement climatique relève du bien collectif dont l'État est traditionnellement le principal garant.
L'exemplarité des pouvoirs publics donnera une crédibilité aux campagnes exhortant à économiser l'énergie en traduisant les paroles en actes, d'autant plus que la confiance dans les institutions publiques tend à s'éroder. L'exemplarité de l'État pourrait se concrétiser par l'investissement dans des bâtiments publics respectant des normes ambitieuses (telles que Très Haute Performance Energétique, Bâtiments passifs,…).

Le grenelle de l'environnement

ment incontournable, le grenelle de onnement a rassemblé de très eux acteurs (institutionnels, associatifs, entreprises…) avec d'importantes ambitions environnementales. Malgré de nombreuses critiques, les avancées sont significatives dans de nombreux domaines concernant la biodiversité, la lutte contre le changement climatique, la santé… Il a réaffirmé la nécessité de respecter le facteur 4 (décrit ci-dessus).

Les mesures concernant l'exemplarité de l'Etat figurent dans l'article 42 du projet de loi Grenelle 1. Parmi ces mesures, l'Etat s'engage à réaliser le bilan des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre des administrations , qui devront augmenter de 20% leur efficacité énergétique d'ici 2015. Le gouvernement rénovera l'ensemble de ses bâtiments afin de réduire, en dix ans, de 40% leur consommation d'énergie et de 50% leurs émissions de gaz à effet de serre . Après une première phase d'audits énergétiques qui s'achèvera en 2010, une phase de travaux de grande ampleur sera engagée.

La responsabilité des bâtiments dans les émissions de gaz à effet de serre



Émissions de GES[2] en France (y compris DOM/COM) en 2004, par secteur (hors UTCF[4]) (entre parenthèses, l'évolution depuis 1990 ; source : CITEPA/Inventaire SECTEN/Format PNLCC, février 2006)

Près de 19% des émissions de gaz à effet de serre sont imputables au secteur du bâtiment, c'est donc un secteur fortement visé par les mesures sur l'environnement surtout que ses émissions augmentent largement (+22% depuis 1990).
Ce secteur est aussi consommateur d'environ 43% de l'énergie finale en France.

Le plan climat énergie régional Champagne-Ardenne

La mise en œuvre d'un Plan Climat régional en Champagne-Ardenne constitue un des projets structurants préconisés pour lutter contre le changement climatique dans le cadre du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 et de l'accord-cadre ADEME-Région 2007-2013.
La recherche du « Facteur 4 » au niveau régional implique une action d'une ampleur nouvelle. L'articulation des moyens humains et financiers à mobiliser nécessite un cadre structurant, relayable et fédérateur. La mise en place de ce Plan Climat Energie Régional répond à ces besoins.

Réglementation thermique

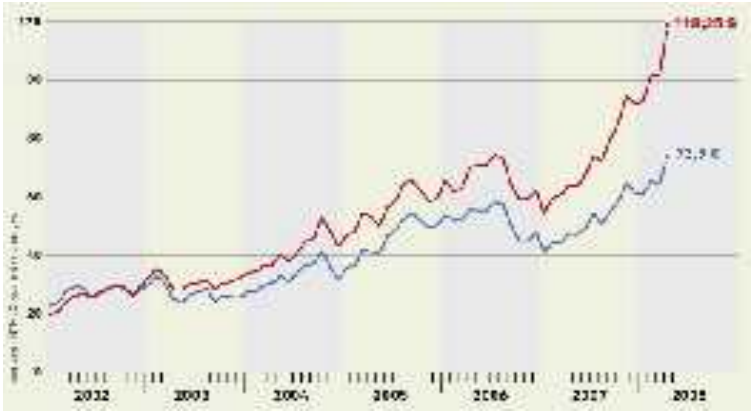
La loi sur l'énergie du 13 juillet 2005 (décret n° 2007-363 du 19 mars 2007) a institué une première étape de réglementation dans l'existant. Cette réglementation porte sur des obligations de performance énergétique pour les bâtiments de plus de 1 000 m2 faisant l'objet de travaux de réhabilitation importants (plus de 25 % de la valeur du bâtiment hors foncier). Le décret a été une mis en application de cette obligation le 1er avril 2008(annexe 4)et l'arrêté de 13 juin 2008 en précise les modalités.
Mais le décret comporte d'autres mesures, portant sur l'existant et sur le neuf. Ainsi, pour les opérations de moindre importance, des exigences de performances minimales seront imposées lors du remplacement de composants de l'enveloppe (fenêtres, isolation thermique) ou d'équipements énergétiques, dès le 1er novembre 2007. L'arrêté du 3 mai 2007 en précise les exigences.

Les exigences contenues dans l'arrêté du 3 mai 2007 se situent entre celle de la RT2000 et la RT2005. Par exemple, les planchers de combles perdus devront avoir une isolation totale équivalente à 18cm de laine de chanvre ou de verre. Pour les lourdes rénovations, les exigences sont calées sur la réglementation thermique en cours.

Le texte impose également, pour les opérations importantes, des études préalables de solutions durables. Ces études seront prescrites à partir du 1er janvier 2008 dans le neuf et du 1er avril 2008 pour les réhabilitations lourdes.
De même qu'il existe une température de consigne pour le chauffage à 19 °C en hiver, la nouvelle réglementation prévoit que les systèmes de climatisations ne soient utilisés que lorsque la température atteint 26 °C. Cette mesure s'applique depuis le 1er juillet 2007.

Enfin, les bâtiments publics de la 1ère à la 4ème catégorie au sens de l'article R.123-19 devront afficher un diagnostic de performance énergétique à partir du 2 janvier 2008 (annexe 3) . Le programme Européen Display propose déjà cet affichage qui est utilisé dans l'Europe entière. Il permet d'avoir pour chaque bâtiment un visuel des consommations énergétiques et en eau, des émissions de gaz à effet de serre. Un classement de ses postes avec une lettre (A > G) permet une information claire, un suivi facile de l'évolution au fil des années et travaux.

La hausse du coût de l’énergie



Globalement, les coûts des énergies conventionnelles seront amenés à augmenter dans les décennies à venir. Les causes sont multiples : augmentation de la consommation à cause de l’émergence de nouveaux pays industrialisés (Chine, Inde…), diminution des réserves de pétrole, de gaz et d’uranium, mise en place des quotas d’émission de gaz à effet de serre, etc… Mais la principale est que la terre est un élément fini. Les ressources le sont indubitablement.

Par exemple, le prix du gaz de ville a augmenté de 300% entre 1999 et 2006.

De manière générale, l'impact environnemental d'un bâtiment ne dépend pas seulement de la gestion de l'énergie : la gestion de l'eau, des déchets, du chantier et le choix des matériaux de construction du bâtiment, jouent aussi un rôle important, comme la gestion interne dans l'usage et la maintenance…

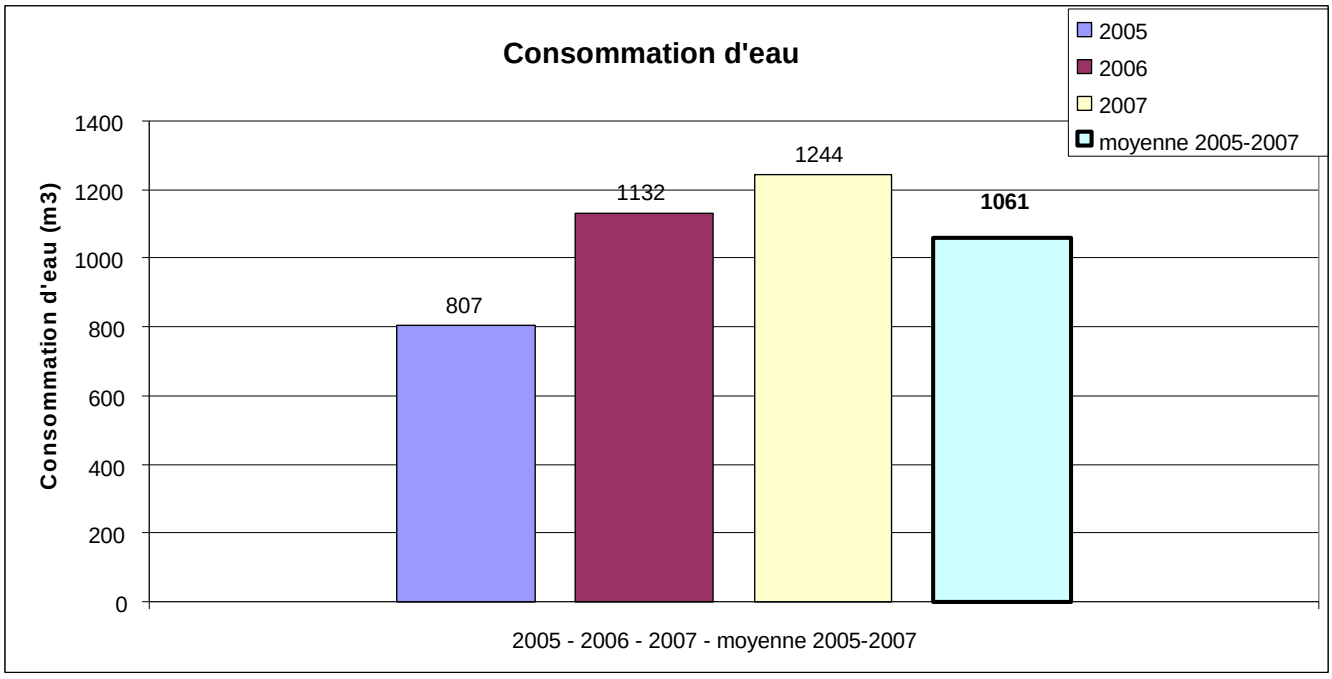
La prise en compte du coût global d'un bâtiment est essentielle. Ce coût intègre l'investissement initial mais aussi les coûts de maintenance, d'entretien et de déconstruction. Un investissement initial plus important (appareils performants, isolation…) permettant des économies à l'utilisation sera logiquement privilégié.

À travers les différents rapports, l'ALE 08 présente les solutions à étudier de manière plus approfondie pour limiter l'impact environnemental du site réhabilité, en particulier dans le domaine de l'énergie. Elles tiennent compte des spécificités architecturales du site et de leur potentiel.

L'ensemble des résultats donnés dans les documents remis par l'ALE08 n'engage en aucune façon l'agence. Ils ne sont qu'une aide à la décision, les estimations de consommations, de coûts sont données à titre indicatif.

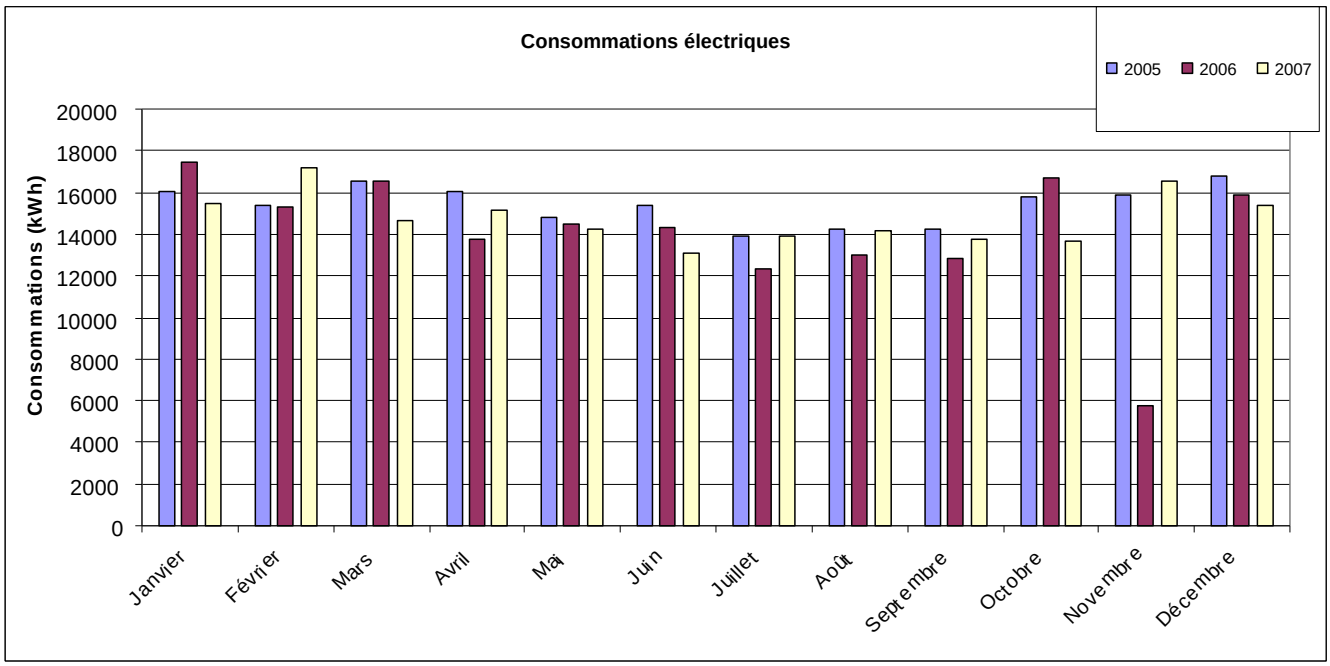
III. Etude des factures

Eau

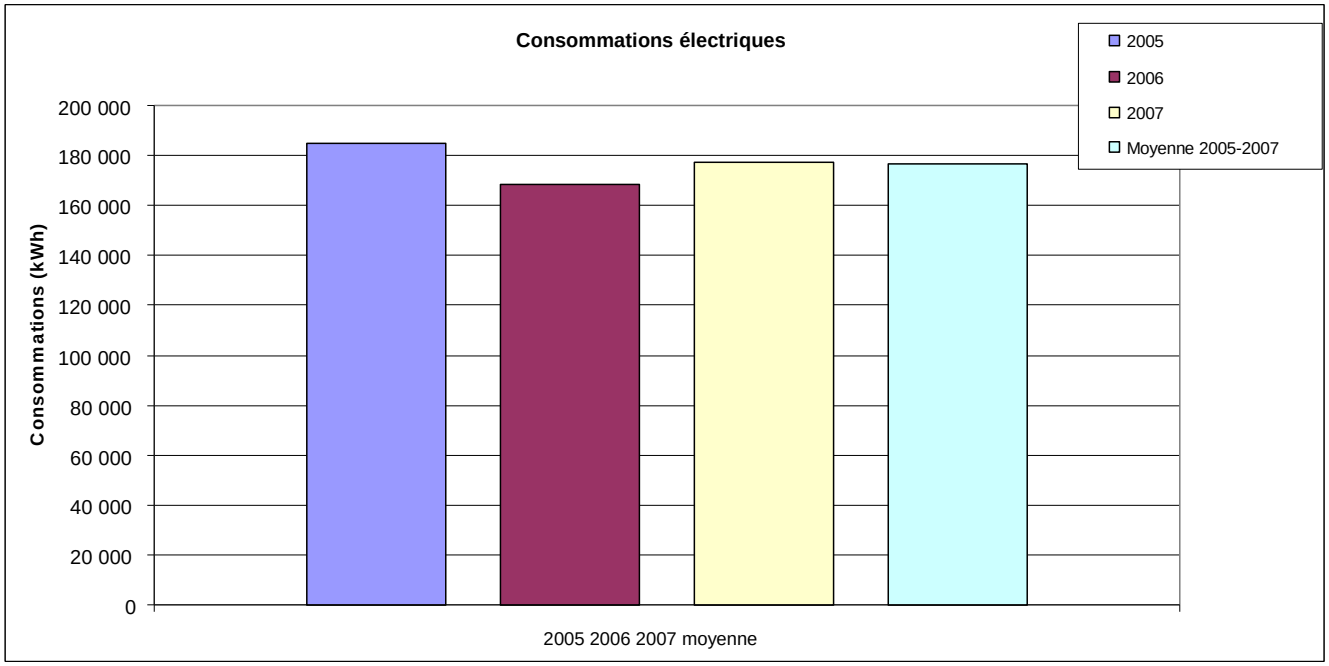


On observe ici une augmentation régulière des consommations d'eau. Les effectifs ayant été constants durant cette période, le phénomène observé est anormal. Avec les éléments connus, nous ne pouvons déterminer la cause. Un diagnostic plus approfondi devra être envisagé, notamment pour la recherche éventuelle de fuite.

