

## Mise aux normes sécurité et optimisation environnementale et fonctionnelle du bâtiment d'enseignement et de recherche **JEAN ROGET**



## ETUDE DE FAISABILITE Note sur les scénarii environnementaux



## Table des matières

<b>CHAPITRE 1.</b>	<b>Suivi des modifications .....</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE 2.</b>	<b>Propositions techniques.....</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Propositions sur le bâti.....</i>	4
2.1.1	B1 : Isolation des murs par panneau rapporté .....	4
2.1.2	B1bis : isolation des murs par l'extérieur .....	6
2.1.3	B2 : Remplacement des menuiseries du RDC à R+4 et R+8 .....	6
2.1.4	B3 : Isolation toiture .....	7
2.1.5	B4 : Isolation du plancher haut du vide-sanitaire .....	7
2.1.6	B5 : Protections solaires – protections mobiles extérieures.....	7
2.1.7	B5bis : Protection solaires façade Sud – casquettes .....	8
2.1.8	B5ter : Protection solaires par double façade autoportante.....	8
2.2	<i>Propositions sur la régulation .....</i>	9
2.2.1	R1 : Equilibrage des réseaux de chauffage et de froid.....	9
2.2.2	R2 : Optimisation de la régulation des CTA .....	9
2.2.3	R3 : Optimisation de la régulation du chauffage .....	9
2.3	<i>Propositions sur les systèmes techniques .....</i>	10
2.3.1	S1 : Mise en place d'une ventilation dans les locaux non ventilés .....	10
2.3.2	S2 : CTA animalerie sur batterie électrique .....	10
2.3.3	S3 : Modification de la distribution de ventilation des salles de TP (R+1, R+2) .....	11
2.3.4	S4 : Sécurisation des extractions des sorbonnes .....	11
2.3.5	S5 : Désinfection P3 .....	11
2.3.6	S6 : Panneaux photovoltaïques en sur-toiture du bâtiment.....	11
<b>CHAPITRE 3.</b>	<b>Hypothèses de calcul.....</b>	<b>13</b>
<b>CHAPITRE 4.</b>	<b>Scénarios.....</b>	<b>15</b>
<b>CHAPITRE 5.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>17</b>

## CHAPITRE 1. Suivi des modifications

Modifications apportées en Mai 2022 :

- Correction du périmètre de travaux sur le changement des menuiseries et des protections solaires
- Précisions sur les protections solaires (fixes au Sud, mobiles à l'Est et à l'Ouest)
- Précisions sur la « philosophie » de mise en place du photovoltaïque
- S4 et S5 en prérequis
- Mise à jour du tableau de synthèse avec notamment le gain en kWh et en CO<sub>2</sub>, et la suppression des coûts d'investissement.
- Modification du chapitre « scénarios »
- Rajout de la possibilité de réduire la surface vitrée
- Ajout du chapitre 3 relatif aux hypothèses de calcul

## CHAPITRE 2. Propositions techniques

### 2.1 Propositions sur le bâti

Nota : Nous proposons une isolation des murs du bâtiment par l'extérieur, car elle présente les avantages suivants :

- Meilleur traitement de l'enveloppe et des ponts thermiques. Cela évite notamment des problèmes de pérennité du bâti et de condensation, problèmes que l'on rencontre dans certaines isolations par l'intérieur de bâtiments existants.
- Pas d'intervention à l'intérieur des locaux, ce qui est préférable en site occupé
- Pas de dépose des réseaux et radiateurs (ce qui serait le cas en isolation par l'intérieur)

#### 2.1.1 B1 : Isolation des murs par panneau rapporté

Nous proposons l'isolation des 4 façades par des panneaux isolants type Panobloc optimum de Techniwood.

