



CONSEIL ET INGENIERIE EN DEVELOPPEMENT DURABLE
Bâtiment, Énergies & Climat



RENOVATION LOURDE DE L'ISMEP - SUPMECA



Actualisation du préprogramme

Pré-diagnostic énergétique

Mai 2014, **actualisation juin 2022**

SIÈGE SOCIAL - 367, avenue du Grand Ariétaz
73024 CHAMBÉRY CEDEX
INDDIGO SAS au capital de 1 500 000 €
RCS CHAMBÉRY - APE 7112B
SIRET 402 250 427 00026

Inddigo
40, rue de l'Échiquier
75010 PARIS

Tél. : 01 42 46 29 00
Fax : 01 45 23 49 01
E-mail : paris@inddigo.com

www.inddigo.com



SOMMAIRE

CONTEXTE DE L'ETUDE 4

1. DIAGNOSTIC 5

1. Généralités	5
1. localisation.....	5
2. Description	5
1. Occupation	5
2. Bâti	6
1. Murs extérieurs	6
2. Menuiseries extérieures	6
3. Planchers bas.....	6
4. toitures.....	6
3. Installations.....	7
1. Production de chaleur (chauffage).....	7
2. Distribution et émission de chaleur (chauffage).....	7
1. Programmation et régulation du chauffage	9
1. Climatisation	9
2. Ventilation	9
3. Eclairage.....	9
4. Gestion et suivi énergétique.....	9
1. Consommation d'énergie et coût	10
1. Bilan environnemental	11
2. étiquette énergie et Climat.....	11

12. VISION PROSPECTIVE 12

1. Les repères	12
1. Grenelle de l'Environnement et politiques européenne	12
2. Le contexte réglementaire.....	12
3. Le label Effinergie Rénovation	13
4. Aides mobilisables : CEE	13
2. les préconisations par poste	15
1. Enveloppe	15
1. Chauffage et ECS	16
2. Ventilation.....	18
1. Eclairage	19
3. Scenarios.....	20
• Détail du Scenario « Effinergie rénovation (BBC) »	20
• Synthèse des préconisations.....	21
• Chiffrage du Scenario + - hors extension	22
• Chiffrage du Scenario ++ - hors extension	23

9. ANNEXE 25

1. Annexe 1 : Decret tertiaire de la loi elan	25
---	----

CONTEXTE DE L'ETUDE

L'institut Supérieur de Mécanique de Paris – SUPMECA est un Etablissement Public à Caractère Scientifique, Culturel et Professionnel (EPCSCP), école publique d'Enseignement Supérieur qui forme des ingénieurs mécaniciens polyvalents de conception et de fabrication, avec un fort volet de recherche, notamment industrielle.

L'école est située au nord de la commune. Elle occupe les locaux d'un ancien lycée professionnel construit en 1928 ; en partie détruit par les bombardements de 1944, le lycée est reconstruit en 1961 pour accueillir l'établissement d'enseignement supérieur. Un nouveau bâtiment, séparé du bâtiment historique, a été construit en 2007/2008 et accueille principalement des salles de cours.

Les bâtiments anciens ne répondent plus aux normes, notamment d'accessibilité, ni de performances énergétiques. Constatant l'inadéquation des bâtiments aux activités de l'école, la direction de l'établissement envisage la rénovation lourde de l'Institut et sa densification.

L'ambition minimale de la direction sur le volet thermique de la rénovation est la mise aux normes, il est également envisagé d'aller vers un label environnemental qui correspondra davantage à l'image d'excellence de l'école, et qui facilitera la maîtrise des coûts d'exploitation dans un contexte énergétique tendu.

La loi ELAN promulguée en novembre 2018 et son décret d'application dit « décret tertiaire » impose aux utilisateurs et propriétaires de bâtiments tertiaires de réaliser d'importantes économies d'énergie, avec différents paliers en 2030, 2040 et 2050 (voir Annexe 1 de ce document). L'autre ambition de la rénovation doit donc être la mise en conformité avec ce décret, avec au minimum le respect de l'échéance 2030

1. DIAGNOSTIC

1. GENERALITES

1. LOCALISATION

L'établissement est situé 3 rue Fernand Hainaut 93400 Saint Ouen, au nord de la commune, proche de la limite de Saint Denis au nord et de la Seine à l'Ouest.

2. DESCRIPTION

4 bâtiments associés à SUPMECA occupent le site :

1. Le bâtiment historique en U (8 898 m²_{SHON}), construit en 1928, en partie détruit en 1944, et reconstruit en 1961, qui abrite des fonctions d'enseignement, de recherche, d'administration, de vie sociale et culturelle de l'établissement, ainsi que des logements de fonction ;
2. Le bâtiment du LISMMA (laboratoire de recherche, 1 139 m²_{SHON}), accolé au bâtiment historique, construit dans les années 1920 et reconstruit après guerre, accueille des salles de travaux pratiques, des laboratoires et des locaux administratifs ;
3. Le bâtiment D (1 293 m²_{SHON}), bâtiment neuf construit en 2008, qui accueille des salles de cours et des espaces réservés au corps enseignant ;
4. Le bâtiment modulaire (420 m² SHON) construit en 2010 qui accueille provisoirement la restauration

On s'intéresse par la suite uniquement aux deux premiers bâtiments.

1. OCCUPATION

L'effectif présent sur site à un moment donné est d'environ 500 personnes du fait du roulement des promotions. Les activités extrascolaires (clubs, soirées étudiantes) et les activités de recherche prolongent l'occupation du site au-delà des horaires habituels, aussi bien en soirée que le weekend.



2. BATI

1. MURS EXTERIEURS

Les murs sont en maçonnerie non isolé. La façade sud a été entièrement ravalée suite à son effritement dans la cour maternelle adjacente.

Les sous-sols comprennent des murs enterrés ou semi-enterrés, non isolés, en maçonnerie. Ceux-ci présentent des problèmes d'humidité.

→ $U \approx 2.0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

2. MENUISERIES EXTERIEURES

La majorité des ouvrants sont en simple vitrage sur menuiserie bois et présentent de nombreux défauts d'étanchéité.

→ $U_w \approx 5.0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

Au rez-de-chaussée côté cour maternelle, une partie des anciennes menuiseries a été remplacé par du double vitrage sur menuiserie PVC.

D'autres menuiseries ont été remplacées par des menuiseries PVC depuis 2014.

→ $U_w \approx 2 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

3. PLANCHERS BAS

Les planchers bas, qu'ils soient sur locaux non chauffés, sur extérieur ou sur terre plein ne sont pas isolés.

→ $U \approx 3.5 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

4. TOITURES

Les toitures sur charpente (combles exploités) du bâtiment historique ne sont pas isolées, hormis celles sur l'aile sud (environ 15 cm de laine de verre).

→ $U \approx 2.5 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$

La toiture du bâtiment LISMA (combles inexploités) est isolée par 300 mm de laine de verre (posée en 2012), les combles inexploités de l'aile Nord, non isolés en 2013, ont été isolés à la suite de cet audit (post 2014).

→ $U \approx 0.11 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Soit 22 fois moins de déperditions / toitures non isolées.





3. INSTALLATIONS

1. PRODUCTION DE CHALEUR (CHAUFFAGE)

La production de chaleur est assurée par deux chaudières fioul (1987 et 2007) pour une puissance totale légèrement supérieure à 2000 kW, installées en sous-sol. Les chaufferies supérieures à 2 000 kW devant respecter une réglementation particulière, l'ancienne chaudière a été déconnectée pour passer en dessous de ce seuil. La puissance actuellement en fonctionnement (suffisante pour le chauffage de l'ensemble des locaux) est de 1 334 kW (1 chaudière de 2007).

Le rendement de combustion est bon pour ce type de chaudière : entre 90% et 92%. Le rendement de production moyen estimé est de 87%.

Le stockage, d'une capacité de 30 000 litres, est réalisé dans une cuve simple enveloppe vétuste située à proximité.

2. DISTRIBUTION ET EMISSION DE CHALEUR (CHAUFFAGE)

La distribution du chauffage central est actuellement réalisée en « drapeaux », c'est-à-dire que les canalisations de chauffage montent jusqu'aux combles, puis redescendent dans les étages pour alimenter les radiateurs. La distribution de chaque façade est distincte. Ce type de distribution fonctionnait à l'origine en

thermosiphon (circulation naturelle de l'eau, sans circulateur). Les canalisations ont été calorifugées après 2014. Les photos des réseaux ci-joints ne sont donc plus à jour.