Electricité

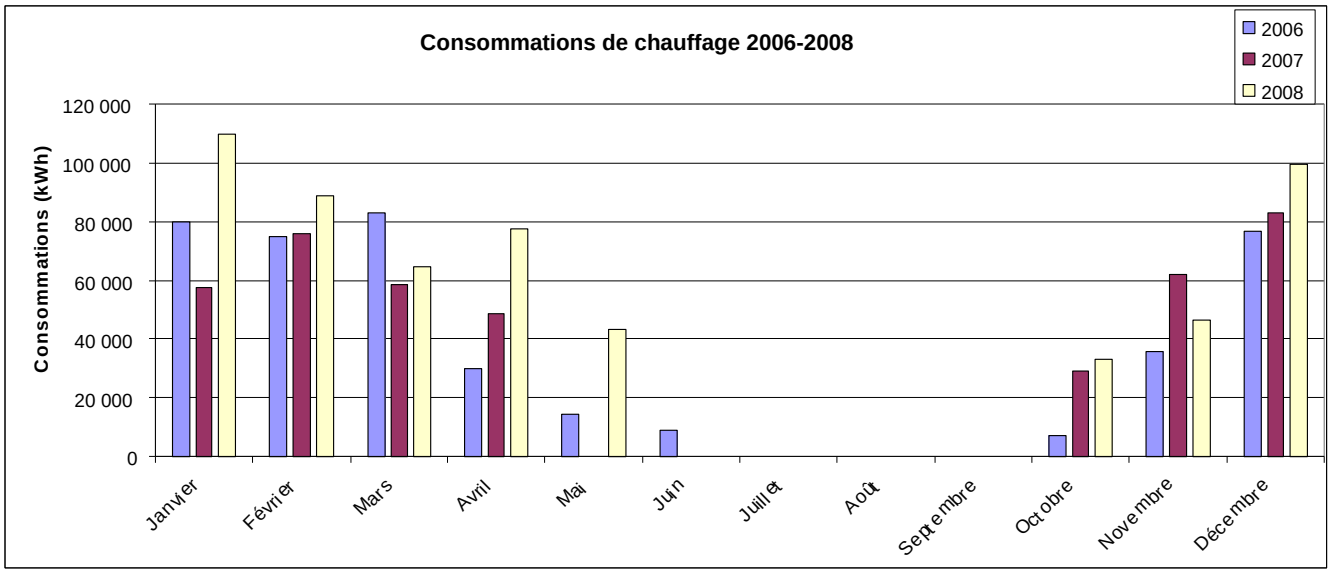


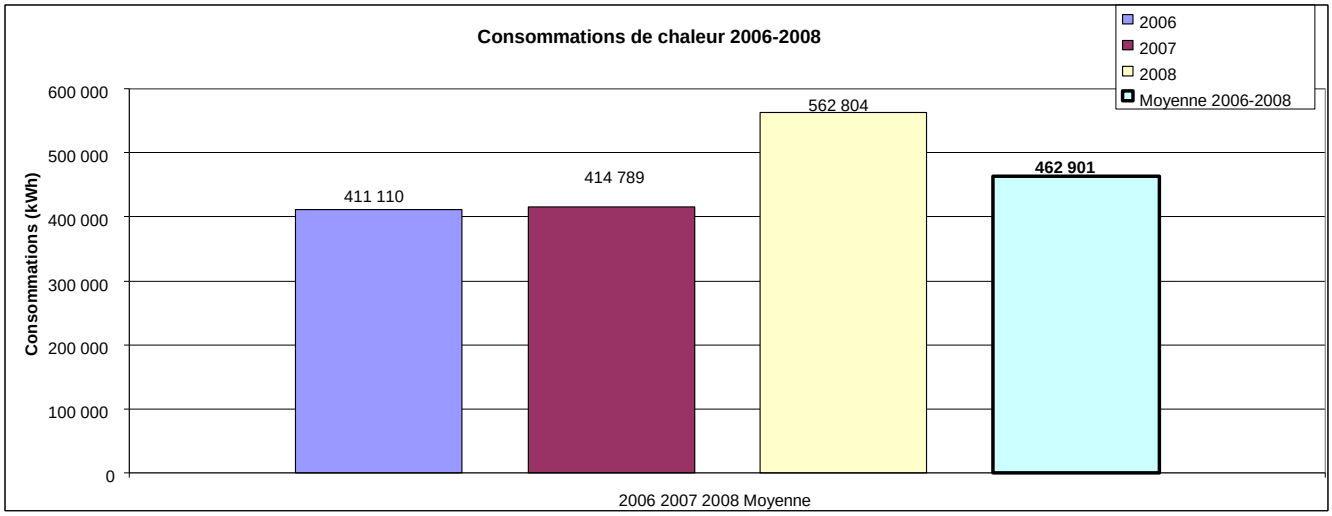
Hormis une importante baisse de la consommation en novembre 2006 (inexpliquée d'autant que les dépenses sont constantes), les consommations sont peu différentes d'un mois à l'autre. A cela, 2 hypothèses : soit les consommations pour l'éclairage sont peu importantes dans le bilan global, soit les éclairages sont utilisés toute l'année (été compris).
Après discussion avec Mr Jullion, intendant du bâtiment, les éclairages sont en fonctionnement toute l'année sans discontinuité.



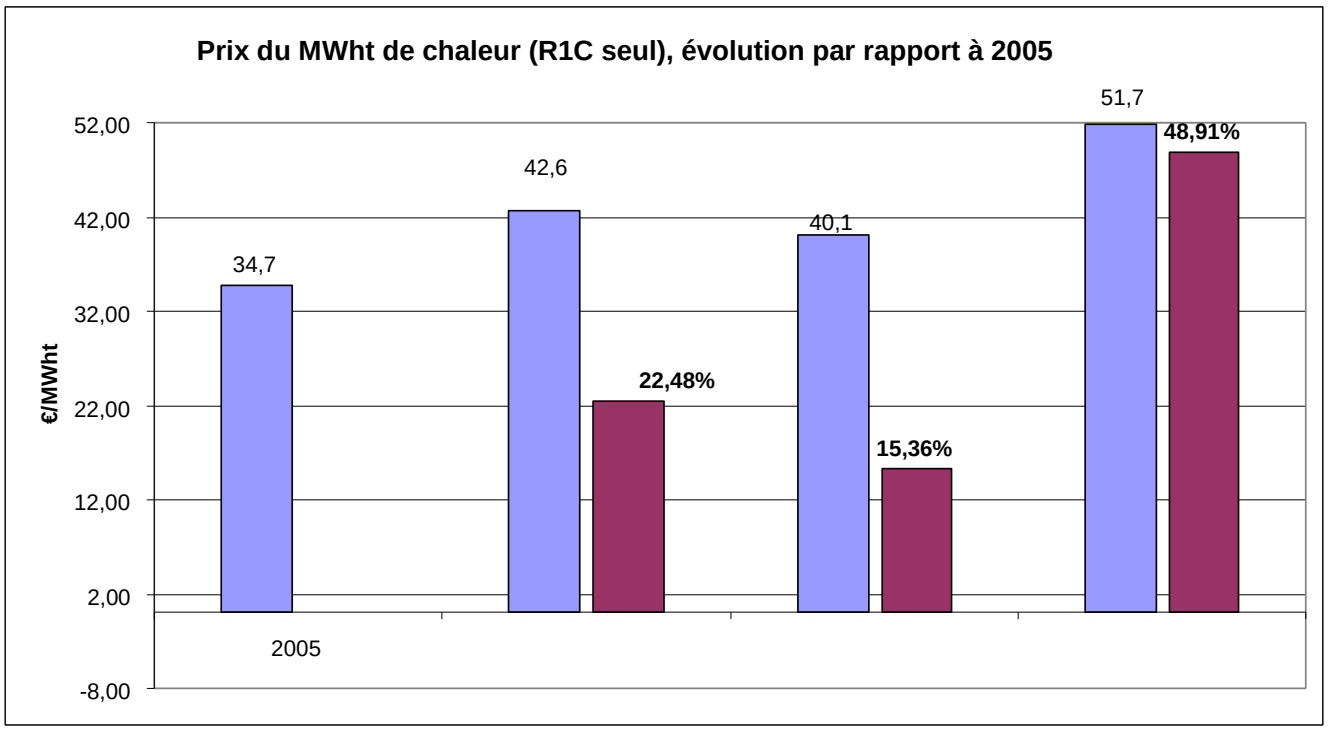
Les bilans annuels sont similaires d'une année à l'autre. Les effectifs ont été constants sur ces trois années et l'équipement informatique équivalent. Il est donc logique que les consommations stagnent.

Chaleur





On remarque immédiatement une importante augmentation des consommations de chauffage pour l'année 2008. Il est évidemment à mettre à l'actif de la rigueur climatique. Il conviendrait donc de corriger les données de consommation par les différents coefficients de rigueur climatique associés. Hélas, météofrance ne nous a pas encore fourni les données de l'année 2008, nous sommes donc dans l'incapacité d'effectuer cela.



Les augmentations des dépenses de chauffage sont à mettre à l'actif de la rigueur de l'hiver 2008-2009 mais aussi au prix de l'énergie. En effet, le MWh thermique (R1C[1] seul) est passé de 35€ en 2005 à 61€ en décembre 2008 , soit une augmentation de 74% !

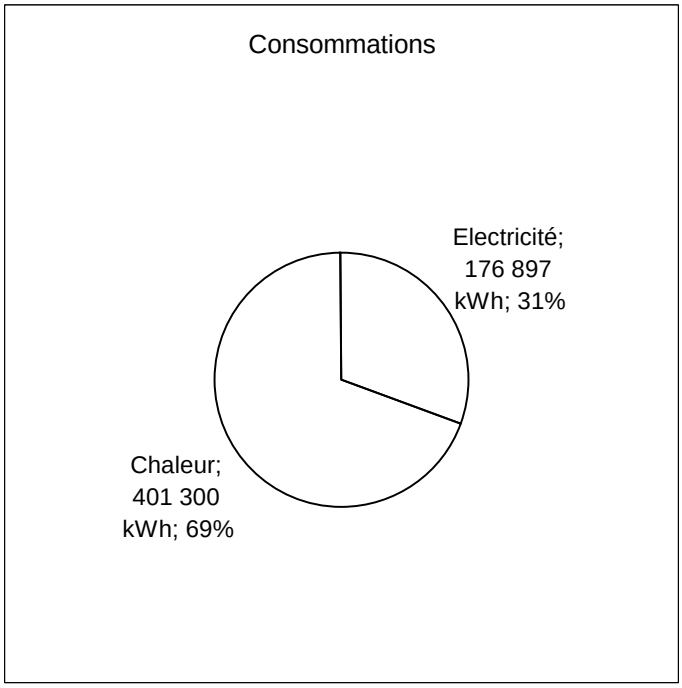
[1] R1C est la part de combustible seul dans le prix de la chaleur issue du réseau. A cela, s'ajoute le R2, R'2, R3 et R4 correspondant à différentes provisions et réparations.

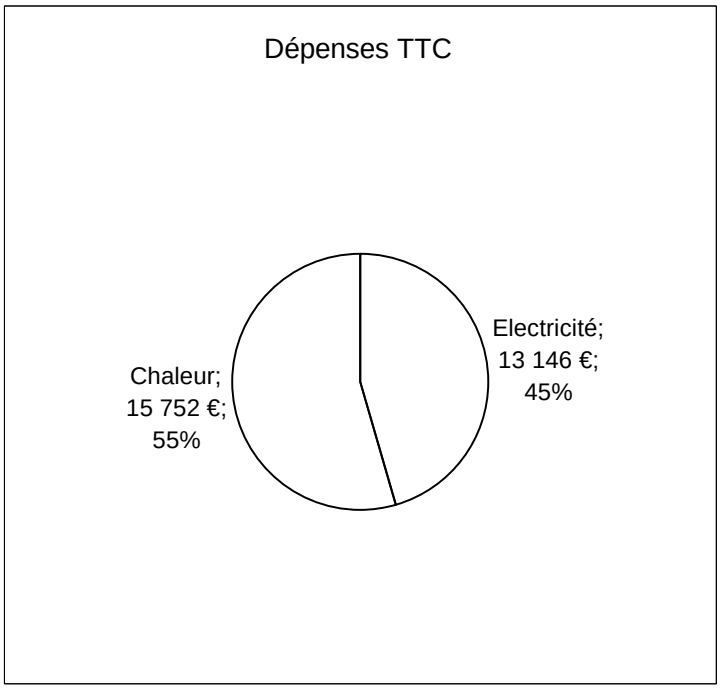
Bilan

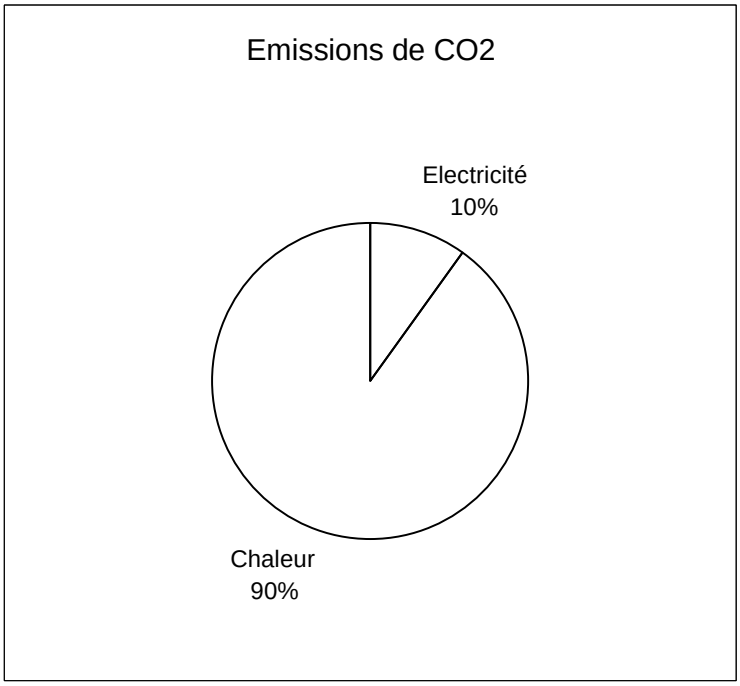
	Consommations	Part	Dépenses TTC	Part	Emissions de CO2
Electricité	176 897 kWh	30,6%	13 146 €	45,5%	12 tonnes
Chaleur	401 300 kWh	69,4%	15 752 €	54,5%	113 tonnes
Total énergie	578 196 kWh	100,0%	28 898 €	100,0%	125 tonnes
Eau	1 061 m3		2 728 €		

Les ratios utilisés sont ceux fournis par des études de l'ADEME :

- pour le gaz : 281 g éq CO_2/kWh
- pour l'électricité spécifique : 70 g éq CO_2/kWh







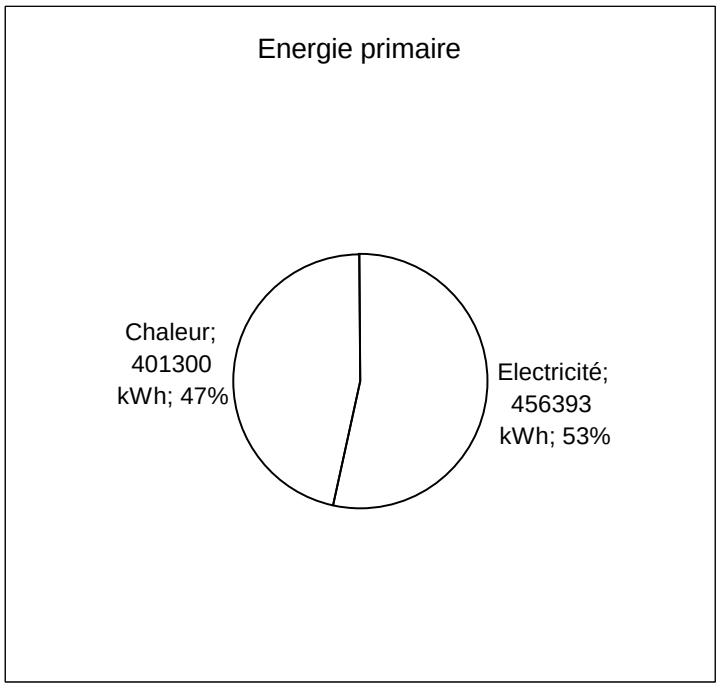
Les postes énergétiques ont une importance bien différente si l'on prête une attention particulière aux consommations énergétiques (kWh), aux dépenses (€) ou aux émissions CO_2 (tonnes). Dans ces graphiques, l'électricité apparait environnementalement favorable. Or pour produire cette énergie, il a fallu transformer de l'eau liquide en vapeur avec, principalement, de l'uranium, du gaz ou du charbon. Cette opération a un très mauvais rendement d'environ 30% auquel s'ajoutent les pertes lors du transport de l'électricité. Pour chaque unité d'énergie électrique consommée, sa production et son transport ont nécessité 2,58 unités d'énergie. Cette énergie initiale est appelée « énergie primaire » et est indispensable aux services de l'état de réfléchir en énergie primaire pour prendre en compte les enjeux nationaux et pas seulement ceux relatifs au bâtiment se

Voici le graphique des énergies primaires :

	Energie primaire
Electricité	456 393 kWh
Chaleur	401300 kWh
Total énergie	857 693 kWh

Les ratios utilisés sont les chiffres officiels :

- pour l'électricité : 2,58
- pour le gaz : 1



	Cité administrative	Bâtiment bureaux type
Chauffage	107 kWhef[2]/m²/an	
Electricité	41 kWhef/m²/an	
Global	148 kWhef/m²/an	153 kWh/m²/an

Emissions de CO_2 / an	125 tonnes soit 1 tonne/personne
Coûts des énergies / an	240 €/personne (263 €/personne avec l'eau)

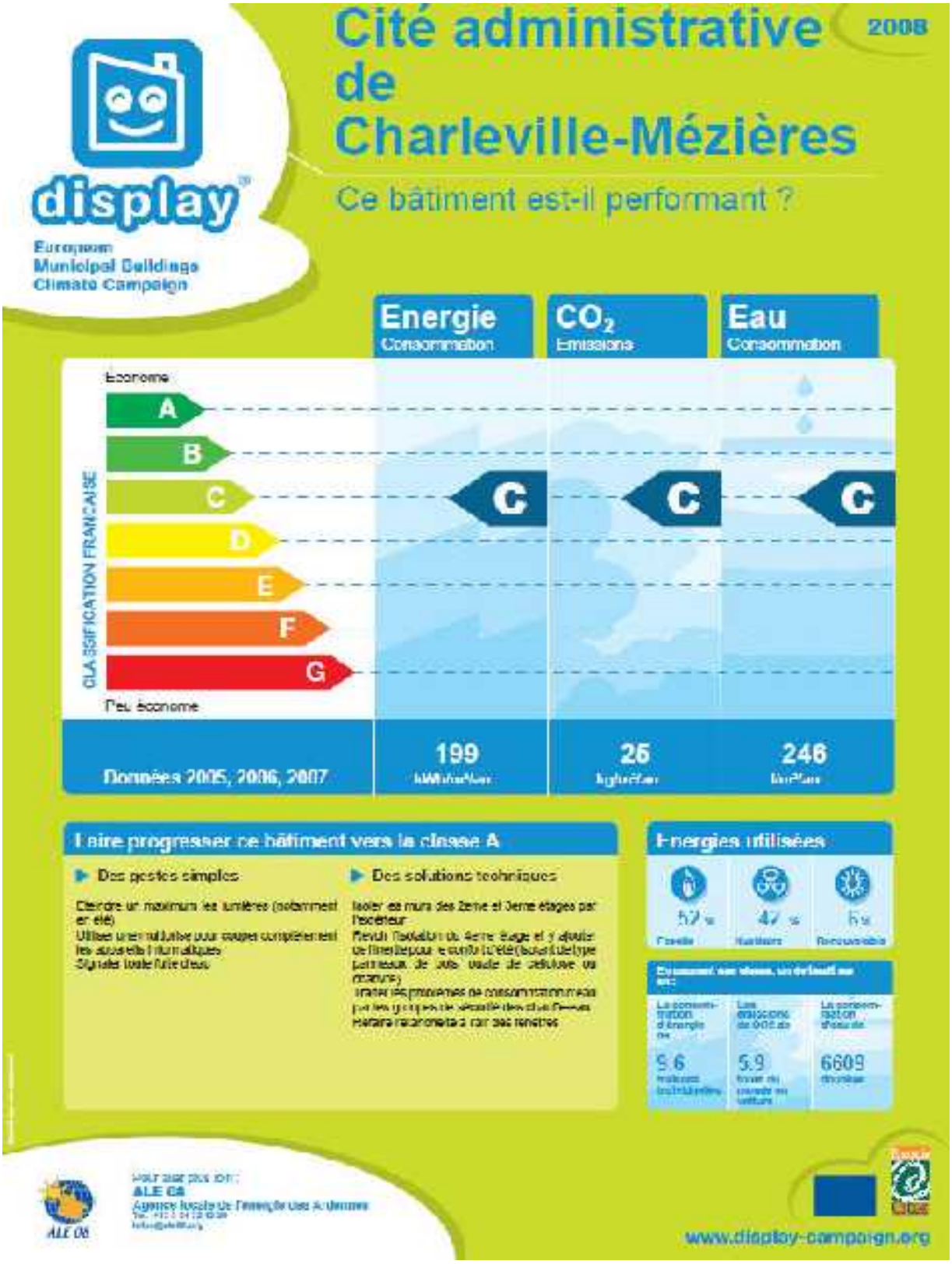
Une étude de l'ADEME réalisée en 2001 a montré une consommation moyenne des bâtiments administratifs de 153 kWh/m². Ce bâtiment est aussi énergivore que la moyenne. Il est important de préciser qu'on a tout intérêt à ne pas viser cette moyenne mais à la dépasser largement aux vues des enjeux économiques et environnementaux. Les ambitions du gouvernement sont de diminuer de 40% les consommations énergétiques et 50% les émissions de gaz à effet de serre d'ici 10 ans des bâtiments publics.

