



Etat de lieux des consommations énergétiques du parc bâti et gisements associés sur la région Bretagne

Bâtiments types et paramètres de simulation

SOMMAIRE

METHODOLOGIE GENERALE DU CALCUL DES CONSOMMATIONS	3
CALCUL DES BESOINS EN DYNAMIQUE	3
CALCUL DES CONSOMMATIONS	4
PARAMETRES MORPHOLOGIQUES	5
GESTES D'AMELIORATION	5
BRANCHE BUREAUX-ADMINISTRATIONS	6
BATIMENTS TYPES	6
PARAMETRES DE SIMULATION	27
BRANCHE ENSEIGNEMENT-RECHERCHE	28
BATIMENTS TYPES	28
PARAMETRES DE SIMULATION	45
BRANCHE HABITATS COMMUNAUTAIRES	50
BATIMENTS TYPES	50
PARAMETRES DE SIMULATION	72
BRANCHE SANTE-SOCIAL	75
BATIMENTS TYPES	75
PARAMETRES DU CALCUL	95
BRANCHE COMMERCE	97
PARAMETRES DE SIMULATION	97
DESCRIPTION TYPOLOGIQUE	98
PLAN MASSE ET PARAMETRES D'OCCUPATION	104
BRANCHE CAFE HOTEL RESTAURANT	117
TPOLOGIE DE PAROIS	117
BATIMENTS TYPES	126
TPOLOGIE D'OCCUPATION	135
BRANCHE SPORT, LOISIR, CULTURE ET EQUIPEMENTS DIVERS	138
BATIMENTS TYPES	138
PARAMETRES DE SIMULATION	173

METHODOLOGIE GENERALE DU CALCUL DES CONSOMMATIONS

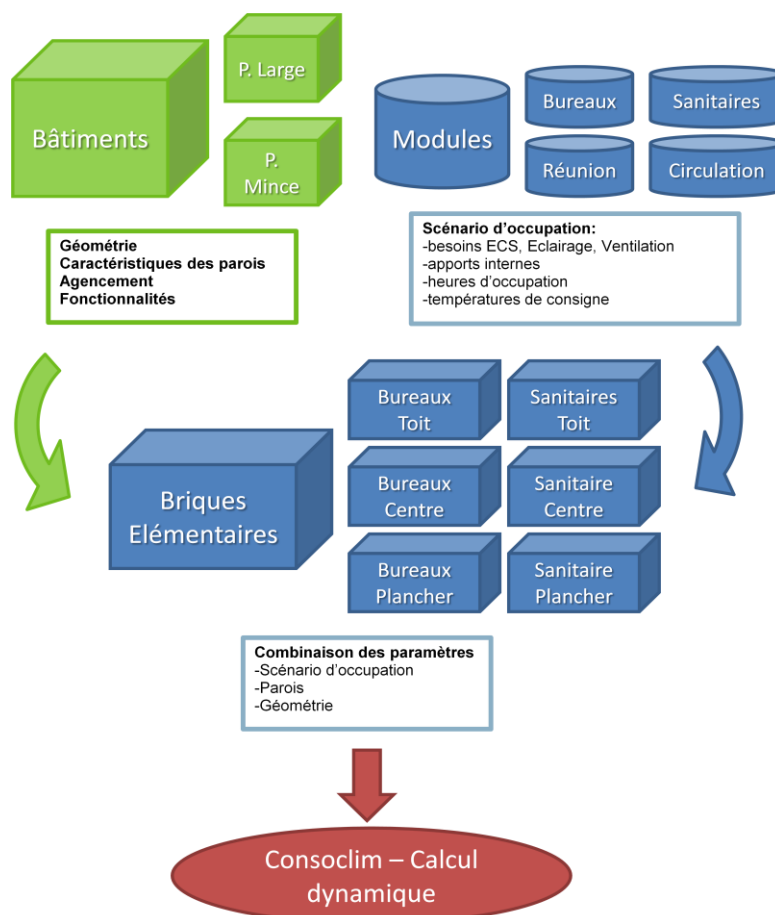
La méthode de reconstitution des consommations se décompose en deux parties : un calcul des besoins en dynamique sans considération de systèmes (hors ventilation, éclairage et régulation) basé sur les algorithmes de calcul de Consoclim (logiciel de simulation thermique dynamique développé par le Centre Energétique et Procédés de l'Ecole des Mines de Paris), suivi d'un post-traitement non dynamique (moyennes annuelles) où les différents systèmes de production, de distribution et d'émission seront pris en compte.

Calcul des besoins en dynamique

Si d'un immeuble de bureau à l'autre, les caractéristiques géométriques du bâtiment, ou les performances thermiques des parois opaques peuvent changer, les paramètres d'occupation sont sensiblement identiques.

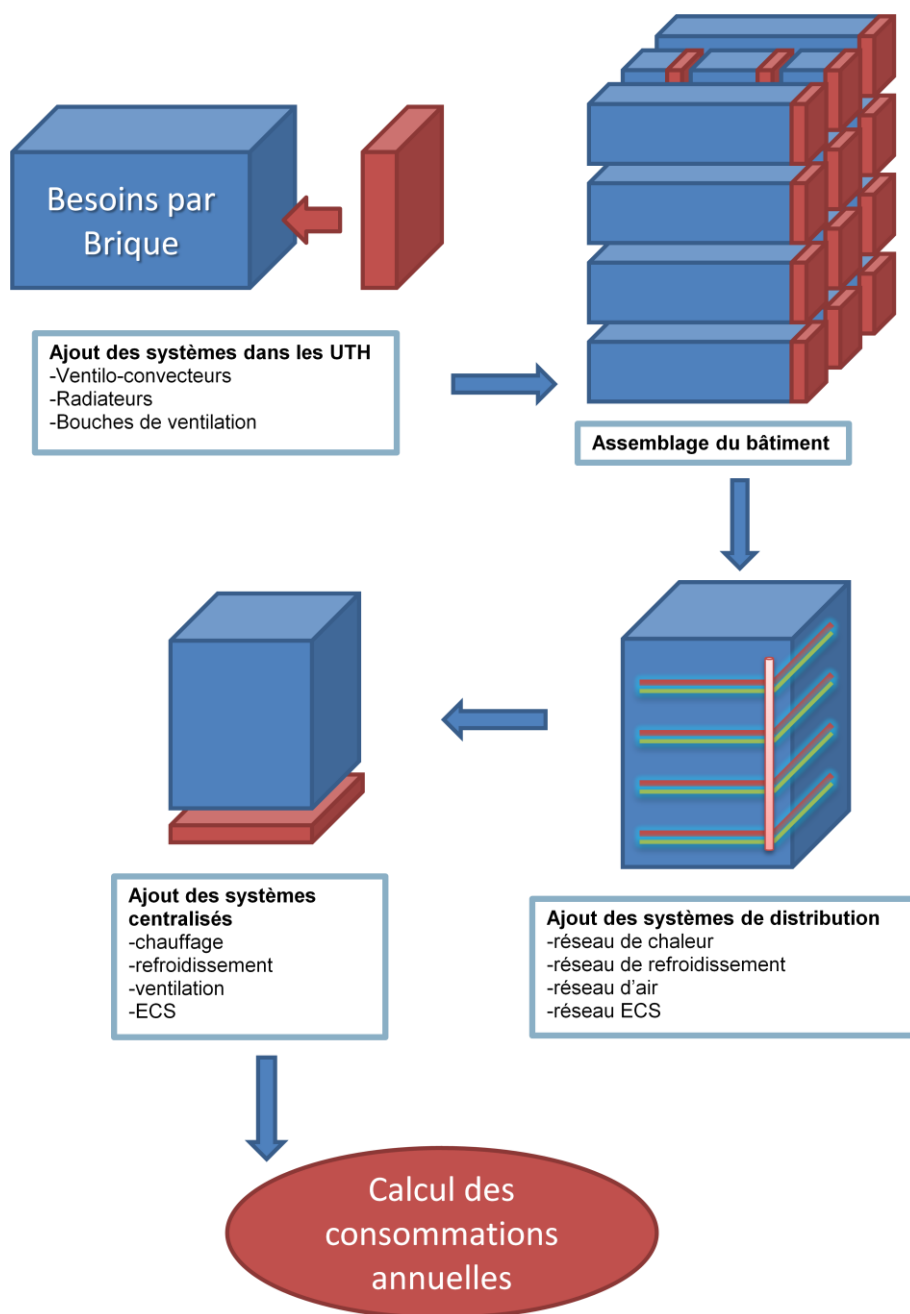
Ainsi, ces deux types de données d'entrée seront découplées par une approche modulaire des calculs des besoins : un bâtiment est alors décrit comme un ensemble de pièces (ou briques) thermiquement indépendantes, ayant des paramètres géométriques qui leur sont propres, auxquelles sont associées des fonctionnalités (ou modules) décrites par des paramètres d'occupation (heures d'occupation, température de consigne, besoin en éclairage, en ventilation, en ECS, apports internes, etc.).

Est alors obtenu un descriptif de la structure de chacun des bâtiments à modéliser ainsi qu'une description des fonctionnalités (bureaux cloisonnés, bureaux open space, sanitaires, salle de réunion, etc.) à associer pour décrire les différentes pièces ou briques d'un bâtiment. Etant donné que certaines briques se comportent de façon identique (un bureau au 5^{ème} étage se comportera comme un bureau au 9^{ème} étage), leur description se bornera uniquement à des briques élémentaires composant un bâtiment. Exemple pour les immeubles de bureaux (plateaux large et mince).



Calcul des consommations

Les besoins ainsi que les puissances maximales nécessaires pour chaque brique sont assemblées afin de reconstituer le bâtiment dans son intégralité, de déterminer quels en sont les besoins totaux et in fine de dimensionner les systèmes de distribution (pompes, ventilateurs) et de production (chaudières, climatiseurs..). Les consommations sont alors calculées par usage à partir des rendements associés à chaque système.



UTH : Unités thermiquement homogènes

Paramètres morphologiques

► Nombre d'étages

Le nombre d'étages pour chaque typologie est déterminé à l'échelle régionale, et constitue un paramètre de calage des consommations régionales.

► Facteur de forme

Le facteur de forme symbolise la forme du bâtiment considéré, en diminuant ou en augmentant la surface de déperdition de ses parois verticales. Ainsi, un bâtiment ayant un facteur de forme de 0,8 aura 20% de ses parois verticales qui ne se verront pas affectées de déperdition, il s'agit alors de représenter un taux de mitoyenneté. A l'inverse, un facteur de forme supérieur à 1 permettra de considérer que le bâtiment a une forme plus complexe, moins compacte, que celle décrite avec le plan masse, et donc se verra augmenter sa surface déperditrice verticale.

L'apport du facteur de forme est donc de prendre en compte un taux de mitoyenneté ou bien de corriger les surfaces verticales déperditives dans le cas de bâtiments aux formes complexes.

Gestes d'amélioration

Pour chacune des branches étudiées, il a été choisi d'appliquer aux bâtiments types trois familles de geste d'amélioration, qui ont donné lieu à de nouvelles simulations thermiques :

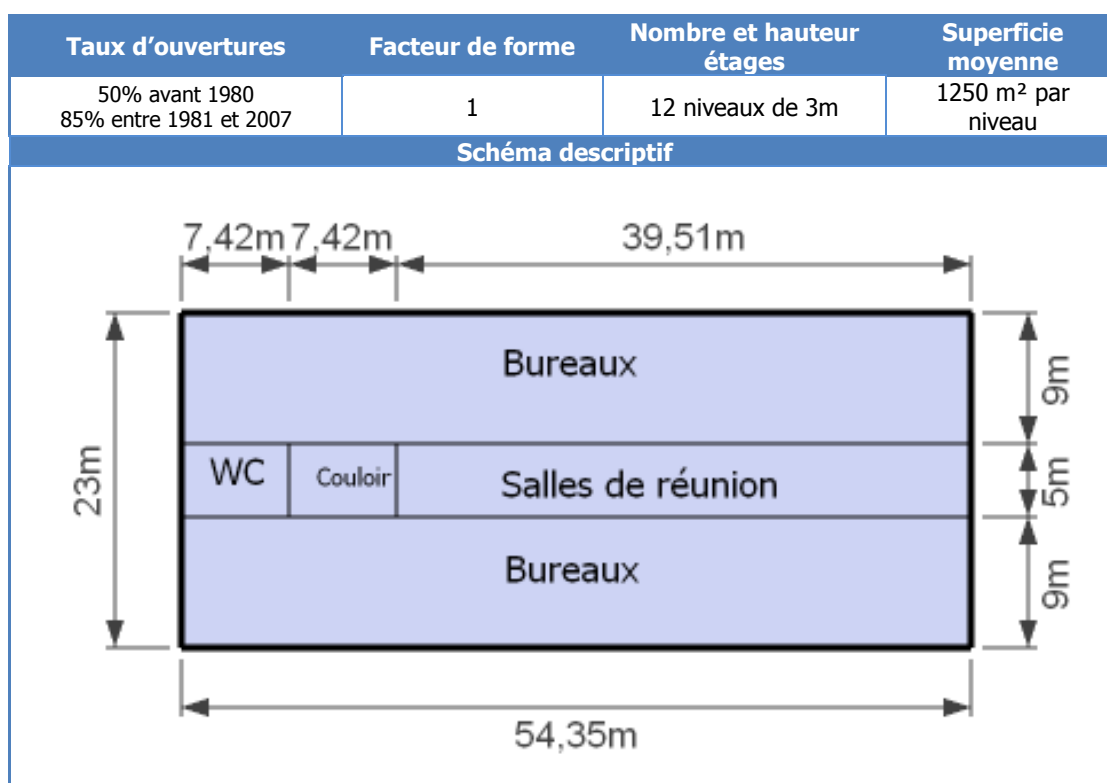
- **Geste modeste bâti** : mise en conformité des parois déperditives à la réglementation thermique « existant » par élément, sans changement ou amélioration de système.
- **Geste modeste système** : substitution des systèmes équipant le bâtiment (ventilation, climatisation, chauffage, éclairage, ecs) par des technologies plus performantes. Il est à noter qu'aucune substitution énergétique n'a été opérée.
- **Geste intermédiaire** : mise en conformité des performances thermiques du bâtiment à la réglementation thermique « existant » globale. Les systèmes sont également améliorés de la même façon que pour le geste modeste système.
- **Geste maximal** : amélioration des performances thermiques du bâtiment par une approche volontariste type facteur 4/BBC. Les systèmes sont améliorés de la même façon que pour le geste modeste système.

Pour chacune de ces familles de gestes, les coûts unitaires induits par l'amélioration des parois des bâtiments sont fournis dans les tableaux en euros hors taxes par mètre carré d'isolant posé. Ces fourchettes de coûts comprennent la main d'œuvre mais pas les travaux de finition.

BRANCHE BUREAUX-ADMINISTRATIONS

Bâtiments types

► Immeuble à plateau large, bureaux paysagés



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R= 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton non isolée sur vide sanitaire U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide de laine de verre R ≥ 2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage métal sans rupture de pont thermique- Uw=3,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 6 cm de PSE U = 0,54 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R=5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évérrer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6cm de polyuréthane U = 0,43 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée avec 8cm de PSE U= 0,31 W/m².K	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage alu sans rupture de pont thermique Uw=3,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéïté des fenêtres	Fenêtre alu 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre alu avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

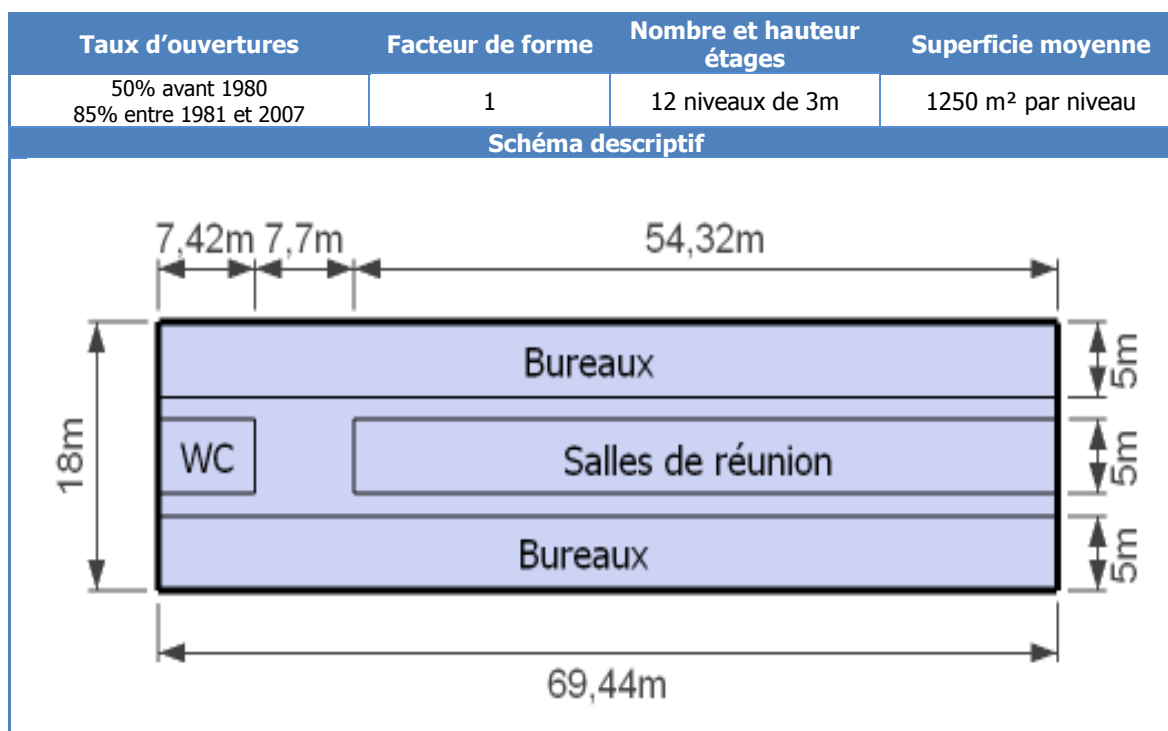
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	façade rideau Ucw = 2,9 W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, ce qui engendrerait des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,29 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée avec 10 cm de PSE U = 0,25 W/m².K	–	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par- dessus	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	façade rideau Ucw =2,9W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, qui engendreraient des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² fenêtre	350 + 600 = 950	450 + 700 = 1150	/m² façade vitrée + /m² ouvrant	1150	1400	/m² façade rideau

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

► **Immeuble à plateau large, bureaux cloisonnés**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R= 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton non isolée sur vide sanitaire U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide de laine de verre R ≥ 2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage métal sans rupture de pont thermique- Uw=3,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 6 cm de PSE U = 0,54 W/m².K	—	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R=5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'élever parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	—	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6cm de polyuréthane U = 0,43 W/m².K	—	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	—	—	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée avec 8cm de PSE U= 0,31 W/m².K	—	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage alu sans rupture de pont thermique Uw=3,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre alu 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre alu avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	—	—	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

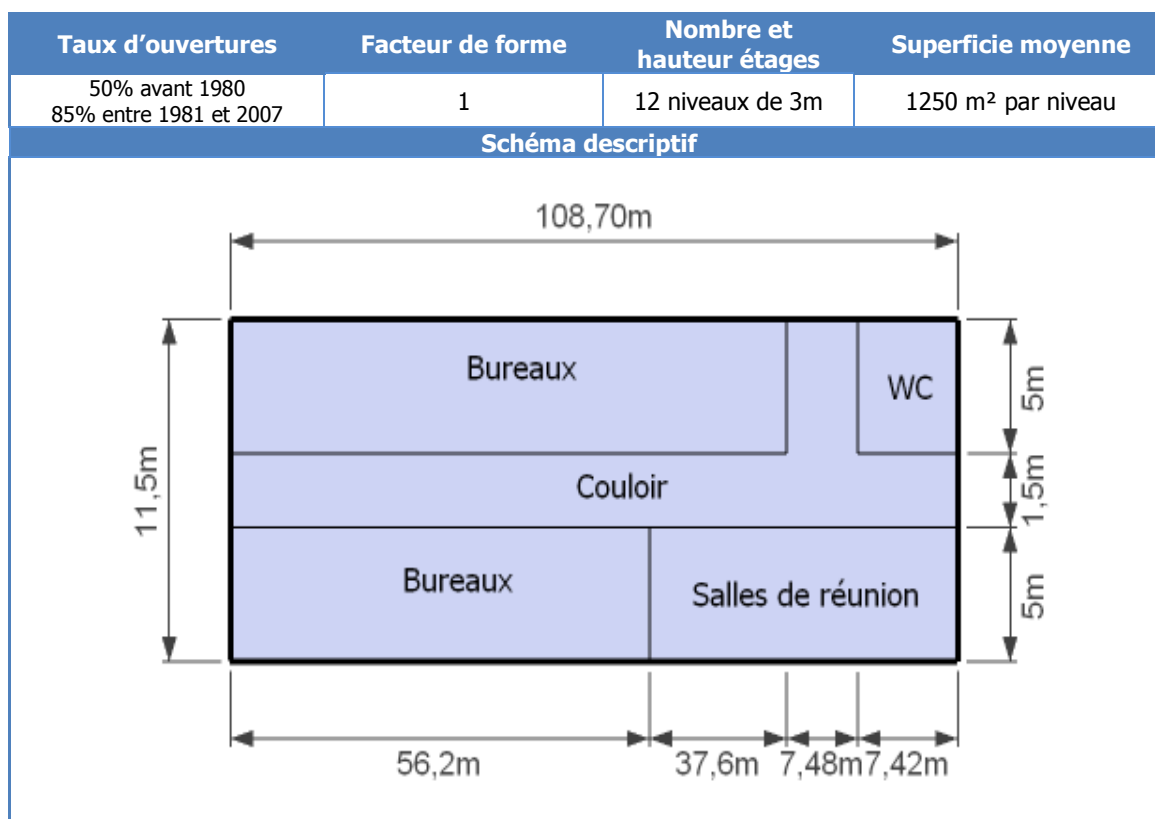
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	façade rideau Ucw = 2,9 W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, ce qui engendrerait des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,29 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée avec 10 cm de PSE U = 0,25 W/m².K	–	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par- dessus	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	façade rideau Ucw =2,9W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, qui engendreraient des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² fenêtre	350 + 600 = 950	450 + 700 = 1150	/m² façade vitrée + /m² ouvrant	1150	1400	/m² façade rideau