Les émetteurs permettant le chauffage des locaux sont :

5. Des convecteurs électriques dans l'ensemble des combles et en appoint dans certains locaux (ateliers notamment).

Des radiateurs fonte ou acier, alimentés à partir de la chaufferie fioul pour l'ensemble des autres locaux, dont la partie neuve. Le régime d'eau chaude du chauffage de 90°C/70°C, fonctionnant à débit fixe et à température variable en fonction de la température extérieure. Le calorifuge des réseaux est fortement dégradé.



1. PROGRAMMATION ET REGULATION DU CHAUFFAGE

Le chauffage est allumé plutôt tardivement : entre le 11 et le 15 octobre depuis 2010. Il est parfois rallumé à partir d'avril, suivant les conditions extérieures.

Le bâtiment est chauffé sans réduit ni intermittence pendant toute l'année. Un seul départ alimente de nombreux locaux à usages, orientations, et apports internes très variables. Il n'y a pas de moyen de réguler la répartition de la chaleur dans le bâtiment (aucun système d'équilibrage).

De nombreuses transformations des locaux sans adaptation des systèmes de chauffage ont conduit à des déséquilibres thermiques très importants.

Les usagers font remarquer que les grands volumes sont difficiles à chauffer tandis qu'ils « suffoquent » dans les petits (bureaux).

En effet, dans certains locaux, notamment les ateliers, le système de chauffage (radiateur) n'est pas du tout adapté aux caractéristiques des locaux.

Les émetteurs du bâtiment historique ne disposent pas de régulation terminale du chauffage (autre que manuelle).

Températures de chauffage relevées le 17/12/2013 (température extérieure de 7°C) :

- 6. Bureaux ensoleillés : 21,7°C
- 7. Couloirs : 17 à 19,5°C
- 8. Classe non occupée : 20,4°C

→ *Les températures de chauffage ne sont pas excessives, surtout au vu des problèmes de parois froides (notamment dus aux fenêtres) que rencontre le bâtiment, et qui contraignent à une température de l'air supérieure aux bâtiments neufs pour un confort équivalent.*

1. CLIMATISATION

Le bâtiment historique compte 5 climatiseurs pour des usages ponctuels. Ils ne permettent pas une climatisation de l'ensemble des locaux, mais répondent à des problématiques ponctuelles de surchauffe (salle informatique, salle opérateur, salle MEB, salle de billard).

2. VENTILATION

La ventilation se fait uniquement de manière naturelle. Elle est réalisée grâce à des grilles en façades pour la partie historique, au niveau des étages. La ventilation est traversante, avec des grilles situées sur les façades opposées. Elles sont situées en dessous des fenêtres, ce qui correspond à l'emplacement des radiateurs (ce qui permet un chauffage de l'air neuf, mais aussi de l'air extrait, suivant la façade.)

→ *Ce système permet une ventilation régulière mais inadaptée à l'intermittence de l'utilisation des locaux : les débits sont insuffisants en occupation, et a contrario trop importants le reste du temps. (Les salles de cours sont utilisées pendant 10% du temps en moyenne). Il est de plus nécessaire de nettoyer régulièrement les grilles.*

Par ailleurs, dans certains locaux (sanitaires, locaux au sous-sol notamment), il n'existe aucun système de ventilation, ce qui conduit nécessairement à plusieurs problèmes de salubrité.

→ *La mise en place d'un système mécanique de ventilation est indispensable pour garantir un air sain et éviter la dégradation de ces locaux.*

3. ECLAIRAGE

L'éclairage est généralement assuré par des tubes fluorescents type T8, assez performant. De nombreux locaux ayant été rénovés, l'état et la technologie employés sont très variables suivant les zones. Aucune régulation automatique (détection de luminosité et/ou de présence) n'a été constatée.

→ *Des technologies plus performantes existent, permettant des économies d'énergie. Il est conseillé de profiter au maximum du fort potentiel d'éclairage naturel des locaux, avec des systèmes de régulation adaptés.*

4. GESTION ET SUIVI ENERGETIQUE

L'établissement est lié par un contrat de type P2 pour les installations de chauffage et de climatisation avec l'entreprise TFN Bâtiment. Les prestations de type P2 consistent à l'entretien courant des équipements de chauffage et aux

prestations de contrôle et d'entretien obligatoires telles que le ramonage du conduit de cheminée.

1. CONSOMMATION D'ENERGIE ET COUT

Il n'existe aucun point de sous-comptage, ni pour la chaleur, ni pour l'électricité. Les consommations connues sont celles renseignées par les factures de fioul et d'électricité pour l'ensemble des locaux.

	2012/2013			
	énergie finale (consommée)	Energie Primaire (kWhEP/m².an)	coût (€TTC/an)	Coût unitaire (€TTC/m².an)
Chauffage *	117 000 L fioul	99,3	105 885	9,0
Electricité tout usages	566 859 kWh	124,5	58 080	4,9
Total (kWh/an)	1 733 349	224	163 965	14,0
P2 (entretien courant)			3124	0,3
P3 (réparations chauffage)			0	
	-	-	167 089	0.3

* : estimation d'après moyenne de 9 livraisons de 13 000 L par saison de chauffe

** : Surface de référence : Ensemble des bâtiments, soit 11 750 m² SHON

La consommation de fioul ne correspond qu'à des consommations de chauffage, celle d'électricité regroupe quant à elle différents usages, dont le chauffage des combles.

La consommation d'électricité sur la période septembre 2012 - août 2013 s'élève à environ 567 000 kWh avec une puissance souscrite de 216 kVA (tarif vert A5 UM (Utilisation Moyenne) d'EDF.



Le type de tarif est adapté aux besoins, mais pas la puissance souscrite. Il est conseillé de la baisser fortement sur certains de ces créneaux :

9. HCH : 90 kVA (au lieu de 216kVA)
10. HPE : 198 kVA (au lieu de 216kVA)
11. HCE : 72 kVA (au lieu de 216kVA)

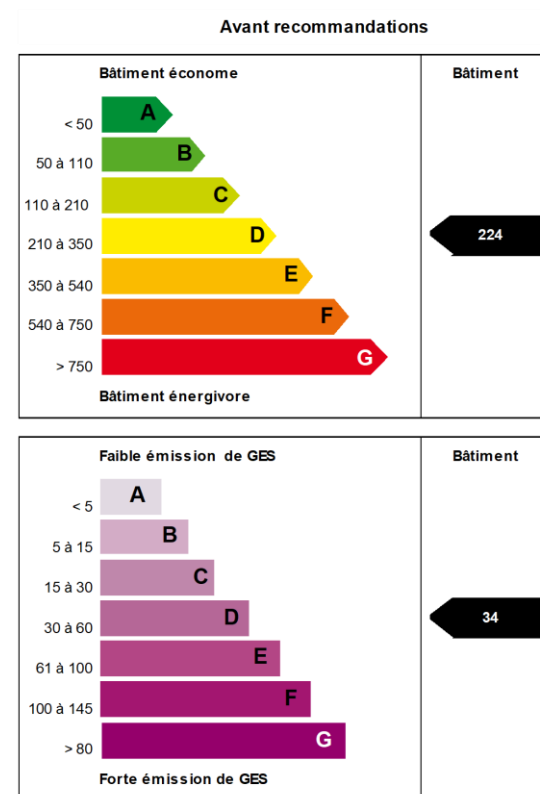
Cela devrait permettre une **économie annuelle d'environ 20% de la prime fixe (soit environ 2 400 €TTC/an)**.

1. BILAN ENVIRONNEMENTAL

Ce bilan concerne seulement les émissions de GES (Gaz à Effet de Serre) liées aux consommations d'énergie des bâtiments.