Caractéristiques :

- Isolation 160 mm (isolant au choix, possibilité d'isolant biosourcé) -  $R > 4,45 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- Gestion de l'étanchéité à l'air intégrée au complexe
- Montage des menuiseries en atelier

L'épaisseur d'isolant proposée tient compte :

- Du respect du niveau demandé par les certificats d'énergie (la résistance doit être supérieure à 3,7)
- Des objectifs en terme de confort et maîtrise des consommations
- Du compromis épaisseur de façade / pertinence d'1 cm d'isolant supplémentaire.

**Attention, l'isolation ne doit être réalisée qu'avec une réfection totale de la ventilation !** Sinon, des risques de condensation et de dégradation rapide du bâti sont à prévoir.

L'isolation de la façade permet également de réduire le phénomène de paroi froide, et ainsi, pour une même température d'air dans les locaux, d'avoir un sentiment de confort thermique.

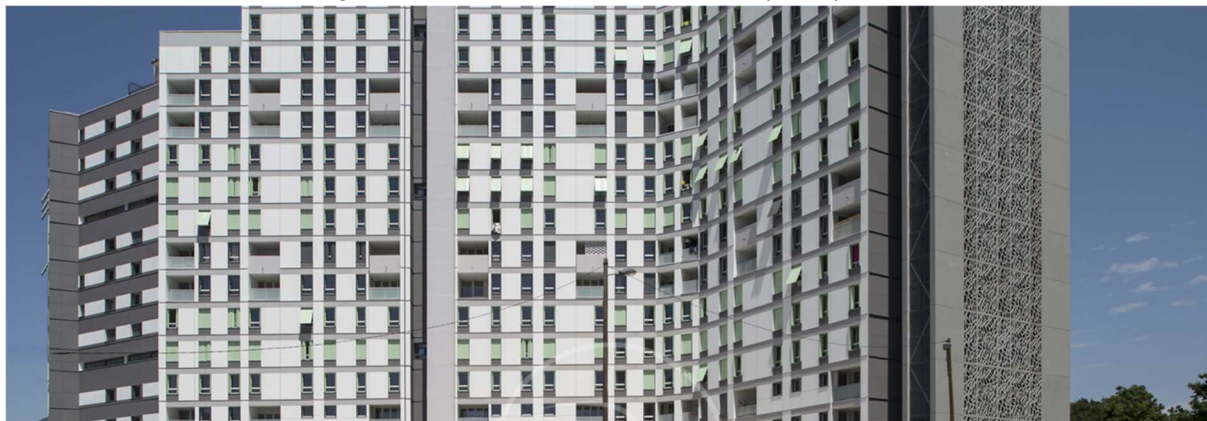
Gain énergétique : L'isolation complète de l'enveloppe permet de réduire les déperditions. Le poste chauffage est réduit d'environ 32%, ce qui entraîne une réduction globale des consommations du site de 14%.

Exemples :

- Réhabilitation de bâtiments universitaires sur le campus de la Doua, à Lyon



- Rénovation des logements « Arlequin » à Grenoble (R+15)



## 2.1.2 B1bis : isolation des murs par l'extérieur

### Caractéristiques :

- Isolation 16 cm laine minérale (variante isolation biosourcée) -  $R > 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Bardage ou enduit sur isolant

**Attention, l'isolation ne doit être réalisée qu'avec une réfection totale de la ventilation !**

L'épaisseur d'isolant proposée tient compte :

- Du respect du niveau demandé par les certificats d'énergie (la résistance doit être supérieure à  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )
- Des objectifs en terme de confort et maîtrise des consommations
- Du compromis épaisseur de façade / pertinence d'1 cm d'isolant supplémentaire.

L'isolation de la façade permet également de réduire le phénomène de paroi froide, et ainsi, pour une même température d'air dans les locaux, d'avoir un sentiment de confort thermique.

Gain énergétique : L'isolation complète de l'enveloppe permet de réduire les déperditions. Le poste chauffage est réduit d'environ 32%, ce qui entraîne une réduction globale des consommations du site de 14%.