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

► **Immeuble à plateau mince, bureaux paysagés**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; R= 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton non isolée sur vide sanitaire U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide de laine de verre R ≥ 2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	bois double vitrage- Uw= 2,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	double vitrage bois 4/16argon/4 peu émissif - Uw= 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

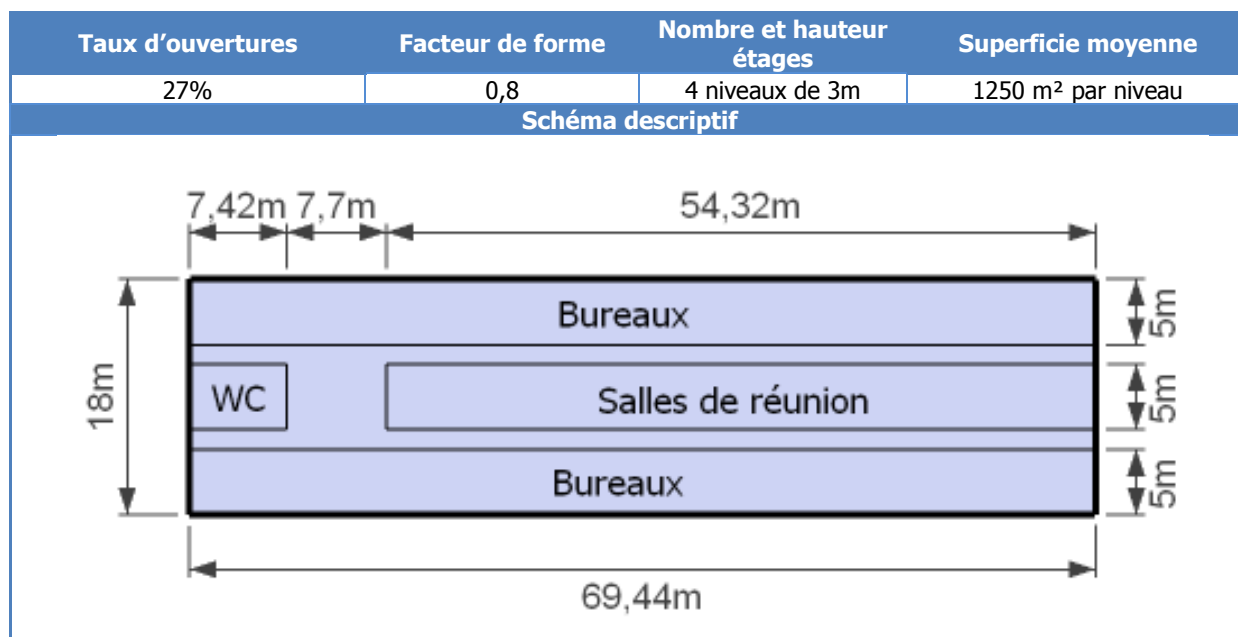
Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 6 cm de PSE- U = 0,54 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6cm de polyuréthane- U = 0,43 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, isolée avec 8cm de PSE- U= 0,31 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage métal sans rupture de pont thermique- Uw=3,8 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéïté des fenêtres	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	façade rideau- Ucw = 2,9 W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, ce qui engendrerait des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur	inclus dans le coût des fenêtres		/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,29 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 10 cm de PSE- U = 0,25 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	façade rideau- Ucw = 2,9W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, qui engendreraient des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	/m² fenêtre	350 + 600 = 950	450 + 700 = 1150	/m² façade vitrée + /m² ouvrant	1150	1400	/m² façade rideau

► **Immeuble de centre ville**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, $U=2,3 \text{ W/m}^2.\text{K}$	ITI 8cm d'un isolant avec $R=2,4\text{m}^2.\text{K/W}$ sans pare vapeur	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.\text{K/W}$	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.\text{K/W}$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	comble perdu non isolé, platre sur lattie $U=3\text{W/m}^2.\text{K}$	14cm d'un isolant avec $R=4,4\text{m}^2.\text{K/W}$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.\text{K/W}$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.\text{K/W}$	40	50	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture
Plancher bas	Entrevout en terre cuite sur vide sanitaire, $U=2,15\text{W/m}^2.\text{K}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher
Fenêtres	simple vitrage, menuiserie bois- $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.\text{K}$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.\text{K}$	Fenêtre PVC triple vitrage, $U=0,8\text{W/m}^2.\text{K}$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

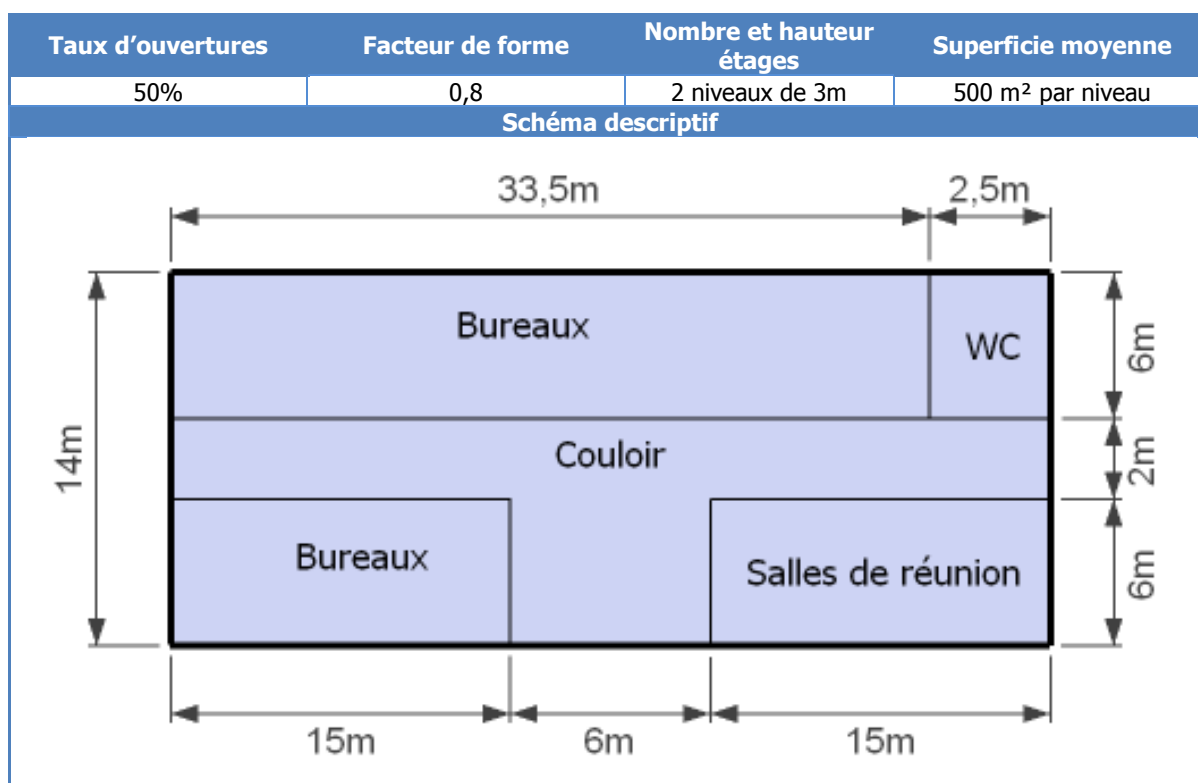
	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, isolé par l'intérieur par 6cm d'isolant, $U=0,53W/m^2.K$	ITI 8cm d'isolant, type laine minérale, $R=2,4m^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	combles perdus, platre sur lattes isolé par 5cm de laine minérale, $U=0,92W/m^2.K$	20cm d'un isolant avec $R=6m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	10	20	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire, entrevout en terre cuite Isolé avec 5cm d'isolant, $U=0,92W/m^2.K$	—	—	isolation en sous face PB avec 15cm d'un isolant $R=4m^2.K/W$	—	—	/m ² de plancher	—	—	/m ² de plancher	40	60	/m ² de plancher
Fenêtres	Double vitrage 4/6/4, menuiserie bois, $Uw=2,8W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $Uw=1,6W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $Uw=1,6W/m^2.K$	Triple vitrage, $Uw=0,8W/m^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 8 cm de PSE- U= 0,42 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, isolée avec 8cm de PSE- U = 0,29 W/m².K	–	–	–	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage- Uw=1,6 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	–	–	/m² fenêtre	–	–	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

► **Petit immeuble en zone périurbaine**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	En briques non isolés- U= 2,26 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles perdus non isolés- couverture ardoise- U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée- U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	bois simple vitrage- Uw = 5 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableaux linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

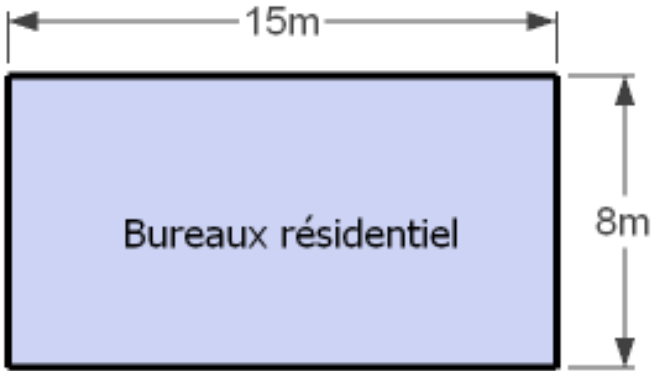
	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm PSE- U = 0,42W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6 cm de polyuréthane- U = 0,43 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 8 cm de PSE- U = 0,31 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	métal (sans rupture de pont thermique) double vitrage- Uw = 3,8 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	500	700	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 10cm PSE- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 15cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 4,2 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	115	155	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 10 cm de polyuréthane-U= 0,23 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	–	–	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 10 cm de PSE- U = 0,25 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage-Uw=2,6W/m².K	–	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre



Immeuble résidentiel

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne
30%	0,6	1 niveau de 3m	120 m ² par niveau
Schéma descriptif			
 <p>The diagram shows a light blue rectangle representing the building footprint. Above the rectangle, a horizontal dimension line indicates a width of 15m. To the right of the rectangle, a vertical dimension line indicates a height of 8m. The text 'Bureaux résidentiel' is centered within the rectangle.</p>			
Parois	Conductance en W/m ² .K		
murs	1,8		
fenêtres	1,63		
planchers	1,16		
toits	1,4		

Paramètres de simulation

Les paramètres de simulation ont été appliqués à tous les bâtiments types indépendamment de la période de construction.

Paramètres	Bureau cloisonné	Bureau open space	Salle de réunion	Sanitaires	Circulation	Résidentiel
Occupation	12 m² par personne	9 m² par personne	3,5 m² par personne	-	-	12 m² par personne
Taux d'occupation	80%	80%	50%			80%
Horaires fonctionnement chauffage	Pas de réduit de nuit					
Horaires fonctionnement climatisation	Lundi: 2h-20h Mardi à Vendredi: 6h à 20h					Lundi à Vendredi: 7h-20h
Ventilation	25m³/h/personne	25m³/h/personne	30m³/h/personne	25m³/h/personne	25m³/h/personne	25m³/h/personne
Horaires ventilation	Lundi à Vendredi: 8h-20h					
ECS	5,54 kWh/m²					
Apports internes	18 W/m²	23 W/m²	12 W/m²	1 W/m²	1 W/m²	6 W/m²
Apports internes inoccupation	3 W/m²	3,5 W/m²	0 W/m²			
Horaires apports internes	Lundi à Vendredi: 8h-18h		Lundi à Vendredi: 9h-11h 12h-18h	Lundi à Vendredi: 8h-18h		
Température consigne chauffage	21°C					
Température consigne climatisation	21°C					
Eclairage	18 w/m²	18 w/m²	18 w/m²	6 w/m²	12 w/m²	4 w/m²
Horaires éclairage	Lundi à Vendredi: 8h-18h		Lundi à Vendredi: 9h-11h 12h-18h	Lundi à Vendredi: 8h-18h		
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					

BRANCHE ENSEIGNEMENT-RECHERCHE

Bâtiments types

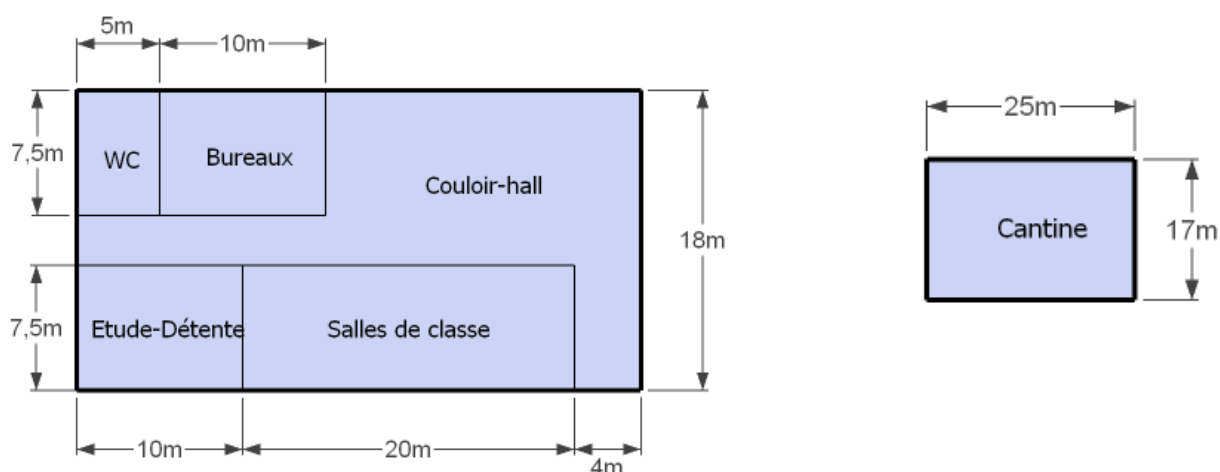


Enseignement primaire

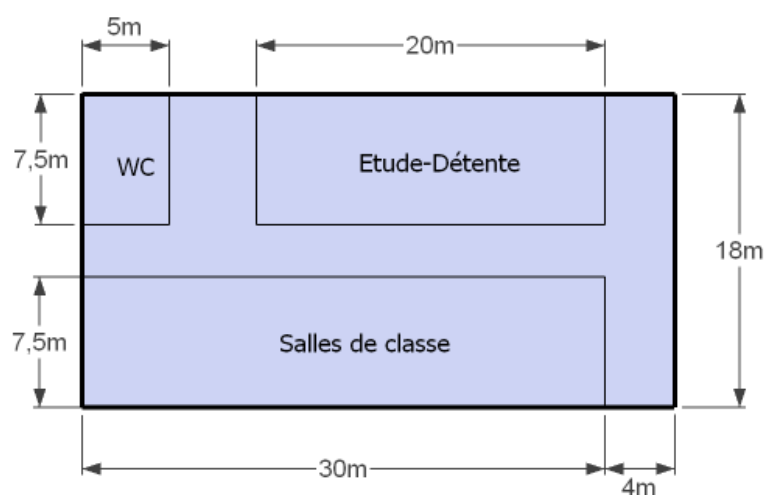
Ecole primaire				Cantine		
Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne	Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Superficie moyenne
30%	0,9	2 niveaux de 3m	612 m ² par niveau	30%	0,9	425 m ² par niveau

Schéma descriptif

Rez-de-chaussée



Premier étage



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1960 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	brique ou moellons (35 à 40cm)- non isolé U= 2,26 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs brique/moellons doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles perdus et couverture tuiles ou ardoises - non isolé U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres*	simple vitrage métallique- Uw=5 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre
	simple vitrage bois- Uw=4,2W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre bois avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K		400	500		400	500		750	900	

* la répartition des deux types de vitrage se fait de façon égalitaire

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1961 et 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Ossature métallique avec remplissage panneau de béton-non isolé - U=3,5 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm de polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique-Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés avec 8cm de polystyrène expansé- U=0,4W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m² .K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyurethane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4- Uw=3,7 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés avec 8cm de polystyrène expansé- U=0,4W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyurethane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé 6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage- Uw=2,6W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

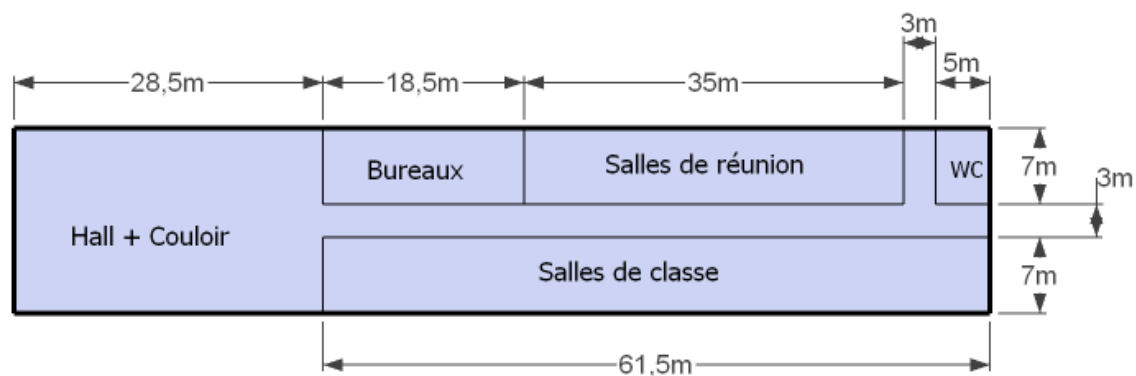
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Enseignement secondaire**

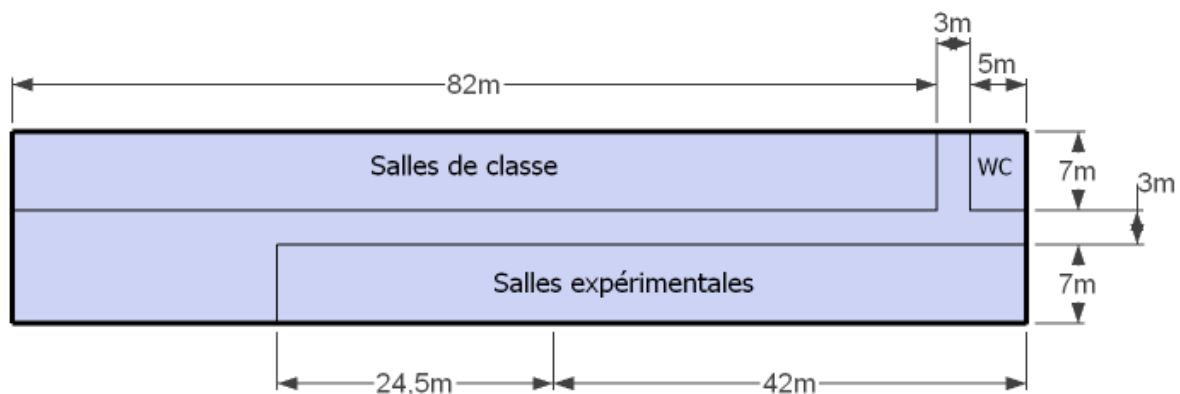
Etablissement secondaire – Locaux pédagogiques

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne
30%	0,7	4 niveaux de 3m	1530 m ² par niveau

Etages inférieurs



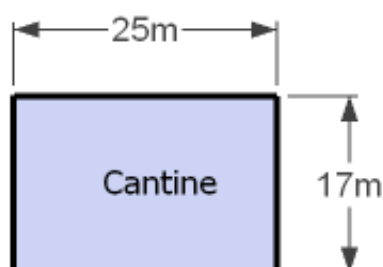
Etages supérieurs



Etablissements secondaires – cantine

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne
30%	0,7	1 niveau de 3m	425 m ² par niveau

Schémas descriptifs

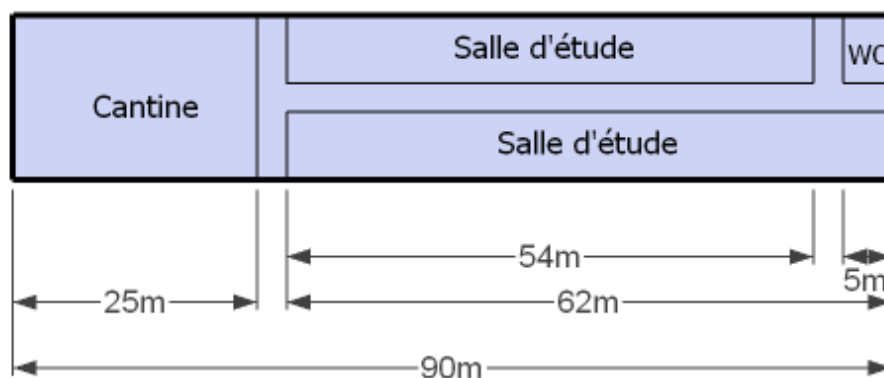


Etablissements secondaires – Internat

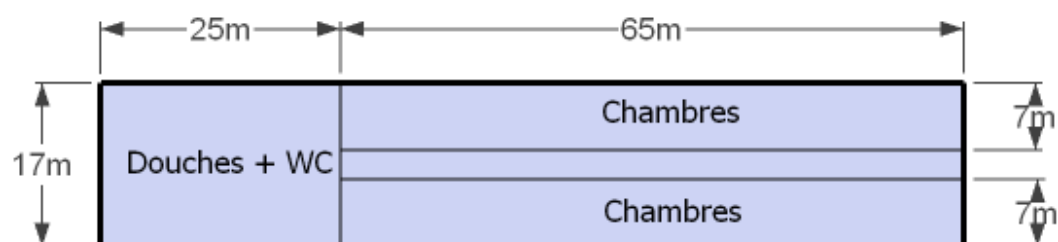
Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne
30%	0,7	3 niveaux de 3m	1530m ² par niveau