	Saison de chauffe 2012/2013		
	Energie finale	Emissions de GES totale (tonnes équivalent de CO2)	Emission de GES (kgéqCO2/m².an)
Chauffage	117 000 L fioul	349,9	29,8
Electricité tout usages	566 859 kWh	47,6	4,1
Total (kWh/an)	1 733 349	397,6	33,8

2. ETIQUETTE ENERGIE ET CLIMAT



12. VISION PROSPECTIVE

1. LES REPERES

1. GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT ET POLITIQUES EUROPEENNE

La politique énergétique française est maintenant définie dans la loi Grenelle de l'Environnement. La loi n°2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement a entre autres pour objectif principal la lutte contre le réchauffement climatique, notamment par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le développement des énergies renouvelables et la diminution des consommations d'énergie.

Les objectifs à atteindre face aux exigences fixées pour 2020 par le Conseil Européen et repris par le Grenelle de l'environnement sont :

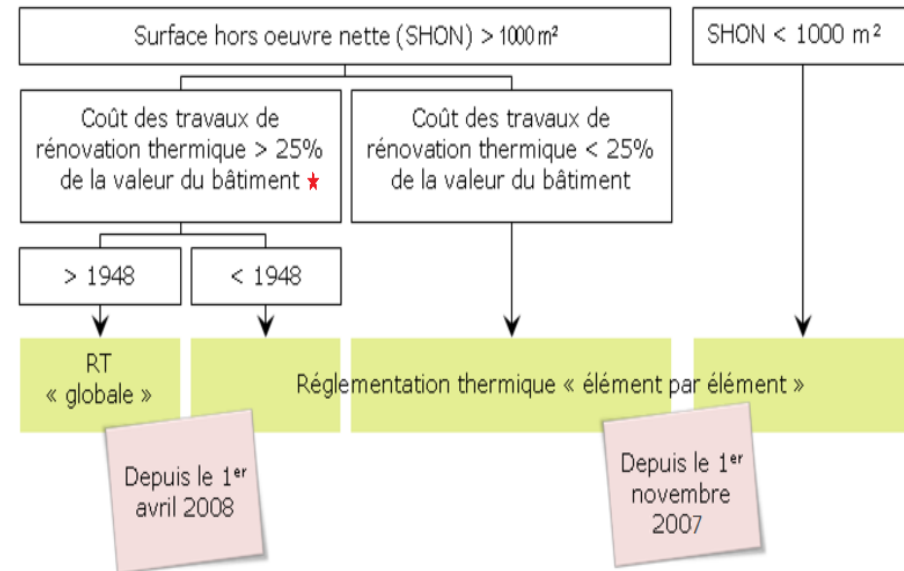
- ✓ Réduire de 20% les émissions de CO₂ (50% pour les bâtiments publics),
- ✓ améliorer de 20% l'efficacité énergétique (40% pour les bâtiments publics),
- ✓ amener à 23% la part des énergies renouvelables.

2. LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Le bâtiment ayant été construit avant 1948, c'est seulement la Réglementation Thermique de l'Existant « Élément par élément » qui s'applique. Cette réglementation impose le respect de performances minimales, lorsque des équipements, installations, ouvrages tels que les chaudières, les fenêtres, l'isolation, les radiateurs, les ballons de production d'eau chaude, les climatiseurs, etc. sont installés ou remplacés.

Nous déconseillons, même dans l'hypothèse d'une enveloppe financière très limitée, de s'en tenir à ce contexte réglementaire. En effet la réglementation **datant de 2017**, elle est amenée à évoluer dans les prochaines années.

Le contexte réglementaire ne présente aucune contrainte réelle dans le cadre de cette opération.



La réglementation thermique des bâtiments existants

Soit (*) : 382,5 € HT/m² pour les logements et 326,25 € HT/m² pour les locaux non résidentiels (au 1er janvier 2017)

Ainsi, Les Résistances thermiques minimales de l'isolant des parois opaques installées ou remplacées, exprimées en (m². °C/W), doivent être supérieures ou égales aux valeurs données dans le tableau suivant :

Parois opaques		
Type de paroi	Résistance thermique R en zone H1A, H1B, H1C	Valeur R BBC
Murs en contact avec l'extérieur	2,9	5
Murs en contact avec un volume non chauffé	2	4
Toiture terrasses	3,3	6

Planchers de combles perdus	4,8	7
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	4,4	6
Planchers bas donnant à un local non chauffé ou extérieur	2,7	4

* R : Résistance thermique de l'isolant, en m².°C/W

Les performances thermiques des parois vitrées installées ou remplacées, exprimées en (W/m².K), doivent être inférieures ou égales aux valeurs données dans le tableau suivant :

Parois vitrées	Valeur U _w de la réglementation	Valeur U _w BBC
Fenêtres de surface supérieure à 0,5m ² , portes fenêtres, double fenêtres, façades rideaux	$U_w \leq 1,9 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$	$U_w \leq 1,3 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$
Porte d'entrée de maison individuelle donnant sur l'extérieur	$U_d \leq 2 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$	$U_d \leq 2 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$
Verrière	$U_{cw} \leq 2,5 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$	$U_{cw} \leq 2 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$
Véranda	$U_{vér} \leq 2,5 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$	$U_{vér} \leq 2 \text{ W/ (m}^2\text{.K)}$

U_w : Coefficient de transmission thermique des fenêtres, portes-fenêtres, en W/m².°C

A noter : les scénarios proposés ci-après se basent sur des anciennes valeurs de performances thermiques des parois.

3. LE LABEL EFFINERGIE RENOVATION

Le label Effinergie Rénovation (Equivalent au BBC® Rénovation pour les bâtiments construits avant 1948) propose un niveau de performance allant bien au-delà des obligations réglementaires. Un projet de rénovation peut prétendre à ce label si ses consommations atteintes, calculées par la méthode réglementaire, sont inférieures de 40% à un état théorique de référence.

Les performances à mettre en œuvre pour espérer satisfaire ces conditions sont données dans le tableau page précédente.

Cette démarche peut s'accompagner éventuellement d'une labellisation. Il est également possible d'étendre la démarche de rénovation à d'autres cibles (confort, santé, énergie grise...) et d'entreprendre une démarche HQE® pouvant aboutir à une certification.

4. AIDES MOBILISABLES : CEE

Pour chaque action faisant partie des opérations standardisées (*arrêté du 19 juin 2006*) d'efficacité énergétique peuvent donner droit à des Certificats d'Economie d'Énergie (CEE) correspondant.

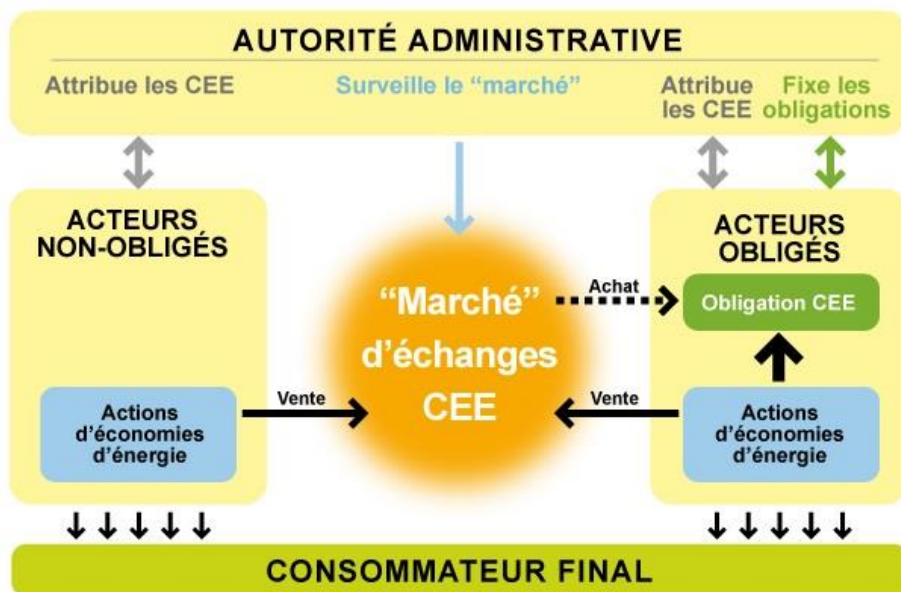
L'unité de compte du CEE est le « **kWh cumac** ». L'abréviation « **cumac** » provient de la contraction de « cumulés », afin de tenir compte des économies générées sur toute la durée de vie de l'équipement/l'ouvrage utilisé, et « actualisés », afin de prendre en compte une actualisation financière annuelle.