[2] KWh énergie finale

Rapportées aux employés, les émissions de CO_2 sont d'une tonne par personnes et par an (chauffage et électricité inclus). L'impact de ce bâtiment sur l'environnement n'est donc pas négligeable. Rappelons que les objectifs pour restreindre au minimum les effets catastrophiques du changement climatique sont de 2,2 tonnes/personne/an tout compris (transport, chauffage, alimentation…). 45 % du « droit à polluer » des personnes travaillant dans ce bâtiment est consommé pour le chauffage et l'électricité de leur lieu de travail.

Affichage Display

Rappelons que les bâtiments publics de la 1ère à la 4ème catégorie au sens de l'article R.123-19 devront afficher un diagnostic de performance énergétique à partir du 2 janvier 2008 (voir annexe 3). Les consommations de 2005, 2006 et 2007 nous ont permis de réaliser cet affichage.


Cité administrative de Charleville-Mézières
2008
display
European Municipal Buildings Climate Campaign
Ce bâtiment est-il performant ?
Energie
Consommation
CO2
Emissions
Eau
Consommation
Economie
A
B
C
D
E
F
G
Peu économe
CLASSIFICATION FRANCAISE
C
C
C
Données 2005, 2006, 2007
199
25
246
Faire progresser ce bâtiment vers la classe A
Des gestes simples
Des solutions techniques
Energies utilisées
ALE 08
www.display-campaign.org

IV. Simulations

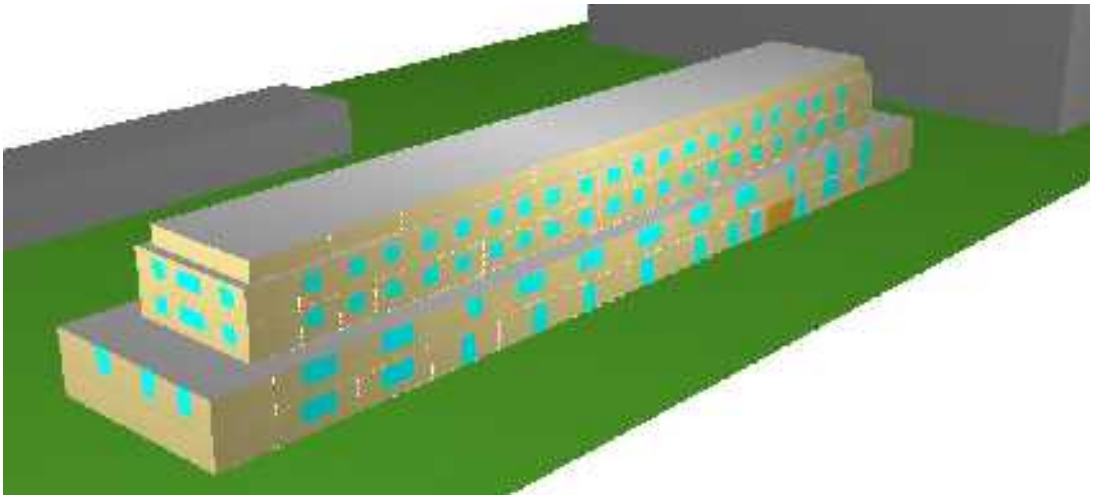
Celles-ci ont été réalisées à l’aide du logiciel Pléiades d’IZUBA.

Simulation de base

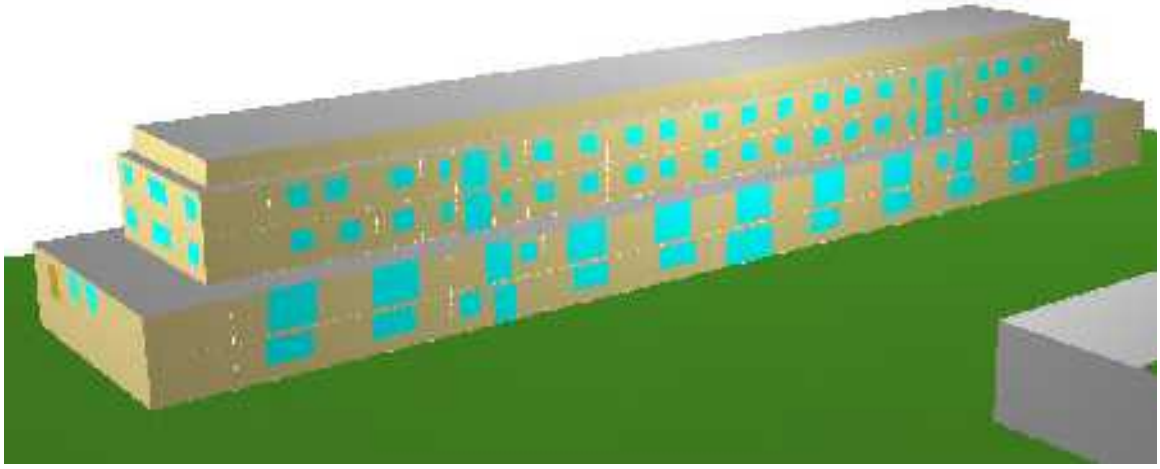
L’important entre les résultats des différentes simulations est l’écart entre elles et non leur valeur absolue. En effet, la complexité des phénomènes étudiés, l’incertitude sur le comportement des personnes, les débits de ventilation et la composition exacte des parois ne permet pas de se baser sur les consommations données par le logiciel. En revanche les écarts entre 2 solutions envisagées sont pertinentes, de très nombreuses incertitudes s’annulant lors de la comparaison.

Les plans

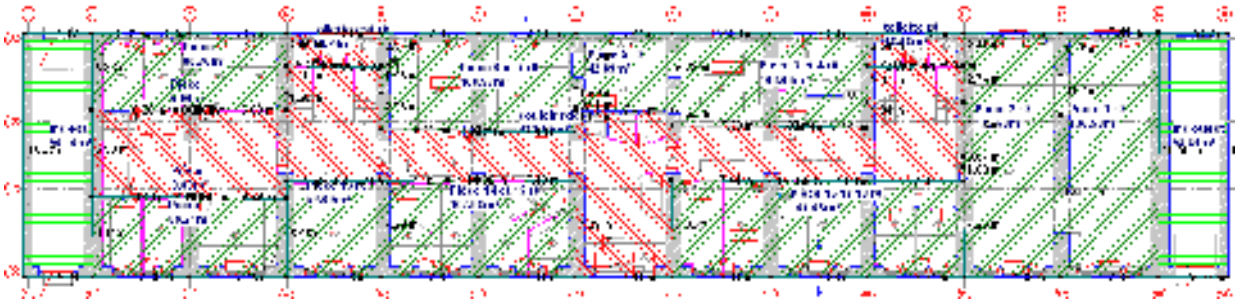
Les plans fournis par informatique ont permis de numériser le bâtiment. Voici les plans saisis :



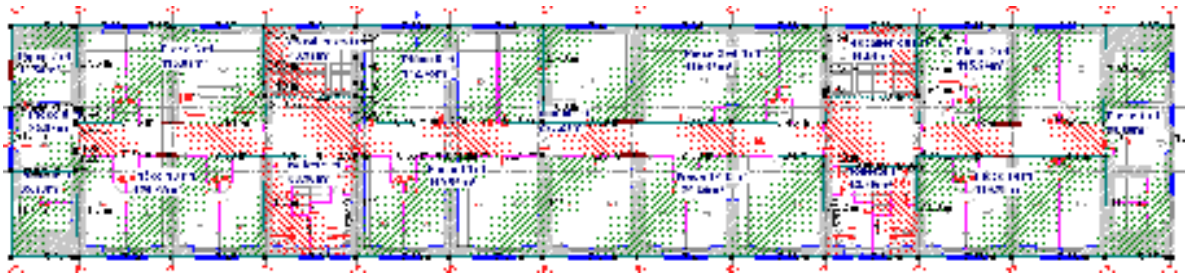
Vu facade Sud et Est



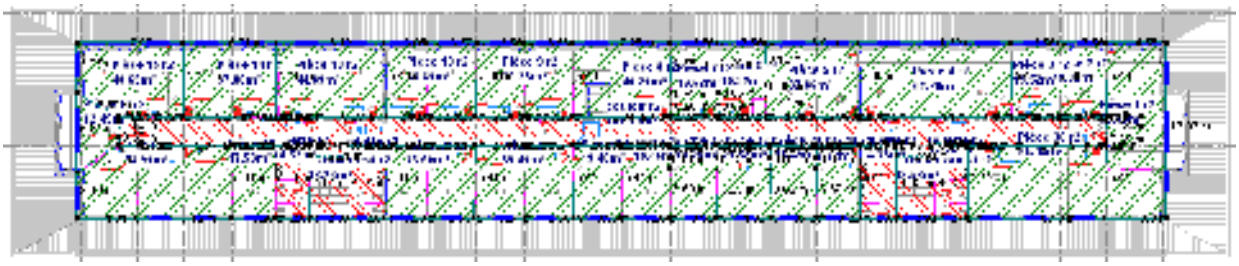
Vu façade Nord et ouest



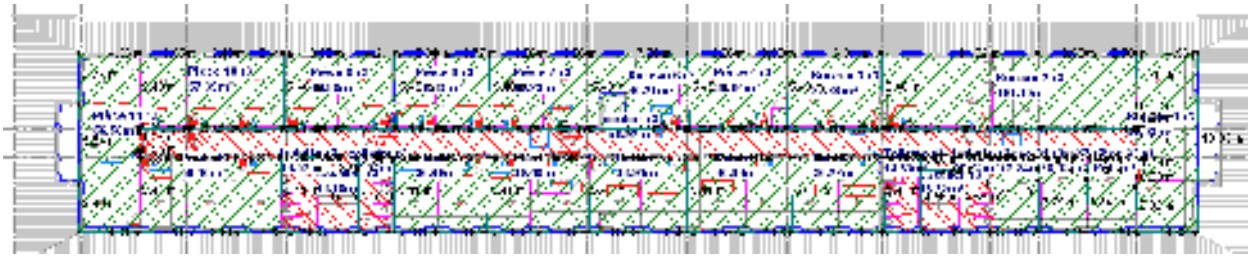
Plan du rez-de-chaussée



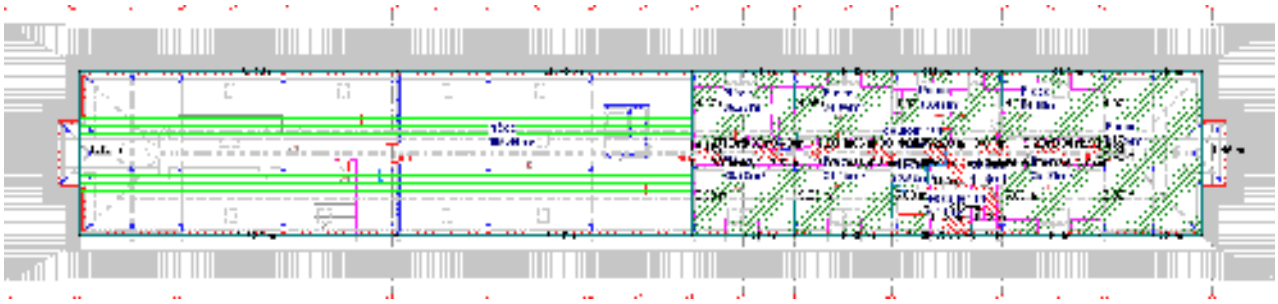
1ère étage



2ème étage



3ème étage



4ème étage

Les hypothèses de base :

Composition des parois

Paroi	Composition	R	U
		m².K/W	W/m².K
Mur extérieur RDC et 1er étage	80 cm calcaire ferme (=pierre) + enduit	0,55	1,82
Mur extérieur 2ème et 3ème étage	36 cm calcaire ferme + enduit	0,29	3,45
Plancher bas	béton lourd	0,11	9,09
Plafond 4ème étage, toiture inclinée	5 cm polystyrène + Placoplatre	1,49	0,67

Menuiseries

Dans les bureaux, les fenêtres sont des doubles vitrages 4-12-4, menuiserie PVC, Uw = 2,80 W/m².K.

Consigne de thermostat

Une première simulation est effectuée sans régulation de température, soit 19°C en permanence.
Par la suite, les températures de consigne prises en compte sont de 20°C dans les bureaux, 19°C dans le couloir, en période d'occupation, et de 15°C en période de non-occupation. Il est indispensable de réguler la température en fonction des périodes d'occupation.

Puissance dissipée

La puissance dissipée représente les apports gratuits internes au bâtiment comme les ordinateurs, les éclairages …
Dans les bureaux, elle est estimée à 16 W/m² et 10 W/m² dans les couloirs.

Scénario d'occupation

Ce scénario va permettre au logiciel de calculer les apports liés à l'activité humaine. Un homme dissipe une puissance de 100 W environ.
Les heures d'occupations sont en semaine, du lundi au vendredi de 8h à 18h, avec un taux d'occupation plus faible entre midi et deux heures.

Ventilation :

A l'état initial, la ventilation est assurée par les infiltrations d'air dues à la mauvaise étanchéité des fenêtres. Le flux d'air n'est donc pas maitrisé. Le renouvellement d'air est estimé à 0,6 volume/heure (ce qui signifie que toutes les heures, 60 % du volume d'air du bâtiment a été renouvelé).
De manière générale, on compte 0,5 vol/h pour un bâtiment moyennement étanche à l'air et 1 vol/h pour un bâtiment très peu étanche.

Les simulations

Les simulations réalisées sont comparées à celle de référence qui correspond à l'état initial du bâtiment.

Sans régulation

Simulations	Besoins de chauffage estimés kWh/an	Réduction des besoins %	Economie d'énergie kWh/an	Economie financière par rapport à 2008 €/an	CO_2 évité kg/an
Sans régulation de température, réglée à 19°C	424 247				
Avec régulation	357 710	15,68%	66 537	3 443	18 697

Lors des simulations suivantes, la régulation de la température est prise en compte et constitue l'état initial.

Sans aménagement complet du 4 ème étage

Le 4 ème étage est à moitié aménagé, l'autre moitié est considérée comme un local non chauffé.
Nous avons étudié 2 types de travaux :

Dans un premier temps, les deuxième et troisième étages ont été isolés par l'extérieur avec 10 cm d'isolant. Cette isolation a permis de réduire de plus de 24 % les besoins en chauffage et d'économiser l'émission de 24 tonnes de CO_2/an.
Dans une seconde simulation, la ventilation est adaptée au taux d'occupation du bâtiment. Maitriser ce renouvellement d'air signifie éliminer les fuites d'air : les fenêtres doivent être étanches. Ainsi la ventilation peut être régulée en fonction de l'occupation. En respectant les débits réglementaires d'entrée et d'extraction d'air, pour les 116 bureaux occupés, le débit total maximum requis est de 2 900 m^3/h, soit 25 m^3/h/bureaux. En dehors des périodes d'occupations de bureaux, de 7h à 20h, la ventilation est arrêtée. Ce qui nous amène à une réduction des besoins de l'ordre de 25 %.

Dans un troisième temps, on ajoute 25 cm d'isolant en toiture, au plafond du 4 ème étage aménagé. L'impact sur les besoins en chauffage permet une économie de 9 %. Cette action en plus de réduire les besoins, offrira un meilleur confort aux employés travaillant au 4ème étage.

Le tableau final regroupe les différentes actions simulées et leurs impacts sur les consommations, les émissions de CO_2 et les gains attendus selon un prix du gaz en 2008.