## 2.1.3 B2 : Remplacement des menuiseries du RDC à R+4 et R+8

L'objectif est de remplacer les menuiseries actuelles en simple vitrage par des menuiseries neuves performantes, ce qui permettra d'améliorer le confort en hiver (moins de paroi froide, moins d'infiltration) mais également en été.

Dans le programme, il conviendra de préciser que **toute réduction de la surface vitrée pourra être étudiée** si elle ne détériore pas significativement le confort visuel. Cela peut consister :

- En la réduction de la hauteur des menuiseries
- En la suppression de menuiseries (paroi opaque isolée devant) pour certains locaux ne nécessitant pas d'accès à la lumière naturelle.

Niveaux concernés : SS1, RDC, R+1, R+2, R+3, R+4, R+8

### Caractéristiques :

- Menuiseries en bois- aluminium
- $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  (éligible CEE)
- $S_w < 0,35$  (éligible CEE)
- Possibilité d'avoir un vitrage à store intégré pour gérer le confort d'été

**Attention, le changement des menuiseries ne doit être réalisé qu'avec une réfection totale de la ventilation !**

La mise en place de nouvelles menuiseries permet également de réduire les infiltrations et de réduire le phénomène de paroi froide. Ainsi, pour une même température d'air dans le local, la sensation de confort sera meilleure.

Gain énergétique : Le remplacement des menuiseries en simple vitrage permet de réduire les déperditions. Le poste chauffage est réduit d'environ 38%, ce qui entraîne une réduction globale des consommations du site de 16%.



Variante : Dans une variante, nous proposons de remplacer l'ensemble des menuiseries. La réduction sur le poste chauffage est d'environ 50%, ce qui entraîne une réduction globale des consommations du site de 23%.

Cette variante est bien entendu plus cohérente dans une optique de rénovation thermique globale.

### 2.1.4 B3 : Isolation toiture

L'objectif serait d'isoler la toiture avec 2 x 100 mm de polyuréthane ( $R = 9 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ )

Cependant, cela implique :

- De refaire l'étanchéité de la toiture ;
- De déposer l'ensemble des équipements techniques en toiture, donc de couper les centrales de traitement d'air, dont la CTA de l'animalerie.

A ce jour il ne nous semble pas réaliste de réaliser ces travaux, d'autant plus que le gain sera limité, les déperditions par la toiture étant faibles dans le bilan énergétique du bâtiment.

*Toutefois dans le cadre d'une rénovation du R+8, il sera pertinent d'étudier la réalisation d'une isolation en sous face du plancher (projetée ou panneaux rapportés). EODD met en garde contre les problèmes de condensation qui peuvent avoir lieu suite à l'isolation de la toiture.*

Gain énergétique : L'isolation complète de la toiture, en considérant au préalable la dépose de tous les équipements techniques, réduit le poste chauffage d'environ 13%, ce qui entraîne une réduction globale des consommations du site de 6%.

Nous conseillons la réalisation de l'isolation de la toiture lors de la réfection de l'étanchéité.

### 2.1.5 B4 : Isolation du plancher haut du vide-sanitaire

A ce jour il ne nous semble pas pertinent de réaliser ces travaux du fait du gain énergétique limité, les déperditions par le plancher bas étant faibles dans le bilan énergétique du bâtiment.

Cependant, en cas d'inconfort thermique important des usagers des étages inférieurs, il est possible de réaliser cette opération.

*Nota : pour illustrer nos propos, nous avons réalisé des calculs qui montrent que l'isolation complète du plancher bas permet de réduire les consommations du site de moins de 1%. Il ne nous paraît donc pas pertinent d'approfondir cette solution.*

### 2.1.6 B5 : Protections solaires – protections mobiles extérieures

La façade Sud du bâtiment n'est pas protégée du rayonnement solaire et surchauffe dès la mi-saison. La situation est à peine meilleure sur les façades Est et Ouest. Il est donc impératif d'ajouter des **protections solaires extérieures** aux vitrages, notamment dès que les menuiseries sont changées.