Les certificats d'économie d'énergie ne s'appliquent pas pour un simple respect de la réglementation, pour une simple substitution entre énergies fossiles, pour les opérations tel le photovoltaïque et pour les opérations subventionnées par l'ADEME. Cependant, une grande quantité de certificats peut être obtenue en améliorant l'isolation du bâtiment (bonne économie sur une très longue durée).

La vente de CEE se faisant sur un marché d'échange, il est impossible de fixer un prix à la vente de certificats, on peut toutefois proposer une estimation à 3 500 € pour 1 000 000 kWh cumac.

Pour ce projet, en cas de réhabilitation complète du bâtiment, il est possible d'estimer le montant des CEE récupérables à entre 50 000 et 150 000 €.

LE DISPOSITIF FRANÇAIS DES CEE



2. LES PRECONISATIONS PAR POSTE

1. ENVELOPPE

La performance globale des bâtiments est moyenne :

1. La **toiture** du bâtiment historique n'était pas isolée en 2013. Les interventions sur le bâti devaient donner la priorité à ces parois. En effet, leur isolation est à la fois aisée et très rentable, d'autant plus que le dernier étage est chauffé au convecteur électrique. D'après une visite du 6 Mai 2021, l'isolation de cette paroi a été réalisée.

La performance minimale à rechercher était de l'ordre de $U \leq 0.14$ W/(m².K) (environ 30 cm de laine de verre)

1. Les **murs** sont composés de maçonnerie ancienne type brique. Seule une isolation par l'intérieur est envisageable, et celle-ci engendre des travaux supplémentaires (déplacement d'équipements de chauffage, électriques), et réduit l'espace utile. Etant données les surfaces en jeu, elle est néanmoins incontournable dans le cadre d'une rénovation lourde. Il est recommandé de veiller à la bonne respiration des parois, en évitant la mise en place d'éléments étanchés à la vapeur d'eau (pas d'isolant étanche, pas d'enduit étanche, pas de crépis en ciment, etc...).

La performance minimale à rechercher est de l'ordre de $U \leq 0.35$ W/(m².K)

2. Les **fenêtres** actuelles sont peu isolantes, et présentent de nombreux défauts d'étanchéité à l'air. Elles offrent toutefois une très bonne qualité de lumière naturelle et sont parties intégrante du parti architectural du bâtiment. Aussi leur remplacement devra se faire dans le respect des proportions existantes, en conservant les petits bois si l'enveloppe économique le permet.

Il est également important de tenir compte du fait que les fenêtres et leurs défauts permettent actuellement au bâtiment de respirer. Leur remplacement doit s'accompagner de l'installation d'une ventilation mécanique ou d'une réflexion sur les ouvrants d'aération.

La performance minimale à rechercher des menuiseries extérieures est de l'ordre de $U_w \leq 1.5$ W/(m².K) (double vitrage menuiserie bois)

3. Les **planchers bas** sur sous-sol et ou sur terreplein sont non isolés. La mise en place d'une isolation thermique n'est pas souhaitable ; d'une part les planchers traditionnels n'y sont pas adaptés, d'autre part cette action pourrait occasionner ou aggraver les problèmes d'humidité.
4. Les **planchers bas** sur extérieur sont non isolés. La mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur (en sous-face) est souhaitable et serait à réaliser conjointement au ravalement des façades attenantes (Cela afin d'éviter un contraste visuel trop important).

1. CHAUFFAGE ET ECS

1. *Energie de chauffage :*

Bien que la chaudière en fonctionnement soit relativement récente (2007), le changement d'énergie doit être envisagé : le fioul est une énergie peu sûre, fossile est donc non pérenne, dont le prix est très volatil.

La solution qui se démarque a priori pour l'opération est le réseau de chaleur urbain. Le CPCU passe juste à côté du site (voir ci-contre). Cette énergie à l'avantage d'être compatible avec le réseau, compétitive économiquement et assez stable dans l'évolution de son prix (car basée sur un mix énergétique), ainsi que relativement vertueuse car intégrant des énergies renouvelables ou faibles en carbone.

Concernant les autres possibilités :

5. Le **solaire thermique** est peu adapté à l'activité enseignement (besoin faible, irrégulier et quasi inexistant en été). Peu de surface se prête par ailleurs à une installation sur les bâtiments historique et LISMA. L'intégration de la restauration dans l'équation (en termes de surface comme de besoin) pourrait ouvrir les perspectives.
6. Le **solaire photovoltaïque** ne pourrait s'envisager que dans le cas d'un remplacement de la toiture avec l'ensemble des tuiles, dans l'hypothèse d'un accord des ABF. Cette énergie n'est donc pas à l'ordre du jour faute d'opportunité économique et physique.
7. Le **chauffage bois ou biomasse** est envisageable : la chaufferie donne sur une rue peu fréquentée, et le sous-sol offre des possibilités de création de silo.
8. Les **systèmes éoliens** (petit et micro-éolien) : aucune opportunité sur le site, tant en terme de gisement que d'intégration architecturale.
9. Les **Pompes A Chaleur** (géothermique, gaz ou autres) : le système d'émission actuel n'est pas adapté aux PACs (Celles-ci nécessitent des émetteurs à basse température).
10. Les **chaudières à condensation** ne sont pas non plus adaptées au système d'émission.

11. La micro-cogénération peut être intéressante en autoconsommation : le besoin d'électricité est couplé avec les périodes de production, le besoin d'énergie nettement supérieur à la production attendue. Bémol : en l'absence d'ECS, le temps de fonctionnement par an est assez faible (environ 2 500h). La solution est actuellement peu rentable, mais le sera de plus en plus vu l'augmentation du prix de l'électricité (+8% en 1an, encore 15% prévu dans les 3 prochaines années)



Source : <http://www.cpcu.fr>

1. Régulation du chauffage :

Le regroupement des différentes entités de SUPMECA entrepris dans le cadre du projet de rénovation pourra s'accompagner d'une régulation zone par zone, fonction des usages.

12. Programmer c'est rendre automatique la mise en marche, l'arrêt, la réduction et la relance du chauffage ou de la ventilation
13. Programmer, c'est adapter le fonctionnement des équipements (chauffage, ventilation) aux besoins

Le décret BACS, publié le 21 juillet 2020, impose l'installation d'un système de Gestion Technique du bâtiment (GTB) dans le but d'assurer un suivi des consommations énergétiques et de pouvoir réguler en fonction des besoins de l'activité. La puissance de chauffage étant supérieure à 290 kW, le bâtiment est donc soumis à ce décret. La mise en place d'une GTB est donc primordiale. Elle permettra de centraliser, d'enregistrer et d'analyser les données de consommation énergétique du bâtiment et de l'ajuster en fonction des besoins des occupants et équipements du bâtiment.

Les besoins sont d'assurer le confort des usagers pendant leur occupation (bureaux : occupés 40% de l'année, salles d'enseignement pendant 10 à 20% du temps) et de pouvoir mettre en réduit/arrêt les équipements en dehors de ces périodes.

Pour assurer un chauffage performant, il devrait être mis en place :

14. Remplacer les radiateurs des pièces ou le cloisonnement a fortement évolués sans évolution du système de chauffage (bureaux créés dans
15. Changer le système de chauffage des ateliers, non adapté à la hauteur importante (système à air soufflé, panneaux rayonnants, etc.) avec régulation par pièce.
16. Séparer le réseau de chauffage en plusieurs réseaux alimentant des zones dont l'occupation est identique : 1 à 2 zones administratives, 1 à 3 zones d'enseignement, ateliers, couloirs.

17. Mettre en place de système de régulation terminale des émetteurs performant :

1. Robinets thermostatiques, permettant d'adapter le chauffage à l'ambiance thermique de chaque pièce, pouvant être bloqué sur une position ou bridé jusqu'à une position prédéfini.
2. Vannes électrothermiques sur radiateur permettant une régulation de la température maximum par pièce (utile notamment pour les salles de classes) avec l'installation d'un thermostat programmable par pièce ou centralisé (GTC).

1. Eau chaude sanitaire :

La production d'eau chaude sanitaire est actuellement décentralisée et produites par des ballons électriques.