Simulations	Besoins de chauffage estimés kWh/an	Réduction des besoins %	Economie d'énergie kWh/an	Economie financière par rapport à 2008 €/an	CO_2 évité kg/an
Etat actuel	357 710				
Isolation 2ème et 3ème étage par extérieur **10 cm**	272 167	23,91%	85 543	4 426	24 038
Ventilation régulée	267 641	25,18%	90 069	4 660	25 309
Plafond du 4ème étage isolé avec 25 cm d'isolant supplémentaire	327 125	8,55%	30 585	1 582	8 594
Isolation extérieure + isolation en toiture	240 302	32,82%	117 408	6 075	32 992
Isolation toiture + régulation de la ventilation	235 479	34,17%	122 231	6 324	34 347
Isolation extérieure + isolation en toiture + régulation de la ventilation	151 982	57,51%	205 728	10 644	57 810

Résultat des simulations et économies engendrées sur la partie chauffage

En cumulant les actions, isolation extérieure, ajout d'isolant en toiture et ventilation maitrisée, on atteint presque 58 % de réduction des besoins.

Pour aller plus loin, les simulations précédentes ont été reprises avec une isolation extérieure de 20 cm.

Simulations	Besoins de chauffage estimés kWh/an	Réduction des besoins %	Economie d'énergie kWh/an	Economie financière par rapport à 2008 €/an	CO_2 évité kg/an
Etat actuel	357 710				
Isolation 2ème et 3ème étage par extérieur 20 cm	264 949	25,93%	92 761	4 799	26 066
Isolation extérieure + 25 cm en toiture + régulation de la ventilation	144 670	59,56%	213 040	11 023	59 864

L'augmentation de l'épaisseur d'isolant influe assez peu sur les consommations d'éner
mais reste nécessaire si l'on souhaite atteindre les objectifs du facteur 4.

Avec aménagement du 4 ème étage en bureau

Le 4 ème étage va être agrandi. La partie actuellement non chauffée sera aménagée en bureau.

Simulations	Besoins estimés kWh/an	Réduction des besoins %	Economie kWh/an	Economie financière par rapport à 2008 €/an	CO2 évité kg/an
Etat initial avec le 4 ème étage aménagé sans isolation supplémentaire	365 337				
Etat initial avec le 4 ème étage aménagé et isolé avec 25 cm supplémentaire au plafond	345 181	5,52%	20 156		
Isolation 2ème et 3ème étage par extérieur **10 cm**	273 375	25,17%	91 962	4 758	25 841
Ventilation régulée	270 443	25,97%	94 894	4 910	26 665
Plafond du 4ème étage existant et aménagé isolé avec 25 cm d'isolant supplémentaire	314 150	14,01%	51 187	2 648	14 384
Isolation extérieure + isolation toiture	227 573	37,71%	137 764	7 128	38 712
Isolation toiture + régulation de la ventilation	218 639	40,15%	146 698	7 590	41 222
Isolation extérieure + isolation toiture + régulation de la ventilation	135 825	62,82%	229 512	11 875	64 493

L'aménagement de la partie du 4 ème étage actuellement non chauffé n'augmente que de 2 % les besoins de chauffage.
Le renforcement de l'isolation en toiture a logiquement un impact plus important que dans les simulations précédentes, réduisant de 14 % les besoins (la surface isolée étant plus grande).
L'amélioration de l'isolation et de la ventilation permettent d'atteindre des résultats aussi intéressants avec une réduction des besoins de chauffage atteignant 63 %, en prenant en compte l'extension du 4ème étage.
Lors des simulations où le plancher haut de l'extension est isolé, on peut remarquer que les besoins sont inférieurs à ceux avant extension. Ceci vient du fait qu'elle est bien isolée, alors qu'à l'heure actuelle, l'isolation est faible entre le 3ème et le 4ème étage non aménagé.
Les nouvelles déperditions dues à l'extension isolée sont donc inférieures à celles existantes entre le 3ème et le 4ème étage.

V. Thermographie

La thermographie, un outil d'aide au diagnostic

Qu'est-ce que la thermographie ?

Nos yeux sont des détecteurs destinés à capter la lumière visible. Il existe d'autres formes de rayonnement dans le spectre électromagnétique, invisibles pour l'œil. C'est le cas notamment de la lumière ultraviolette et de la lumière infrarouge.

La source principale de rayonnement infrarouge est la chaleur, ou rayonnement thermique. Tout objet, dont la température est supérieure au zéro absolu (-273,15 °C ou 0 Kelvin), émet un rayonnement dans la bande infrarouge. Même les objets que nous percevons comme froids, émettent un rayonnement infrarouge. Bien qu'il soit invisible à nos yeux, les nerfs de notre peau détectent ce rayonnement infrarouge comme de la chaleur et il faut porter un objet à une température supérieure à 600-700°C pour qu'il émette un rayonnement qui nous est perceptible dans le visible.

Plus l'objet est chaud, plus la quantité de rayonnement est importante. La Thermographie Infrarouge consiste donc à capter ce rayonnement, à le quantifier afin de permettre la lecture des valeurs de température à distance, sans contact, de manière non destructive et sur des objets en fonctionnement.

Les bâtiments peuvent faire l'objet, en période de chauffage, d'une inspection qui permet d'identifier et de localiser rapidement les problèmes d'isolation (dégradation, absence), de mise en œuvre… La caméra est, lors de son utilisation puis dans le traitement des images, gérée par un thermicien spécialisé en bâtiment de l'Agence Locale de l'Energie des Ardennes.

Cet appareil est avant tout un outil d'aide à la décision . Il s'insère dans une démarche plus large comme le pré-diagnostic des bâtiments, l'assistance à la maîtrise d'ouvrage ou d'œuvre…

La caméra améliore très nettement la localisation des anomalies thermiques et leur caractérisation. Les images obtenues peuvent aussi servir à une communication grand public valorisant aussi bien l'outil que l'ensemble de la démarche.

Matériel utilisé

Thermacam B4, Flir

La caméra est conçue spécialement pour les applications Bâtiment Caméra Haute Résolution (320X240 pixels). Les inspections de bâtiments plus faciles et plus rapides grâce à des fonctions uniques et exclusives.
Pour répondre aux besoins spécifiques du bâtiment, FLIR Systems a travaillé avec des professionnels de ce secteur et des inspecteurs expérimentés, afin de mettre au point cette caméra ThermaCAM B4. Le résultat ? Une caméra infrarouge dotée de toutes les fonctions indispensables lors des inspections thermographiques de bâtiments, ainsi que des logiciels nécessaires pour créer des rapports d'inspection professionnels.
Haute résolution (320x240 pixels)
Alarme automatique d'identification du point de rosée: dans la caméra, sur site, sans recourir à un logiciel
Pointeur laser
Etalonnage spécifique Bâtiment (entre -20°C et +100°C)

Les conditions nécessaires pour la réalisation

Les conditions idéales pour réaliser une thermographie sont les suivantes :

- pas de précipitation pendant la prise de cliché et dans les précédentes 24 heures ;
- pas de brouillard, ni de soleil ;
- pas ou peu de vent ;
- une température extérieure suffisamment basse (inférieur à 5°C) ;
- les bâtiments doivent être chauffés.

Les limites de la thermographie

Ce que l'on observe est une quantité proportionnelle au flux thermique instantané par rayonnement. Ce flux dépend de nombreux facteurs :

- températures intérieure et extérieure des parois observées ;
- émissivité[3] de la surface de l'objet observé. Une surface peu émissive apparaîtra comme moins « déperditive ». Elle est en effet moins sujette à déperditions par rayonnement mais peut être autant par convection ;

[3] L'émissivité exprime la quantité de rayonnement provenant d'une surface comparée à celle d'un corps noir (corps non réfléchissant. Tout le rayonnement qu'il émet provient de sa température).

réflexion du rayonnement ambiant sur la cible. Le soleil ou une source de chaleur voisine fait paraître la surface plus chaude qu'elle n'est.

Analyse thermographique

Conditions météorologiques

Conditions générales extérieures :

Ciel :	Ciel dégagé
Température apparente réfléchie :	-15 °C

Conditions générales intérieures :

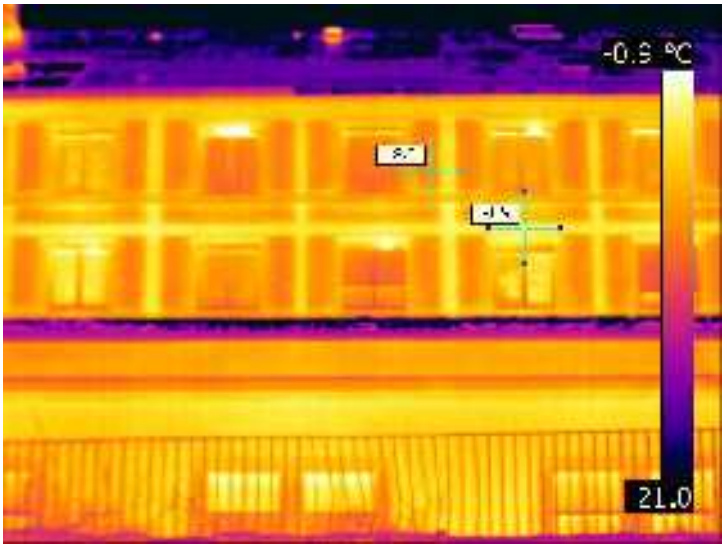
Température intérieure :	19 °C

Commentaires généraux

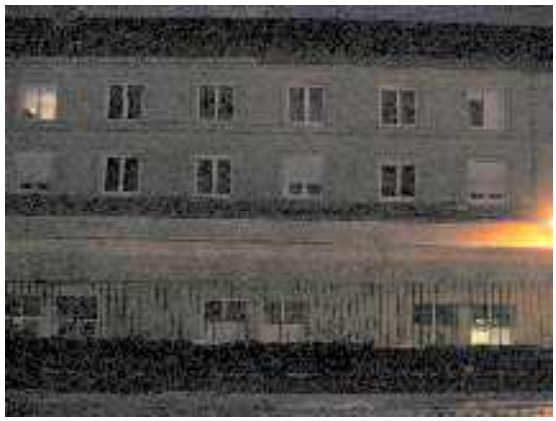
Les principales constatations faites sont :

- une mauvaise étanchéité à l'air au niveau des ouvertures (fenêtres et portes du bâtiment)
- des ponts thermiques sur le plafond, du 4 ème étage notamment causés par l'absence d'isolant.

Image thermographique



Photographie



Description	Façade arrière du bâtiment

Analyse et recommandations

Les points chauds (en jaune clair) sont des ponts thermiques. La structure porteuse de l'extension est en cause. Le seul moyen de résoudre ce problème est une isolation par l'extérieur.

Image thermographique

Photographie

Description	Fenêtre de gauche dans le bureau de l'intendant.

Analyse et recommandations

On observe ici un problème récurrent pour les fenêtres du bâtiment : les joints sont usés donc la fenêtre n'est pas étanche à l'air.

Image thermographique

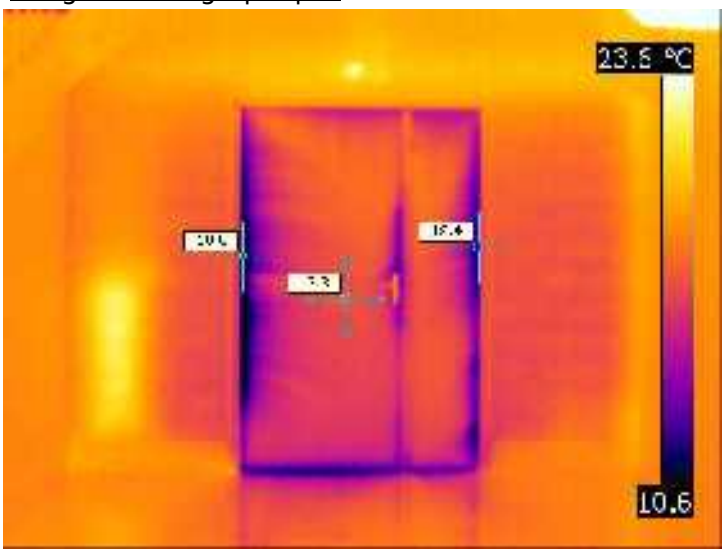
Photographie

Description	Plafond du bureau de l'intendant

Analyse et recommandations

L'isolant au plafond doit être abîmé (tassé ou humidifié). Il faudrait en remettre.

Image thermographique



Photographie

Description	Porte du RDC donnant sur les entrées arrières

Analyse et recommandations

On observe clairement des problèmes d'étanchéité à l'air de cette porte. Les problèmes sont largement accentués par la très mauvaise étanchéité de la porte située juste derrière.

Image thermographique

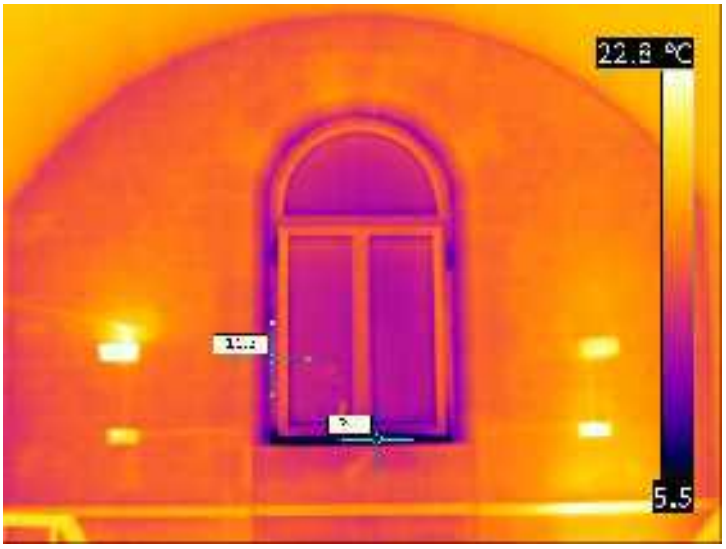
Photographie

Description	Porte arrière

Analyse et recommandations

La porte est très perméable à l'air. Son remplacement est déjà prévu.

Image thermographique



Photographie

Description	Escalier vu du 1er étage

Analyse et recommandations

Il est étonnant ici d'observer un pont thermique à la base de la fenêtre. Celle-ci ne doit jamais être ouverte (pratiquement inaccessible), il convient de vérifier l'état des joints et la pose de la fenêtre. Il est possible qu'il ne faille qu'un simple réglage des attaches de la fenêtre pour régler cette anomalie.

Image thermographique

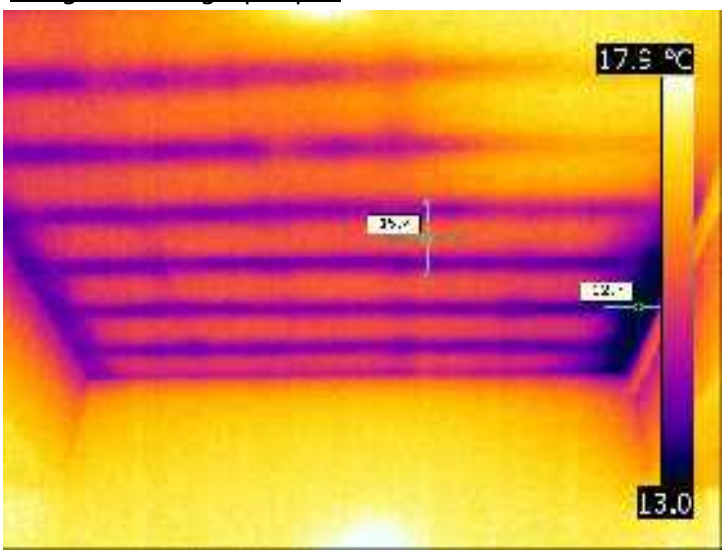
Photographie

Description	Vitrage présent dans les escaliers

Analyse et recommandations

Ses vitrages sont très récents, on remarque hélas 2 choses : l'étanchéité à l'air des ouvertures est mauvaise et la température relevée des menuiseries est basse (12,5°C). Des menuiseries bois (voir PVC) de bonne qualité auraient été bien moins froides.

Image thermographique



Photographie

Description	Plafond du 4ème étage vu du couloir à proximité de l'escalier

Analyse et recommandations

Ponts thermiques étonnant sur une partie plate donc facile à isoler. Les ponts dessinant les poutres de la toiture, il conviendrait d'isoler au-dessus de ces poutres.

Image thermographique

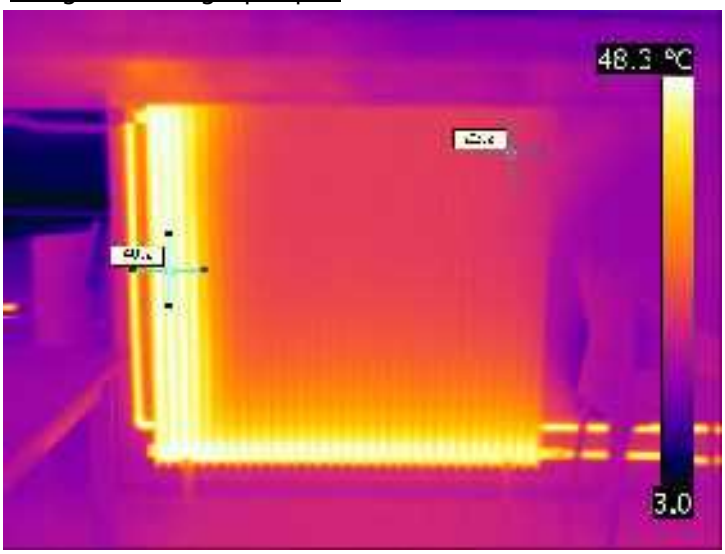
Photographie

Description	Plafond du 4ème étage sur escalier principal

Analyse et recommandations

C'est une partie en pente du plafond, l'isolation est donc plus difficile à réaliser. On observe ici des ponts thermiques dus à la difficile mise en œuvre de l'isolant ou à un tassement de celui-ci.
Il est recommandé de remettre de l'isolant.

Image thermographique



Photographie

Description	Radiateur de la salle de repos du personnel au 4ème étage

Analyse et recommandations

On observe ici clairement les problèmes de chauffage du local. Le radiateur est rempli d'air et la circulation d'eau est difficile. Ce radiateur est le plus défavorable pour le réseau de chauffage (perte de charge et hauteur d'eau demandée aux pompes). Il faudrait l'équilibrer.