Schémas descriptifs

Rez-de-chaussée



Etages



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1960 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Pierre non isolé- U= 3 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles non isolés U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres*	simple vitrage métallique- Uw=5 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre
	simple vitrage bois- Uw=4,2W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre bois avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K		400	500		400	500		750	900	

* la répartition des deux types de vitrage se fait de façon égalitaire

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1961 et 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux non isolés- U=2,8W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide LdV R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique- Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de poluyréthane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4-Uw=3,7 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	–	–	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

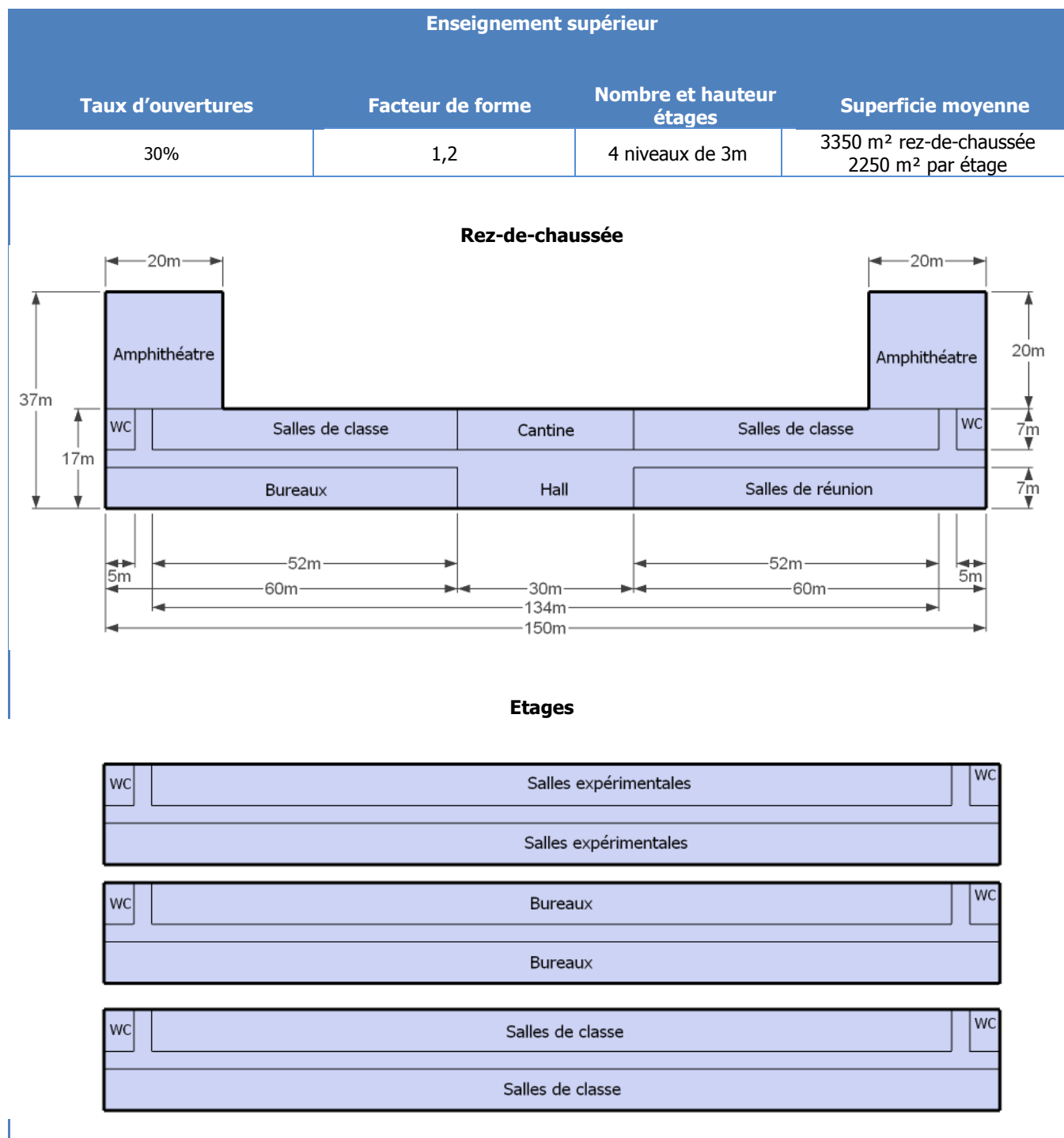
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

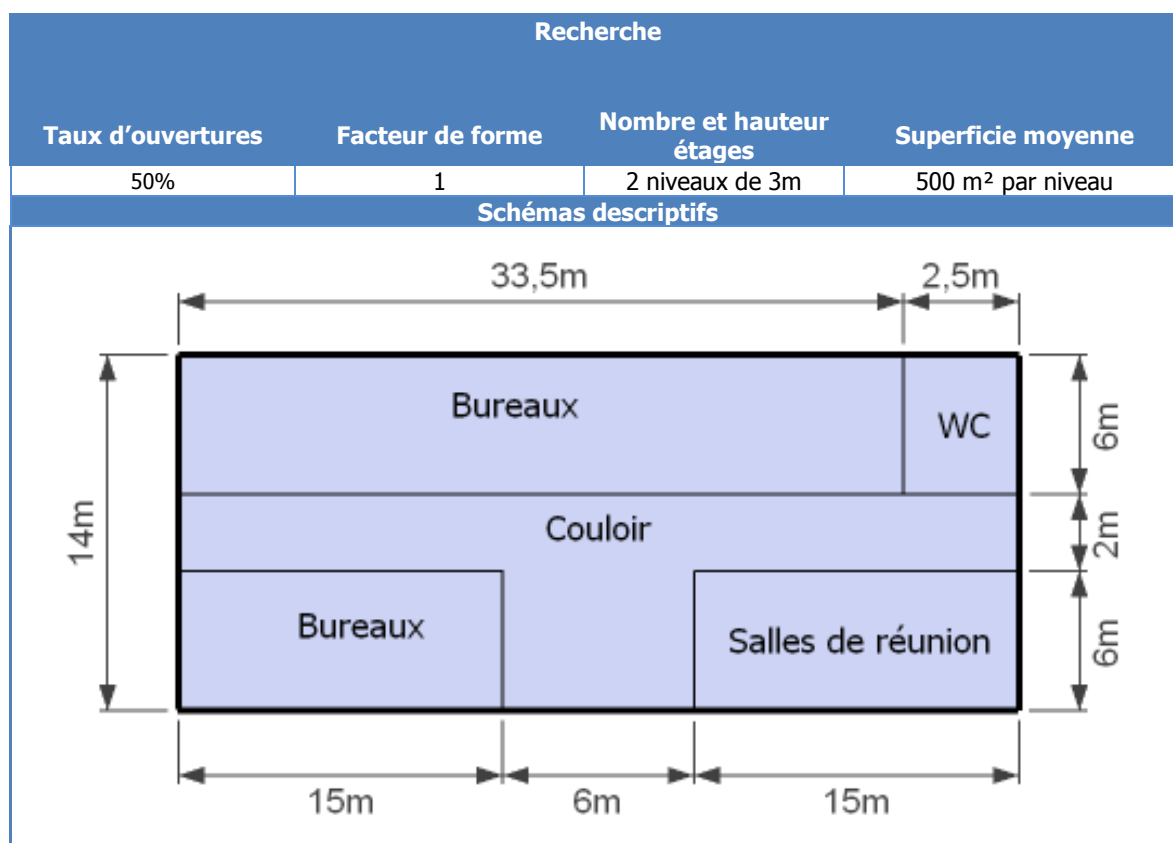
Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage-Uw=2,6W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Enseignement supérieur**





Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1960 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Pierre non isolé- U= 3 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles non isolés U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique- Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1961 et 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux non isolés- U=2,8W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire- non isolé - U=0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique- Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableaux linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé- U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4- Uw=3,7 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé- U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'événer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage-Uw=2,6W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Paramètres de simulation

Les paramètres de simulation ont été appliqués indépendamment de la période de construction, mais selon la typologie.



Enseignement primaire

Paramètres	Bureaux	Classes	Salle de réunion	Sanitaires	Circulation	Cantine
Occupation	12 m² par personne	3 m² par personne	6 m² par personne	-	-	0,86 m² par personne
Taux d'occupation	80%	80%	50%	-	-	100%
Horaires de chauffage et climatisation	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 7h-17h					
Ventilation	25m³/h/personne	15m³/h/personne	30m³/h/personne	-	-	22m³/h/personne
Horaires de ventilation	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 9h-17h					
ECS	9,28 kWh/m²					
Apports internes	18 W/m²	23 W/m²	8 W/m²	0	0	70 W/m²
Apports internes inoccupation	6 W/m²	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 12h 14h-17h	9h-	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 9h-17h			Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 12h-14h
Température chauffage jour/nuit	19°C/16°C					
Température climatisation jour/nuit	Pas de climatisation					
Eclairage	18 w/m²	15 w/m²	15 w/m²	6 w/m²	12 w/m²	10 w/m²
Horaires d'éclairage	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 12h 14h-17h	9h-	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 9h-17h (sauf sanitaires 2 heures par jour)			Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 12h-14h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					



Enseignement secondaire

Paramètres	Bureaux	Classes/TP	Salle de réunion	Sanitaires	Circulation	Cantine
Occupation	12 m² par personne	2 m² par personne	4 m² par personne	-	-	0,86 m² par personne
Taux d'occupation	80%	80%	50%	-	-	100%
Horaires de chauffage et climatisation	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 6h-18h Mercredi : 6h-12h					
Ventilation	25m³/h/personne	15m³/h/personne	30m³/h/personne	-	-	22m³/h/personne
Horaires de ventilation	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 8h-18h Mercredi : 8h-12h					
ECS	8,3 kWh/m²					
Apports internes	18 W/m²	29,5 W/m²	11,25W/m²	0	0	70 W/m²
Apports internes inoccupation	6 W/m²	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 8h-12h 14h-18h Mercredi : 8h-12h		Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 8h-18h Mercredi : 8h-12h			Lundi à vendredi : 12h-14h
Température chauffage jour/nuit	19°C/16°C					
Température climatisation jour/nuit	Pas de climatisation					
Eclairage	18 w/m²	15 w/m²	15 w/m²	6 w/m²	12 w/m²	10 w/m²
Horaires d'éclairage	Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 8h-12h 14h-18h Mercredi : 8h-12h		Lundi, mardi, jeudi, vendredi : 8h-18h Mercredi : 8h-12h (sauf sanitaires, 2 heures par jour)			Lundi à vendredi : 12h-14h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					



Enseignement supérieur

Paramètres	Bureaux	Classes/ Amphi/TP	Réunion	Sanitaires	Circulation	Cantine
Occupation	12 m²/p	2 m²/p	4 m²/p	-	-	0,86 m²/p
Taux d'occupation	80%	80%	50%	-	-	100%
Horaires de chauffage et climatisation	Lundi à vendredi: 6h-18h					
Ventilation	25m³/h/p	15m³/h/p	30m³/h/p	-	-	22m³/h/p
Horaires de ventilation	Lundi à vendredi: 8h-18h					
ECS	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²
Apports internes	18 W/m²	29,5 W/m²	11,25W/m²	0	0	105 W/m²
Apports internes inoccupation	6 W/m²	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	Lundi à vendredi: 8h-12h 14h-18h		Lundi à vendredi: 8h-18h			Lundi à vendredi : 12h-14h
Température chauffage jour/nuit	19°C/16°C					
Température climatisation jour/nuit	Pas de climatisation, sauf la journée dans les salles d'expérience (21°C)					
Eclairage	18 w/m²	15 w/m²	15 w/m²	6 w/m²	12 w/m²	10 w/m²
Horaires d'éclairage	Lundi à vendredi: 8h-12h 14h-18h		Lundi à vendredi: 8h-18h (sauf sanitaires, 2 heures par jour)			Lundi à vendredi : 12h-14h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					



Recherche

Paramètres	Bureaux / Laboratoires	Réunion	Sanitaires	Circulation
Occupation	12 m²/p	3,5 m²/p	-	-
Taux d'occupation	80%	50%	-	-
Horaires de chauffage et climatisation	Lundi : 2h-20h Mardi à vendredi : 6h-20h			
Ventilation	25m³/h/p	30m³/h/p	-	-
Horaires de ventilation	Lundi à vendredi : 8h-20h			
ECS	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²	15,8 kWh/m²
Apports internes	18 W/m²	12W/m²	1W/m²	1W/m²
Apports internes inoccupation	6 W/m²	0	0	0
Horaires d'apports internes	Lundi à vendredi : 8h-18h	Lundi à vendredi : 9h-11h 14h-18h	Lundi à vendredi : 8h-18h	
Température chauffage jour/nuit	19°C/16°C			
Température climatisation jour/nuit	21°C/Pas de climatisation			
Eclairage	18 w/m²	18 w/m²	6 w/m²	12 w/m²
Horaires d'éclairage	Lundi à vendredi : 8h-18h	Lundi à vendredi : 9h-11h 14h-18h	Lundi à vendredi : 8h-18h	
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission			
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur			



Internat

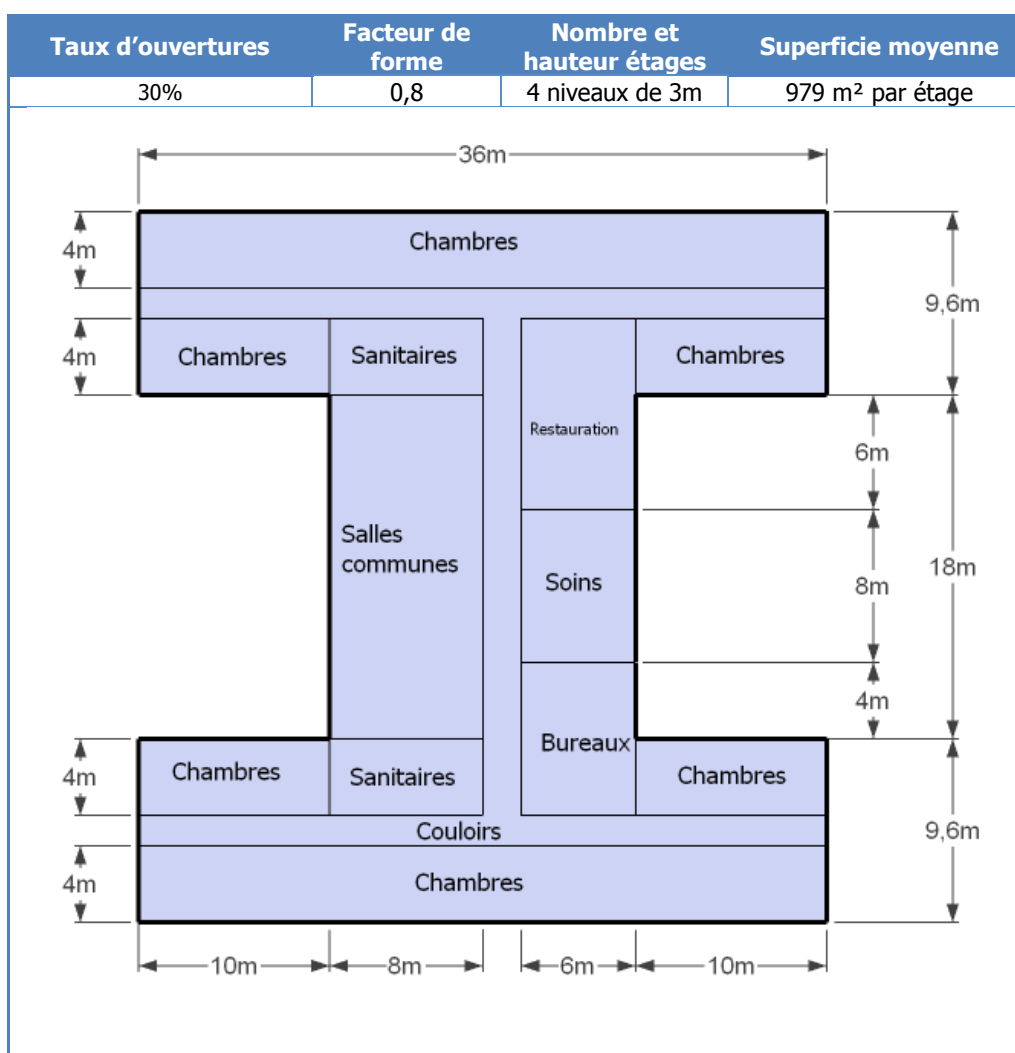
Paramètres	Douches	Etudes	Chambres	Sanitaires	Circulation	Cantine
Occupation	3,5 m²/p	2 m²/p	4 m²/p	-	-	0,86 m²/p
Taux d'occupation	50%	80%	80%	-	-	100%
Horaires de chauffage et climatisation	Lundi à vendredi 24h/24h					Lundi à vendredi : 6h/20h
Ventilation	-	15m³/h/p	18m³/h/p	-	-	22m³/h/p
Horaires de ventilation	Lundi à vendredi 24h/24h					Lundi à vendredi : 6h/20h
ECS	15,8 kWh/m²					
Apports internes	12 W/m²	22,5 W/m²	22,5W/m²	0	0	105 W/m²
Apports internes inoccupation	0	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	Lundi à vendredi : 6h-7h 21h-22h	Lundi à vendredi : 20h-21h	Lundi à vendredi : 21h-7h			Lundi à vendredi : 7h-8h 19h-20h
Température chauffage jour/nuit	19°C/16°C					
Température climatisation jour/nuit	Pas de climatisation					
Eclairage	6 w/m²	15 w/m²	10 w/m²	6 w/m²	12 w/m²	10 w/m²
Horaires d'éclairage	Lundi à vendredi : 6h-7h 21h-22h	Lundi à vendredi : 20h-21h	Lundi à vendredi : 6h-7h 21h-22h	Lundi à vendredi : 19h-21h	Lundi à vendredi : 6h-8h 19h-22h	Lundi à vendredi : 7h-8h 19h-20h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					

BRANCHE HABITATS COMMUNAUTAIRES

Bâtiments types



Maison de retraite médicalisée



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1974 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton banché non isolé - U= 3,4 W/K.m²	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expanséou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée après travaux récents par 8 cm de polyuréthane - U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur local non chauffé- isolé par 3,5 cm de fibrastyrène - U= 0,8 W/K.m²	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	Menuiseries bois simple vitrage- Uw= 4,2W/K.m²	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1975 et 1982 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	murs en béton banché isolés par 5cm de laine minérale - U=0,8 W/K.m²	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée par 6cm de polystyrène extrudé U=0,45 W/K.m²	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage bois 4/6/4-Uw=2,8 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1983 et 1988 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	murs béton isolé 6cm - U=0,6 W/K.m²	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène extrudé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène extrudé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée récemment 8cm de polyuréthane U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton isolée sur terre plein- U=0,5W/K.m²	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/8/4- Uw=2,5W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 1989 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=2,4 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

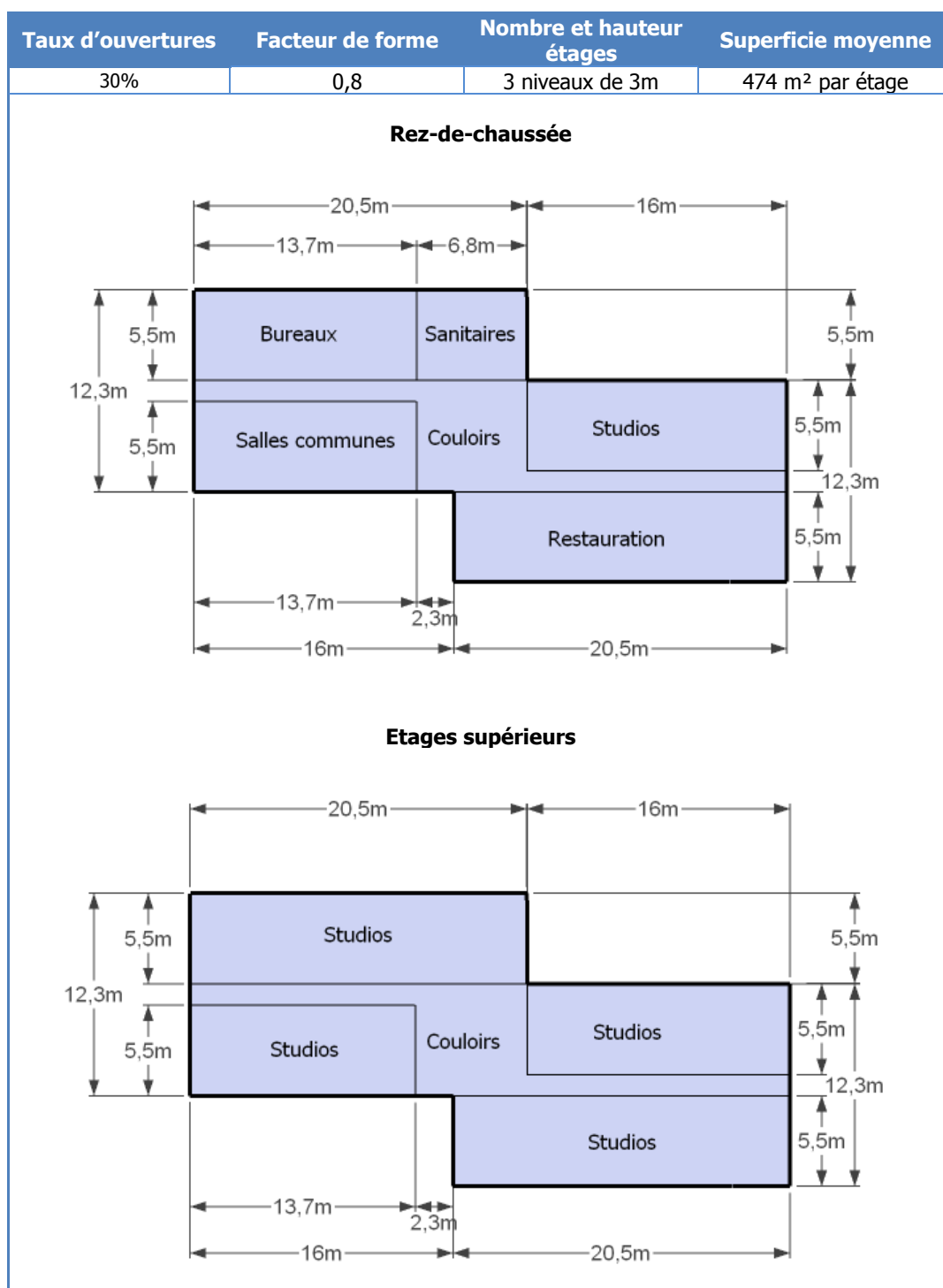
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=1,7 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

* aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Maison de retraite non médicalisée**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1974 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton banché non isolé - U= 3,4 W/K.m²	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expanséou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée après travaux récents par 8 cm de polyuréthane - U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur local non chauffé- isolé par 3,5 cm de fibrastyrène - U= 0,8 W/K.m²	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	Menuiseries bois simple vitrage- Uw= 4,2W/K.m²	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1975 et 1982 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	murs en béton banché isolés par 5cm de laine minérale - U=0,8 W/K.m²	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée par 6cm de polystyrène extrudé U=0,45 W/K.m²	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage bois 4/6/4-Uw=2,8 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

- aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1983 et 1988 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	murs béton isolé 6cm - U=0,6 W/K.m²	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène extrudé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène extrudé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée récemment 8cm de polyuréthane U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton isolée sur terre plein- U=0,5W/K.m²	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/8/4- Uw=2,5W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 1989 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=2,4 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

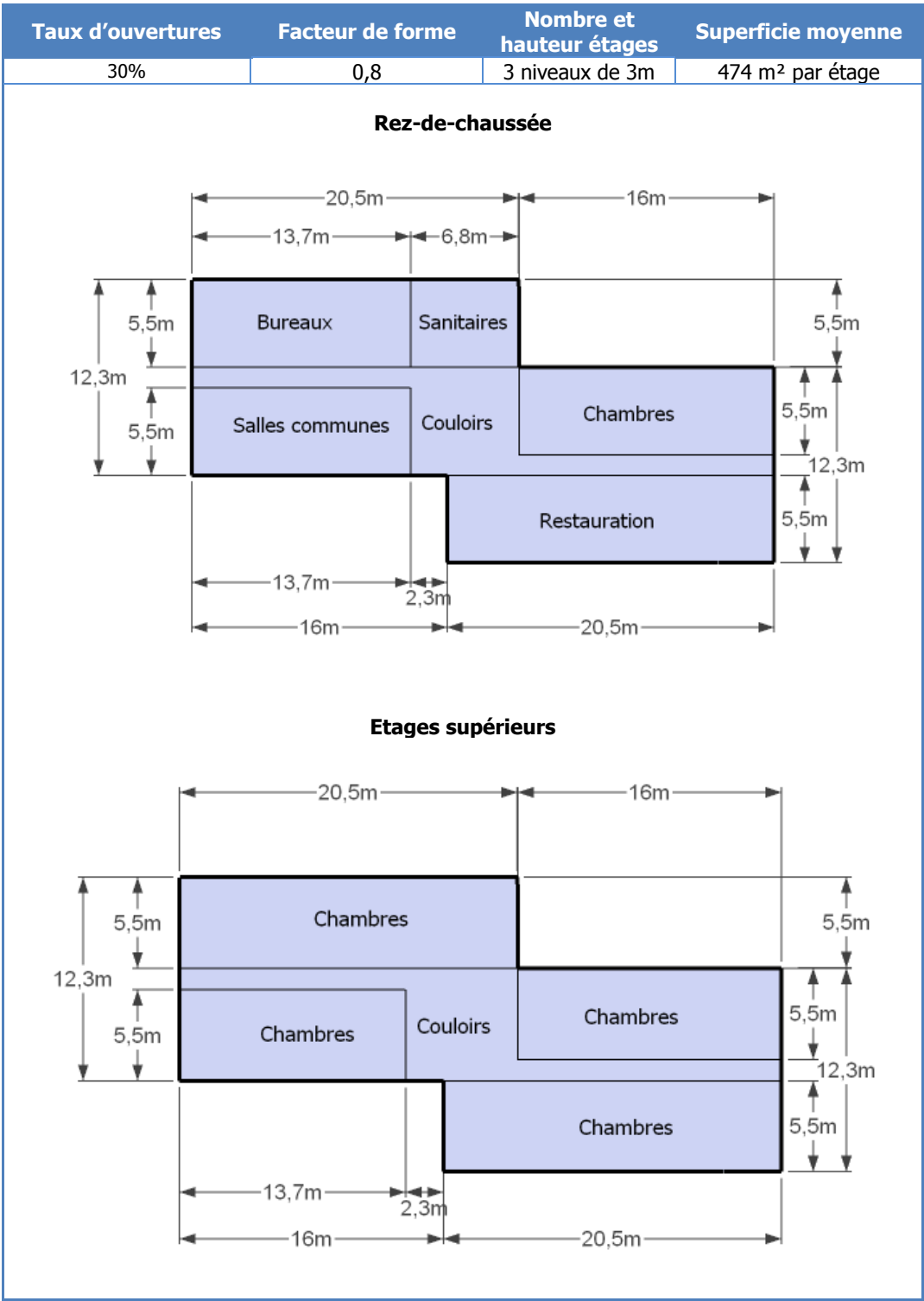
Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=1,7 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

* aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement



Foyers



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton banché non isolé - U= 3,4 W/K.m²	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expanséou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée après travaux récents par 8 cm de polyuréthane - U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur local non chauffé- isolé par 3,5 cm de fibrastyrène - U= 0,8 W/K.m²	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	Menuiseries bois simple vitrage- Uw= 4,2W/K.m²	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=2,4 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

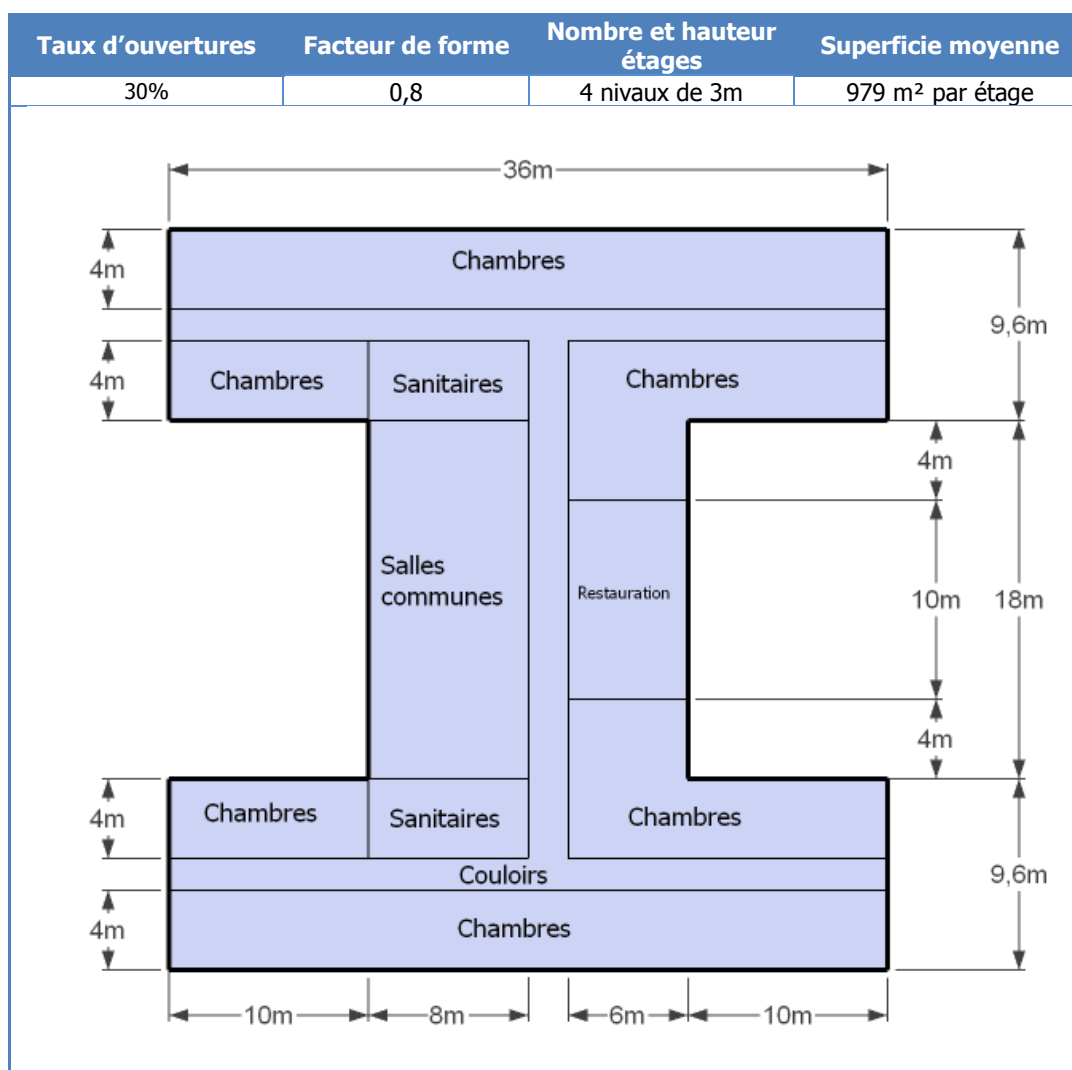
Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=1,7 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement



Résidences universitaires



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1960 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Pierre non isolé- U= 3 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles non isolés U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique- Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1961 et 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux non isolés- U=2,8W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 2,3 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire- non isolé - U=0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique- Uw=5W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé- U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4- Uw=3,7 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

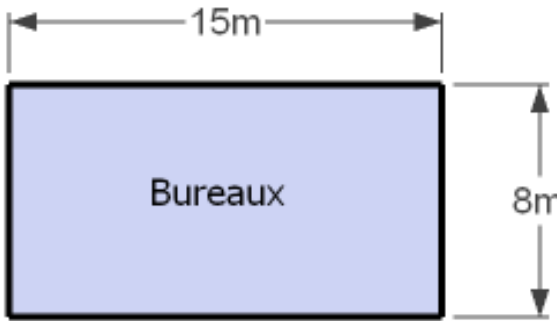
Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm polystyrène expansé- U = 0,42W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'événer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage-Uw=2,6W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.Les fenêtres d'écoles sont généralement de grande largeur, ce qui engendre des efforts de portées importants. Il est donc primordiale de mettre en place des menuiseries métalliques pour garantir une bonne résistance mécanique des surfaces vitrées. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Résidentiel (services à la personne)**

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Nombre et hauteur étages	Superficie moyenne
30%	0,8	1 niveau de 3m	120 m ² par étage



The diagram shows a light blue rectangle representing an office space. Above the rectangle, a horizontal dimension line indicates a width of 15m. To the right of the rectangle, a vertical dimension line indicates a height of 8m. The word 'Bureaux' is centered inside the rectangle.

Parois	Conductance en W/m ² .K
murs	1,8
fenêtres	1,63
planchers	1,16
toits	1,4



Paramètres	Bureaux	Chambres	Salles communes	Sanitaires	Circulation	Restauration	Soins
Occupation	12 m²/p	20 m²/p	6 m²/p	-	-	5 m²/p	30 m²/p
Horaires de chauffage et climatisation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	24h/24h	24h/24h	7h-20h	7h-20h
Ventilation	25m³/h/p	18m³/h/p	18m³/h/p	-	-	18m³/h/p	18m³/h/p
Horaires de ventilation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	-	-	7h-20h	9h-20h
ECS	26,7 kWh/m²						
Apports internes	18 W/m²	2,92 W/m²	11,8 W/m²	0	0	14 W/m²	14,35 W/m²
Apports internes inoccupation	3 W/m²	1,8 W/m²	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	9h-20h	8h-20h	9h-20h	-	-	8h-10h 13h-15h	9h-20h
Température consigne chauffage jour	19°C-23°C						
Température consigne chauffage nuit	17°C-21°C	19°C-23°C	17°C-21°C	19°C-23°C	19°C-23°C	17°C-21°C	17°C-21°C
Température consigne climatisation	21°C						
Eclairage	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	10 w/m²
Horaires d'éclairage	9h-20h	8h-20h	9h-20h	2h par jour	8h-20h	8h-10h 13h-15h	9h-20h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission						
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur						



Foyers permanents (établissements pénitentiaires, casernes, organisations religieuses)

Paramètres	Bureaux	Chambres	Salles communes	Sanitaires	Circulation	Restauration
Occupation	12 m²/p	6,5 m²/p	6 m²/p	-	-	5 m²/p
Horaires de chauffage et climatisation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	24h/24h	24h/24h	7h-20h
Ventilation	25m³/h/p	18m³/h/p	18m³/h/p	-	-	18m³/h/p
Horaires de ventilation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	-	-	7h-20h
ECS	26,7 kWh/m²					
Apports internes	18 W/m²	6,52 W/m²	11,8 W/m²	0	0	14 W/m²
Apports internes inoccupation	3 W/m²	5,4 W/m²	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	9h-20h	8h-20h	9h-20h	-	-	8h-10h 13h-15h
Température consigne chauffage jour	17°C-21°C					
Température consigne chauffage nuit	15°C-19°C	17°C-21°C	15°C-19°C	17°C-21°C	17°C-21°C	15°C-19°C
Température consigne climatisation	Pas de climatisation					
Eclairage	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²
Horaires d'éclairage	9h-20h	8h-20h	9h-20h	2h par jour	8h-20h	8h-10h 13h-15h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					



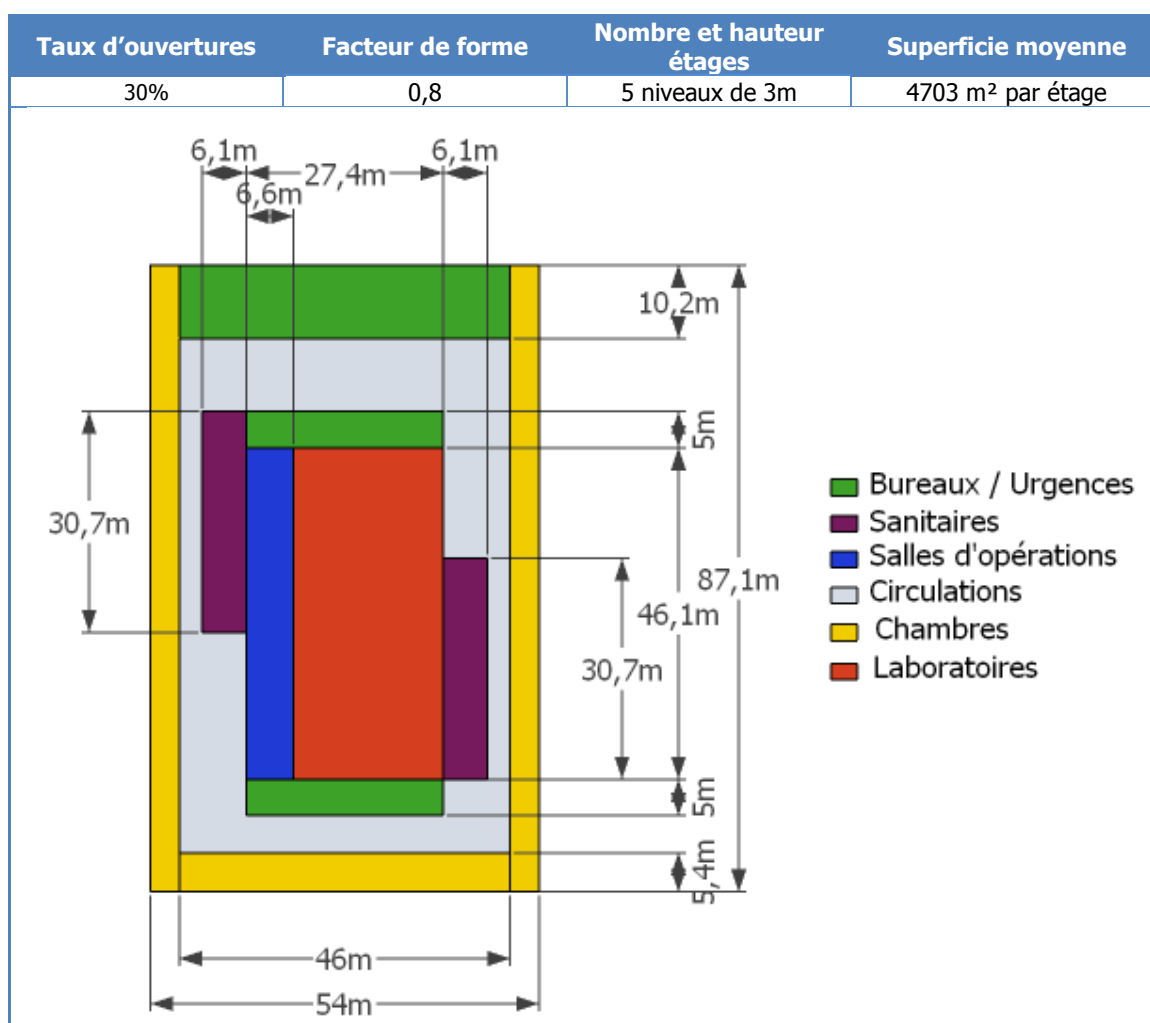
Foyers à occupation nocturne (résidences universitaires, foyers de jeunes travailleurs..)

Paramètres	Bureaux	Chambres	Salles communes	Sanitaires	Circulation	Restauration
Occupation	12 m²/p	6,5 m²/p	6 m²/p	-	-	5 m²/p
Horaires de chauffage et climatisation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	24h/24h	24h/24h	7h-20h
Ventilation	25m³/h/p	18m³/h/p	18m³/h/p	-	-	18m³/h/p
Horaires de ventilation	7h-20h	24h/24h	7h-20h	-	-	7h-20h
ECS	26,7 kWh/m²					
Apports internes	18 W/m²	6,52 W/m²	11,8 W/m²	0	0	14 W/m²
Apports internes inoccupation	3 W/m²	0 W/m²	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	9h-20h	18h-9h	7h-9h 18h-22h	-	-	8h-10h 13h-15h
Température consigne chauffage jour	17°C-21°C					
Température consigne chauffage nuit	15°C-19°C	17°C-21°C	15°C-19°C	17°C-21°C	17°C-21°C	15°C-19°C
Température consigne climatisation	Pas de climatisation					
Eclairage	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²	6 w/m²
Horaires d'éclairage	9h-20h	7h-10h 16h-22h	7h-10h 16h-22h	2h par jour	7h-10h 16h-22h	8h-10h 13h-15h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					

BRANCHE SANTE-SOCIAL

Bâtiments types

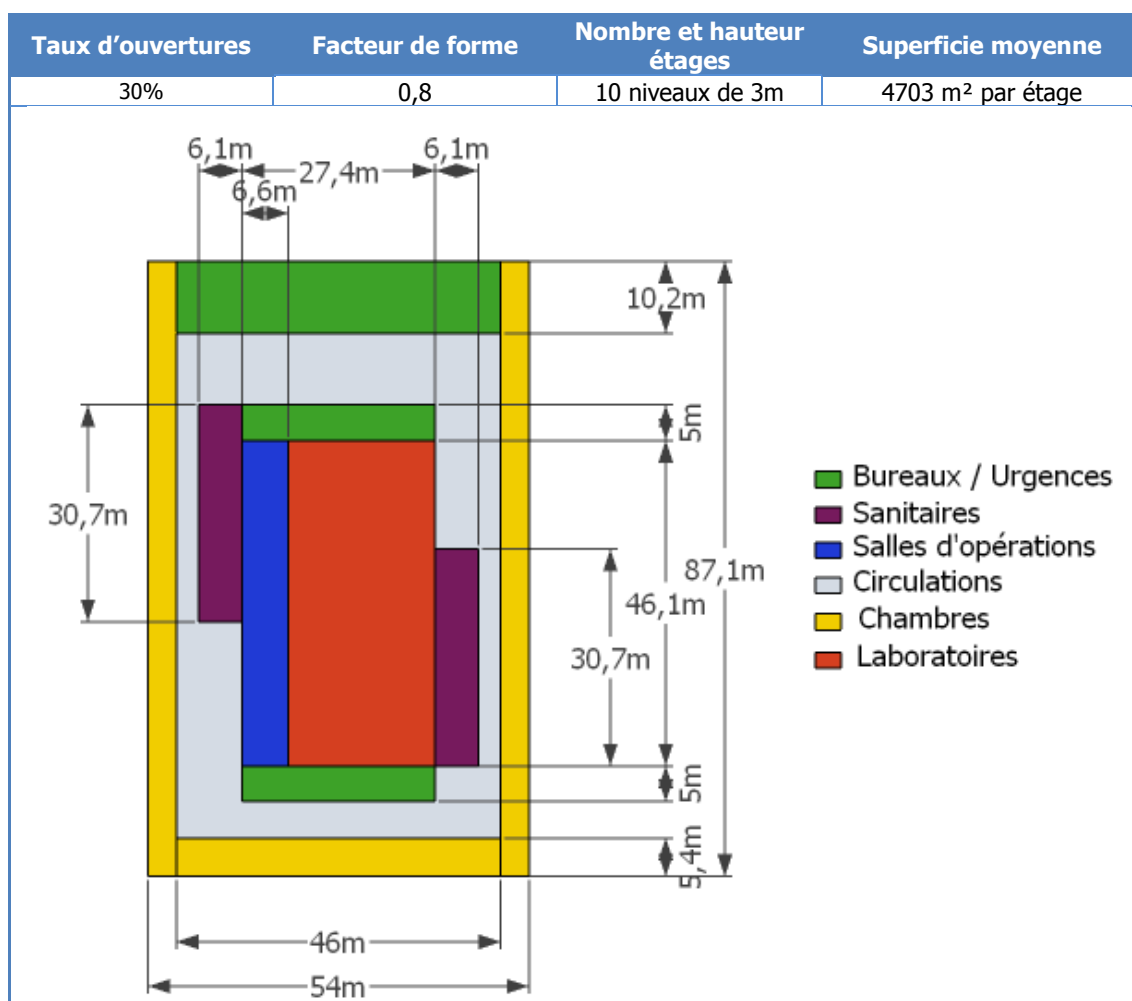
► Hôpital pavillonnaire (construit avant 1915)