En façade Sud, des protections fixes (casquettes) sont pertinentes car elles nécessitent une faible maintenance et sont pérennes. D'autre part, en été, la protection solaire est efficace quel que soit le comportement des utilisateurs.

Des protections mobiles sont pertinentes pour concilier éclairage naturel et confort thermique.

Cette première solution propose des stores toiles extérieurs type Soloscreen sur les menuiseries remplacées.

*Nota : en cas d'isolation du bâtiment par des panneaux rapportés, les protections solaires seront intégrées au vitrage.*

### 2.1.7 B5bis : Protection solaires façade Sud – casquettes

Une autre solution pour la façade Sud consiste à mettre des casquettes au-dessus des menuiseries en façade Sud. Ces casquettes peuvent éventuellement être des casquettes photovoltaïques.

Exemple : Rénovation énergétique du SIERG, à Echirolles



### 2.1.8 B5ter : Protection solaires par double façade autoportante

Une troisième solution permettant conjointement de traiter la question des fluides spéciaux, les rejets des sorbonnes (vétustes) et le confort thermique consisterait en la réalisation d'une paroi extérieure autoportante (brise soleil + coursives).

Cette structure pourrait être mise à profit pour :

- Localiser en dehors de l'immeuble des bouteilles permettant de localiser au plus proche des besoins les bouteilles gaz spéciaux,
- Faire cheminer les gaz spéciaux généraux utilisés massivement dans l'immeuble,
- Implanter des brises soleils,
- Faire cheminer à l'extérieur les réseaux sorbonnes et rejet à une altitude permettant de ne pas polluer les systèmes de traitement d'air.





## 2.2 Propositions sur la régulation

### 2.2.1 R1 : Equilibrage des réseaux de chauffage et de froid

L'équilibrage des réseaux de chauffage et de froid est impératif pour harmoniser les températures et s'assurer que la température de consigne peut être atteinte dans tous les locaux. Il pourra se baser sur l'état des lieux dressé en 2015 par l'entreprise France Equilibrage.

L'équilibrage concerne :

- Le réglage au niveau des vannes de chaque pied de colonne
- Le réglage des tés de chaque radiateur
- Le réglage de la puissance froid à chaque intersection

*Nota : le rééquilibrage des réseaux de chauffage pourra être l'occasion de vérifier le fonctionnement des robinets thermostatiques des radiateurs*

Gain énergétique : Bien que cela soit difficilement quantifiable, nous pensons de par notre expérience qu'un meilleur équilibrage peut réduire les consommations de chauffage de l'ordre de 5%, soit environ 2% de réduction des consommations totales du bâtiment.

L'équilibrage permet également d'améliorer le confort en homogénéisant les températures dans les locaux et en garantissant l'atteinte de la température de consigne.

### 2.2.2 R2 : Optimisation de la régulation des CTA

Le fonctionnement actuel de la ventilation n'est pas satisfaisant. Les opérations suivantes sont proposées :

- Mise en place d'une programmation horaire sur les CTA « labos banalisés » du R+5 et R+6,
- Mise en place d'une extinction des sorbonnes en inoccupation dans les salles de TP (environ 30 sorbonnes concernées). Pour cela, il faudra communiquer pour que les sorbonnes ne servent pas de stockage pour les produits chimiques.

Gain énergétique : Nous estimons une réduction des consommations électriques de 19% et une réduction des consommations de chauffage de 7%. Au global, on a une réduction des consommations de 14%.

### 2.2.3 R3 : Optimisation de la régulation du chauffage

L'objectif est de mettre en place des réduits sur la température de départ des réseaux (nuit, weekends, vacances). Attention, du fait de la configuration de la sous-station, cette intervention n'est pas envisageable actuellement (la température de départ des réseaux est conditionnée par la température de départ du réseau CTA).

Gain énergétique : Nos retours d'expérience montrent que ces réglages peuvent réduire d'environ 3% les consommations de chauffage, et donc le bilan des consommations d'environ 1%.