Image thermographique

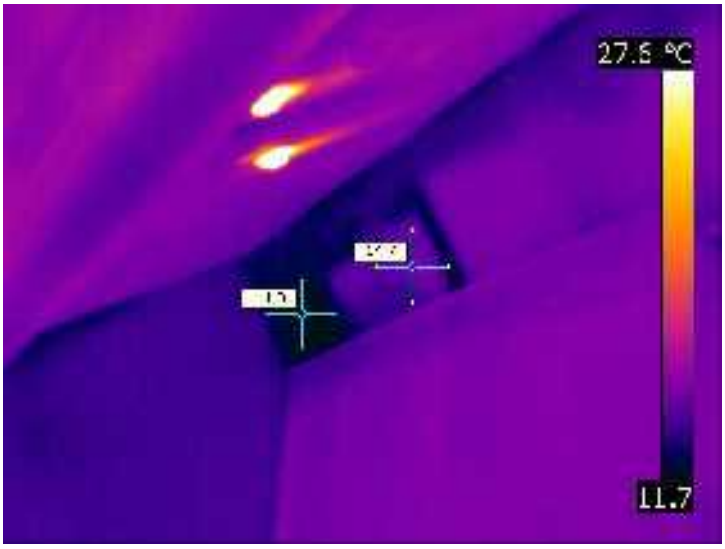
Photographie

Description	Plafond (à droite de la porte) de la salle de repos du personnel au 4ème étage

Analyse et recommandations

On observe clairement des tassements voir des absences d'isolant. La conception même de cette partie n'est pas pertinente. Il conviendrait de rejoindre le mur horizontalement (moins de volume, isolation facile à réaliser).

Image thermographique



Photographie

Description	Plafond (à gauche de la porte) de la cuisine du personnel

Analyse et recommandations

Idem que précédemment.
Aux vues des nombreux problèmes relevés dans cette pièce, il convient de planifier la rénovation de l'isolation, de l'éclairage et du chauffage. Nous détaillerons les solutions dans la suite du document.

Image thermographique

Photographie

Description	Porte attenante à l'entrée principale

Analyse et recommandations

Cette porte qui donne sur un espace froid n'est pas du tout isolée ni étanche à l'air. Un changement de cette porte serait utile sinon la pose de joints et de coupe-froid en bas de porte.

Suite à des plaintes rapportées à l'intendant, Mr Jullion nous a indiqué des problèmes sur plusieurs fenêtres. Nous avons donc passé la caméra sur ses 3 fenêtres.

Image thermographique

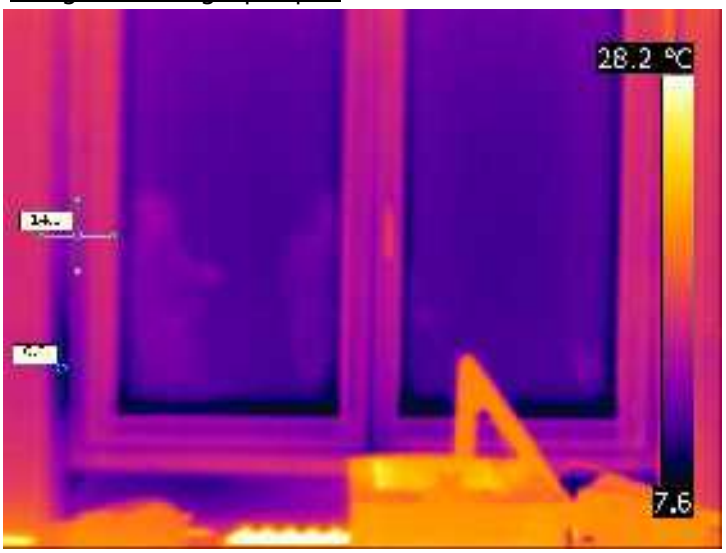
Photographie

Description	Fenêtre de droite située dans le centre d'appel des impôts

Analyse et recommandations

On observe ici un défaut d'étanchéité à l'air. Il convient de changer les joints de la fenêtre.

Image thermographique



Photographie

Description	Fenêtre du bureau 217

Analyse et recommandations

Ici c'est un problème de pose qui a été relevé. Le pont thermique sur la gauche n'est pas dû aux joints de la fenêtre (il aurait été situé plus sur la droite) mais aux joints et isolant de la menuiserie.
Il faut déposer la fenêtre pour réparer convenablement cela.

Image thermographique

Photographie

Description	Fenêtre du bureau 219

Analyse et recommandations

Même remarque que précédemment.

VI. Conseils et propositions de travaux

Thermique du bâtiment

Les simulations réalisées ont permis de hiérarchiser les postes de déperditions (hors ceux concernant les travaux en cours) qui sont par ordre décroissant d'importance :

Isolation

Isolation par l'extérieur des 2ème et 3ème étages.

L'une des principales actions à mener est d'isoler les 2ème et 3 ème étages par l'extérieur. L'isolation par l'extérieur évite de diminuer la surface intérieure mais surtout limite les ponts thermiques. Sachant que ces niveaux ont été construits bien après le rez-de-chaussée et le premier niveau, il ne devrait pas y avoir de problème concernant le bâtiment classé. Il faudra s'en assurer auprès de l'Architecte des Bâtiments de France.
Pour de la laine de bois (λ = 0,039 W/m.K), matériaux sain et écologique, il faut compter environ 130 à 140 €/m² (matériaux et pose incluse).
Contrairement aux isolants conventionnels (polystyrène, laine verre ou de roche) qui bloquent tout transfert d'humidité, les isolants naturels (laine de bois ou ouate de cellulose) laissent respirer le mur et donc évitent les risques de condensation qui peuvent avoir lieu entre l'isolant et le mur existant. Ces isolants naturels sont à privilégier, tout particulièrement sur les murs anciens (en pierre, brique ou torchis). Voir à ce sujet le document en annexe sur les isolants naturels.

La surface de façade à isoler est de 528 m² soit un coût d'environ 69 000 € avec de la laine de bois. Ces travaux permettront d'économiser environ 4 500 €/an , soit un temps de retour brut d'environ 15 ans (ce temps de retour ne prend pas en compte la hausse probable des coûts de l'énergie).

Isolation de la toiture

Les simulations montrent un gain intéressant avec l'isolation du plafond suivant l'aménagement actuel et encore plus intéressant avec l'extension du 4ème étage.
La thermographie révèle de gros points froids. Prise pour témoin, la pièce de repos au 4ème étage montre ses faiblesses au dessus du placard. La rénovation de ce plafond est indispensable. Il serait pertinent de renforcer l'isolation en ajoutant 25 cm d'isolant sur le faux plafond.
Une solution serait d'abaisser horizontalement le plafond et d'ajouter 25 cm d'isolant (λ = 0,040 W/m.K). Pour améliorer le stockage de la chaleur, intéressant en été, on préfèrera des matériaux à bonne capacité thermique comme la laine de bois (λ = 0,039 W/m.K) ou encore la ouate de cellulose (λ = 0,040 W/m.K).
Afin d'optimiser les travaux, l'isolation complète du 4ème étage est à prévoir, en prévision de l'aménagement complet de ce niveau.

Compter 40 à 50 €/m² pour la pose et la fourniture de 25 cm de ouate de cellulose sur l'ensemble du plafond du 4ème étage. L'investissement pour cette isolation est d'environ 36 000 à 46 000 €. Les économies engendrées sont de 2 600 € par an, soit un temps d retour brut estimé entre 14 et 18 ans.

Une protection extérieure pour les Vélux situés au 4ème étage permettrait de limiter les apports solaires en été (donc les surchauffes) mais aussi les pertes de chaleur en hiver Lorsque les bureaux seront aménagés, il faudra prévoir dés le début des protections extérieures pour les fenêtres du toit.

Vitrage

La thermographie a permis de déceler les points faibles des fenêtres. Sur certaines, ce les joints qui sont abimés, dans ce cas, il faut les remplacer. Sur d'autres, les pertes thermiques sont dues à la pose. Dans ce dernier cas, il faudrait voir avec une entrepris spécialisée pour estimer le coût de travaux.
Dans tous les cas, afin de repérer celles qui sont à déposer et celle qui ont les joints abimés, l'ALE 08 propose de passer d'examiner chacune d'elles avec la caméra thermi

Ventilation

La ventilation est un point très important du comportement du bâtiment. Lorsque ce dernier est convenablement isolé (murs, fenêtres, toiture), l'évacuation de l'humidité n peut plus se faire de façon naturelle. Cette humidité provient de l'activité humaine, des pièces de cuisine et des WC. Une ventilation mécanique contrôlée permet d'éliminer ce humidité en aspirant l'air vicié, notamment dans les pièces d'eau.
Par ailleurs, nous avons une quantité importante de polluants à l'intérieur de nos bâtiments, dues aux peintures, aux objets vernis ou en plastique, aux divers travaux d'entretien,…Le renouvellement d'air permet d'évacuer ces polluants. Cependant, l'évacuation de cet air « chaud » ajoute des besoins de chauffage. C'est pourquoi une bonne maîtrise de la ventilation permet de limiter les pertes de chaleurs dues à ce renouvellement d'air.
Actuellement, à la cité administrative, il n'y pas de système de ventilation, ce sont les infiltrations d'air et l'ouverture des fenêtres qui jouent ce rôle (seuls les sanitaires du 4ème sont équipés d'une VMC). L'inconvénient majeur de cette ventilation est l'absence de contrôle sur les débits d'air, d'où un renouvellement d'air supérieur aux besoins, et dor des pertes de chaleur importantes. Il convient donc de réparer ces défauts d'étanchéit Une fois ces infiltrations d'air éliminées, le renouvellement d'air ne sera plus naturel, u ventilation mécanique s'imposera donc, permettant de contrôler les débits de ventilati

Deux propositions sont détaillées ci-après, une première proposant une extraction par Ventilation Mécanique Contrôlée Simple Flux avec horloge de programmation, une seco reprenant ce même principe avec une surventilation pour le confort d'été.

VMC simple flux avec horloge de programmation :

Comme indiqué précédemment, la mise en place d'une VMC permettra de contrôler les débits de ventilation. Cependant, afin de diminuer les pertes thermiques liées à cette ventilation, il est possible de prévoir une horloge de programmation. Sans cela, le ventilateur fonctionne en continue et donc renouvelle l'air en permanence. Or en période non occupée, nuit et week-end, la ventilation n'est pas indispensable.
La solution envisagée est la suivante : une horloge programmée coupe le ventilateur la nuit entre 20 h et 7 h et le week-end. Dans ce cas, le bâtiment n'est plus ventilé. En général, les locaux sont vides après 18h (19h au plus tard), les deux heures avant l'arrêt du ventilateur permettent donc d'évacuer un air pollué résiduel. La mise en route à 7 h, une heure avant l'arrivée des employés renouvelle l'air accumulé pendant la nuit.

La surventilation :

En été, des surchauffes sont remarquées dans les bureaux situés coté parking, au sud. Une surventilation est intéressante pour palier à cet inconfort. Pour se faire, un ventilateur deux vitesses permet d'augmenter le renouvellement d'air pendant la nuit. Ce ventilateur deux vitesses sera programmé pour fonctionner en petite vitesse en journée, pour respecter les débits réglementaires et sur la grande vitesse la nuit, pendant les périodes de surchauffe.
Si on surventile, il faut ajuster les entrées d'air et donc prévoir des vannes de compensation. La vanne de compensation est une entrée d'air additionnelle qui s'ouvre automatiquement en fonction de la demande d'extraction. Elle se place en position murale, en traversée de mur extérieur. Son coût est d'environ 85 € HT/vanne.

Les entrées d'air

- Caractéristiques : Des bouches d'entrées autoréglables assurent un débit de 25 m^3/h. Ces bouches sont plus intéressantes que les bouches d'entrée hygroréglables pour la surventilation d'été car le débit d'air est constant.
  Pour la surventilation, installer des vannes de compensation.
- Où les placer : Les bouches « en fente » s'insèrent dans les menuiseries des fenêtres existantes. Une bouche sera posée par bureau.
  Les vannes de compensation se placent sur les murs. Il ne sera pas évident des les placer au RDC et 1er étage. Par contre, il sera possible de les installer au second, troisième et 4ème étage.
- Coût : Bouche autoréglable : autour de 15 €/bouche HT, hors installation
  Vanne de compensation : environ 85 € HT

L'extraction de l'air:

- Caractéristiques : Bouche d'extraction autoréglable.
- Où les placer : L'extraction de l'air vicié se fait dans les sanitaires. Des extractions seront aussi prévues dans les bureaux situés au sud pour favoriser la surventilation d'été. Les dernières bouches seront placées dans les couloirs afin de ne pas envoyer tout l'air extrait dans les bureaux au sud.
- Coût : de 16 €/module à 30 € HT hors pose, suivant le diamètre.

Le tableau suivant résume les deux propositions :

	VMC Simple flux par extraction avec système d'horloge	VMC Simple flux par extraction avec système d'horloge et surventilation nocturne
Justification	Le renouvellement d'air actuel se fait par les fenêtres (non étanchéité et ouverture). Il est nécessaire de gérer ce flux d'air qui entraîne des surconsommations de chauffage. Aucun système (mis à part au 4ème étage) n'assure l'extraction de l'air vicié.	
		- Les employés dans les bureaux au sud constatent des surchauffes en été. La surventilation améliorera le confort d'été.
Action	- Lorsque le problème d'étanchéité des fenêtres sera réglé, alors il sera nécessaire d'installer des bouches d'entrée d'air dans les bureaux. Elles seront placées sur les menuiseries des fenêtres.	
	- Bouche d'extraction dans les couloirs, sanitaires et bureaux situés au sud	
	- Gaine d'extraction	
	- Horloge pour arrêter la ventilation en période d'inoccupation	
	- Peut intégrer un système de détection de présence, notamment dans les salles de réunions	
	- Caisson d'extraction 1 vitesse assurant un débit minimum de 2 900 m^3/h	- Caisson de ventilation deux vitesses pour la surventilation
Impact	- Meilleure maîtrise du renouvellement d'air	
	- Améliore la qualité de l'air	
		- Limite les surchauffes en été
Coût	- Caisson 1 vitesse = autour de 1 600 € HT (Puissance = 1 100 W)	- Caisson 2 vitesses = autour de 2 300 € HT
	- Caisson 1 vitesse basse consommation = autour de 3 300 € HT (Puissance = 900 W max)	
Remarques	- Les économies de chauffage vont dépendre de l'étanchéité des fenêtres ainsi que du comportement des occupants (ouverture ou non des fenêtres)..	
	- Placer le caisson de manière à limiter au maximum les pertes de charges, l'idéal étant au milieu du bâtiment.	
		- Prévoir des vannes de compensation pour l'entrée d'air en période de surventilation

Estimation des coûts:

Les prix sont donnés à titre indicatif. La main d'œuvre, les gaines, la repose des fenêtres et l'insertion des bouches d'entrées d'air ne sont pas estimés.

Proposition 1	Prix unitaire	Quantité	Prix total
	€ HT		€ HT
Bouche d'entrée d'air	15	116	1740
Bouche d'extraction	60	75	4500
Caisson 1 vitesse (1 100W)	1 600	1	1600
TOTAL caisson 1 100 W			7 840
Caisson 1 vitesse (900 W)	3 300	1	3300
TOTAL caisson basse consommation			9540

Si on considère un fonctionnement du ventilateur 13 h/j, les consommations sont :

- pour le caisson 1V - 1 100 kW : 14,3 kWh/j soit 3 732 kWh/an pour une dépense de 299 €/an
- pour le caisson 1V basse consommation 900 W : 11,7 kWh/j au maximum soit 3 053 kWh/an pour une dépense de 244 €/an.

Le surcoût du ventilateur basse consommation, s'il est arrêté la nuit et les week-ends, n'est donc pas forcément intéressant (temps de retour brut estimé à 31 ans).

Proposition 2	Prix unitaire	Quantité	Prix total
	€ HT		€ HT
Bouche d'entrée d'air	15	116	1740
Bouche d'extraction	60	75	4500
Caisson 2 vitesses	2200	1	2200
TOTAL			8 440

Le caisson 2 vitesses pour la surventilation représente un surcout de 8 % par rapport au caisson 1 vitesse. Il n'engendre pas d'économie d'énergie mais améliore le confort d'été des bureaux situés au sud.

Chauffage

D'après les informations données, la sous-station n'est pas entretenue. Il serait donc nécessaire de la rénover afin de limiter les pertes de chaleur avant la distribution. Dalkia s'occupe de la partie amont, mais personne ne semble gérer la seconde partie, ce qui devrait être fait par les responsables de la cité administrative.

Comme l'a montré la caméra infrarouge, le radiateur du 4 ème étage n'est pas du tout équilibré. Il est impératif de revoir l'équilibrage et le désembouage de ce radiateur. Cependant, étant en bout de circuit, les pertes de charges sont importantes, l'équilibrage semble difficile. Une autre solution serait alors de le remplacer par un radiateur électrique muni d'un thermostat d'ambiance programmable.

Electricité

Eclairage

Grâce à Mr Jullion, les lumières du bâtiment sont coupées en période de non occupation.
En présence du personnel, des économies sur l'éclairage peuvent être réalisées grâce à leur comportement. L'ALE 08 propose des interventions de sensibilisation (cf. Annexe 1) pour le personnel.
Dans le cas d'ampoules incandescentes, les remplacer par des lampes basses consommations ou des LED, ampoules basse tension.
De même pour les néons, n'utiliser que des ballasts électroniques et privilégier les Tubes T5. Pour un même rendu, les économies sont de 50 % entre un tube T8 à ballast ferromagnétique et un Tube T5 à ballast électronique. De plus, l'allumage est direct. Il existe des kits de rénovation (comme « Retroplux ») pour améliorer l'installation existante.

Informatique

C'est un poste important de consommation. Elle est estimée à 60 % des consommations électriques dans les bâtiments tertiaires (source Enertech). Pour en diminuer le poids, on peut en priorité travailler sur le comportement de chacun. En plus d'automatiser la mise en veille de l'écran, il faut que les ordinateurs soient complètements éteints le soir et les week-ends mais aussi lors de la pause de midi. Par « complètement », il faut comprendre qu'ils doivent être associés à une multiprise avec interrupteur pour avoir des consommations totalement nulles une fois celui-ci coupé. En effet, même lorsque l'ordinateur est éteint, il consomme toujours de l'électricité.