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1915 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	En briques non isolés U= 2,26 W/m².K	—	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	—	—	/m² de mur	50	80	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles aménagés non isolés U=3,2 W/m².K	10cm de laine minérale Risolant = 2,9m².K/W	16cm de laine minérale Risolant = 4,5m².K/W	22 cm de laine minérale Risolant = 6,2m².K/W	Mettre une couche d'isolant entre chevrons et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques.	35	45	/m² de toiture	40	50	/m² de toiture	45	55	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	bois simple vitrage avec meneaux croisés Uw = 5 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre bois avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Pour des raisons esthétiques les meneaux croisés peuvent être recréés (prix plus élevé de la fenêtre).	500	600	/m² fenêtre	500	600	/m² fenêtre	850	1000	/m² fenêtre

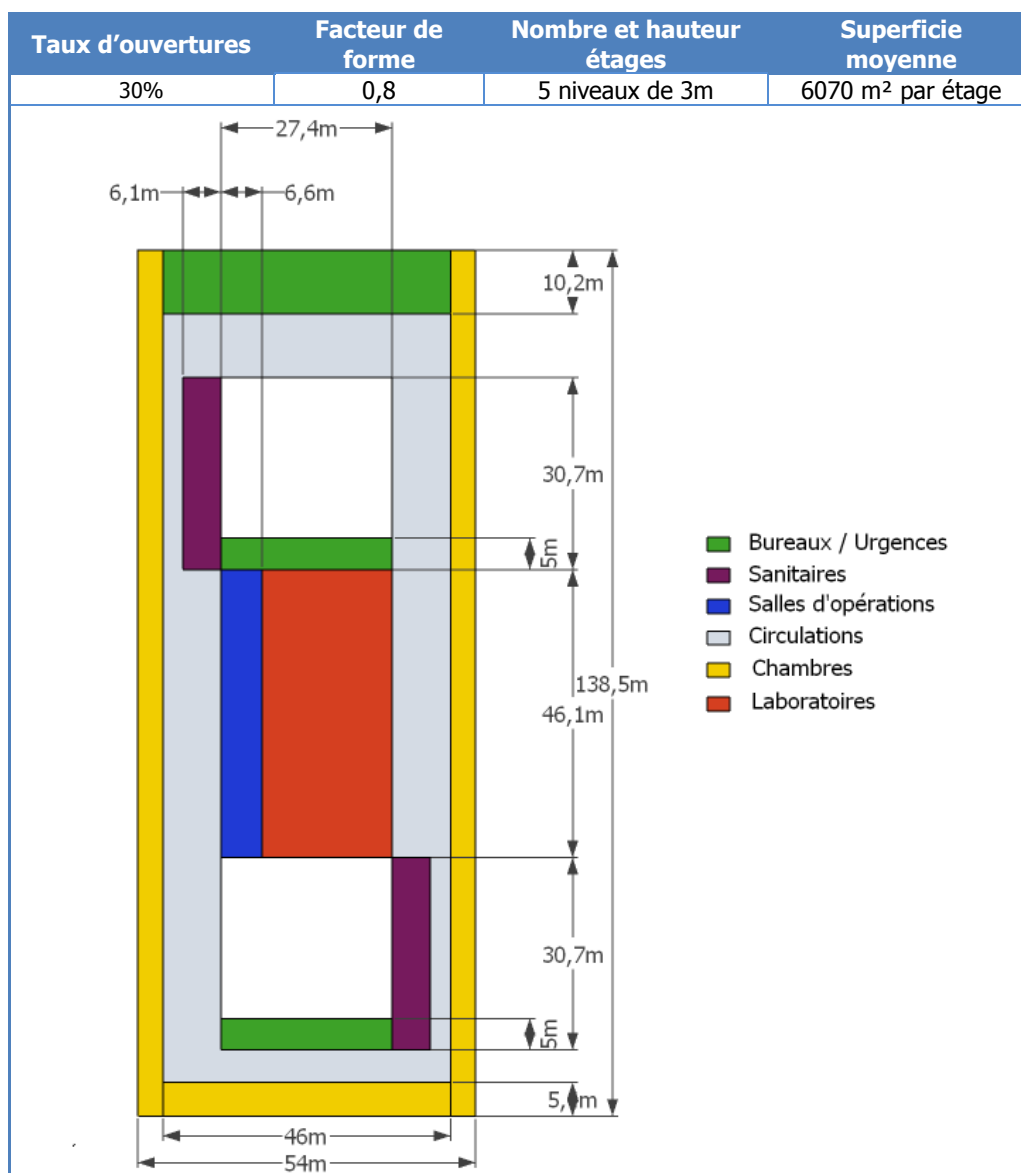
► **Hôpital bloc (construit entre 1916 et 1948)**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1916 et 1948 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	En briques non isolés U= 2,26 W/m².K	—	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	—	—	/m² de mur	50	80	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	—	—	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique Uw=5 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

► **Hôpital maison de soin (construit entre 1949 et 2007)**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1949 et 1978 :

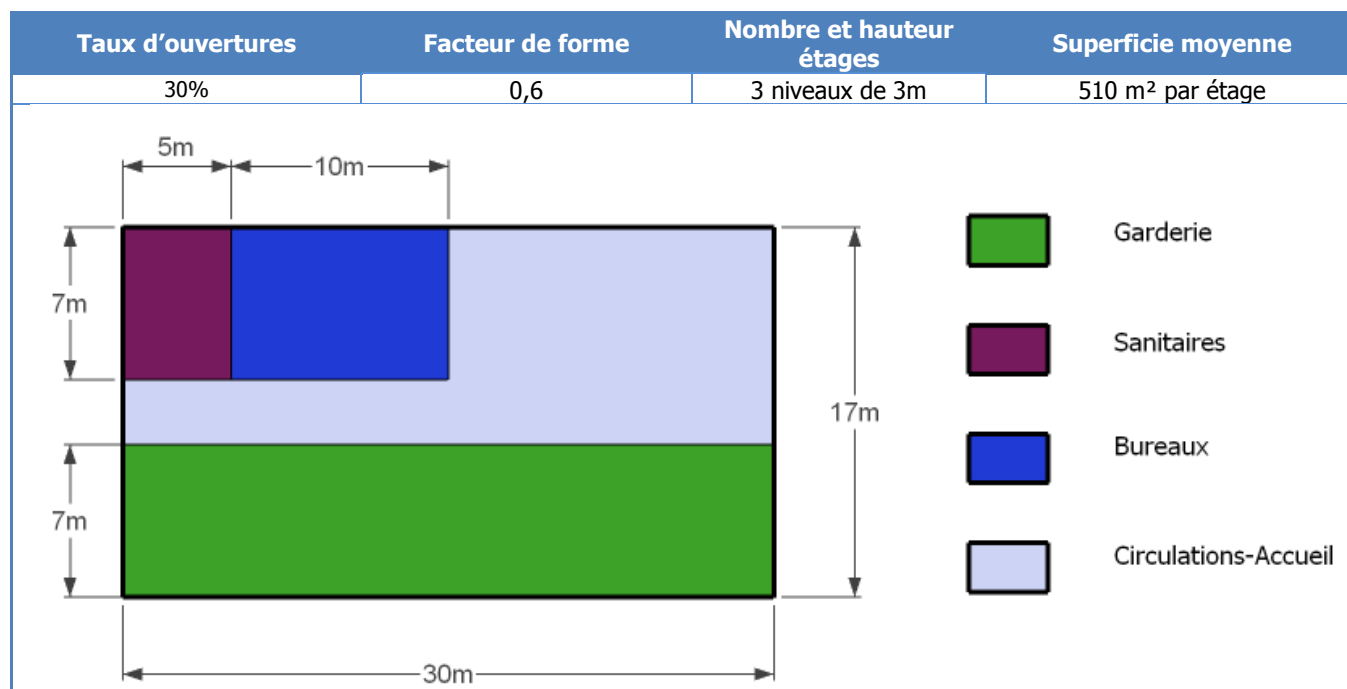
	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm polystyrène extrudé U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage métallique Uw=5 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie métallique avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,6 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	500	700	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1979 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 6 cm de polystyrène expansé U = 0,54 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6cm de polyuréthane U = 0,43 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur parking, isolée avec 8cm de polystyrène expansé U= 0,31 W/m².K	–	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	double vitrage alu sans rupture de pont thermique Uw=3,8 W/m².K	-	Fenêtre alu 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre alu avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Crèche**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1948 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	brique ou moellons (35 à 40cm)- non isolé U= 2,26 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Dans ce cas, l'ITI est à prévoir sur les parois peu vitrées.. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs brique/moellons doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles perdus et couverture tuiles ou ardoises - non isolé U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur vide-sanitaire-non isolé U= 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide de laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide de laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	simple vitrage bois- Uw=4,2 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie bois Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre bois avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1949 et 1978 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	murs en béton "préfabriqués" de 6cm U=0,53W/m².K	—	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'événer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	—	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6 cm de polyuréthane U = 0,43 W/m².K	—	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	—	—	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé 6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	—	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/6/4-Uw=3,8 W/m².K	—	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	—	—	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 1979 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. Intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés avec 8cm de polystyrène expansé U=0,4W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4 Uw=3,7 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

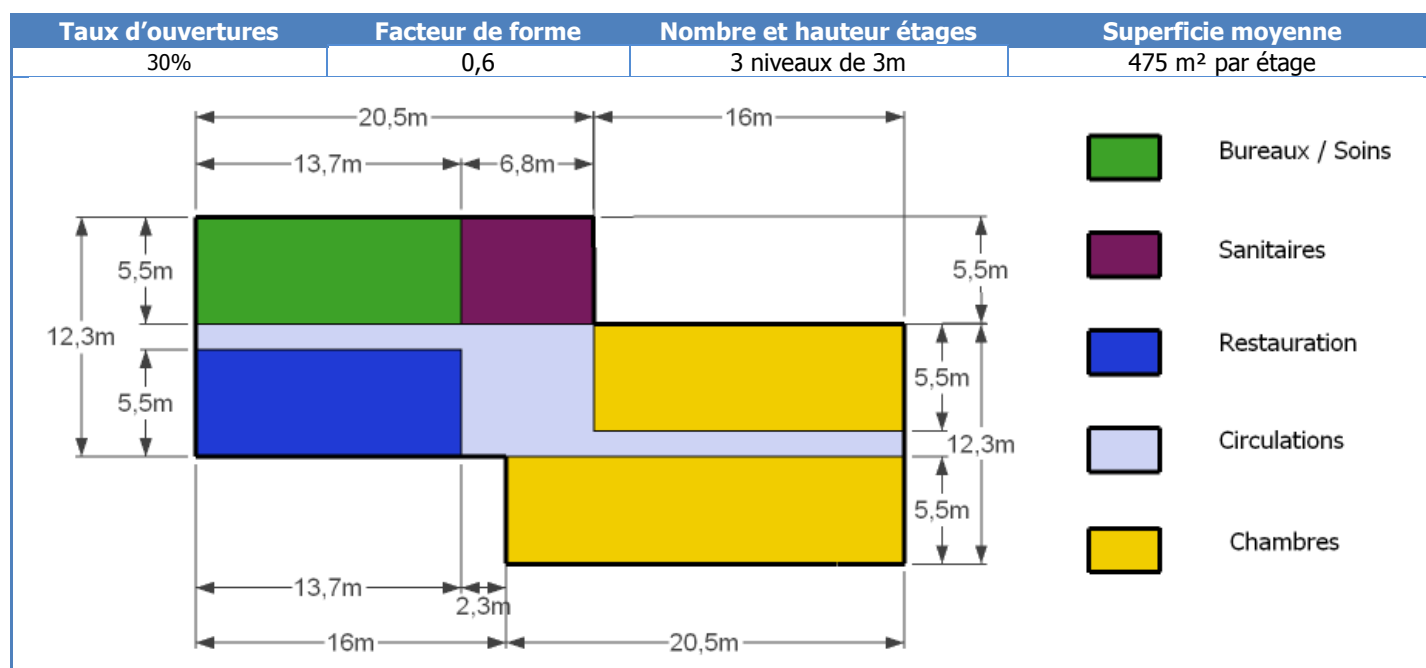
Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés avec 8cm de polystyrène expansé U=0,4W/m².K	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'événer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur.
Toiture	dalle béton isolée avec 8 cm de polyuréthane U = 0,31 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre-plein isolé -6cm polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	métal double vitrage 4/8/4- Uw=2,6 W/m².K	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie mixte bois/metal avec rupteur de pont thermique Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre métal avec triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Le triple vitrage est judicieux lorsque les surfaces vitrées sont importantes. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	-	-	/m² fenêtre	450	550	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement



Centre d'accueil



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton banché non isolé - U= 3,4 W/K.m²	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m² K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expanséou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	dalle béton isolée après travaux récents par 8 cm de polyuréthane - U=0,27 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur local non chauffé- isolé par 3,5 cm de fibrastyrène - U= 0,8 W/K.m²	Isolation en sous face de la dalle , 10 cm panneau rigide laine de verre R≥2,3m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	30	40	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	Menuiseries bois simple vitrage- Uw= 4,2W/K.m²	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=2,4 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

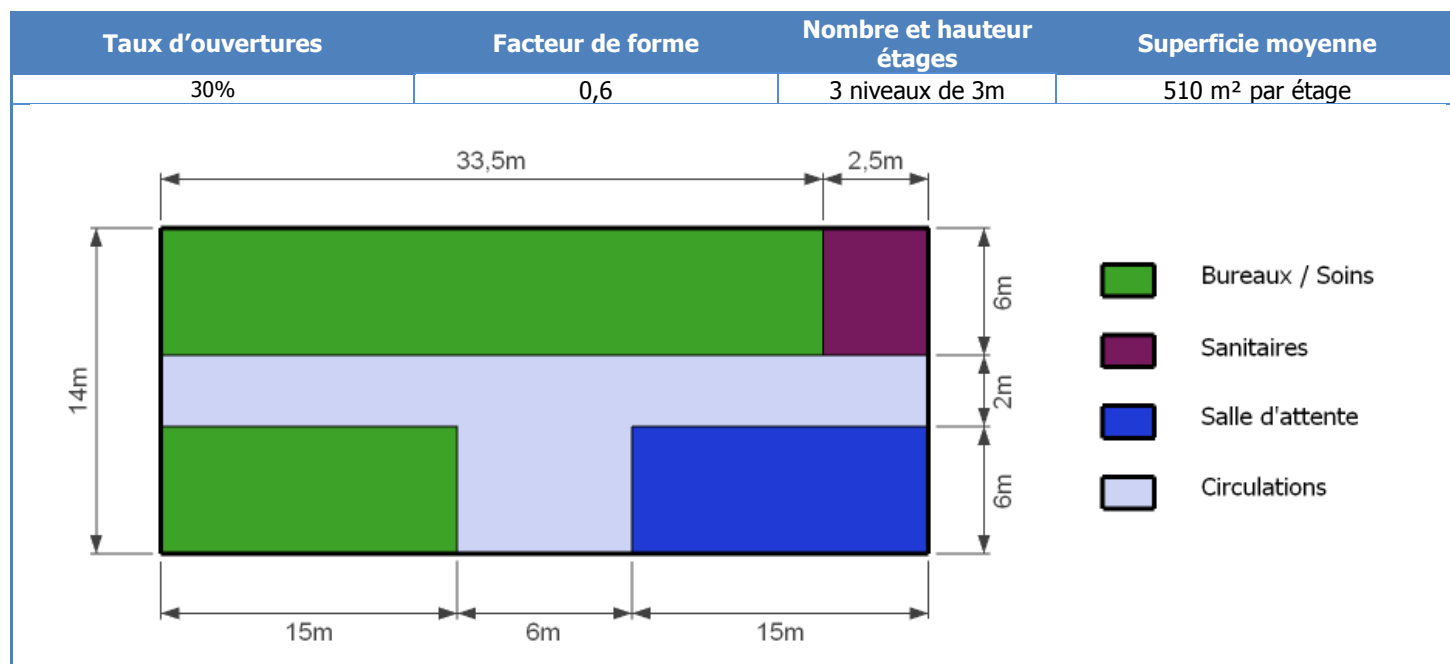
*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés 8cm- U =0,42 W/K.m²	-	-	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	-	-	/m² de mur	-	-	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée- U=0,4 W/K.m²	-	-	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
					Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques (il est également possible de mettre de la laine soufflée)									
Plancher bas	dalle béton sur sous sol, isolée- U=0,6 W/K.m²	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide laine de verre R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du vide sanitaire est trop faible, dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus (chape flottante)	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage 4/10/4- Uw=1,7 W/K.m²	-	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,9 W/m².K	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible, effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.La modification des fenêtres doit être l'occasion de repenser les protections solaires (par l'extérieur).	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	750	900	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Cabinet médical**



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	En briques non isolés- U= 2,26 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles perdus non isolés- couverture ardoise- U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée- U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	bois simple vitrage- Uw = 5 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1999 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm PSE- U = 0,42W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6 cm de polyuréthane- U = 0,43 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 8 cm de PSE- U = 0,31 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	métal (sans rupture de pont thermique) double vitrage- Uw = 3,8 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	500	700	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des établissements construits entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 10cm PSE- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 15cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 4,2 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	115	155	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 10 cm de polyuréthane- U= 0,23 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	–	–	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 10 cm de PSE- U = 0,25 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage- Uw=2,6W/m².K	–	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales de l'établissement

► **Autres bâtiments types**

Paramètres	Bureaux	Chambres	Garderie	Salles D'attente	Sanitaires	Circulation
Occupation	26 m ² /p	8 m ² /p	3 m ² /p	26 m ² /p	-	-
Horaires chauffage et climatisation	1j/7j : 2h-20h 4j/7j : 6h-20h	24h/24h	4j/7j 7h-17h	4j/7j : 6h-18h 1j/7j : 6h-12h	1j/7j : 2h-20h 4j/7j : 6h-20h	1j/7j : 2h-20h 4j/7j : 6h-20h
Ventilation	25m ³ /h/p	18m ³ /h/p	15m ³ /h/p	25m ³ /h/p	-	-
Horaires ventilation	5j/7j: 8h-20h	24h/24h	4j/7j 9h-17h	4j/7j : 8h-18h 1j/7j : 8h-12h	-	-
ECS	26,7 kWh/m ²					
Apports internes forts	18 W/m ²	10,5 W/m ²	23 W/m ²	11,25 W/m ²	0	0
Apports internes moyens	-	6,5 W/m ²	0	0	0	0
Apports internes faibles	3 W/m ²	3,5 W/m ²	0	0	0	0
Horaires apports internes	Fort : 5j/7j 8h-18h Faible : 18h-8h	Fort : 15h-21h Moyen : 8h-15h 21h-24h Faible : 0h-8h	Fort : 4j/7j 9h-12h 14h-17h	4j/7j : 8h-18h 1j/7j : 8h-12h	-	-
Température consigne chauffage	19°C/17°C	19°C	19°C jour/17°C nuit			
Eclairage	9 w/m ²	5 w/m ²	7,5 w/m ²	7,5 w/m ²	3 w/m ²	6 w/m ²
Horaires éclairage	5j/7j: 8h-18h	8h-21h	4j/7j 9h-12h 14h-17h	4j/7j : 8h-18h 1j/7j : 8h-12h	5j/7j: 8h-18h	5j/7j: 8h-18h
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					

BRANCHE COMMERCE

Paramètres de simulation

► Ventilation naturelle créée par les occupants

Les bâtiments de commerces sont représentés grâce à trois composantes de ventilation, la ventilation hygiénique mécanique, la ventilation par infiltration et la ventilation naturelle créée par les occupants. Cette dernière représente les échanges d'air entre certaines surfaces des commerces et l'extérieur qui ont lieu à travers les entrées des magasins (portes souvent ouvertes, soit par choix, soit par un grand flux de clients) ou les portes d'échanges de marchandises de leur réserves.

Cette ventilation vient s'ajouter aux deux autres, et se déroule durant les heures d'ouverture. Elle aura un impact sur les besoins en énergie de chauffage et de climatisation, mais ne consommera aucune énergie directement.

► Typologie d'occupation

Les paramètres d'occupation, comme les besoins de ventilation hygiénique, ou les apports internes des occupants et des machines sont très variables d'un bâtiment à l'autre, même au sein d'une branche et d'une sous-branche. Une grande incertitude est associée à ces paramètres. Une description typologique de ces derniers a donc été développée à partir du retour d'expérience des branches précédemment étudiées.