## 2.3 Propositions sur les systèmes techniques

### 2.3.1 S1 : Mise en place d'une ventilation dans les locaux non ventilés

Le fonctionnement de la ventilation n'est pas satisfaisant, avec notamment de nombreux locaux non ventilés (voir plans dans le chapitre de l'état des lieux), notamment :

- Le RDC
- Le R+1
- Le R+2
- Le R+3
- L'aile Sud du R+4
- Le R+8

Il est donc envisagé de relier les locaux non ventilés aux centrales de traitement d'air les plus proches (R+4, R+8) ou de créer de nouvelles CTA.

Gain énergétique : La mise en place d'une ventilation double flux dans ces locaux ne réduit pas les consommations, au contraire.

En effet, cela engendre des consommations électriques supplémentaires (+6% sur la consommation électrique, + 3% au global sur la facture énergétique).

Les consommations de chauffage, quant à elles, sont globalement stables. En effet, le débit de ventilation est augmenté (actuellement ventilation uniquement liée aux infiltrations), mais une grande partie des calories est récupérée. On considère donc que le bilan des calories est neutre.

### 2.3.2 S2 : CTA animalerie sur batterie électrique

L'objectif est de rendre les CTA animalerie plus indépendantes pour pouvoir couper le réseau de chauffage en été. Deux solutions sont possibles :

- L'animalerie est déplacée dans un autre bâtiment
- Une batterie électrique est ajoutée sur les CTA de l'animalerie (déjà fait pour animalerie du LRB) : en été, le chauffage de l'air soufflé est assuré par des batteries électriques et non par le réseau chaud, qui peut donc être coupé.

L'une ou l'autre des solutions est retenue en fonction des scénarios fonctionnels choisis.

Gain énergétique : pas estimable à ce stade (trop d'incertitudes). Le gain environnemental serait composé :

- De la réduction des consommations électriques des pompes de la sous-station (consommations annuelles des pompes réduites de 40%)
- De la réduction des consommations de chauffage, du fait de la circulation de fluides chauds en été dans le bâtiment

- De l'amélioration du confort en été, car la circulation des fluides chauds dans le bâtiment en été ne peut qu'augmenter la température intérieure

### 2.3.3 S3 : Modification de la distribution de ventilation des salles de TP (R+1, R+2)

Les CTA Happel qui desservait les salles de TP du R+1 et du R+2 ont été abandonnées. Actuellement, il n'y a donc plus de ventilation hygiénique contrôlée dans ces locaux. Les CTA de compensation fonctionnent cependant toujours.

Les gaines techniques étant encombrées par les remontées de ventilation des sorbonnes, nous proposons de déposer ces réseaux pour libérer de l'espace dans les gaines techniques et de créer une remontée de ces gaines en façade (cf. suggestion B5ter)

Cette opération est bien évidemment couplée avec la mise en place de CTA fonctionnelles pour ces deux niveaux.

### 2.3.4 S4 : Sécurisation des extractions des sorbonnes

L'air extrait des sorbonnes est susceptible de contenir des produits dangereux qui ne doivent pas être inhalés. Dans l'usage actuel, ces extractions sont situées en toiture, et selon les conditions météorologiques les polluants peuvent être emportés près des entrées d'air neuf des CTA.

Les extracteurs des sorbonnes étant essentiellement liés aux salles de TP, il est prévu de placer les conduits à l'extérieur du bâtiment. Le rejet pourra alors s'effectuer en toiture mais à l'écart de l'entrée d'air neuf des CTA (cf. suggestion 5ter).

### 2.3.5 S5 : Désinfection P3

Le laboratoire P3 est actuellement ventilé et chauffé en permanence. Sa désinfection permettrait d'économiser chaque année :

- Consommations de ventilation : 70 000 kWh<sub>élec</sub> soit une baisse de 3% des consommations d'électricité ou 2% des consommations totales
- Consommations de chauffage : 187 000 kWh<sub>ch</sub> soit une baisse de 11% des consommations de chauffage et donc 5% des consommations globales.