Un système centralisé de production centralisé amène généralement de très fortes pertes de chaleur au niveau de la distribution, plus importante que les besoins de chaleur pour le chauffage de l'ECS. Il est donc pas conseil

Il est donc conseillé de conserver un système décentralisé, avec de nombreux système de production au plus près des points de puisage. La question de l'accès ou non à de l'eau chaude pour l'ensemble des usagers et dans l'ensemble des sanitaires peut également être posée.

2. VENTILATION

La bonne qualité de l'air des locaux ne peut pas être assurée actuellement. Des problèmes dus à la mauvaise ventilation ont été relevés : dégradation des sanitaires, des menuiseries par condensation, etc. La bonne ventilation des locaux est indispensable pour le bâtiment (dégradations dues à l'humidité) mais surtout pour les occupants (problèmes sanitaires du à une pollution de l'air intérieure).

La mise en place d'une ventilation mécanique de l'ensemble des locaux est une mesure primordiale pour la pérennité du bâti, et incontournable dans le cas d'un remplacement des menuiseries.

18. **Débits** : la question des débits hygiéniques à assurer est âprement discutée en France. Elle divise ceux qui privilégient l'économie d'énergie et ceux qui mettent en avant les aspects sanitaires.

Les premiers s'appuient sur la réglementation française, qui date de 1984 (Règlement Sanitaire départemental Type) et qui exige un minimum de 18m³/h/personne.

Les seconds s'appuient sur l'évolution de l'étanchéité des bâtiments, des nouvelles connaissances sur les polluants intérieurs, et sur les normes européennes fixant bien supérieurs (45m³/h/pers pour une bonne qualité d'air).

L'impact sur la consommation énergétique est important, la mise en place d'un débit important, surtout en simple flux, peut engendrer plus de déperdition que la mauvaise étanchéité actuelle, et donc limiter la performance du projet de rénovation thermique.

Cette question doit attirer l'attention du maître d'ouvrage, qui pourra demander à préciser les différentes options en phase de conception. En proposition de compromis, nous tenons à souligner que pour respecter dans les faits le code du travail, il faut assurer 25m³/h/pers.

19. **Régulation** : La ventilation doit se faire à minima sur programmation horaire pour l'administration, l'enseignement et la recherche. Les espaces de type amphithéâtre doivent être régulés par sonde CO₂. Celles-ci peuvent également être étendues aux salles de classe

20. **Simple/double flux** : La double-flux est très intéressante étant donnés les débits en jeu, mais pourrait s'avérer contre-efficace si elle n'est pas associée à une bonne étanchéité à l'air du bâti.

La ventilation double flux ne devra donc être envisagée que dans le cadre d'une reprise de l'ensemble menuiseries + isolation intérieure, avec une récupération de chaleur d'efficacité $\geq 75\%$

Les locaux à pollution spécifique (incluant les sanitaires et certains postes de travail des activités recherchent ou travaux pratiques) seront traités en simple flux.

21. **Réseaux** : Les hauteurs sous plafond sont importantes et ne seront pas une contrainte pour la mise en place d'une ventilation mécanique, simple ou double flux. Les réseaux verticaux peuvent emprunter d'anciens conduits de cheminée. Les équipements (CTA, et même caissons d'extraction) pourront être installés au sous-sol.

1. ECLAIRAGE

Concernant l'éclairage, les luminaires type tubes fluorescents sont généralisés. Cette technologie est assez performante, mais des systèmes plus performants peuvent être installés :

1. Zone d'enseignement :

1. Tube fluorescent type T5, avec possibilité d'allumer l'ensemble de l'éclairage ou seulement la moitié
2. Ou Tube fluorescent type T5 avec gradateur suivant l'éclairage naturel
3. LED avec détecteur de présence et de luminosité pour les couloirs et les sanitaires

2. Zone administration :

1. Tube fluorescent type T5, avec possibilité d'allumer l'ensemble de l'éclairage ou seulement la moitié
2. Ou Tube fluorescent type T5 avec gradateur suivant l'éclairage naturel
3. LED avec détecteur de présence et de luminosité pour les couloirs et les sanitaires.



Des améliorations de méthode de maintenance peuvent également mener à des économies intéressantes, étant donnée la surface concernée sur l'école.

Avec le vieillissement, l'efficacité lumineuse diminue par la baisse du flux lumineux (jusqu'à 50%), la baisse du rendement des luminaires (poussières, jaunissement, ...) et la réduction du coefficient de réflexion des parois.

Deux actions sont à prévoir pour optimiser la maintenance :

3. Une maintenance préventive (remplacement planifié et de masse) plutôt qu'un remplacement au coup par coup. Dans la pratique, une règle simple veut que l'on remplace toutes les lampes identiques lorsque l'on atteint 20% de lampes défectueuses.
4. Le nettoyage des luminaires 1 fois par an permet d'éviter une baisse de l'éclairement de l'ordre de 10 à 15%

3. SCENARIOS

Le but de cette partie est de proposer un scénario global et cohérent de rénovation énergétique du bâtiment, et les travaux induits. Ce scénario découle des orientations suggérées par la maîtrise d'ouvrage.

- DETAIL DU SCENARIO « EFFINERGIE RENOVATION (BBC) »

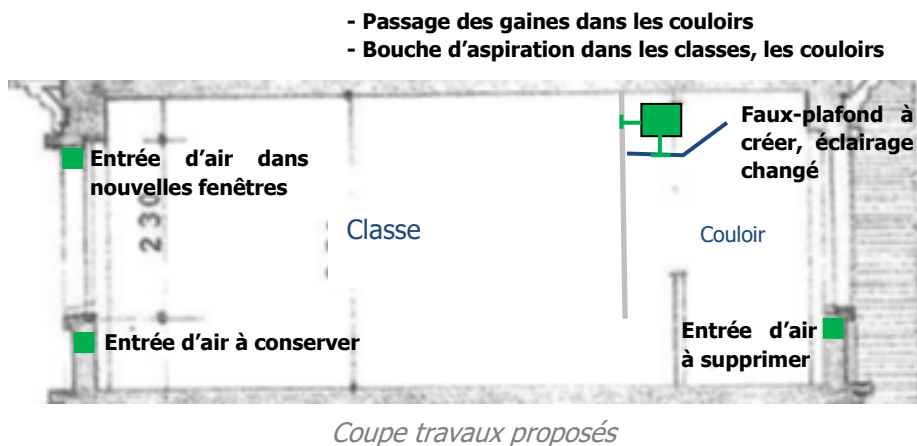
1. Isolation des combles perdus de l'aile Nord (30cm de laine de verre (couche croisées) – Rth isolant = $7\text{m}^2.\text{°C/W}$)
2. Isolation des toitures sous rampants (combles exploités) (20cm de laine de verre + plaque plâtre – Rth isolant = $5\text{m}^2.\text{°C/W}$)
3. Mise en place d'une ventilation simple flux du bâtiment historique :
 1. **Dans les ateliers** et pièces attenantes au sous-sol : VMC simple flux avec gaine visible, fonctionnement à une sonde de CO₂ et d'humidité (permettant une ventilation qu'en occupation)
 2. **Salles de classes, bureaux :**

La mise en place d'une ventilation simple flux nécessite le passage de nombreuses gaines horizontales (passage dans des faux plafonds à créer), verticales (dans les cages d'escaliers) et de caissons (dans les combles non exploités ou en sous-sol, en sous-sol ou dans les faux plafonds de couloirs et rejets en façades). Cela permettra de réduire le volume chauffé des couloirs, mettre en place un éclairage des couloirs performant (type LED) avec régulation optimisée (sur détection).