Apports Internes (W/m ²)	Modules
0	Circulation/Sanitaires
10	Salles de réunion
20	Bureaux/Surfaces de vente
40	Cuisine/Process
60	Cantines denses

Eclairage (W/m ²)	Modules
2	Résidentiel
6	Sanitaires/Chambres/Réserves
12	Eclairage classique tertiaire
18	Bureaux / Vente
30	Vente supermarché

Ventilation hygiénique (m ³ /(m ² .h))	Modules
0	Sanitaires/Circulation/Réserves
2	Bureaux/Vente
5	Restaurants/Chambres
20	Laboratoires/Cantines denses
45	Salles d'opérations

Ventilation naturelle (m ³ /(m ² .h))	Type de ventilation naturelle
0	Bâtiment sans ouvertures particulières
2	Bâtiment ouvert sur l'extérieur par intermittence
5	Bâtiment ouvert sur l'extérieur en permanence
10	Bâtiment très fortement ouvert sur l'extérieur

Description typologique

L'élaboration des bâtiments types ont été le fruit de l'expertise combinée de Tribu Energie, du CEP de l'Ecole des Mines de Paris ainsi que de l'étude des composantes du parc décrit dans la reconstitution surfacique.

Trois composantes essentielles permettent de décrire chacune des typologies :

- Les parois du bâtiment
- Le plan masse
- Les paramètres d'occupation

La combinaison de ces composantes est fonction de l'activité exercée dans l'établissement commercial.

► Typologies de parois

Les expertises menées ont permis de dégager cinq types de parois aux propriétés constructives différentes :

- Paroi 1 : Etablissement commercial situé au bas d'un immeuble d'habitation
- Paroi 2 : Etablissement commercial spécialisé (type bricolage ou meubles)
- Paroi 3 : Grande distribution alimentaire
- Paroi 4 : Etablissement commercial occupant un immeuble de centre ville
- Paroi 5 : Grand établissement commercial situé en ZAC ou en périphérie urbaine

Paroi 1														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie non isolée- U= 3 W/m².K / Très faible surface car la majorité de la façade est vitrée.	—	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'intérieur avec 16 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant = 4,5 m².K/W	Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants comportant un pare-vapeur situé du côté intérieur. Le risque de condensation sera ainsi très limité à condition d'avoir une bonne ventilation.	—	—	/m² de mur	50	80	/m² de mur	60	90	/m² de mur
Toiture	dalle béton-mitoyenne avec un local chauffé au-dessus : PAROI NON DEPERDITIVE	-	-	-	-	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur local non chauffé non isolé U = 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle, 8 cm panneau rigide LdV R = 2,1 m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Une isolation en sous face de plancher est réalisable à condition que l'accès au local non chauffé soit possible (complexe en copropriété, avec des caves privatives).L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible Toutefois,il peut être parfois plus simple de réaliser une isolation sous chape.	40	50	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	950	1150	/m² fenêtre	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² façade rideau

Paroi 2														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Structure métallique isolée- Up= 1W/m².K	–	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 9 cm d'isolant (λ 0,032) en laine de verre- R=2,8 m².K/W	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 11 cm d'isolant (λ 0,032)en laine de verre- R=3,4 m².K/W	Les systèmes double peau avec laine minérale permettent de concilier l'acoustique et la thermique, mais aussi d'avoir un bon comportement au feu de l'isolant. Les procédés de fixation actuels en matériau composite limitent considérablement les ponts thermiques	–	–	/m² de mur	90	100	/m² de mur	95	105	/m² de mur
Toiture	toiture en bac acier isolée- Up=0,75W/m².K	11cm de laine minérale R=2,85 m².K/W	16 cm de laine minérale R= 4 m².K/W	22 cm de laine minérale + fixation à rupture thermique R=5,8m².K/W	Arrachage de l'ancien isolant à prévoir.Faire attention au poids supplémentaire entraîné par l'ajout d'isolant. La laine de verre sera quand même, pour une même performance thermique, deux fois plus léger que la laine de roche	85	95	/m² de toiture	100	110	/m² de toiture	110	120	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée - U= 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K	-	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 2,2 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 1,3 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	–	–	/m² fenêtre	900	1100	/m² fenêtre	1100	1350	/m² façade rideau

Paroi 5														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Structure métallique isolée- U= 0,85 W/m².K	–	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 11 cm d'isolant (λ 0,032) en laine de verre- R=3,4 m².K/W	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 13 cm d'isolant (λ 0,032) en laine de verre- R=4,05 m².K/W	Les systèmes double peau avec laine minérale permettent de concilier l'acoustique et la thermique, mais aussi d'avoir un bon comportement au feu de l'isolant. Les procédés de fixation actuels en matériau composite limitent considérablement les ponts thermiques	–	–	–	95	105	/m² de mur	110	120	/m² de mur
Toiture	toiture en bac acier isolée- U=0,58W/m².K	13cm de laine minérale R=3,40 m².K/W	22 cm de laine minérale R= 5,8 m².K/W	26 cm de laine minérale + fixation à rupture thermique R=6,7 m².K/W	Arrachage de l'ancien isolant à prévoir.Faire attention au poids supplémentaire entraîné par l'ajout d'isolant. La laine de verre sera quand même, pour une même performance thermique, deux fois plus léger que la laine de roche	90	100	/m² de toiture	110	120	/m² de toiture	120	130	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée - U= 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	–	–	–	–	–	–	35	45	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K/ représente souvent que la surface d'accueil du magasin	-	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	–	–	–	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² fenêtre

Plan masse et paramètres d'occupation

Les paramètres d'occupation ainsi que les plans masse des établissements commerciaux sont exposés dans la partie qui suit selon les grandes catégories d'activité suivantes :

- Hypermarchés/Supermarchés/Supérettes
- Petits commerces de centre ville
- Grands commerces
- Commerces spécialisés
- Commerces de gros
- Entrepôts

L'ensemble de ces établissements auront des horaires de fonctionnement de 8h à 20h, du lundi au samedi, excepté pour les boulangeries.

► **Hypermarchés-Supermarchés-Superettes**

Les bâtiments de ce type sont composés d'une surface de vente (répartie entre les produits frais, l'épicerie, les textiles, et les autres produits), d'une surface de stockage des marchandises, et de bureaux.

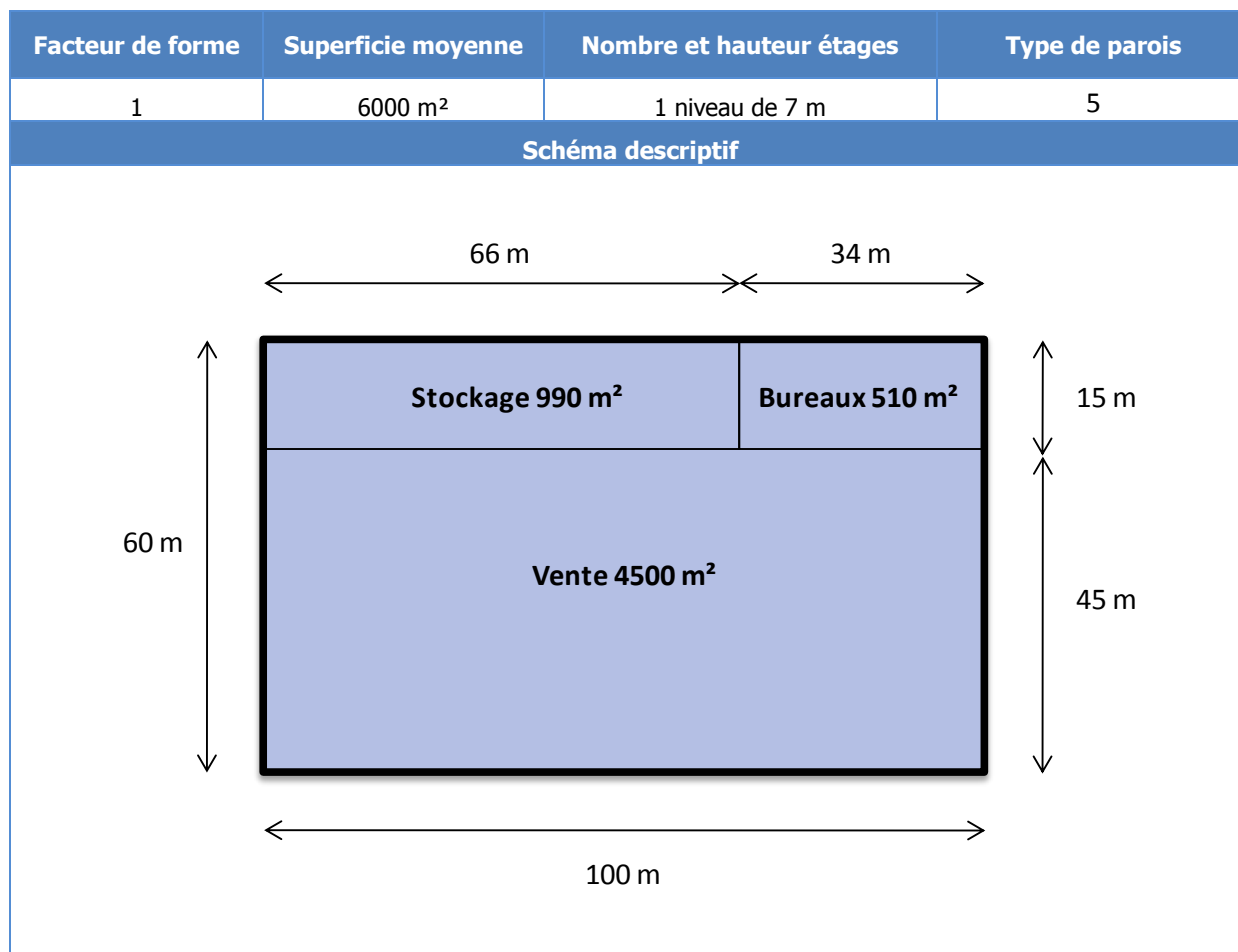
Une des caractéristiques particulière de ce type d'établissement commercial alimentaire est la présence d'appareils frigorifiques induisant des apports internes négatifs dans le magasin. L'effet de ces apports négatifs sera partagé entre deux phénomènes :

- un refroidissement local, autour des appareils frigorifiques, qui ne sera pas compensé par le système de chauffage.
- une perturbation plus globale sur l'ensemble du bâtiment, qui sera compensée par le système de chauffage. Afin de prendre en compte ce phénomène, les bâtiments auront des températures de consigne en chaud un peu plus importante que pour ceux n'ayant pas de meubles frigorifiques (+1°C).

► Hypermarchés

L'hypothèse est faite qu'un hypermarché comprend toujours une galerie marchande. Cependant la surface de galerie marchande n'est pas comptée dans le plan masse, étant donné qu'elle sera associée à d'autres commerces.

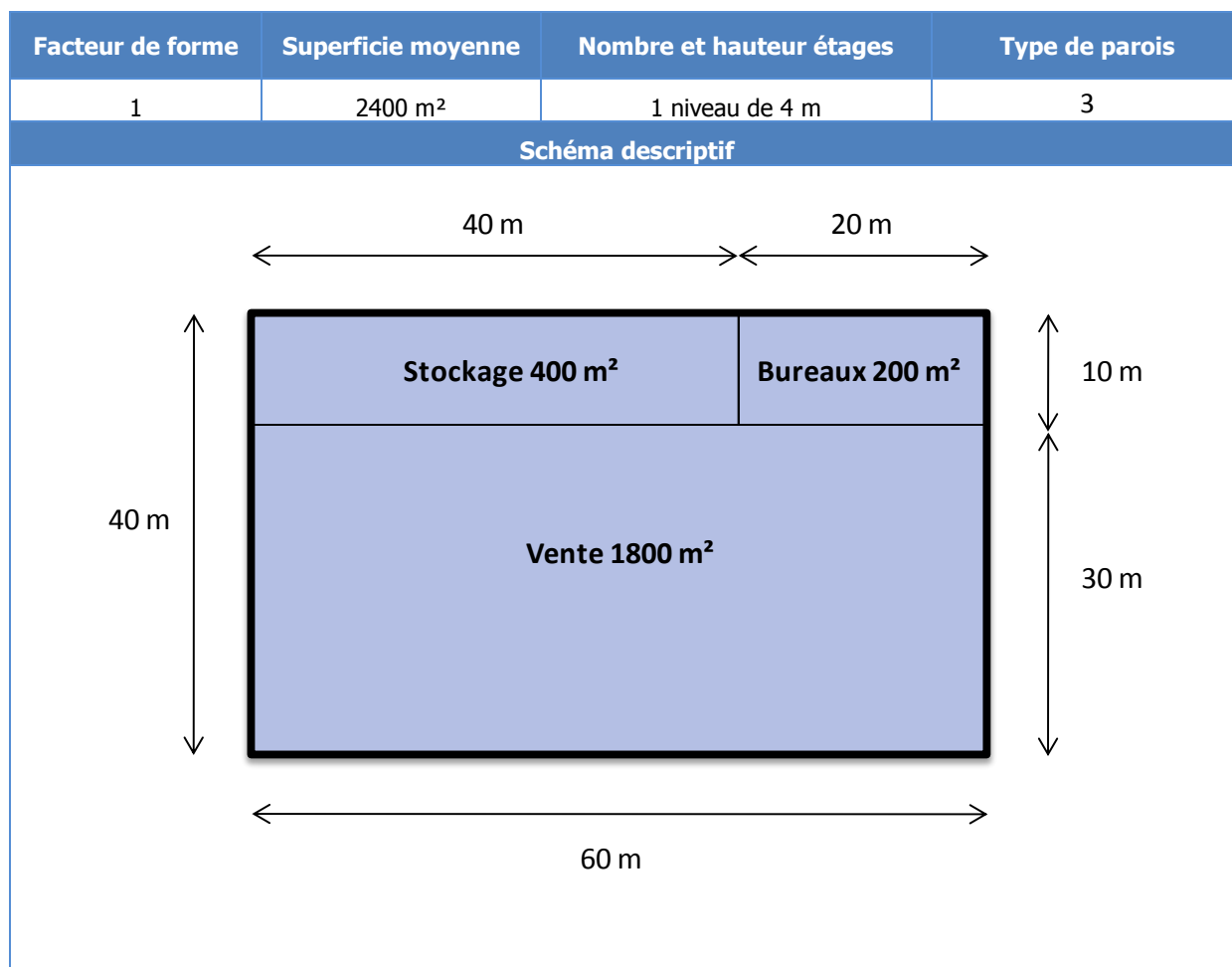
Le bâtiment type sera donc composé d'un espace de vente, d'un bureau et d'un lieu de stockage. Les déperditions par la façade avant ne seront pas prises en compte, elles concerneront les magasins des galeries.



	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	19°C/17°C (jour/nuit)	15°C/13°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m³/(m².h)	0 m³/(m².h)	2 m³/(m².h)
Ventilation naturelle	2 m³/(m².h)	2 m³/(m².h)	0 m³/(m².h)
Apports internes	20 W/m²	10 W/m²	20 W/m²
Vitrage	Aucun	Aucun	50%
Eclairage	30 W/m²	6 W/m²	12 W/m²

► Supermarché

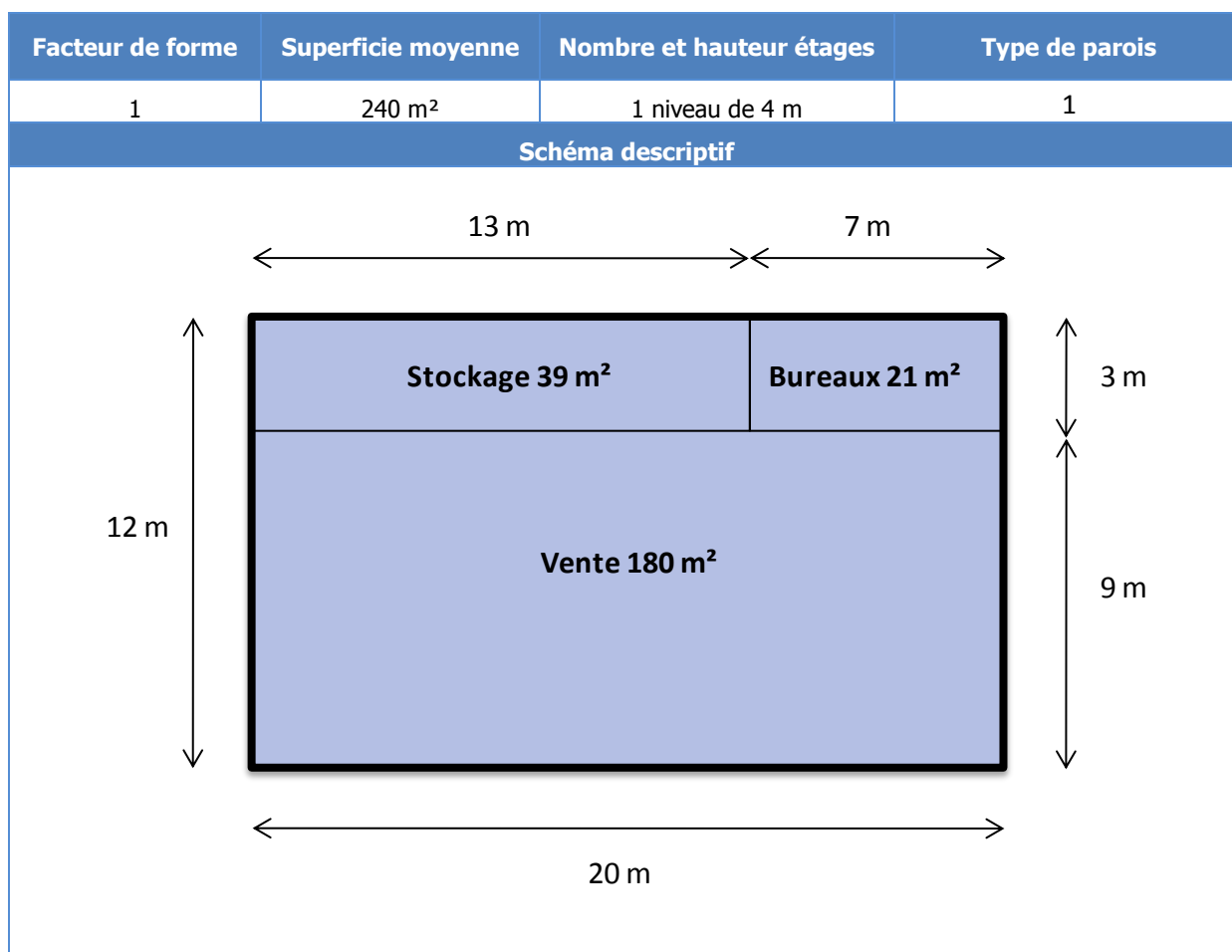
Les supermarchés sont équivalents aux hypermarchés, à la différence ont une surface moindre et qu'ils ne comportent pas de galerie marchande.



	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	19°C/17°C (jour/nuit)	15°C/13°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	5% face sud	Aucun	50%
Eclairage	30 W/m ²	6 W/m ²	12 W/m ²

► Superette

Les superettes sont de petits supermarchés le plus souvent intégrés au sein d'un bâtiment plus grand en centre-ville. Seule leur façade avant, ainsi que le plancher seront considérés comme déperditifs. La façade avant est largement vitrée.

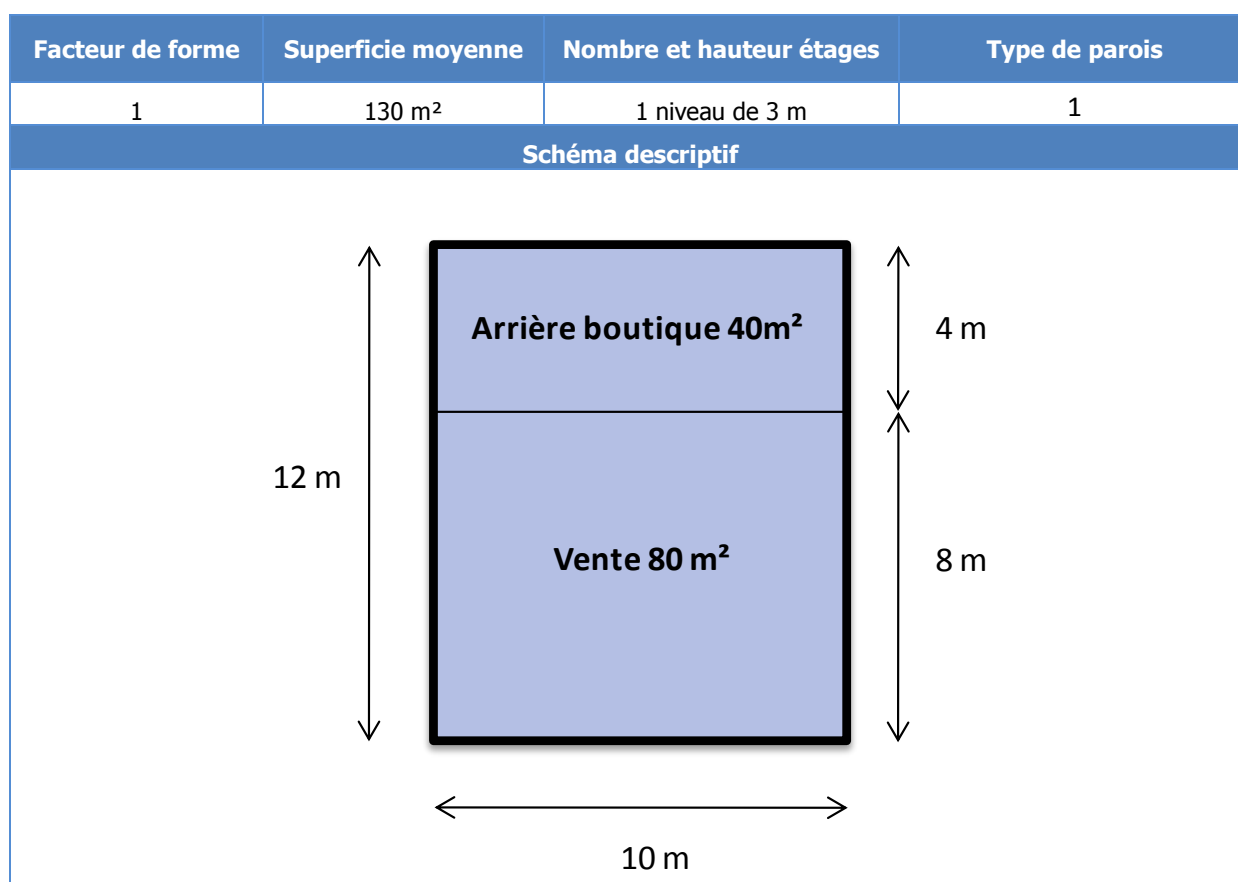


	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	19°C/17°C (jour/nuit)	15°C/13°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	85% face sud	Aucun	Aucun
Eclairage	30 W/m ²	6 W/m ²	12 W/m ²

► Petits commerces alimentaires ou non de centre ville

Les petits établissements commerciaux, qu'ils soient alimentaires ou non, de service ou non, auront des caractéristiques en commun. Ils représentent des magasins situés dans des rues marchandes de centre ville, ou dans certaines zones de regroupement de petits commerces. Leur géométrie type sera la même quelque soit l'activité :

- magasin de 12m de profondeur sur 10m de large, 3m sous plafond, 120m²
- une façade largement vitrée
- ils sont situés au rez-de chaussé de bâtiments résidentiels
- une seule parois déperditive sera considérée, celle donnant sur la rue
- un espace de vente de 80m²
- un espace de stockage/atelier/bureau de 40m²



Ainsi, seuls les paramètres d'occupation différencieront ces établissements commerciaux selon l'activité exercée.