Nous préconisons donc de réaliser les travaux de désinfection le plus rapidement possible, les économies seront rapides.

*Nota : cette désinfection est programmée sur 2022, ce qui va permettre une baisse significative des consommations d'électricité et de chauffage du site.*

### 2.3.6 S6 : Panneaux photovoltaïques en sur-toiture du bâtiment

La mise en place de panneaux photovoltaïques en sur-toiture serait envisageable pour protéger la toiture. L'objectif serait d'en consommer une partie et de revendre le surplus. Une étude de faisabilité pour optimiser le montage financier sera nécessaire.

#### Caractéristiques :

- 1250 m<sup>2</sup> de panneaux polycristallins
- Puissance installée : 200 kWc
- Production d'énergie : environ 240 000 kWh/an.

Cependant, une installation en toiture semble complexe du fait :

- De la hauteur du bâtiment et de la difficulté d'accès induite
- De la présence d'équipements sensibles en toiture (extractions techniques, CTA, ...)

**A ce stade, une solution photovoltaïque en toiture n'est donc pas retenue.**

Une variante consiste à mettre des panneaux photovoltaïques en façade Sud. Ce dispositif est cependant relativement complexe (passage de réseaux techniques, orientation non optimale, ...). Elle pourra être étudiée par l'équipe de conception si elle est pertinente avec le projet, mais ne doit pas être étudiée dans un seul souci d'image.