4. Remplacement des menuiseries en simple vitrage (ensemble des menuiseries extérieures) – $U_w < 1,6 \text{ W/m}^2.\text{°C}$.
5. Isolation des murs par l'intérieur : Nous proposons de réaliser ces travaux uniquement pour les murs où cela n'entraîne pas ou peu de surcoût (déplacement de mobiliers, d'installations électriques, de chauffage) : Les murs des couloirs ($> 1/3$ de la surface totale des murs (12cm de laine de verre + plaque plâtre – Rth isolant = $3,5 \text{ m}^2.\text{°C/W}$)
6. Changement d'énergie pour la production de chaleur : Raccordement sur le réseau de chaleur de la CPCU. Les coûts de cette solution sont séparés en deux :

1. **Coût de raccordement au réseau :** Travaux que la CPCU se chargera de réaliser : travaux en voirie, extension du réseau jusqu'à l'école, installation de l'échangeur vapeur dans la chaufferie, etc. C'est travaux sont facturés directement à la CPCU.
2. **Travaux en chaufferie :** Dépose des anciennes installations (dont la cuve fioul), raccordement de l'échangeur à l'installation de chauffage, mise aux normes du local chaufferie (qui deviendra une « sous-station ») par rapport aux réglementations d'installation vapeur sous pression. Ces travaux seront portés par SUPMECA et sont peu onéreux (Attention : la mise aux normes du local peut s'avérer complexe)

Pour l'estimation du coût de raccordement, celui-ci est défini par la CPCU. Il est possible de faire réaliser un devis à la CPCU (gratuit) pour connaître le coût



et les modalités du raccordement. Il est conseillé à SUPMECA de porter directement cette demande de devis, Inddigo se chargeant de fournir les données techniques nécessaires (Besoins de chaleur après travaux, puissance à souscrire donc puissance de l'échangeur à installer en chaufferie).

L'intérêt pour la maîtrise d'ouvrage de prendre contact elle-même auprès de la CPCU est de pouvoir négocier le montant du raccord, et de conserver un contact en phase conception (ces travaux n'étant usuellement pas confiés à une maîtrise d'œuvre.)

Site web pour faire la demande de devis : <http://www.cpcu.fr/CPCU-et-vous/Raccordeo>

7. **Amélioration de la régulation du chauffage** (Mise en place d'un système de régulation zone par zone du chauffage, Changement du système de chauffage lorsque non adapté, amélioration de la régulation terminale du chauffage (robinets thermostatiques ou vannes électrothermiques et thermostat d'ambiance programmables).

Pour avoir un système de chauffage performant, il est conseillé :

1. Une séparation du réseau de chauffage en plusieurs réseaux alimentant des zones à occupation est identique ;
 2. Changer le système de chauffage des ateliers, non adapté à la hauteur importante (système à air soufflé, panneaux rayonnants, etc.) avec régulation par pièce.
8. Mettre en place un réseau de chauffage dédié par ateliers, alimentant des panneaux rayonnants, etc.) avec régulation par pièce.

- SYNTHÈSE DES PRÉCONISATIONS

Nos préconisations sont classées par poste (l'amélioration du bâti et les équipements de chauffage, ventilation et climatisation)

Le tableau suivant chiffre l'impact énergétique, environnemental et financier des propositions d'actions sur le bâtiment. Les actions proposées sont ici présentées de manière indépendante et ne constituent pas les bouquets de travaux à mettre en place : les scénarios possibles sont présentés dans la partie suivante.

Investissement total : coût total de l'action / du scénario à mettre en place (en euros hors taxe et en euros hors taxe par logement).

Economie identifiée : Economies générées par les actions en électricité, combustible, euros toutes taxes confondues sur la facture énergétique et gaz à effet de serre :

- ✓ **Ces économies sont calculées par rapport à la situation initiale du bâtiment étudié (2013).**
- ✓ Pour l'électricité et le combustible, le résultat est en kilowattheure énergie finale (kWhEF) ou kilowattheure pouvoir calorifique inférieur (kWhPCI) qui correspond à l'énergie consommée par l'utilisateur. L'énergie primaire, utilisée pour les résultats de l'étiquette énergie, correspond à l'énergie disponible dans la nature avant transformation et utilisation sous forme d'énergie finale. Un coefficient de transformation est donc appliqué. Ce coefficient est de 2,58 pour l'électricité et 1 pour le gaz, fioul. (Energie primaire (kWh EP) = énergie finale (kWh EF) X coefficient).
- ✓ L'économie sur les gaz à effet de serre est calculée en kilogramme de CO₂. Cette unité permet de quantifier l'impact du bâtiment sur le réchauffement climatique.

- CHIFFRAGE DU SCENARIO + - HORS EXTENSION

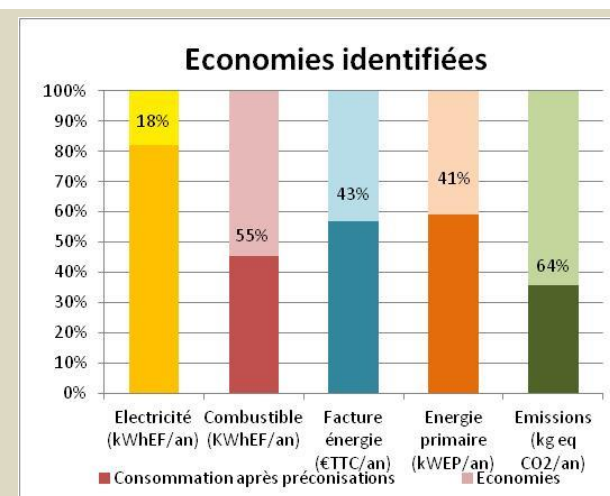
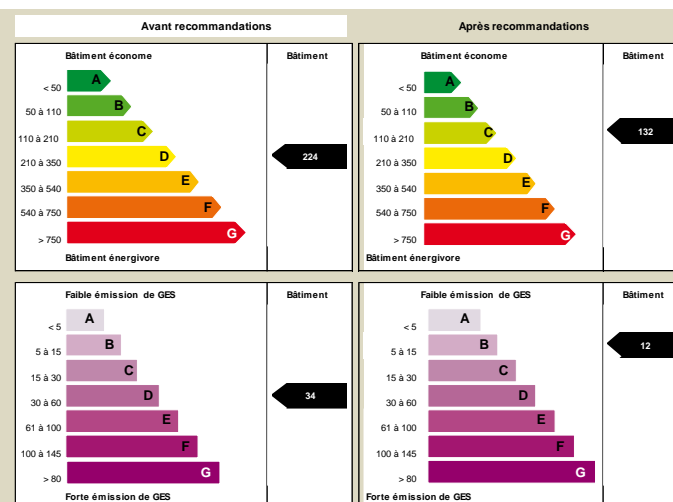
Pour être cohérentes, certaines actions doivent être combinées entre elles. Le total représente le résultat de l'application du panel de travaux dans son ensemble. Les préconisations ne sont pas sommables entre-elles au niveau des économies d'énergies engendrées.

Scénario +	Investissement		Économie identifiée							RSI actualisé	
	Total		Électricité	Combustible		nergie primair	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	coût années
	€HT	€HT/m²	kWhEF/an	kWhPCI/an	kWhEP/m²						
Isolation des combles perdus de l'aile nord par 30 cm de laine de verre en couches croisées pour une résistance de 7,5 m².K/W - Travaux prévus pour 2014	0 €	0 €HT/m²	-	33 515	3	3 042 €	2%	7 843	2%	-	
Isolation par l'intérieur des murs des circulations uniquement, par 12 cm de laine de verre et habillage BA 13, pour une résistance thermique de l'ordre de 3.5 m².K/W.	87 872 €	8 €HT/m²	-	82 515	7	7 490 €	5%	19 309	5%	10	
Isolation des planchers donnant sur l'extérieur (certaines circulations entre RDC et R+1) pour une résistance de 4,5 m².K/W	15 895 €	1 €HT/m²	-	8 930	1	811 €	0%	2 090	1%	15	
Isolation des combles exploités sous rampants et habillage BA 13	307 530 €	26 €HT/m²	109 590	36 530	27	14 275 €	9%	17 754	4%	16	
Raccordement au réseau de chaleur du CPCU, y compris dépose des anciennes installations et mise aux normes locaux.	250 000 €	21 €HT/m²	-	152 000	13	25 132 €	15%	152 052	38%	8	
Remplacement des menuiseries extérieures en simple vitrage (ensemble des menuiseries extérieures hormis celle déjà remplacées) pour une performance Uw < 1.6 W/(m².K) avec mise en place de petits bois sur ces fenêtres.	1 350 000 €	115 €HT/m²	-	260 424	22	23 639 €	14%	60 939	15%	34	
Mise en place d'une ventilation mécanique type simple Flux de l'ensemble des locaux	1 036 863 €	89 €HT/m²	- 8 569	-	-2	-857 €	-1%	-720	0%	-	
Amélioration de la régulation du chauffage : Mise en place d'un système de régulation par zone du chauffage, Changement du système de chauffage lorsque non adapté, amélioration de la régulation terminale du chauffage	845 000 €	72 €HT/m²	-	119 000	10	8 709 €	5%	27 846	7%	46	
TOTAL	3 893 200 €	333 €HT/m²	101 021	638 429	91	70 701 €	43%	255 461	64%	33	

Ce scénario permet une réduction très importante des consommations d'énergie liées au chauffage : Environ 55% d'économies, grâce au changement de fenêtres, d'énergie et à l'amélioration de la régulation.