► Alimentaire chaud : type boulangerie

Il s'agit des petits commerces proposant des produits alimentaires chauds, les fabriquant ou les cuisant eux même, qui ne rentrent pas dans la catégorie des restaurants. Cette activité représentera principalement les boulangeries.

Les plages de fonctionnement seront les mêmes que pour les autres commerces, c'est-à-dire de 8h à 20h du lundi au samedi. Il y aura une exception pour l'arrière boutique, qui aura une plage de fonctionnement décalée de deux heures le matin et d'une heure le soir : de 6h à 19h.

	Vente	Arrière boutique
Température d'hivers	19°C/17°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	5 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	40 W/m ²
Vitrage	85% face sud	Aucun
Eclairage	18 W/m ²	12 W/m ²

► Alimentaire froid : type poissonnerie

Il s'agit des commerces alimentaires vendant des produits très frais et n'étant par conséquent que peu chauffés pour préserver la qualité de leurs produits. Les poissonneries et les boucheries rentrent dans cette catégorie de commerce. Les appareils de froid ou la glace présents sur les étals compensent les apports internes des occupants.

	Vente	Arrière boutique
Température d'hivers	17°C/15°C (jour/nuit)	17°C/15°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	5 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	0 W/m ²	0 W/m ²
Vitrage	85% face sud	Aucun
Eclairage	18 W/m ²	12 W/m ²

► **Non alimentaire : type librairie**

Il s'agit des petits commerces non alimentaires et sans process, comme les magasins de type librairie, de mode, fleuristes, etc.

	Vente	Arrière boutique
Température d'hivers	18°C/16°C (jour/nuit)	17°C/15°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²
Vitrage	85% face sud	Aucun
Eclairage	18 W/m ²	12 W/m ²

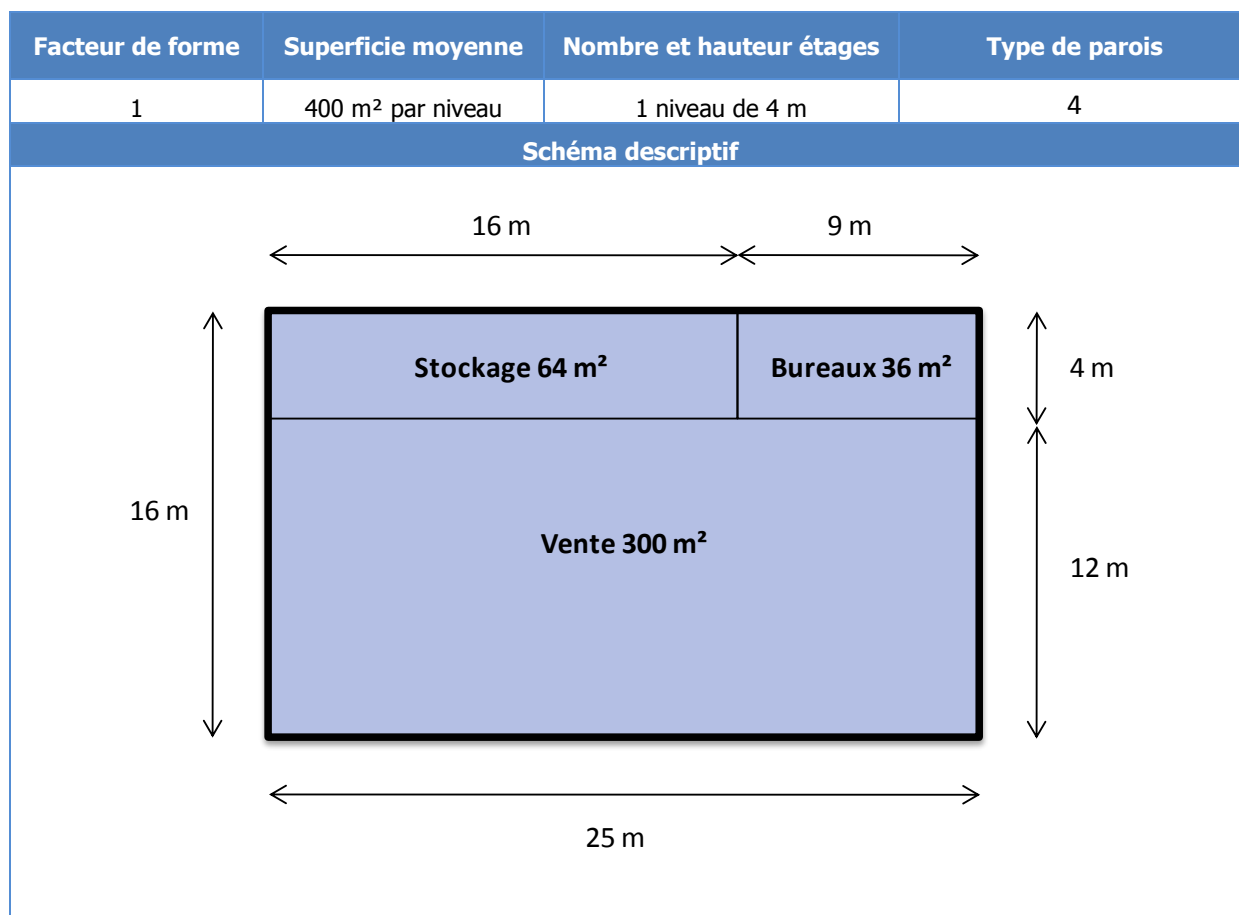
► **Process : type salon de coiffure**

Il s'agit des commerces proposant des services, comme les salons de coiffure, les soins corporels, les blanchisseries. La température de consigne y est plus élevée que dans les magasins non alimentaires, les clients pouvant rechercher un certain confort dans ce type de commerces.

	Vente	Arrière boutique
Température d'hivers	20°C/18°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²
Vitrage	85% face sud	Aucun
Eclairage	18 W/m ²	12 W/m ²

► Grand commerce

Cette catégorie représente les établissements commerciaux de centre-ville occupants des bâtiments entiers au sein de groupement résidentiels, ou de petites zones commerciales intégrées à des bâtiments résidentiels. A titre d'exemple, sont comptés dans cette catégorie des enseignes telles que H&M, Fnac, Monoprix, etc. Ils seront modélisés par des bâtiments de 2 à 4 étages de 400 m², avec les parois latérales non déperditives, en maçonnerie traditionnelle.



De la même façon que précédemment, la différence entre les activités exercées dans ces établissements sera prise en compte par les paramètres d'occupation du bâti.

► Alimentaire

	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	19°C/17°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)	19°C/17°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	85% face sud rez de chaussée – 50% autres étages	Aucun	50%
Eclairage	18W/m ²	6W/m ²	12W/m ²

► **Non-alimentaire**

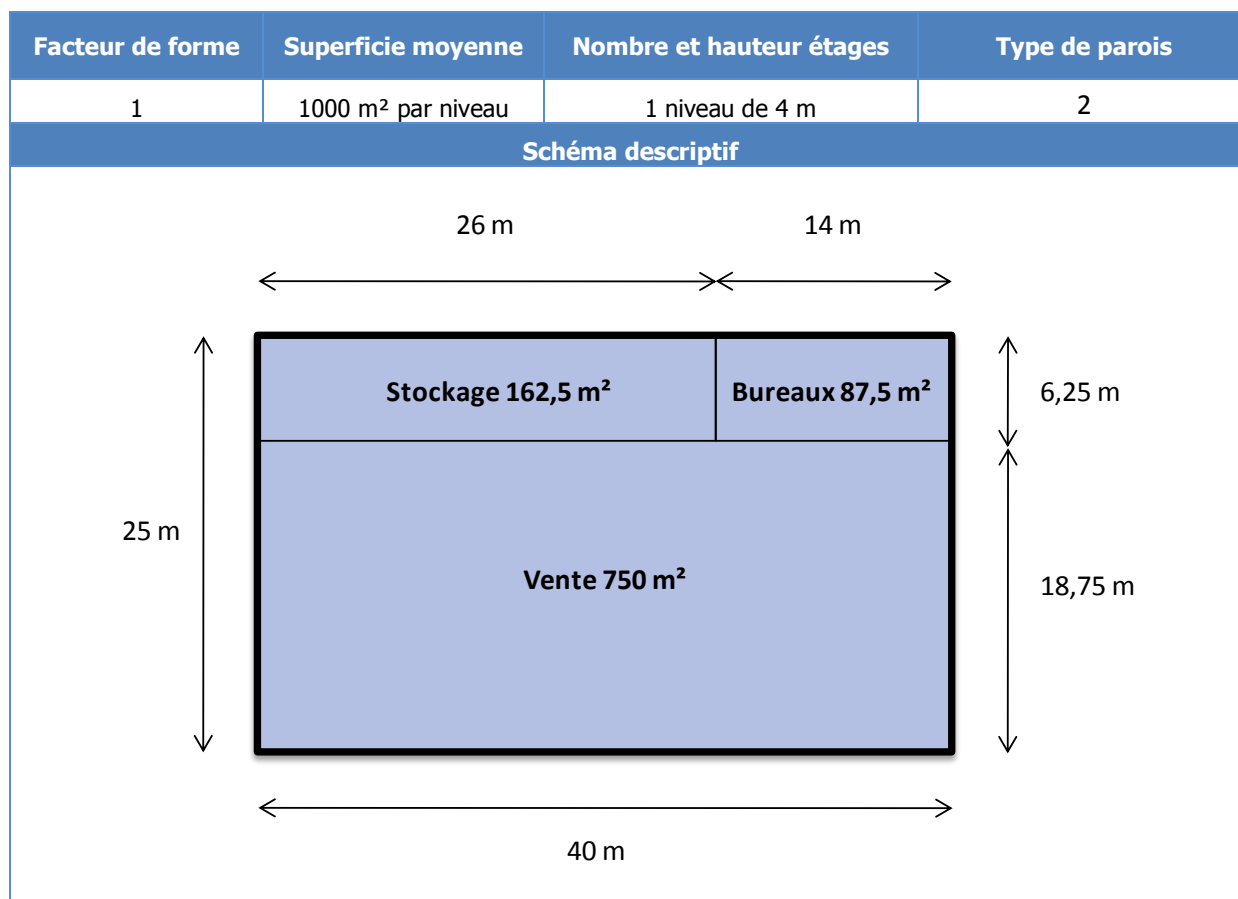
	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	18°C/16°C (jour/nuit)	18°C/16°C (jour/nuit)	18°C/16°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	85% face sud rez de chaussée – 50% autres étages	Aucun	50%
Eclairage	18 W/m ²	6 W/m ²	12 W/m ²

► **Process**

	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	20°C/18°C (jour/nuit)	20°C/18°C (jour/nuit)	20°C/18°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	85% face sud rez de chaussée – 50% autres étages	Aucun	50%
Eclairage	18 W/m ²	6 W/m ²	12 W/m ²

Commerces spécialisés

Il s'agit des grands établissements commerciaux non alimentaires situés en zone commerciale, comme les magasins de bricolage, de meubles, d'électroménager, ou autres. Ils seront modélisés suivant le même modèle que les supermarchés : un espace de vente, un espace de bureau et une zone de stockage. La plupart des magasins sont de 1 étage, mais on peut aussi en avoir de plusieurs étages (ex. IKEA).



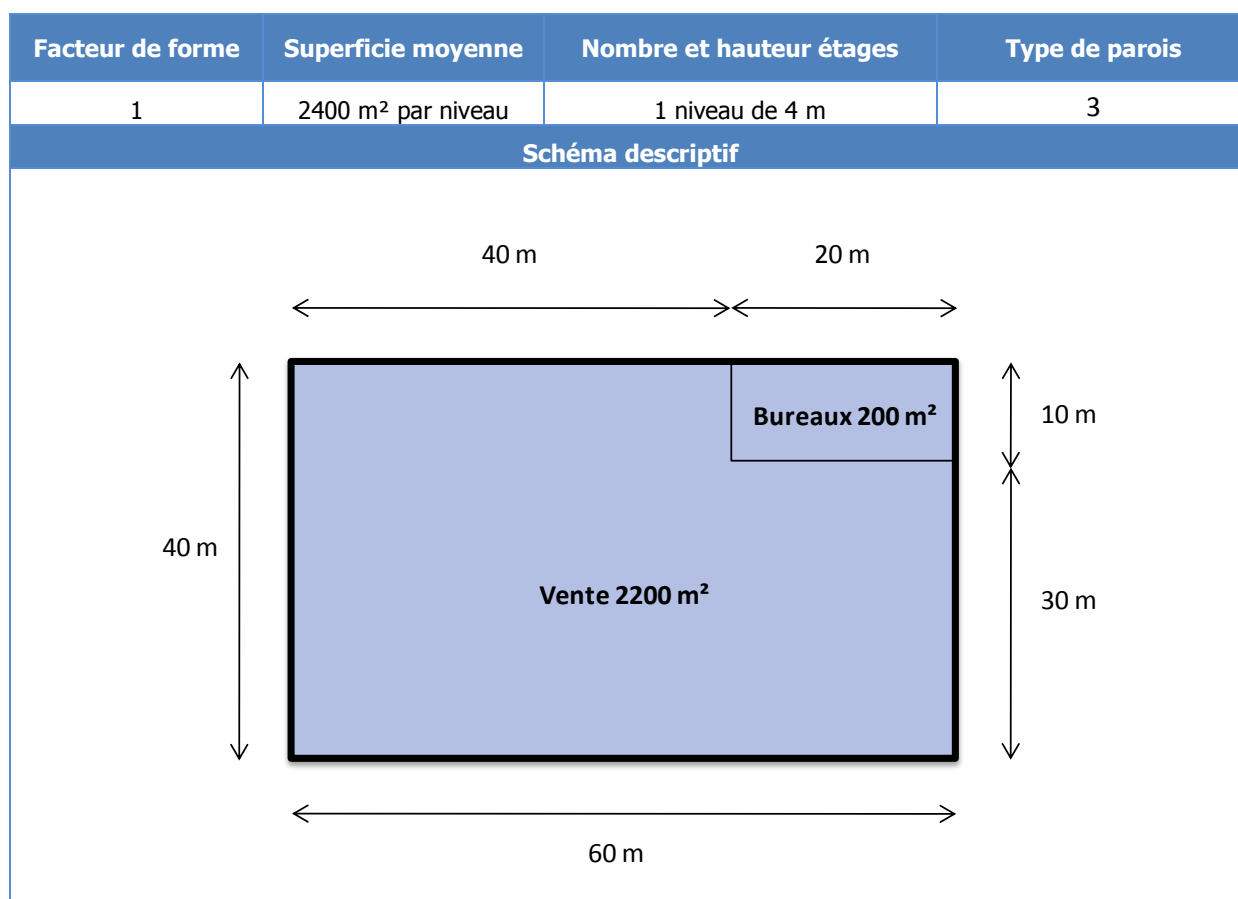
	Vente	Stockage	Bureaux
Température d'hivers	18°C/16°C (jour/nuit)	15°C/15°C (jour/nuit)	18°C/16°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	20 W/m ²	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	5% rez de chaussée	Aucun	50%
Eclairage	18 W/m ²	6 W/m ²	12 W/m ²

► Commerce de gros

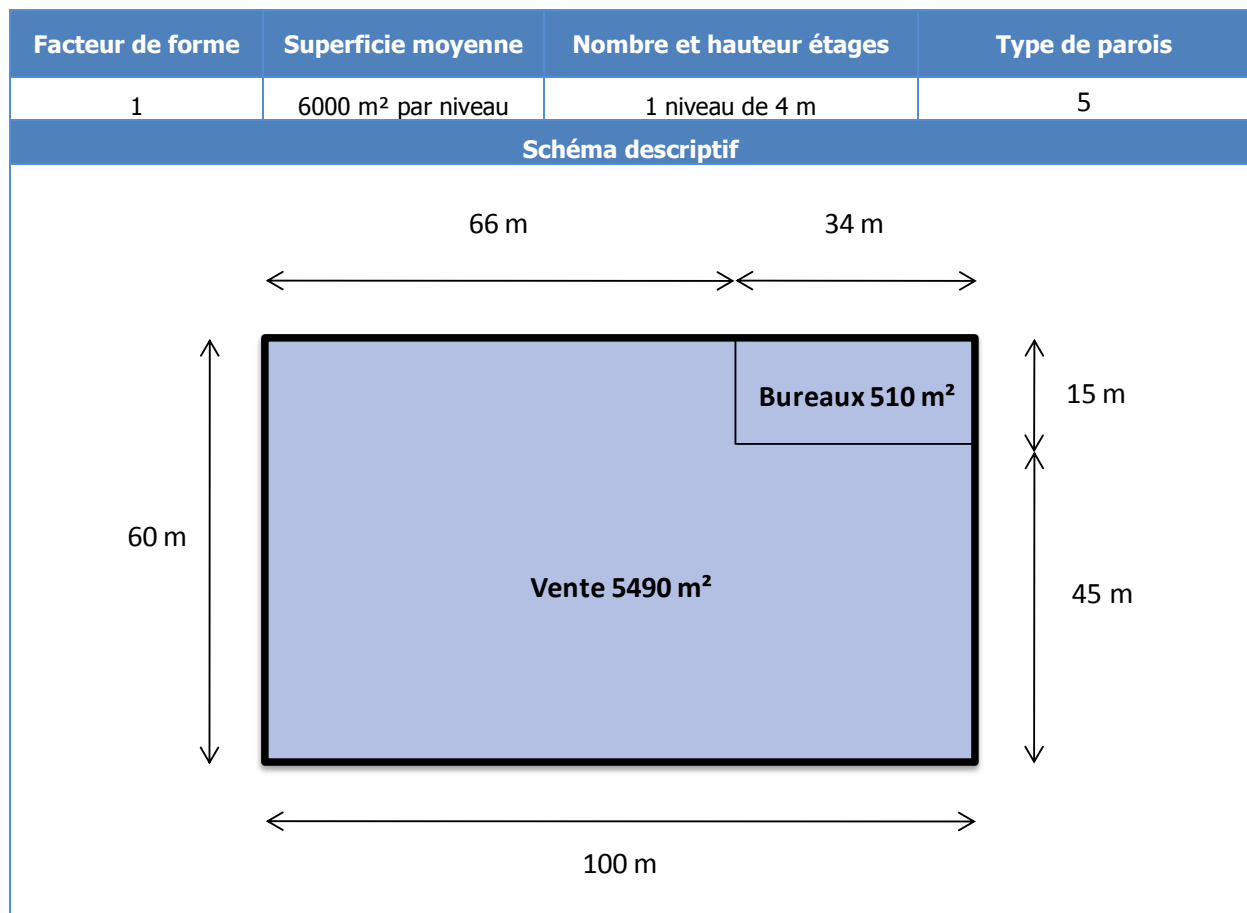
Pour ce type de magasins, l'espace de vente et l'espace de stockage ne font qu'un. Afin de prendre en compte les effets de la compacité sur les consommations d'énergie, deux types de commerces de gros seront modélisés, correspondant à deux classes de surface distinctes. Tous les établissements ne compteront qu'un seul étage.