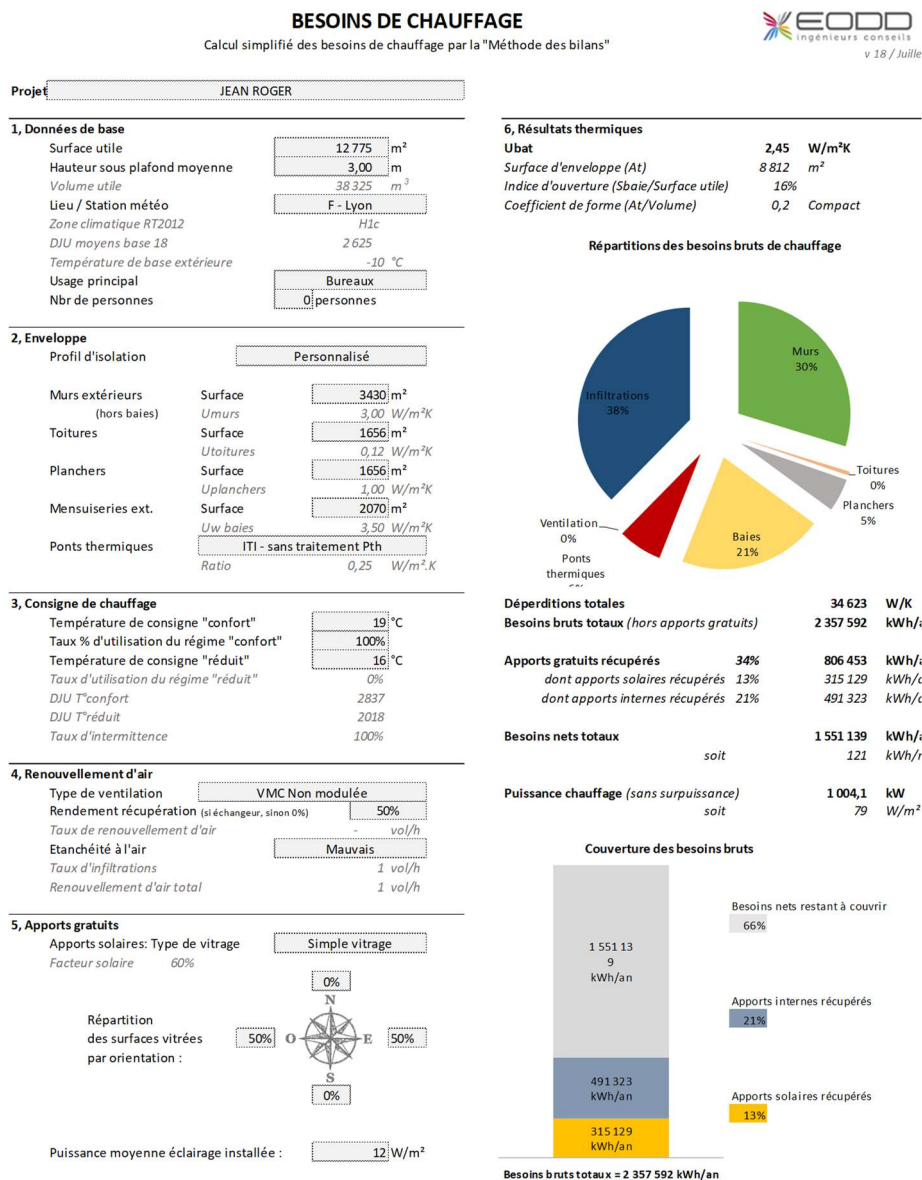
## CHAPITRE 3. Hypothèses de calcul

Pour estimer au mieux les économies d'énergie engendrées, un pré-calcul des consommations a été réalisé. Nous attirons l'attention sur le fait que l'incertitude du calcul est très importante pour de nombreuses raisons :

- A ce jour nous n'avons pas accès aux consommations du bâtiment, que cela soit pour l'électricité ou le chauffage, et il faut faire une hypothèse de consommation du bâtiment
- Les consommations liées au process sont difficiles à estimer (peu d'information sur l'utilisation et les consommations des équipements). Or il s'agit d'une proportion des consommations importante.
- L'état de la ventilation du bâtiment est inconnu, et les déperditions par la ventilation sont difficiles à estimer.
- L'étanchéité à l'air du bâtiment est variable et non connue.

Les hypothèses retenues ont été les suivantes :

- Calcul des besoins de chauffage



- Calcul des consommations tous usages

On considère un rendement global de 87% pour le chauffage (pertes de distribution limitées car circulation dans le volume chauffée, et rendement d'émission de 87%).

On a donc une répartition qui est la suivante :

- Electricité : 2 550 000 kWh/an
- Chauffage 1 732 800 kWh/an

Au sein de la consommation électrique, nous avons choisi de différencier la consommation liée à la ventilation qui représente une part significative de la consommation électrique. Nous considérons qu'elle s'élève à 1 323 200 kWh/an.

Pour la mise en place d'une ventilation supplémentaire, nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- Surface concernée : 8100 m<sup>2</sup>
- SFP (extraction + soufflage) = 0,8 W/m<sup>3</sup>.h
- Débit de ventilation moyen = 1 vol/h



## CHAPITRE 4. Scénarios

Suite à l'étude de chaque action de performance énergétique, voici les travaux qui sont nécessaires pour respecter le décret tertiaire. Ils sont classés par priorité en fonction de leur pertinence, de leur coût d'investissement, de leur temps de retour sur investissement, de leur facilité de mise en oeuvre et de leur impact environnemental.

Priorité	Action	A réaliser
Pré-requis	E0 : Etat des lieux approfondi des installations	X
	S4 : Sécurisation des extractions des sorbonnes	X
	S5 : Désinfection du P3	2022
Action 1	R1 : Equilibrage des réseaux de chauffage et de froid	X
Action 2	R2 : Optimisation de la régulation des CTA	X
	R3 : Optimisation de la régulation du chauffage	X
	S1 : Mise en place d'une ventilation dans les locaux non ventilés	X
	S2 : CTA des animaleries sur batterie électrique	X
	S3 : Modification de la distribution de la ventilation des salles de TP	X
Action 3	B1 ou B1bis : Isolation des murs	X
	B2 : Remplacement des menuiseries (RDC → R+4 + R+8)	X
	B5 : Protections solaires sur menuiseries changées	X
	S6 : Panneaux photovoltaïques en toiture	Optionnel
Si rénovation	B3 : Isolation toiture	Non, sauf si étanchéité
	B4 : Isolation plancher sur vide-sanitaire	Optionnel

**Toutes les actions cochées doivent être réalisées pour réduire de 40% les consommations énergétiques**, c'est à dire respecter le décret tertiaire, sur la base des estimations dont nous disposons.