Pour exemple, des mesures sur les équipements informatiques de la DDE ont donnés les résultats suivant :
Ordinateur éteint : 5 W (45 W si écran cathodique)
Ordinateur en fonctionnement : 100-150 W
Traceur en veille : 36 W

Un rapide calcul des consommations d'un ordinateur éteint :
20 W par 220 jours travaillés par 15 h donne 66 kWh consommés
20 W par 130 jours de repos par 24 h donne 62.4 kWh consommés
Soit par ordinateur une consommation annuelle de 128,4 kWh appareil éteint ! Si l'on considère que les 160 personnes de la DDE sont équipées informatiquement, cela fait une consommation totalement inutile de 20 544 kWh/an . Cela représente environ 10% de la consommation annuelle du bâtiment en électricité soit un coût de près de 1780 € !
Pour supprimer totalement ces dépenses, il faut équiper chaque poste d'une multiprise avec interrupteur sur laquelle seront branchés tous les équipements devant être déconnectés le soir. Cette multiprise devra être très facilement accessible et visible.

Eau

Vu l'augmentation des consommations d'eau au cours des deux dernières années, il est indispensable de vérifier l'état du réseau et d'effectuer un diagnostic pour approfondi.

Afin de prévenir la présence éventuelle de fuite, il suffit de relever le compteur d'eau avant et après une période d'inoccupation (le week-end par exemple), et ceci de manière régulière. Cette opération s'avère nécessaire pour détecter et réparer les fuites rapidement.

Au niveau des robinets, un anti-tartre magnétique pourrait améliorer le problème de tartre, qui a entrainé un problème de pression.
On relève des fuites d'eau aux niveaux de l'évacuation du système de sécurité. Ce problème est sûrement dû à l'entartrage du système de sécurité, il est possible de le détartrer à l'aide d'un anti-tartre magnétique[4]. Si cela ne fonctionne pas, il faut changer le système de sécurité (30 € pour un système de sécurité en teflon, 15 minutes de manipulation).

Si des changements de robinets sont prévus, il sera impératif de mettre des mousseurs limiteurs de débits. Sur les robinets classiques, le débit d'eau est de 10 à 12 l/min. Des mousseurs limiteurs de débits pour sanitaires se situent entre 2,5 l/min et 4,5 l/min, pour une même sensation lors du lavage de main.

Comportement des usagers

C'est un point central de toute action d'économie d'énergie et même au sens plus large de développement durable. La sensibilisation de tous aux enjeux environnementaux ainsi qu'à l'impact que chacun de nous avons sur les émissions de gaz à effet de serre est primordial. L'ALE des Ardennes est un acteur privilégié de cette sensibilisation par son travail quotidien auprès de tout public qu'il soit professionnel du bâtiment (architecte, maître d'œuvre…), élu ou simple citoyen.

Vous trouverez enannexe 1une proposition d'animation en ce sens.

[4] Les anti-tartres magnétiques sont des moyens physiques de réduire le tartre. Il existe ceux à aimant permanent et ceux à émissions d'onde électrique. Le champ produit par les aimants permanents agit sur les molécules de calcium et de magnésium mais l'action se limite à ce champ. Les aimants à émissions d'onde envoient des impulsions électriques qui déstabilisent le calcium le long de la canalisation à traiter. Pour plus d'information, nous contacter.

VII. Conclusion

Réduire de 50 % les consommations de la Cité Administrative est un objectif réaliste grâce à une rénovation efficace mais aussi par à un comportement exemplaire des occupants. La diversité des efforts sur les plans thermique, électrique et de ventilation est essentielle pour y parvenir.

L'isolation du plafond au 4ème étage, l'amélioration de l'étanchéité des fenêtres et l'isolation par l'extérieur des 2ème et 3ème étages vont réduire les déperditions thermiques et donc diminuer les besoins et consommations de chauffage. L'entretien de la sous-station améliorera le rendement du système et donc réduira les consommations.
La mise en place d'un système de ventilation avec horloge, après l'effort d'étanchéité des fenêtres assurera le renouvellement d'air tout en limitant les pertes. Une surventilation d'été permettra de limiter les surchauffes à cette période.

La principale action au niveau de l'éclairage est de remplacer les néons et ampoules en place par des éclairages moins énergivores.

Le détartrage et l'utilisation de mousseurs limiteurs de débits permettra d'économiser une ressource vitale.

Enfin, ce sont les employés qui sont maîtres de leur impact dans le bâtiment. Une sensibilisation peut se révéler source d'économie.

La vision globale qui vient d'être donnée va permettre de planifier les futurs travaux de la Cité Administrative. Ceux-ci seront bénéfiques à son fonctionnement et au confort des employés tout en allant dans le sens du Grenelle et du Plan Climat Régional.

VIII. Annexes

Annexe 1 : Proposition type d'intervention pour la sensibilisation de l'ensemble du personnel aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables.

PROPOSITIONS D'INTERVENTIONS POUR LA SENSIBILISATION EN ENTREPRISE AUX ECONOMIES D'ENERGIES ET AUX ENERGIES RENOUVELABLES

Agence Locale de l'Énergie des Ardennes
7, rue de Tivoli – 08000 Charleville-Mézières
Tél. :03 24 32 12 29 – Mél :infos@ale08.org – Web : www.ale08.org

SENSIBILISATION DES EMPLOYES

1.1 Intérêt de la sensibilisation des salariés

Informer le personnel, lui donner les clés des grands enjeux liés à l'énergie, apporte un autre regard et de nouvelles compétences sur les grands enjeux énergétiques actuels. Ces nouvelles connaissances seront valorisées à deux niveaux :

Le personnel est tout d'abord un public de consommateurs potentiels. Une sensibilisation sur les économies d'énergies et sur les énergies renouvelables permettra à chacun de mieux gérer ses consommations énergétiques, en utilisant du matériel approprié ou en appliquant certains comportements économes. Cette sensibilisation leur fourni donc déjà un service personnel.

D'autre part, le personnel en contact direct avec les clients apportera une information plus avisée lors de discussion, permettant de valoriser les engagements de l'entreprise dans cette voie (économies d'énergies et recours au bois en interne ; production de granulé de bois…).

Le personnel administratif sera aussi sensibilisé à une utilisatio n plus économe du matériel présent dans l'entreprise (ordinateurs, éclairage,…). Des formations spécifiques, plus ciblées, peuvent être envisagées.

1.2 Modalités de l'intervention pour le personnel

Une formation de base présente le contexte et les enjeux liés à l'énergie, suivi des actions simples à mettre en place pour réduire les consommations, puis les possibilités de substitution par les énergies renouvelables les plus faciles.

Un module de sensibilisation **de deux heures**, à raison d'une **trentaine d'employés par module** permettra une réelle interactivité. Chaque employé recevra une documentation complète reprenant l'ensemble des messages délivrés lors de l'intervention. Les coordonnées des animateurs seront fournies, afin de permettre à chacun de reprendre contact par la suite si besoin pour plus de détails et d'information.

1.3 Programme du module

Le détail de l'intervention est présenté ci-dessous et pourra être modifié selon les besoins de l'entreprise :

- Introduction avec le film « Effet de Serre » de l'INRA (6 minutes)
- Présentation de l'Agence Locale de l'Energie des Ardennes

- Contexte énergétique mondial :
  Utilisation massive d'énergies fossiles
  Répartition de la consommation d'énergie dans le monde
  Pollutions induites, dont l'effet de serre

- Rôle des ménages en France :
  Un constat : 50% des émissions de CO_2 dues aux particuliers
  Évolution de la facture énergétique des particuliers, dont l'électricité.

- Des réductions de consommation faciles : la facture d'électricité spécifique
  Le froid : premier poste de consommation – Etiquette énergie – Temps de retour - Comportements
  Lavage, séchage : gagnez en efficacité– Etiquette énergie – Sèche-linge - Comportements
  Éclairage : des idées lumineuses pour économiser – Différents types de lampes - Comportements
  Les veilles : des consommations insoupçonnées – Comment les éviter sans contrainte

- L'isolation, des travaux efficaces – Les différents points à isoler – Les matériaux

- L'énergie solaire et la production de chaleur : le cas des Ardennes - Présentation de l'énergie solaire thermique, des campagnes de mesures régionales et des résultats en CESI

- L'énergie solaire et la production d'électricité – Etat des lieux

- La biomasse, une énergie qui progresse – Les types de chauffage au bois – Le granulé de bois

- Pour aller plus loin – Le Point Info Energie d'Attigny

Annexe 2 : Les avantages de l'isolation naturelle.

D'une manière générale, les isolants conventionnels (laine de verre, laine de roche, polystyrène…), bien qu'intéressant économiquement, ne garantissent pas une bonne isolation dans le temps, et ont des effets négatifs sur l'environnement et la santé. Les isolants naturels, plus coûteux à l'achat, ont en revanche bien moins d'impacts néfastes sur nous et notre environnement, tout en offrant des performances thermiques et techniques (résistance au feu, comportement aux prédateurs…) très intéressantes. Pour chaque application, plusieurs isolants naturels peuvent convenir.

Plusieurs critères caractérisent l'isolant : sa performance thermique, sa capacité à améliorer le confort en été (en gardant une maison plus fraîche), sa perméabilité à la vapeur d'eau, son comportement au feu, sa capacité à être dégradé par les rongeurs, sa durabilité, ….

La performance thermique est le premier critère à regarder pour s'assurer de la performance d'un matériau d'isolation. Cette valeur est sensiblement la même pour un bon nombre d'isolants (laines minérales, isolants naturels). Le polystyrène et la mousse de polyuréthane possèdent quant à eux une performance thermique supérieure, signifiant ainsi que l'épaisseur d'isolant pourra être plus faible (ce qui ne signifie pas pour autant un coût moins élevé !).

Le confort d'été, facteur appelé à prendre une grande importance dans les prochaines décennies du fait du réchauffement climatique, n'est pas directement lié au confort d'hiver. Par exemple, une maison ancienne en pierre restera fraîche en été, mais n'assurera pas une bonne isolation en hiver.
Si l'on souhaite se protéger des surchauffes, il est préférable de choisir un isolant possédant une inertie (ou une capacité thermique) importante, c'est-à-dire un matériau susceptible de pouvoir stocker de la chaleur, afin de diminuer la température de l'habitation. Les isolants naturels sont dans l'ensemble nettement plus performants que leurs homologues conventionnels de type laine de verre, laine de roche ou polystyrène.

La perméabilité à l'eau est également un facteur essentiel. En effet, une famille de 4 personnes produit 10 à 20 kg de vapeur d'eau chaque jour, sans compter toutes les autres activités (cuisine, salle de bain, machine à laver…) ; il faut impérativement évacuer cette eau. L'ensemble des parois peut y contribuer, en plus de la ventilation mécaniquement contrôlée (VMC). Les murs anciens (pierre, brique, torchis) et la toiture diffusent cette eau naturellement tant que l'isolant associé le permet. Si l'on possède ce type de mur, on peut donc prévoir un isolant perméable, afin d'éviter une stagnation de l'eau dans la maison, qui dégradera le confort des occupants et engendrera des problèmes de condensation dans les parois et plafonds (apparition de moisissures, dégradation des murs porteurs…).

Pare-vapeur ou régulateur de vapeur ?
Les laines minérales (de verre, de roche) sont au départ perméables, mais ne sont pas résistantes à l'humidité (cette dernière entraîne un tassement de l'isolant). Elles sont donc rendues imperméables du fait de l'emploi d'un pare-vapeur, et ne peuvent donc participer à la diffusion de l'humidité ambiante.

Ce pare-vapeur possède très souvent des défauts de pose (déchirure du pare-vapeur, ponts thermiques, …), entraînant la création d'un « passage » pour l'humidité, et donc une dégradation accentuée d'une laine minérale. Ces défauts entraînent également souvent des taches d'humidité visibles sur les murs.
À l'inverse, les isolants naturels ne sont pas soumis à une dégradation prématurée causée par l'humidité. Ils sont donc munis d'un régulateur de vapeur (et non d'un pare vapeur) qui permettra une meilleure répartition de l'humidité dans l'isolant tout en garantissant une bonne étanchéité à l'air. Ainsi, l'isolant participera à la diffusion de l'humidité, qu'elle vienne de l'intérieur ou d'un mur extérieur.
En effet, les murs anciens sont généralement source d'humidité ; il convient donc de choisir un **isolant adapté à la paroi**. Ces murs anciens (en pierre, brique ou torchis) possèdent un équilibre hygrométrique qui doit absolument être conservé, sous peine de dégradations importantes. Les isolants conventionnels, étanches à la vapeur d'eau, sont donc à proscrire, **sous peine d'apparitions de graves désordres, entraînant une baisse sensible de la durée de vie du mur**.
Il faut privilégier absolument un matériau perspirant (perméable à la vapeur d'eau).

Voici un tableau récapitulatif des différentes caractéristiques des isolants :

	Laine minérales (de verre, de roche)	Polystyrène	Isolants minces	Isolants naturels
Performance thermique	Bonne	Très bonne	Très mauvaise	Bonne
Confort en été	Très mauvais	Très mauvais	Très mauvais	Moyen à bon en fonction de l'isolant
Perméabilité à la vapeur d'eau	Très mauvaise *	Très mauvaise *	Très mauvaise *	Très bonne (sauf le liège)
Comportement au feu	M0 ou M1 (non inflammable)	M2 (difficilement inflammable)	M1 (non inflammable)	Variable selon les isolants, mais généralement M2
Comportement aux rongeurs	Non consommable mais facilement dégradable	Non consommable mais facilement dégradable	Non consommable mais facilement dégradable	Variable selon les isolants
Durabilité de l'isolant	Mauvaise si rouleaux Moyenne à bonne si panneaux rigides	Très bonne	Moyenne	Bonne à très bonne selon les isolants

* Une perméabilité très mauvaise indique un matériau étanche à l'humidité

Toutes les justifications de ces données ainsi que des compléments d'information sont disponibles dans les locaux de l'agence à Attigny.

Risques sur la santé des isolants conventionnels

Laine de verre, laine de roche

Les laines minérales plus communément employées, comme les laines de verre ou laine de roche, sont considérées comme ne pouvant être classées quant à leur cancérogénicité pour l'homme.

Néanmoins, l'Allemagne les a exclus des marchés publics, et des travaux de confinement sont préconisés si les laines minérales ne sont pas complètement séparées de l'espace

intérieur par un pare-vapeur étanche continu (ce qui est rarement le cas, on observe souvent des déchirures de pare-vapeur).

Pour la France, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) recommande un suivi approfondi de ces matériaux pour la traçabilité et l'acquisition de nouvelles connaissances sur leurs impacts (mars 2007)

Bilan : les risques sanitaires, d'après les tests actuels, ne montrent pas d'importants risques sur la santé mais le principe de précaution nous recommande de séparer totalement ces matériaux de l'intérieur de l'habitation.

Polystyrène

Ce matériau dégage du styrène lorsqu'il est soumis à des surchauffes, donc lorqu'il est utilisé en sous-toiture, pendant les périodes estivales. Ce composant, le styrène, est classé par l'OMS comme « peut-être cancérigène pour l'homme ».
En cas d'incendie, les retardateurs de feu sous forme de substances bromées libèrent des gaz toxiques. La couleur des flammes trahit la nocivité de ces gaz…

Outre ces risques sanitaires, les isolants conventionnels nécessitent une quantité non négligeable d'énergie pour leur fabrication, tout particulièrement le polystyrène ou la mousse polyuréthane.

Les isolants minces

Leurs performances thermiques intrinsèques sont très faibles au regard des exigences thermiques actuelles (**5 à 20 fois inférieures aux performances thermiques** exigées pour les bâtiments neufs chauffés)
Une utilisation non pertinente ou de mauvaises conditions de mise en œuvre peuvent conduire à des désordres (ex. : mauvaise ventilation des charpentes ou ossatures bois de maisons). **L'utilisation en écran sous toiture est à proscrire**, compte tenu d'une forte étanchéité du produit à la vapeur d'eau.

Destination	Type de pose	Résistance thermique (en m^2.K/W)	Épaisseur équivalente d'un isolant classique
murs	La meilleure pose se fait en intercalant une lame d'air de 2 cm de chaque côté de l'isolant. La pose "parfaite" décrite ci-contre signifie qu'il n'y a pas de fente de plus de 0,5 mm d'ouverture, en bas, en haut ou en périphérie de chaque lame d'air, ce qui est très difficile à obtenir en pratique et nécessite une pose très soignée.	1,68 (pose parfaite) 0,50 (pose courante)	6,4 cm (pose parfaite) **1,9 cm (pose courante)**
combles habités (sous rampants de toiture)	L'obtention d'une pose avec deux lames d'air non ventilées est difficile à réaliser. Les valeurs ci-contres sont données avec une seule lame d'air de 2 cm d'épaisseur côté intérieur	0,70 (pose parfaite) 0,42 (pose courante)	2,7 cm (pose parfaite) **1,6 cm (pose courante)**

Source : rapport du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

Depuis Juillet 2005, l'Agence Qualité Construction, qui travaille pour la prévention des sinistres (en dehors donc des considérations thermiques), met en garde contre ce type d'isolant. Elle précise dès les premières lignes de son observation que « les professionnels souhaitant la prescrire ou la mettre en œuvre sont invités à se rapprocher de leur assureur ». L'Agence indique entre autre que « l'étanchéité à la vapeur d'eau de certains de ces produits risque d'engendrer dans certains cas de graves désordres ».
Par ailleurs, en Grande-Bretagne, les isolants minces en sous-toiture sont interdits par le gouvernement depuis septembre 2006.

Quelques isolants naturels

Les isolants naturels devront la plupart du temps être accompagné d'un film régulateur de vapeur (appelé également freine vapeur, à ne pas confondre avec le pare vapeur), qui permettra une meilleur répartition de l'humidité dans l'isolant tout en garantissant une bonne étanchéité à l'air.
Les risques sur la santé de ces isolants sont quasi-nuls, il n'y a pas de dégagement toxique lors d'un incendie, et les impacts sur l'environnement de la fabrication de ces matériaux est très limité.