Il permet de dépasser les objectifs du Grenelle de l'Environnement à l'horizon 2020 pour les bâtiments publics : 46% d'économie sur l'énergie primaire au lieu de 40%, division par 3 des gaz à effet de Serre au lieu d'une division par 2.

Il permet également un confort accru des occupants et une bonne qualité de l'air dans l'ensemble des locaux.



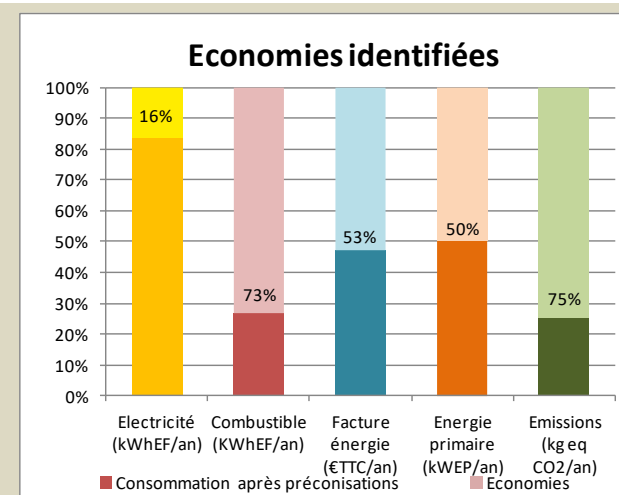
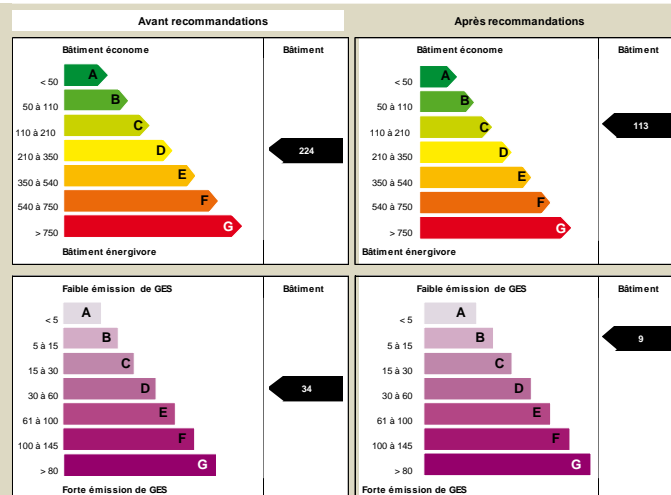
- CHIFFRAGE DU SCENARIO ++ - HORS EXTENSION

Idem scénario précédent, avec mise en place d'une ventilation double flux dans les bureaux et les classes et d'une régulation centralisée du chauffage et de la ventilation permettant une régulation de la température par pièce.

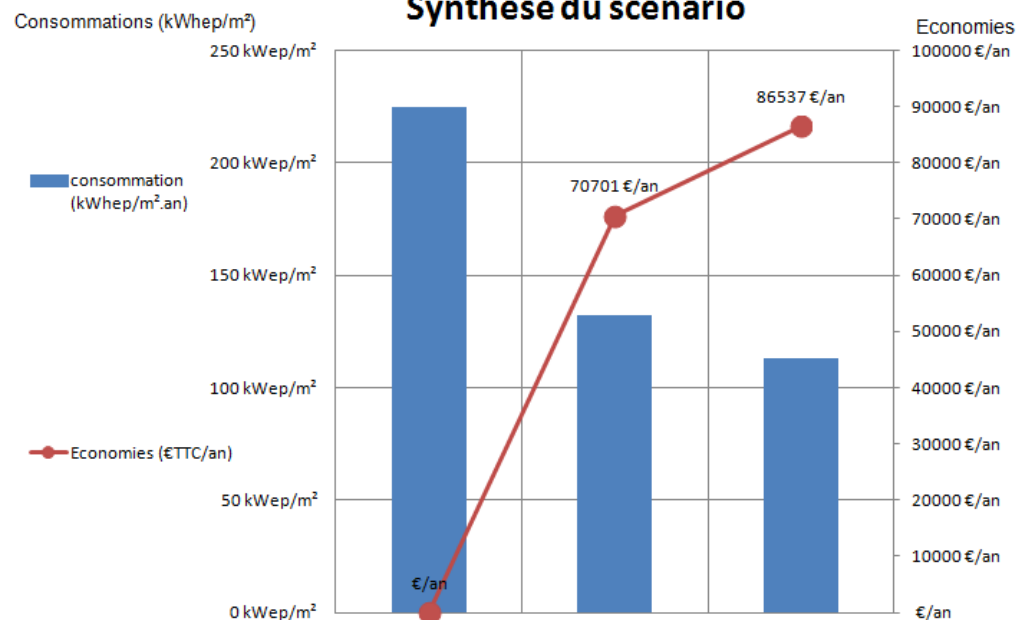
Scénario ++	Investissement		Économie identifiée							RSI actualisé
	Total		Électricité	Combustible	nergie primair	€TTC/an	%	kgCO2/an	%	coût
	€HT	€HT/m²	kWhEF/an	kWhPCI/an	kWhEP/m²					années
Isolation des combles perdus de l'aile nord par 30 cm de laine de verre en couches croisées pour une résistance de 7,5 m².K/W - <i>Travaux prévus pour 2014</i>	0 €	0 €HT/m²	-	33 515	3	3 042 €	2%	7 843	2%	-
Isolation par l'intérieur (étages) ou par l'extérieur (RDC) des murs des circulations uniquement, par 12 cm de laine de verre et habillage BA 13, pour une résistance thermique de l'ordre de 3.5 m².K/W.	113 376 €	10 €HT/m²	-	82 515	7	7 490 €	5%	19 309	5%	10
Isolation des planchers donnant sur l'extérieur (certaines circulations entre RDC et R+1) avec 14cm de PES + couche protectrice type fibrastyrène (ou autre système) pour une résistance de 4,5 m².K/W	15 895 €	1 €HT/m²	-	8 930	1	811 €	0%	2 090	1%	15
Isolation des combles exploités sous rampants et habillage BA 13	307 530 €	26 €HT/m²	109 590	36 530	27	14 275 €	9%	17 754	4%	16
Raccordement au réseau de chaleur du CPCU, y compris dépose des anciennes installations et mise aux normes locaux.	250 000 €	21 €HT/m²	-	152 000	13	25 132 €	15%	152 052	38%	8
Remplacement des menuiseries extérieures en simple vitrage (ensemble des menuiseries extérieures hormis celle déjà remplacées) pour une performance Uw < 1.6 W/(m².K) avec mise en place de petits bois sur ces fenêtres.	1 350 000 €	115 €HT/m²	-	260 424	22	23 639 €	14%	60 939	15%	34
Mise en place d'une ventilation mécanique type double flux dans les classes avec récupérateur-échangeur de chaleur	1 609 163 €	137 €HT/m²	- 17 531	233 771	16	19 467 €	12%	53 230	13%	38
Amélioration de la régulation du chauffage : Mise en place d'un système de régulation par zone du chauffage, Changement du système de chauffage lorsque non adapté, programmation centralisée du chauffage par régulation par classe	975 000 €	83 €HT/m²	1	165 000	14	12 075 €	7%	38 610	10%	41
TOTAL	4 621 000 €	395 €HT/m²	92 059	855 692	111	86 537 €	53%	297 074	75%	31

Ce scénario permet une réduction plus importante de la consommation d'énergie lié au chauffage : en 1ère approche, environ 75% d'économies.