D'autre part, **il ne nous paraît pas pertinent de réaliser les travaux sur l'enveloppe sans optimiser la ventilation et les systèmes et vice-versa, ces deux actions étant étroitement liées.**

Nota : Dans l'état des lieux technique, il nous paraît pertinent de réaliser des mesures de débit de ventilation (en premier lieu soufflage et reprise des CTA mais également un échantillonnage des locaux), de mettre en place un compteur pour le bâtiment (chauffage et électricité) ainsi que d'effectuer un relevé des températures de soufflage de chaque CTA.

	Gain énergétique par rapport à l'état initial (kWh)	Economies de CO2 (tonnes/an)	Economies (€TTC/an)
<b>Enveloppe thermique (B1+B2+B5)</b>	412 938 kWh <sub>élec</sub> /an 1 537 000 kWh <sub>ch</sub> /an  - 47%	229	263 000
Isolation par l'extérieur des façades			
Remplacement des menuiseries en simple vitrage avec protections solaires intégrées pour l'ensemble du bâtiment			
<b>Optimisation des systèmes - désinfection P3 - mise en place d'une ventilation - régulations (R1+R2+R3+S1+S2+S3+S4+S5)</b>			
Equilibrage réseaux chauffage / froid + optimisation régulation et loi d'eau			
Equilibrage des réseaux CVC			
Mise en place d'une ventilation			

Nota 1 : les hypothèses de coûts d'investissement sont décrits dans le tableau général.

Nota 2 : les hypothèses de coût énergétique (Mai 2022) sont les suivantes :

- Electricité : 19 c€/kWh
- Chauffage urbain : 12 c€/kWh

**Nous insistons sur le fait que le coût des énergies augmente et que les économies calculées le sont pour les coûts de l'année 2022. Au regard de l'augmentation des coûts de l'énergie (environ 3% par an), les économies engendrées par les travaux de rénovation énergétiques seront de plus en plus importantes. D'autre part, ces calculs sont faits sans tenir compte des coûts environnementaux (coût de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée).**

## CHAPITRE 5. Conclusion

Pour respecter les objectifs du décret tertiaire, il est impératif :

- De supprimer les consommations liées à des équipements qui fonctionnent inutilement et de mettre aux normes :
  - Programmation horaire des CTA
  - Programmation horaire du chauffage
  - Désinfection du P3 pour pouvoir couper les installations techniques associées
  - Sécurisation des extractions des sorbonnes
- De procéder à une rénovation globale du bâti :
  - Isolation par l'extérieur
  - Mise en place de protections solaires extérieures
  - Remplacement des menuiseries
  - Mise en place d'une ventilation dans les locaux non ventilés
- D'optimiser les systèmes techniques
  - Equilibrage des réseaux aérauliques
  - Equilibrage des réseaux hydrauliques
  - Mise en place de batteries électriques sur les CTA des animaleries

Au niveau du phasage, nous conseillons de rénover le bâti avant d'optimiser les systèmes techniques, car l'équilibrage des réseaux devra de toute façon être refait suite à l'isolation du bâtiment.

Enfin, ce scénario permet de garder une perspective d'économies supplémentaires jusqu'à 2050 : isolation du plancher bas et de la toiture, rénovation des menuiseries des étages 5, 6 et 7, remplacement des centrales de traitement d'air existante avec la mise en place de récupérateurs de chaleur, remplacement des sorbonnes, relamping performant, changement des pompes par des moteurs plus performants.