La laine de cellulose (ou ouate de cellulose)

Particularités : Disponible en vrac – Confort d'été assez bon à bon (selon la densité employée) - Non consommable par les rongeurs – Généralement traité au sel de bore (traitement non nocif)

La laine de chanvre

Particularités : Confort d'été assez bon – Répulsif pour les rongeurs

Les panneaux de fibre de bois ou de laine de bois

Particularités : Confort d'été bon à très bon (selon la densité du matériau) – Parfaitement adapté pour une isolation sous toiture, ou pour une isolation par l'extérieur - Prévoir de préférence un grillage anti-rongeur

La laine de coton

Particularités : Mauvais comportement au feu (classement M4) à l'état brut, mais possibilité de traitement ignifuge ; devient ininflammable (M1) derrière un plaquage en gypse

Par ailleurs, de la laine de coton est fabriquée par le Relais (Emmaüs), à partir de vêtements recyclés. Il s'agit donc d'un isolant écologique et solidaire !

Cette liste est loin d'être exhaustive, il existe une multitude d'autres isolants naturels (laine de lin, laine de mouton, plumes de canard, liège, …).

Annexe 3 : Décret 2007-0321, 19 mars 2007 sur les études de faisabilités et l'affichage des performances énergétiques

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'EMPLOI, DE LA COHÉSION SOCIALE ET DU LOGEMENT

Décret n° 2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique

NOR : SOCU0704800

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement,

Vu la directive 2002/91/CE du Parlement européen et du Conseil de l'Union européenne en date du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment ses articles L. 111-9, L. 111-10, L. 131-1, L. 134-1, L. 134-4, R. 123-19, R. 134-2 à R. 134-5 ;

Vu le code du patrimoine ;

Vu le code de l'urbanisme ;

Vu la loi de programme n° 2005-781 du 13 juillet 2005 fixant les orientations de la politique énergétique et notamment son article 29 ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décrète :

Art. 1er. – Dans la section IV du chapitre Ier du titre Ier du livre Ier du code de la construction et de l'habitation (partie réglementaire), il est ajouté une sous-section 2 comprenant les articles R. 111-22 à R. 111-22-2 ainsi rédigés :

« *Sous-section 2*

« *Etude de faisabilité des approvisionnements en énergie*

« *Art. R. 111-22*. – La présente sous-section s'applique à la construction de tout bâtiment nouveau ou partie nouvelle de bâtiment ou à toute opération de construction de bâtiments, dont la surface hors œuvre nette totale nouvelle est supérieure à 1 000 m², à l'exception des catégories suivantes :

« *a*) Les constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation égale ou inférieure à deux ans ;

« *b*) Les bâtiments à usage agricole, artisanal ou industriel, autres que les locaux servant à l'habitation, qui ne demandent qu'une faible quantité d'énergie pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire ou le refroidissement ;

« *c*) Les bâtiments servant de lieux de culte ;

« *d*) Les extensions des monuments historiques classés ou inscrits à l'inventaire en application du code du patrimoine.

« *Art. R. 111-22-1*. – Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire, le maître d'ouvrage réalise une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux.

« Cette étude examine notamment :

« – le recours à l'énergie solaire et aux autres énergies renouvelables mentionnées par l'article 29 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 ;

« – le raccordement à un réseau de chauffage ou de refroidissement collectif ou urbain, s'il existe à proximité du terrain d'implantation de l'immeuble ou de l'opération ;

« – l'utilisation de pompes à chaleur et de chaudières à condensation ;

« – le recours à la production combinée de chaleur et d'électricité.

« Elle présente les avantages et les inconvénients de chacune des solutions étudiées, quant aux conditions de gestion du dispositif, aux coûts d'investissement et d'exploitation, à la durée d'amortissement de l'investissement et à l'impact attendu sur les émissions de gaz à effet de serre. Elle tient compte pour l'extension d'un bâtiment des modes d'approvisionnement en énergie de celui-ci.

« Cette étude précise les raisons pour lesquelles le maître d'ouvrage a retenu la solution d'approvisionnement choisie.

« *Art. R. 131-27-2.* – Un arrêté conjoint des ministres chargés de la construction et de l'énergie détermine les modalités d'application de la présente sous-section. »

Art. 2. – I. – Le chapitre Ier du titre III du livre Ier du code de la construction et de l'habitation (partie réglementaire) est intitulé : « Chauffage et refroidissement des immeubles et performance énergétique ».

II. – Dans le chapitre Ier du titre III du livre Ier du code de la construction et de l'habitation (partie réglementaire), il est ajouté les sections V et VI comprenant les articles R. 131-28 à R. 131-31 ainsi rédigés :

« *Section V*

« *Caractéristiques thermiques et performance énergétique*

« *Art. R. 131-29.* – Les dispositions de la présente section s'appliquent aux bâtiments ou parties de bâtiments existants, à l'exception des catégories suivantes de bâtiments :

« *a)* Les bâtiments ou parties de bâtiments dans lesquels il n'est pas utilisé d'énergie pour régler la température intérieure ;

« *b)* Les constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation égale ou inférieure à deux ans ;

« *c)* Les bâtiments indépendants dont la surface hors œuvre brute au sens de l'article R. 112-2 du code de l'urbanisme est inférieure à 50 m² ;

« *d)* Les bâtiments à usage agricole, artisanal ou industriel, autres que les locaux servant à l'habitation, qui ne demandent qu'une faible quantité d'énergie pour le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire ou le refroidissement ;

« *e)* Les bâtiments servant de lieux de culte ;

« *f)* Les monuments historiques classés ou inscrits à l'inventaire en application du code du patrimoine, lorsque l'application des dispositions de la présente section aurait pour effet de modifier leur caractère ou leur apparence de manière inacceptable ;

« *Art. R. 131-26.* – Lorsque le coût total prévisionnel de travaux de rénovation portant soit sur l'enveloppe d'un bâtiment d'une surface hors œuvre nette supérieure à 1 000 m² et ses installations de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation et d'éclairage, soit sur la seule enveloppe est supérieur à 25 % de sa valeur, le maître d'ouvrage doit améliorer sa performance énergétique.

« Sont pris en compte pour calculer le coût des travaux mentionnés à l'alinéa précédent le montant des travaux réalisés ou financés au cours des cinq dernières années et pour déterminer la valeur du bâtiment mentionnée à l'alinéa précédent le produit de la surface hors œuvre nette par un coût de construction défini par arrêté du ministre chargé de la construction.

« L'amélioration de la performance énergétique est obtenue :

« – soit en maintenant la consommation en énergie pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et, dans les locaux tertiaires, pour l'éclairage, en dessous de seuils fixés en fonction des catégories de bâtiments par un arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie ;

« – soit en appliquant une solution technique adaptée au type du bâtiment, définie par arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie.

« Les travaux réalisés ne doivent pas dégrader le confort d'été préexistant. Ils ne doivent pas augmenter les risques de condensation, ni entraîner un risque de détérioration du bâti.

« *Art. R. 131-27.* – Dans les cas prévus à l'article R. 131-26, le maître d'ouvrage réalise une étude de faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie du bâtiment. Cette étude doit être faite préalablement au dépôt de la demande de permis de construire ou, si les travaux ne sont pas soumis à ce permis, préalablement à l'acceptation des devis ou à la passation des marchés relatifs à ces travaux. Elle est réalisée selon les modalités prévues aux articles R. 111-22, R. 111-22-1 et R. 111-22-2.

« Toutefois, dans le cas où les travaux portent uniquement sur l'enveloppe du bâtiment, seule la solution d'approvisionnement en énergie solaire est étudiée.

« *Art. R. 131-28.* – Sauf dans le cas des travaux visés à l'article R. 131-26, les caractéristiques thermiques et les performances énergétiques des équipements, installations, ouvrages ou systèmes doivent être conformes aux prescriptions fixées par un arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie, lorsqu'ils sont mis en place, installés ou remplacés.

« Les dispositions du précédent alinéa s'appliquent :

« – aux éléments constitutifs de l'enveloppe du bâtiment ;

« – aux systèmes de chauffage ;

« – aux systèmes de production d'eau chaude sanitaire ;

« – aux systèmes de refroidissement ;

« – aux équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable ;

« – aux systèmes de ventilation ;

« aux systèmes d'éclairage des locaux.

« Section VI

« Refroidissement des immeubles

« *Art. R. 131-26.* – Dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis au maximum en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse 26 °C.

« Un arrêté des ministres chargés de la construction et de l'énergie définit les conditions de régulation des systèmes de refroidissement.

« *Art. R. 131-27.* – Les dispositions de l'article R. 131-29 ne s'appliquent pas aux bâtiments ou parties de bâtiments visés à l'article R. 131-25 ainsi qu'aux bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air. »

Art. 3. – La section 1 du chapitre IV du titre III du livre I du code de la construction et de l'habitation (partie réglementaire) est modifiée de la façon suivante :

Il est inséré un article R. 134-4-1 ainsi rédigé :

« *Art. R. 134-4-1.* – Lorsqu'un bâtiment d'une surface hors œuvre nette supérieure à 1 000 m² soumis aux dispositions de la présente section est occupé par les services d'une collectivité publique ou d'un établissement public accueillant un établissement recevant du public de la 1re à la 4e catégorie au sens de l'article R. 123-19, son exploitant affiche le diagnostic de performance énergétique de manière visible pour le public à proximité de l'entrée principale ou du point d'accueil. »

Art. 4. – Les dispositions de l'article 1er s'appliquent aux bâtiments ou parties de bâtiments ou aux opérations de construction de bâtiments dont la date de dépôt de la demande de permis de construire est postérieure au 31 décembre 2007.

Les dispositions prévues aux articles R. 131-25 et R. 131-27 s'appliquent aux travaux pour lesquels la date de dépôt de la demande de permis de construire, ou, si les travaux ne sont pas soumis à ce permis, la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés relatifs à ces travaux, est postérieure au 21 mars 2008.

Les dispositions de l'article R. 134-28 s'appliquent aux travaux pour lesquels la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés ou, à défaut, la date d'acquisition des équipements, systèmes et ouvrages, est postérieure au 31 octobre 2007.

Les dispositions de l'article R. 141-29 et R. 141-30 s'appliquent à compter du 1er juillet 2007.

Les dispositions prévues à l'article R. 134-4-1 s'appliquent à compter du 2 janvier 2008.

Art. 5. – Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement et le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 19 mars 2007.

DOMINIQUE DE VILLEPIN

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'emploi,
de la cohésion sociale et du logement,
JEAN-LOUIS BORLOO

Le ministre de l'économie,
des finances et de l'industrie,
THIERRY BRETON

Annexe 4 : Arrêté du 3 mai 2007 sur les performances thermiques dans les bâtiments existants

17 mai 2007 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE [illegible]

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'EMPLOI, DE LA COHÉSION SOCIALE ET DU LOGEMENT

Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants

[illegible]

Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie et le ministre délégué à l'industrie,

Vu la directive 89/106/CE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction ;

Vu la directive 98/34/CE du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques ;

Vu la directive 2002/91/CE du Parlement européen et du conseil de l'Union européenne en date du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments ;

Vu le code de la construction et de l'habitation, notamment son article R. 131-28,

Arrêtent :

Art. 1er. – Le présent arrêté a pour objet de déterminer les modalités d'application de l'article R. 131-28 du code de la construction et de l'habitation.

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas aux bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air.

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas aux bâtiments situés dans les départements d'outre-mer.

Chapitre Ier

Enveloppe du bâtiment, parois opaques

Art. 2. – Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux parois des locaux chauffés, parois dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 m², donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou en contact avec le sol, et ainsi constituées :

– murs composés des matériaux suivants : briques industrielles, blocs béton industriels ou assimilés, béton [illegible] ;

– planchers bas composés des matériaux suivants : terre cuite ou béton ;

– tous types de toitures.

Art. 3. – Lorsque des travaux d'installation ou de remplacement de l'isolation thermique sont entrepris sur une paroi [illegible] la paroi isolée doit avoir une résistance thermique totale, définie dans l'annexe III au présent arrêté, exprimée en mètres carrés Kelvin par Watt (m².K/W), supérieure ou égale à la valeur minimale donnée dans le tableau suivant en fonction du type de paroi [illegible].

Ces dispositions peuvent être adaptées dans les cas particuliers définis dans ce tableau.

Sont exclues de ces exigences les toitures prévues pour la circulation des véhicules.

Parois	Résistance thermique minimale	[illegible]
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente [illegible]	2,3	[illegible]
Murs en contact avec un volume non chauffé	2	
Toitures terrasses	[illegible]	[illegible]
Planchers de combles perdus	[illegible]	
Rampants de toiture de pente [illegible]	4	[illegible]
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	2,3	[illegible]
Planchers bas donnant sur un volume non chauffé	[illegible]	[illegible]

L'annexe III du présent arrêté [illegible] et fournit les valeurs par défaut de ces coefficients pour les parois existantes.

Art. 4. – Lors de travaux d'installation ou de remplacement de planchers bas sur vide sanitaire, le nouveau plancher bas doit être isolé conformément aux exigences définies à l'article 2 du présent chapitre.

Art. 5. – Les travaux d'isolation des parois doivent conserver les entrées d'air hautes et basses existantes s'il en existait à l'état initial aux travaux, sauf en cas d'installation d'un autre système de ventilation.

Art. 6. – Les travaux d'isolation des murs par l'extérieur ne doivent pas entraîner de modifications de l'aspect de la construction en contradiction avec les protections prévues pour les secteurs sauvegardés, les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, les abords des monuments historiques, les sites inscrits et classés, les sites inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO ou toute autre préservation édictée par les collectivités territoriales, ainsi que pour les immeubles bénéficiant du label patrimoine du XXe siècle et les immeubles désignés par l'alinéa 7 de l'article L. 123-1 du code de l'urbanisme.

Art. 7. – Les exigences visées à l'article 3 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les travaux de [illegible] ainsi que dans le cas du petit entretien et des interventions ponctuelles liées aux dégradations de toute nature.

CHAPITRE II

Enveloppe du bâtiment. – Parois vitrées

Art. 8. – L'ensemble des dispositions du présent chapitre s'applique aux fenêtres, portes-fenêtres et façades-rideaux, [illegible] de travaux d'installation ou de remplacement, à l'exception des travaux d'installation ou de remplacement des éléments suivants :

– les fenêtres de surface inférieure à 0,5 m² ;
– les verrières ;
les vitrines et les baies vitrées avec une caractéristique particulière (anti-explosion, anti-effraction, désenfumage) ;
les portes d'entrée entièrement vitrées et donnant accès à des locaux recevant du public ;
– les lanterneaux, les exutoires de fumée et les accès au pompier ;
– les parois translucides en pavés de verre ;
les vitraux ;
– les vérandas non chauffées ;
– les fenêtres de forme non rectangulaire dont la géométrie est telle que les exigences induisent un surcoût hors de proportion avec les avantages résultant des économies d'énergie attendues ;
– les doubles-fenêtres et les façades vitrées double-peau.

Art. 9. – Le coefficient de transmission thermique U_w des fenêtres, portes-fenêtres et façades-rideaux installées ou remplacées, exprimé en watt par mètre carré kelvin (W/m².K), doit être inférieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant :

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

Lorsque la fenêtre, la porte-fenêtre ou la façade-rideau est dotée d'une fermeture, cette exigence peut être [illegible] U_{jn} respecte les conditions données en annexe IV.

Dans tous les cas, le coefficient [illegible] doit être inférieur à la valeur de 2 W/(m².K).

Art. 10. – [illegible] les baies [illegible] dans les tableaux suivants sont réputées satisfaire aux exigences de l'article 9. Les vitrages décrits sont [illegible]

[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	
[illegible]	16 mm de gaz [illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Avec ou sans fermeture

[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	
[illegible]	16 mm de gaz [illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Avec ou sans fermeture
	[illegible]	[illegible]

17 mai 2007 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE [illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	A
[illegible]	B
[illegible]	C
[illegible]	D

Art. 11. – Les fermetures et les protections solaires extérieures des fenêtres, portes-fenêtres et façades-rideaux [illegible]

Art. 12. – Les [illegible] protections solaires mobiles conduisant à un facteur solaire de [illegible]. Les protections solaires mobiles extérieures sont réputées satisfaire à cette exigence.

Art. 13. – Dans les locaux d'habitation et les locaux d'hébergement, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées dans les pièces principales doivent être équipées d'entrées d'air, sauf dans les locaux déjà [illegible] dispositif de ventilation [illegible] doit au moins être de 45 pour les chambres et 90 pour les séjours. Cette valeur peut être réduite lorsque l'extraction d'air mécanique permet un dimensionnement inférieur.

Art. 14. – Les coffres de [illegible] installés ou remplacés doivent être isolés de telle sorte que le coefficient de transmission thermique Uc du coffre soit inférieur ou égal à la valeur de 3 W/(m².K).

Les coffres isolés [illegible] réputés satisfaire à cette exigence.

Art. 15. – Les exigences visées aux articles 8 à 13 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les modifications [illegible] sur l'aspect de la construction [illegible] protections prévues par les secteurs sauvegardés, les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, les abords des monuments historiques, les sites inscrits et classés, les sites inscrits sur la liste du Patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO [illegible] bénéficiant du label Patrimoine du XXe siècle et les immeubles désignés par l'alinéa 7 de l'article L. 123-1 du code de l'urbanisme.

Art. 16. – Les exigences visées aux articles 8 à 12 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les travaux de remplacement font suite à des actes de vandalisme, de casse ou à une catastrophe naturelle ou technologique ainsi que dans le cas du petit entretien et des interventions ponctuelles liées aux dégradations de toute nature.

CHAPITRE II

Chauffage

Art. 17. – Les chaudières [illegible] à combustible liquide ou gazeux installées ou remplacées, et de puissance supérieure ou égale à 20 kW doivent satisfaire simultanément les prescriptions suivantes, sauf dans les cas de sous-dimensionnement des radiateurs existants.

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Pour les chaudières de type C3, C4 et C5 au sens du document FD CEN-TR [illegible], cette exigence peut ne pas être appliquée lorsque le conduit [illegible] existant est inadapté à la pose d'une telle chaudière.