Il permet une maîtrise importante des consommations d'énergie en cas de suivi poussées de l'exploitation des équipements climatiques : En effet, les équipements permettront une régulation du chauffage et de la ventilation par salle ou atelier, suivant l'occupation. Cela nécessitera un suivi très régulier de la programmation des installations.



Synthèse du scénario



Scénarios	Etat initial	Scénario +	Scénario ++
Investissement total	0 €	3 893 200 €	4 621 000 €
Investissement au m²	0 €	333 €	395 €
Consommation (kWhep/m²)	225	132	113
Etiquette énergie	D	C	C
Emissions de CO2 (kgeqCO2/m²)	34	12	9
Etiquette climat	D	B	B

Projets d'extension :

En cas de projets d'extension d'environ 1 250 m² utile, les consommations de ces nouvelles surfaces, construites selon le standard de la RT2012, **avaient été estimées à 30 MWh électrique et 50MWh de chaleur**. Ces consommations supplémentaires seront environ 10 fois plus faibles que les gains estimés suite à la réhabilitation thermique du bâtiment ancien. **Les consommations devront respecter les exigences de la RE2020.**

Commentaires :

Le bouquet travaux des deux scénarios permettrait une amélioration notable de la qualité du bâtiment, du confort des occupants et permettrait de diminuer la facture énergétique de moitié, grâce : à des économies d'énergie (sur le chauffage surtout) et au changement d'énergie pour le chauffage, permettant de profiter d'une énergie (réseau de chaleur) moins onéreuse que le fioul. Le raccordement au réseau de chaleur permettra une stabilité des coûts de l'énergie et une réduction des coûts de maintenance et de gros entretiens par rapport à la situation actuelle. En effet, la production de chaleur appartenant au gestionnaire du réseau, plus aucun investissement ne sera à réaliser sur ce poste et son entretien est très réduit. Les coûts d'exploitation des installations climatiques seront augmentés par la maintenance des équipements de ventilation des locaux.

Label BBC® Rénovation :

Le label Bâtiment Basse Consommation Rénovation est une norme française en rénovation qui est calculée par la méthode de calcul RTex. L'objectif de consommation à atteindre pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage est de 40% inférieur à une référence propre à chaque bâtiment, non estimable sans étude plus approfondie. Pour les bâtiments de logements à Paris, cette valeur est de 104 kWhep/m²_{SHON.an}. Ici, les résultats obtenus s'en approchent. Les deux scénarios devraient pouvoir permettre d'atteindre le niveau de performance BBC® et d'obtenir le label. **L'obtention du label BBC n'est cependant pas uniquement conditionnée par le respect d'une limite de consommation énergétique. Le critère carbone est également à considérer.**

Grenelle de l'environnement :

Les deux scénarios **permettent de dépasser les objectifs du Grenelle de l'Environnement à l'horizon 2020** pour les bâtiments publics : 46% d'économie sur l'énergie primaire au lieu de 40%, division par 3 des gaz à effet de Serre au lieu d'une division par 2, consommations d'énergie produites grâce à des sources d'énergie renouvelables > 25% pour un minimum de 23%, grâce au raccordement au réseau CPCU.

9. ANNEXE

1. ANNEXE 1 : DECRET TERTIAIRE DE LA LOI ELAN

L'article 175 de la loi ELAN du 23 novembre 2018 adapte l'obligation de travaux d'économie d'énergie dans le secteur des bâtiments tertiaires et fixe un objectif à l'horizon 2050 d'une réduction de 60 % de la consommation d'énergie finale (tous postes) par rapport à celle de l'année 2010 (ou année postérieure).

Deux textes d'application en découlent :

- Son décret d'application (dit décret tertiaire) du 23 juillet 2019, il fixe les nouvelles conditions d'application de cette obligation.
- L'arrêté du 10 avril 2020, expose les modalités de calcul pour atteindre les objectifs de réduction de consommation.

Ces textes obligent les propriétaires et preneurs à bail de bâtiments tertiaires à réduire les consommations en énergie finale surfacique de leurs surfaces tertiaires d'ici 2050, qu'ils soient publics ou privés, dès lors que la **surface plancher occupée par des activités tertiaires dans le bâtiment ou l'ensemble de bâtiments implanté sur une même unité foncière ou un même site est supérieure ou égale à 1 000 m²**.

L'obligation de réduction des consommations en énergie finale de ces surfaces tertiaires est progressive, le Décret Tertiaire fixant en tout trois échéances : 2030, 2040 et 2050.

Pour chacune d'entre elles, l'assujetti pourra choisir entre deux objectifs de consommation en énergie finale **surfacique** :

- **Objectif « relatif »** (C_{RELAT}) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique réduit par rapport à une consommation en énergie finale surfacique de référence, respectivement de :

Échéance	Objectif de réduction
2030	40 %
2040	50 %
2050	60 %

- **Objectif « absolu »** (C_{ABS}) – Un niveau de consommation en énergie finale surfacique fixé par arrêté pour chaque échéance et pour chaque typologie d'activité tertiaire, et fonction de la consommation des bâtiments neufs de la typologie d'activité.

Dans le cas de l'objectif relatif, l'année de référence est une année pleine d'exploitation, soit 12 mois consécutifs, respectant les critères suivants :

- Elle devra dater ou être postérieure à 2010 ;

- Elle ne pourra être postérieure à la première année de déclaration des consommations énergétiques sur la plateforme de déclaration gouvernementale OPERAT (Observatoire de la Performance Energétique, de la Rénovation et des Actions du Tertiaire) ;
- Elle devra être ajustée des variations climatiques (Degrés Jour Unifiés) ;
- Elle devra être décomposée par type d'énergie ;
- Elle devra être justifiée par des factures ou tout autre moyen approprié équivalent.

A noter que cet audit, ou un audit plus ancien, ne constitue pas un justificatif recevable pour le gouvernement.

Le décret introduit la possibilité de moduler les objectifs de consommation. Trois types de modulation sont possibles :

- Modulation des objectifs pour des raisons techniques, architecturales ou patrimoniales.
- Modulation des objectifs en fonction du volume d'activité : La modulation de l'objectif en fonction du volume d'activité est calculée automatiquement par la plateforme OPERAT, sur la base d'indicateurs à renseigner (par exemple, la nombre d'heure d'ouverture de l'établissement). Il y a une modulation de l'objectif lorsque ces indicateurs varient suivant une donnée étalon fixée dans l'arrêté du 10 avril 2020.
- Modulation des objectifs en cas de disproportion manifeste du coût des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale.

Les valeurs permettant de calculer la modulation pour certaines catégories de bâtiment n'ont pas encore été publiées.

Pour justifier les modulations d'objectifs un dossier technique est à transmettre. Ce dossier intègre :

- Une étude énergétique portant sur les actions d'amélioration de la performance énergétique et environnementale du bâtiment se traduisant par une réduction des consommations d'énergie finale et des émissions de gaz à effets de serre correspondantes.
- Une étude énergétique portant sur les actions visant à réduire les consommations des équipements liés aux usages spécifiques.
- Une identification des actions portant sur l'adaptation des locaux à un usage économe en énergie et sur le comportement des occupants.
- Un programme d'actions permettant d'atteindre l'objectif, qui s'appuie sur l'ensemble des leviers d'actions visés au II de l'article R. 131-39 du code de la construction et de l'habitation.

Le dossier technique est complété, en fonction de la nature des modulations dont il fait l'objet.

Les demandes de modulation peuvent être réalisées au maximum 5 ans après la première échéance de remontée des consommations de chaque décennie.

Pour la modulation des objectifs en cas de disproportion manifeste du coût des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommations d'énergie finale, le dossier techniques ne peut être invoqué que sur la base d'un calcul de temps de retour sur investissement brut du coût global, d'un des leviers d'actions d'amélioration de la performance énergétique et environnementale des bâtiments, déduction faite des aides financières perceptibles.

Des limites de temps de retour sur investissement brut ont été définies en fonction de la nature de l'action d'amélioration :

- 30 ans pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments portant sur leur enveloppe ;

- 15 ans pour les travaux de renouvellement des équipements énergétiques du bâtiment (hors consommables : ampoules et autres pièces de rechange dans le cadre de l'entretien courant des équipements) ;
- 6 ans pour la mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements, visant la gestion, la régulation, et l'optimisation en exploitation des équipements énergétiques.