Lorsque la [illegible] de l'installation de chauffage à combustible liquide ou gazeux est réalisée, la nouvelle [illegible] fonctionnement à basse température.

17 mai 2007 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE [illegible]

Art. 18. – Les chaudières raccordées à un conduit de fumées à combustible liquide ou gazeux et de puissance supérieure ou égale à 20 kW doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes, sauf dans les cas d'impossibilités techniques.

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Toutefois, jusqu'au 30 juin 2009, les chaudières satisfaisant simultanément aux prescriptions suivantes peuvent encore être installées ou remplacées.

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Art. 19. – Dans les cas d'impossibilités techniques visées aux articles 17 et 18, les chaudières installées ou remplacées doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes.

	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Art. 20. – Les dispositions prévues aux articles 17, 18 et 19 peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés [illegible] 15 ans par rapport à la date [illegible] d'installation [illegible] de la chaudière.

Art. 21. – L'installation ou le remplacement d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux doit être accompagné de la mise en place d'un appareil de régulation programmable du chauffage, sauf dans les cas où l'installation existante en est déjà munie.

Art. 22. – Les pompes à chaleur utilisant l'électricité [illegible] de chauffage installées ou remplacées doivent satisfaire à un coefficient de performance (COP) [illegible] de la norme NF EN [illegible] égal à la valeur donnée dans le tableau suivant pour les températures indiquées :

[illegible]	[illegible]	[illegible]	
		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	
[illegible]		[illegible]	

[illegible]	[illegible]	[illegible]	
		[illegible]	[illegible]
[illegible]		[illegible]	
[illegible]			
[illegible]			[illegible]

Les pompes à chaleur présentant les COP minimaux suivants pour les températures indiquées sont réputées [illegible] de l'article [illegible].

[illegible]	[illegible]	[illegible]	
		[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les éléments achetés depuis moins de [illegible] ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 23. – Les réseaux de distribution de chaleur et de froid et les raccordements aux réseaux de chaleur et de froid, installés ou remplacés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés, doivent être équipés d'une isolation de classe au minimum 2.

Art. 24. – Les pompes de circulation des installations de chauffage [illegible] à la chaudière ou [illegible] dans le local de la chaufferie, installées ou remplacées, doivent être munies de dispositif permettant leur arrêt.

Art. 25. – [illegible] installés ou remplacés doivent être isolés [illegible] dont la résistance thermique de la paroi, exprimée en [illegible] est supérieure ou égale à [illegible] pour les chauffe-eau électriques et à [illegible] pour les autres [illegible].

Art. 26. – [illegible] de la puissance, la puissance installée ne doit pas être inférieure à celle qui préexistait.

Art. 27. – Les radiateurs installés ou remplacés doivent être munis de robinets thermostatiques, sauf dans les cas de monotubes non dérivés et dans les locaux où sont situés un thermostat central. Lorsque l'installation [illegible] de robinet thermostatique.

Art. 28. – Les émetteurs de chauffage à effet Joule à action directe ou à accumulation, installés ou remplacés, doivent être munis d'un dispositif de régulation électronique intégré, conduisant à une amplitude de régulation maximum de [illegible] K et à une dérive en charge maximum de [illegible] K.

Son dispositif de régulation doit de plus permettre la réception d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt.

Si l'émetteur possède une fonction secondaire [illegible] celle-ci doit être temporisée.

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les éléments achetés depuis moins de [illegible] ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 29. – Les émetteurs de chauffage à effet Joule intégrés aux parois, installés ou remplacés, doivent être pourvus, sauf dans le cas où l'installation en est déjà munie :

– d'un thermostat [illegible] avec [illegible] et permettant [illegible] d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt ;
– ou bien d'un dispositif de régulation raccordé à une sonde de température extérieure.

Lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant [illegible] dispositif de régulation peut être commun à des locaux d'une surface totale maximum de 150 mètres carrés.

17 mai 2007 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE [illegible]

CHAPITRE IV

Eau chaude sanitaire

Art. 30. – Pour les chauffe-eau électriques à accumulation installés ou remplacés, les pertes maximales Qpr exprimées en kWh par 24 heures au sens de la norme NF-EN 60379 sont les suivantes :

Chauffe-eau de V inférieur à 75 litres : [illegible] ;

Chauffe-eau horizontal de V supérieur ou égal à 75 litres : [illegible] ;

Chauffe-eau vertical de V supérieur ou égal à 75 litres : [illegible].

Où V est la capacité de stockage du ballon en litres.

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 31. – Les accumulateurs gaz et les chauffe-bains installés ou remplacés doivent avoir des performances techniques au moins égales aux normes européennes : EN 89 pour les accumulateurs gaz et EN 26 pour les chauffe-bains à production instantanée.

CHAPITRE V

Refroidissement

Art. 32. – Lors de l'installation ou du remplacement d'un système de refroidissement dans un local, les baies non orientées au nord du local refroidi doivent être équipées de protections solaires s'il n'en existait pas préalablement.

Dans les locaux d'habitation, la protection doit être mobile, et conduire à facteur solaire de la baie inférieur ou égal à [illegible] au sens de la norme NF EN 14501, sauf en cas d'impossibilité résultant de l'application des règles d'urbanisme.

Pour les autres locaux, la protection doit conduire à un facteur solaire de la baie inférieur ou égal à 0,25 ou être [illegible] de classe 3, 4 ou 4 au sens de la norme NF EN 14501.

[illegible]

Art. 33. – Les climatiseurs à usage domestique utilisant l'électricité de puissance frigorifique inférieure ou égale à 12 kW et utilisant l'électricité doivent appartenir à la classe de performance énergétique B ou à une classe supérieure.

Les autres climatiseurs et les refroidisseurs de liquide à compression utilisant l'électricité, installés ou remplacés, doivent présenter un niveau de rendement énergétique (EER) au sens de la norme NF EN 14511 en mode froid supérieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant, mesuré pour les températures indiquées.

TYPE D'ÉQUIPEMENT	EER MINIMAL EN MODE FROID	TEMPÉRATURE DE SOURCE EN °C	
		Extérieure	Intérieure
Air/air	2,5	35	[illegible]
Eau/air	3	30	27
Air/eau	2,6	35	7
Eau/eau	3	30	7

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de cinq ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 34. – Les pompes de circulation des nouvelles installations de refroidissement doivent être munies d'un dispositif permettant leur arrêt.

Art. 35. – Dans les locaux [illegible] lorsque le système de refroidissement fait l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de refroidissement pour une surface refroidie supérieure à 400 m², [illegible] de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de froid.

CHAPITRE VI

Ventilation

Art. 36. – Les auxiliaires de ventilation installés ou remplacés dans les locaux d'habitation doivent présenter une consommation maximale de 0,25 Wh/m³ par ventilateur, qui peut être portée à 0,4 Wh/m³ en présence de filtres F5 à F9. Ces deux valeurs de consommation maximale peuvent être majorées de 0,05 Wh/m³ par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 37. – Les auxiliaires de ventilation installés ou remplacés dans les locaux à usage autre que d'habitation doivent présenter une consommation maximale par ventilateur de 0,3 Wh/m³, qui peut être portée à 0,45 Wh/m³ en présence de filtres F5 à F9. Ces deux valeurs de consommation maximale peuvent être majorées de 0,05 Wh/m³ par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 38. – Dans le cas de bâtiments ou de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation et faisant l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de ventilation pour une surface supérieure à 400 m², un dispositif permettant de gérer automatiquement les débits occupation inoccupation.

CHAPITRE VII

Éclairage des locaux

Art. 39. – Le présent chapitre s'applique aux bâtiments et parties de bâtiments à usage autre que l'habitation, de surface utile supérieure à 100 m², lorsque l'installation d'éclairage fait l'objet de travaux de remplacement ou d'installation.

Art. 40. – Lors du remplacement ou de la réalisation de l'installation d'éclairage d'un local, la nouvelle installation doit satisfaire aux prescriptions suivantes :

– la puissance installée pour l'éclairage général du local est inférieure ou égale à 2,8 watts par mètre carré de surface utile et par tranche de niveau d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone de travail ;

– ou bien la nouvelle installation d'éclairage général est composée de luminaires de type direct ou indirect de rendement normalisé supérieur à 55 %, équipés de ballasts électroniques et qui utilisent des lampes présentant une efficacité lumineuse supérieure ou égale à 65 lumens par watt.

Si le ou les occupants peuvent agir sur la commande de l'éclairage, le local doit comporter au moins l'un des dispositifs suivants :

– un dispositif d'extinction ou de réduction manuelle de l'éclairement à l'intérieur du local ;

– un dispositif, éventuellement temporisé, procédant à l'extinction automatique de l'éclairage lorsque le local est vide ;

– une commande manuelle permettant d'ajuster le niveau d'éclairement de l'espace du poste de travail.

Dans le cas où la commande de l'éclairage est du ressort du seul personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, le local doit comporter un dispositif permettant l'allumage et l'extinction de l'éclairage. Si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il devra alors permettre de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.

Dans un même local requérant des niveaux d'éclairement très différents pour au moins deux usages tels que notamment les locaux sportifs et les salles polyvalentes, un dispositif [illegible] la commande de l'éclairement supérieur au niveau de base.

Dans un même local, les points éclairés artificiellement qui sont placés à moins de 4 mètres d'une baie doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.

Lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage [illegible] notamment par une horloge ou un dispositif de détection de présence.

CHAPITRE VIII

Énergies renouvelables

Art. 41. – En cas de remplacement ou d'installation de chaudière utilisant le bois comme énergie par une nouvelle chaudière bois, celle-ci doit posséder un rendement PCI, à pleine charge, [illegible], pour une température moyenne de l'eau dans le générateur de 70 °C, supérieur ou égal à 47 + 6 logP, pour une puissance nominale P, inférieure ou égale à 300 kW et supérieur ou égal à 61,9 au-delà.

Art. 42. – En cas de remplacement ou d'installation de foyer fermé ou de poêle utilisant le bois comme énergie par un nouveau foyer fermé ou poêle à bois, celui-ci doit présenter un rendement supérieur à 65 %. Toutefois, cette valeur peut être réduite à 60 % jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 43. – En cas de remplacement ou d'installation de poêle à granulés utilisant le bois comme énergie par un nouveau poêle à granulés de puissance inférieure à 50 kW, celui-ci doit posséder un rendement supérieur à 65 %.

17 mai 2007 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 31 sur [illegible]

Art. 44. – En cas de remplacement ou d'installation de poêle à accumulation lente de chaleur utilisant le bois comme énergie par un nouveau poêle à accumulation lente de chaleur, celui-ci doit présenter un rendement supérieur à 65 %.

Art. 45. – Les dispositions prévues aux articles 4 à 44 peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 46. – Le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction et le directeur général de l'énergie et des matières premières sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 3 mai 2007.

Le ministre de l'emploi,
de la cohésion sociale et du logement,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de l'urbanisme,
de l'habitat et de la construction,
A. Lecomte

Le ministre de l'économie,
des finances et de l'industrie,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de l'énergie
et des matières premières,
P.-F. Chevet

Le ministre délégué à l'industrie,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de l'énergie
et des matières premières,
P.-F. Chevet

ANNEXE I

Liste des départements situés en zone H3

Département	
06	Alpes-Maritimes
11	Aude
13	Bouches-du-Rhône
2A	Corse-du-Sud
2B	Haute-Corse
30	Gard
34	Hérault
66	Pyrénées-Orientales
83	Var

ANNEXE II

DÉFINITIONS

Altitude

L'altitude d'un bâtiment est celle de sa porte d'accès principale.

Baie

Une baie est une ouverture ménagée dans une paroi extérieure servant à l'éclairage, au passage ou à l'aération. Une paroi transparente ou translucide est considérée comme une baie.

Eclairage général

L'éclairage général est un éclairage uniforme d'un espace sans tenir compte des nécessités particulières de certains lieux déterminés.

Eclairement moyen à maintenir

Niveau d'éclairement moyen en dessous duquel l'éclairement moyen sur la surface considérée ne descende pas. C'est l'éclairement moyen au moment où il convient d'effectuer la maintenance. La norme NF EN 12464-1 « Eclairage des lieux de travail » fournit les valeurs d'éclairement moyen à maintenir recommandées sur les zones de travail.

Entrée d'air

C'est un orifice calibré pratiqué dans une fenêtre, une porte-fenêtre ou dans une paroi du bâtiment.

Fermeture

[illegible] les volets, les persiennes, les jalousies, les [illegible] de magasin ou [illegible], tout dispositif mobile, communément appelé volet, persienne ou jalousie, servant à fermer [illegible] une fenêtre, une porte-fenêtre ou une paroi transparente.

Gaz rare

L'argon, le xénon et le krypton sont les trois gaz rares utilisés dans le bâtiment, et plus particulièrement dans certains vitrages, pour leurs propriétés plus isolantes que l'air.

Isolant thermique

Produit, généralement très léger et épais, freinant le flux de chaleur qui le traverse dans une paroi soumise à une différence de température entre ses deux faces (par exemple : laine minérale, polystyrène expansé, polyuréthane expansé, liège, perlite, ouate de cellulose, fibres végétales ou animales...).

Local

Un local est un volume totalement séparé de l'extérieur ou d'autres volumes par des parois horizontales et verticales, fixes ou mobiles.

Local chauffé

Un local est dit chauffé lorsque sa température normale en période d'occupation est supérieure à 12 °C.

Module d'une entrée d'air

Le module d'une entrée d'air correspond au débit passant par cette entrée d'air, exprimé en m^3/h, pour une différence de pression de 20 Pa.

Paroi verticale ou horizontale

Une paroi est dite verticale lorsque l'angle de cette paroi avec le plan horizontal est égal ou supérieur à 60 degrés, elle est dite horizontale lorsque cet angle est inférieur à 60 degrés.

Paroi transparente ou translucide

Une paroi est dite transparente ou translucide si son facteur de transmission lumineuse (hors protection mobile éventuelle) est égal ou supérieur à 0,05. Dans le cas contraire, elle est dite opaque.

Porte ou fenêtre anti-effraction

Une paroi est dite anti-effraction si elle répond aux essais précisés dans le projet de norme européenne ENV 1627 pour les classes 4, 5 et 6.

Paroi vitrée antiballes

Une paroi est dite antiballes si elle répond aux caractéristiques décrites dans la norme EN 1522 pour les classes FB5 et supérieures.

Plancher bas

Un plancher bas est une paroi horizontale dont seule la face [illegible] donne sur un local chauffé.

Plancher haut

Un plancher haut est une paroi horizontale dont seule la face inférieure donne sur un local chauffé.

Un plancher sous comble non aménagé ou une toiture-terrasse sont par exemple des planchers hauts.

Système de refroidissement

Un « système de refroidissement » est un équipement de production de froid par machine thermodynamique associé à des émetteurs de froid destiné au confort des personnes (climatiseur monobloc, split system...)

Toiture-pente

On appelle toiture-pente les toitures dont la pente est comprise entre 15 % et 60 %.

Toiture-terrasse

On appelle toiture-terrasse les toitures dont la pente est inférieure à 15 %.

Verre peu émissif

Sont considérés comme verres peu émissifs tous les verres présentant une émissivité normale ε_n inférieure à 0,1.

Vitrine

Une vitrine est une paroi vitrée [illegible] destinée à la vente ou à l'exposition.

ANNEXE III

DÉFINITIONS ET MODALITÉS DE CALCUL DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE

Définition

La résistance thermique R d'une paroi est l'inverse du flux thermique à travers 1 m² de paroi, pour une différence de température de 1 kelvin entre les deux faces de la paroi. Elle s'exprime en m².K/W et elle est fonction des caractéristiques géométriques et thermiques des matériaux constituants la paroi.

Calcul

La résistance thermique d'une paroi isolée est obtenue en ajoutant la résistance thermique de la paroi existante et celle de l'isolant mis en place.

Lorsque la paroi existante est composée de plusieurs couches de matériaux, en particulier lorsqu'elle comporte déjà une couche existante de matériau isolant, la résistance thermique de cette paroi est égale à la somme des résistances des matériaux qui la composent.

Les règles Th-U [illegible] le mode de calcul des résistances thermiques des produits et des parois.

Valeurs par défaut

En l'absence de valeurs [illegible] les valeurs de résistance thermique données dans les tableaux suivants peuvent être utilisées pour le calcul de la résistance thermique de la paroi existante. Les valeurs par défaut données par les règles Th-U [illegible] les résistances des parois existantes.

[illegible] JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE [illegible]

A. — *Murs en briques*

A-1. *Briques pleines*

a. Murs simples

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

b. Murs doubles avec lame d'air

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

A-2. *Briques creuses*

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

B. — *Murs en béton*

B-1. *En blocs pleins ou en béton bouché*

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

B-2. *En blocs creux*

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

C. — *Isolation existante*

La résistance R en m²K/W s'obtient en multipliant l'épaisseur en centimètres, par :
0,35 pour les mousses de polyuréthane ou polystyrène extrudé.
0,25 pour les autres isolants thermiques [illegible]

ANNEXE [illegible]

PRISE EN COMPTE DE LA RÉSISTANCE THERMIQUE ADDITIONNELLE D'UNE FERMETURE DANS LE CALCUL DE LA PERFORMANCE D'UNE PARCE VITRÉE

La performance de l'ensemble composé d'une fenêtre et de sa fermeture est caractérisée par le coefficient D moyen jour-nuit, défini comme suivant :

$$U_{ef} = \frac{U_{ef} - U_{ef}}{2}$$

où

U_p est le coefficient de la paroi vitrée [illegible] en W/(m²·K)

U_w est le coefficient de la paroi vitrée avec fermeture, en W/(m²·K), donnée par la relation :

$$U_w = \frac{1}{\sqrt{(U_p + \Delta R)}}$$

Avec ΔR la résistance thermique additionnelle, en m²·K/W, apportée par la fermeture.

Lorsque le rôle de la fermeture est pris en compte, l'exigence de l'article 7 s'exprime donc en U_p plutôt qu'en U_w. Le coefficient U_w exprimé en watt par mètre carré-kelvin (W/m²·K), doit donc être inférieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant :

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

A défaut de valeur fournie par le fabricant, les valeurs de ΔR du tableau suivant peuvent être utilisées :

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]