	Vente	Bureaux
Température d'hivers	15°C/13°C (jour/nuit)	17°C/15°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	2 m ³ /(m ² .h)	2 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)	0 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	10 W/m ²	20 W/m ²
Vitrage	5% face sud	50%
Eclairage	18 W/m ²	12 W/m ²

► Petit Commerce de gros

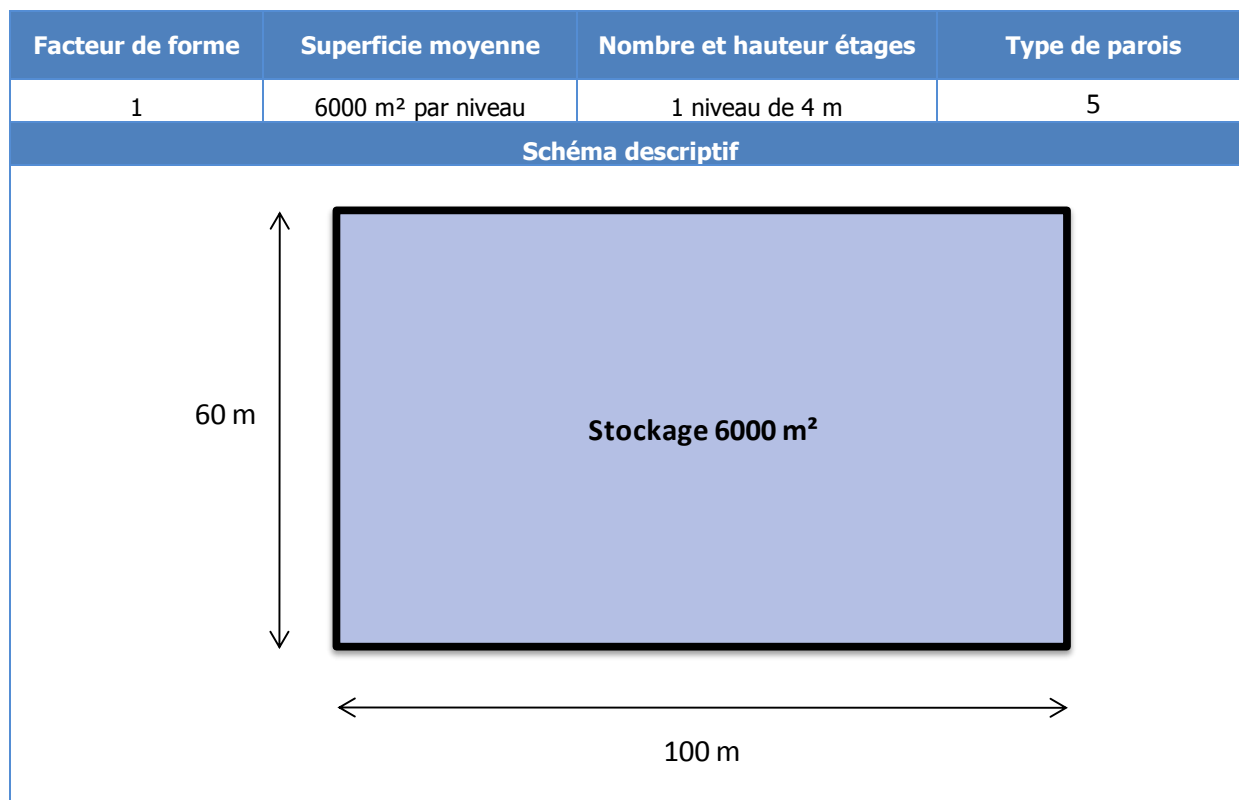


► Grand Commerce de gros



► Entrepôts

Les entrepôts sont des bâtiments considérés dans la modélisation comme peu chauffés.



	Stockage
Température d'hivers	14°C/14°C (jour/nuit)
Ventilation mécanique	0 m ³ /(m ² .h)
Ventilation naturelle	2 m ³ /(m ² .h)
Apports internes	0 W/m ²
Vitrage	5% face sud
Eclairage	12 W/m ²

Figure 1 Paramètres entrepôt

BRANCHE CAFE HOTEL RESTAURANT

Typologie de parois

L'élaboration des typologies constructives ont été le fruit de l'expertise combinée de Tribu Energie, du CEP de l'Ecole des Mines de Paris ainsi que de l'étude des composantes du parc décrit dans la reconstitution surfacique.

Trois composantes essentielles permettent de décrire chacune des typologies :

- Les parois du bâtiment
- Le plan masse
- Les paramètres d'occupation

Les expertises menées ont permis de dégager huit types de parois aux propriétés constructives différentes :

- Type 1** : Petit hôtel plutôt ancien, maximum 3 étoiles (jusqu'à 15-20 chambres)
- Type 2** : Hôtel moyen plutôt ancien, maximum 3 étoiles (jusqu'à 50-60 chambres)
- Type 3** : Grand hôtel d'étape, plutôt récent, maximum 3 étoiles (au-delà de 50 chambres)
- Type 4** : Grand hôtel / Hôtel d'affaire, 3 étoiles et plus (au-delà de 100 chambres)
- Type 5** : Hôtel historique, 4 étoiles et plus (entre 50 et 100 chambres)
- Type 6** : Restaurants traditionnels de centre ville, de grande taille
- Type 7** : Cafés, débits de boisson et petit restaurants en centre ville, largement vitrés
- Type 8** : Restauration rapide de grande taille

Type 1														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	pierre/briques non isolé- U= 2,5 W/m².K	—	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques ou en pierre doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	—	—	/m² de mur	50	80	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles aménagés isolés U=0,5 W/m².K	10cm de laine minérale Risolant = 2,9m².K/W	16cm de laine minérale Risolant = 4,5m².K/W	22 cm de laine minérale Risolant = 6,2m².K/W	Mettre une couche d'isolant entre chevrons et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques.	35	45	/m² de toiture	40	50	/m² de toiture	45	55	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	50	55	/m² de plancher
Parties vitrées	PVC double vitrage 4/6/4- Uw = 2,8 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage sur les fenêtres au Nord Uw = 0,9 W/m².K/ double vitrage peu émissif sur les autres orientations	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	800	900	/m² fenêtre

Type 2														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton/maçonnerie- U= 2,5 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	50	80	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée après travaux récents- 6cm PXE U= 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée.	–	–	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture	90	100	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur parking, isolée - U= 0,5 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle, 8 cm panneau rigide LdV R = 2,1 m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	40	50	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher
	plancher sur vide sanitaire- non isolé- U = 0,8 W/m².K	-	-	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	L'isolation en sous face peut s'avérer compliquée lorsque la hauteur du sous sol est trop faible. Dans ce cas, la seule solution consiste à isoler le plancher bas sur la dalle et couler une chape par-dessus	–	–	–	–	–	–	45	55	/m² de plancher
Parties vitrées	PVC double vitrage 4/6/4- Uw = 2,8 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Double vitrage 4/16argon/4 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC avec triple vitrage sur les fenêtres au Nord Uw = 0,9 W/m².K/ double vitrage peu émissif sur les autres orientations	Le triple vitrage est possible lorsque la géométrie des fenêtres n'est pas trop compliquée. Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des	400	500	/m² fenêtre	400	500	/m² fenêtre	800	900	/m² fenêtre

Type 3														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton/maçonnerie isolé par l'intérieur- U=0,6 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE thermo-acoustique, derrière un bardage ventilé ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE thermo-acoustique, derrière un bardage ventilé ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'avérer parfois compliquée pour certains types d'architectures (valeur patrimoniale du bâtiment). Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	90	110	/m² de mur	120	140	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée - 6cm PXE U=0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥ 4,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 2*12 cm de polyuréthane ; R ≥ 10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture	100	110	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein avec isolation périphérique U= 0,5 W/m².K	–	–	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	50	55	/m² de plancher
Parties vitrées	PVC double vitrage acoustique 10/6/4- Uw = 2,8 W/m².K	Double vitrage 10/12argon/6 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,5 W/m².K	Double vitrage 10/12argon/6 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,5 W/m².K	Double vitrage 10/12argon/6 peu émissif. Menuiserie PVC Uw ≤ 1,5 W/m².K	L'acoustique est ici privilégiée et le triple vitrage ne peut être envisagé. Il est impératif de coupler ces fenêtres avec des entrées d'air acoustiques (en VMC simple flux). Il est conseillé de coupler le changement des fenêtres à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis.	600	700	/m² fenêtre	600	700	/m² fenêtre	600	700	/m² fenêtre

Type 4														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	façade rideau- Ucw = 2,9 W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, ce qui engendrerait des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	–	inclus dans le coût des fenêtres					
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,29 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	–	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur local non chauffé isolé U = 0,5 W/m².K	–	–	–	Le plancher bas n'est pas un enjeu dans ce genre de bâtiment, surtout que les chambres ne donnent pas directement dessus (au rez de chaussée, présence de salle de réunion, restaurant...)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Parties vitrées	façade rideau- Ucw =2,9W/m².K	–	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	S'assurer que le vitrage installé est traité de façon à ne pas avoir trop d'apports solaires, qui engendreraient des consommations de climatisation trop importantes.	–	–	–	950	1150	/m² de vitrage	1150	1400	/m² de vitrage

Type 5					
	Etat initial	Reco max	Coûts		
			Min	Max	Unité
Murs	pierre/briques non isolé- $U = 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	–	–	–	–
Toiture	combles aménagés isolés $U = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	16cm de laine minérale Risolant = $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	40	50	/m ² de toiture
Plancher bas	plancher sur terre plein-non isolé $U = 0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	–	–	–	–
Fenêtres	fenêtres à meneaux- bois simple vitrage- $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	fenêtres à double vitrage et vide - $U_g = 1,4 / U_w$ estimé=1,8	1400	1700	/m ² de fenêtre

Type 6													
	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, isolé par l'intérieur par 6cm d'isolant, $U=0,53W/m^2.K$	Isolation intérieure 8cm d'isolant, type laine minérale, $R=2,4m^2.K/W$ sans pare vapeur	Isolation intérieure 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	isolation intérieure 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	combles perdus, platre sur laticie isolé par 5cm de laine minérale, $U=0,92W/m^2.K$	20cm d'un isolant avec $R=6m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	10	20	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire, entrevout en terre cuite Isolé avec 5cm d'isolant, $U=0,92W/m^2.K$	–	–	isolation en sous face avec 15cm d'un isolant $R=4m^2.K/W$	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher	40	60	/m ² de plancher
Fenêtres	Double vitrage 4/6/4, menuiserie bois, $U_w=2,8W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	Triple vitrage, $U_w=0,8W/m^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Type 7														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie non isolée- U= 3 W/m².K / Très faible surface car la majorité de la façade est vitrée.	–	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'intérieur avec 16 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant = 4,5 m².K/W	Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants comportant un pare-vapeur situé du côté intérieur. Le risque de condensation sera ainsi très limité à condition d'avoir une bonne ventilation.	–	–	/m² de mur	50	80	/m² de mur	60	90	/m² de mur
Toiture	dalle béton-mitoyenne avec un local chauffé au-dessus : PAROI NON DEPERDITIVE	-	-	-	-	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur local non chauffé U = 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle, 8 cm panneau rigide LdV R = 2,1 m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Une isolation en sous face de plancher est réalisable à condition que l'accès au local non chauffé soit possible (complexe en copropriété, avec des caves privatives).L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible Toutefois,il peut être parfois plus simple de réaliser une isolation sous chape.	40	50	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	950	1150	/m² fenêtre	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² façade rideau

Type 8														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Structure métallique isolée- U= 0,85 W/m².K	–	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 11 cm d'isolant (λ 0,032) en laine de verre- R=3,4 m².K/W	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 13 cm d'isolant (λ 0,032) en laine de verre- R=4,05 m².K/W	Les systèmes double peau avec laine minérale permettent de concilier l'acoustique et la thermique, mais aussi d'avoir un bon comportement au feu de l'isolant. Les procédés de fixation actuels en matériau composite limitent considérablement les ponts thermiques	–	–	/m² de mur	95	105	/m² de mur	110	120	/m² de mur
Toiture	toiture en bac acier isolée- U=0,58W/m².K	13cm de laine minérale R=3,40 m².K/W	22 cm de laine minérale R= 5,8 m².K/W	26 cm de laine minérale + fixation à rupture thermique R=6,7 m².K/W	Arrachage de l'ancien isolant à prévoir.Faire attention au poids supplémentaire entraîné par l'ajout d'isolant. La laine de verre sera quand même, pour une même performance thermique, deux fois plus léger que la laine de roche	90	100	/m² de toiture	110	120	/m² de toiture	120	130	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée - U= 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K	-	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	–	–	/m² fenêtre	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² façade rideau

Bâtiments types

Les plans masse des établissements d'hôtellerie, de restauration, de cafés et de débits de boisson sont présentés suivant les grandes catégories suivantes :

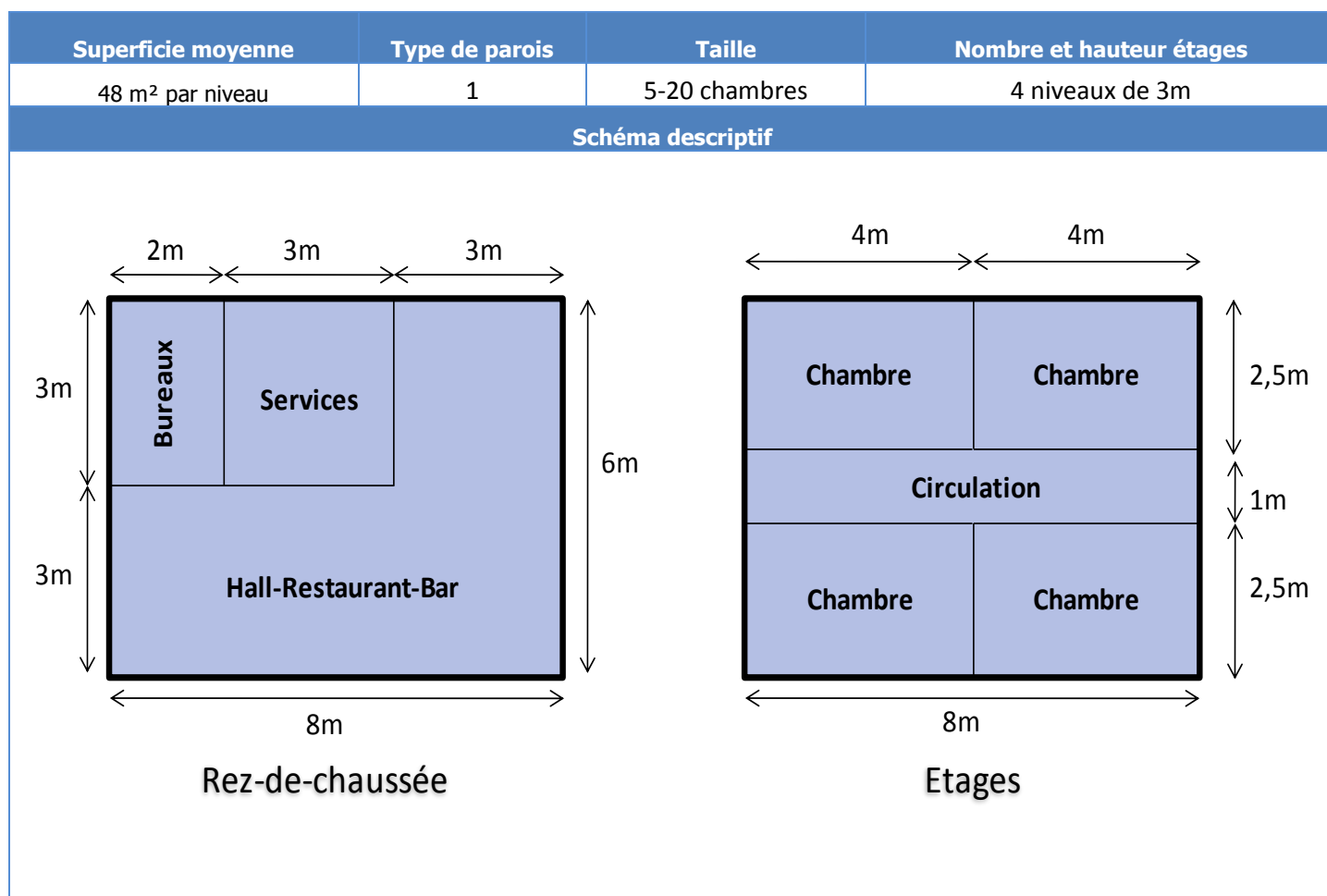
- Hôtels peu classés (1 étoile et -)
- Hôtels moyennement classés (2 et 3 étoiles)
- Hôtels de luxe (4 étoiles et +)
- Restaurants
- Cafés et débits de boisson

Certaines caractéristiques constructives sont communes à tous les types d'hôtels. La hauteur sous plafond du rez-de-chaussée est de 3,5m, la hauteur sous plafond des étages de chambres est de 2,5m. La hauteur sous plafond des restaurants, cafés et débit de boisson est de 2,5m.

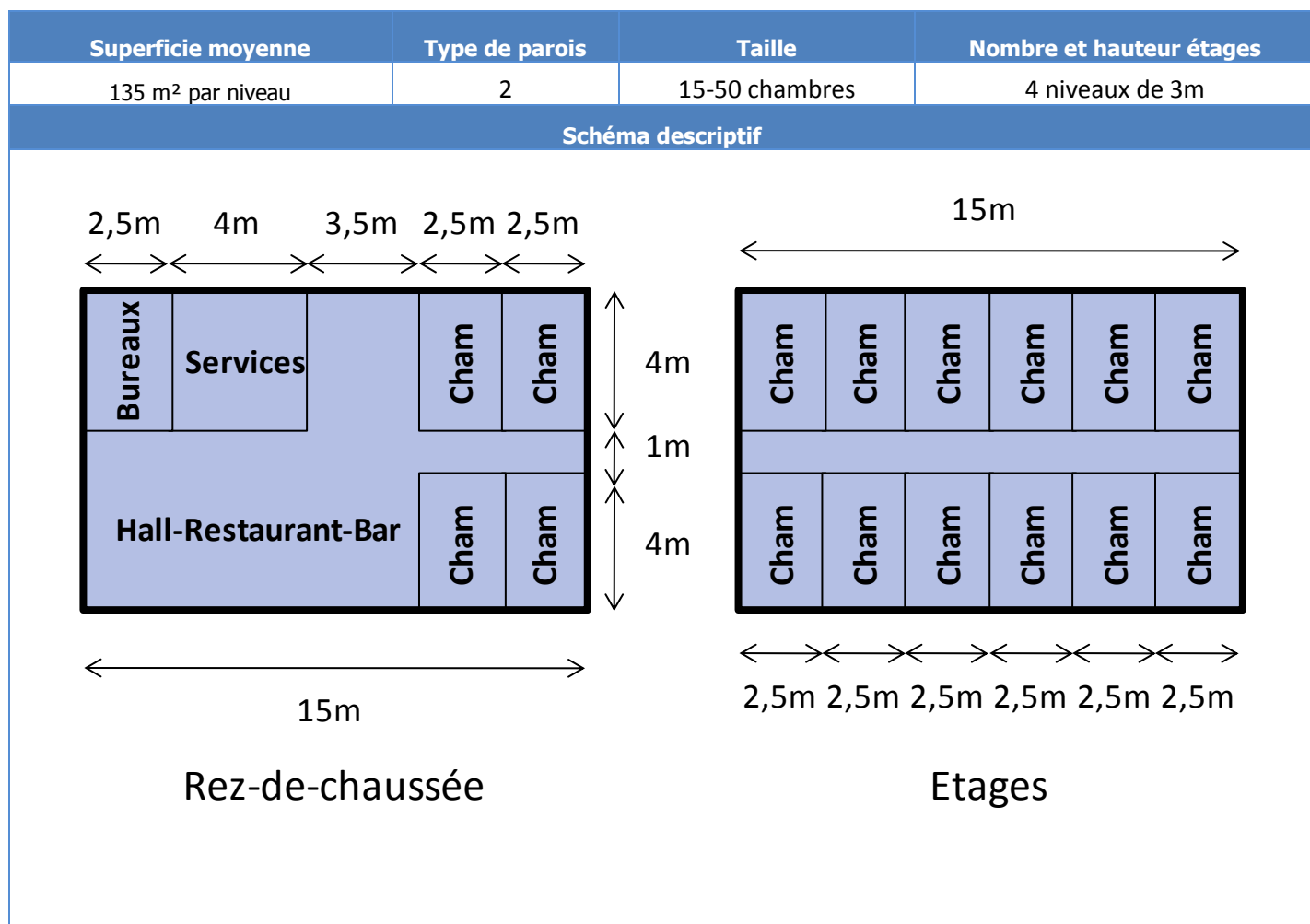
Le pourcentage de parois vitrées est décrit dans la partie occupation pour chaque module.

► Hôtels peu classés

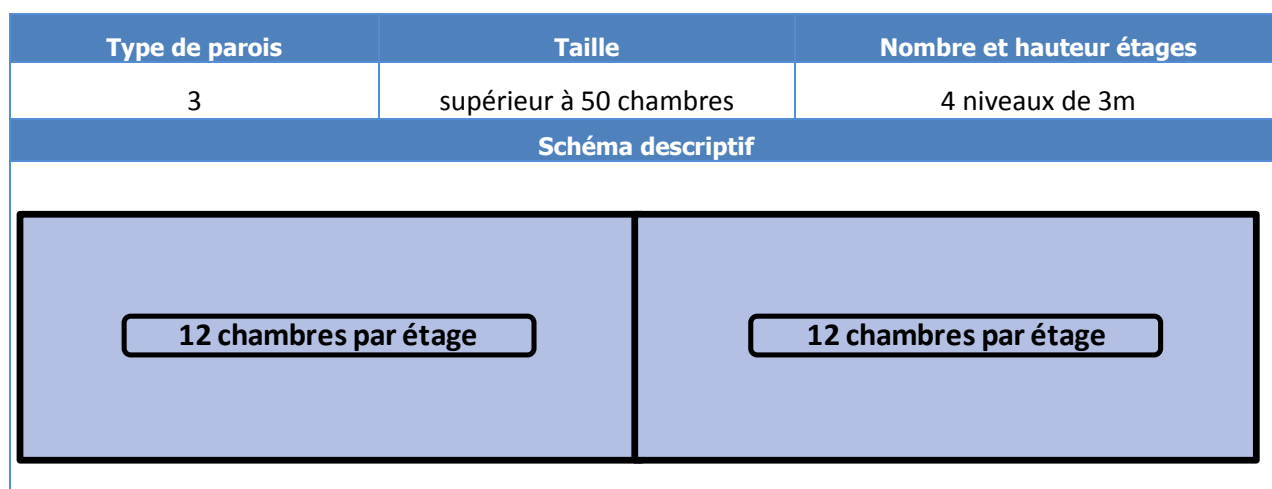
Hôtels de petite taille



Hôtels de taille moyenne

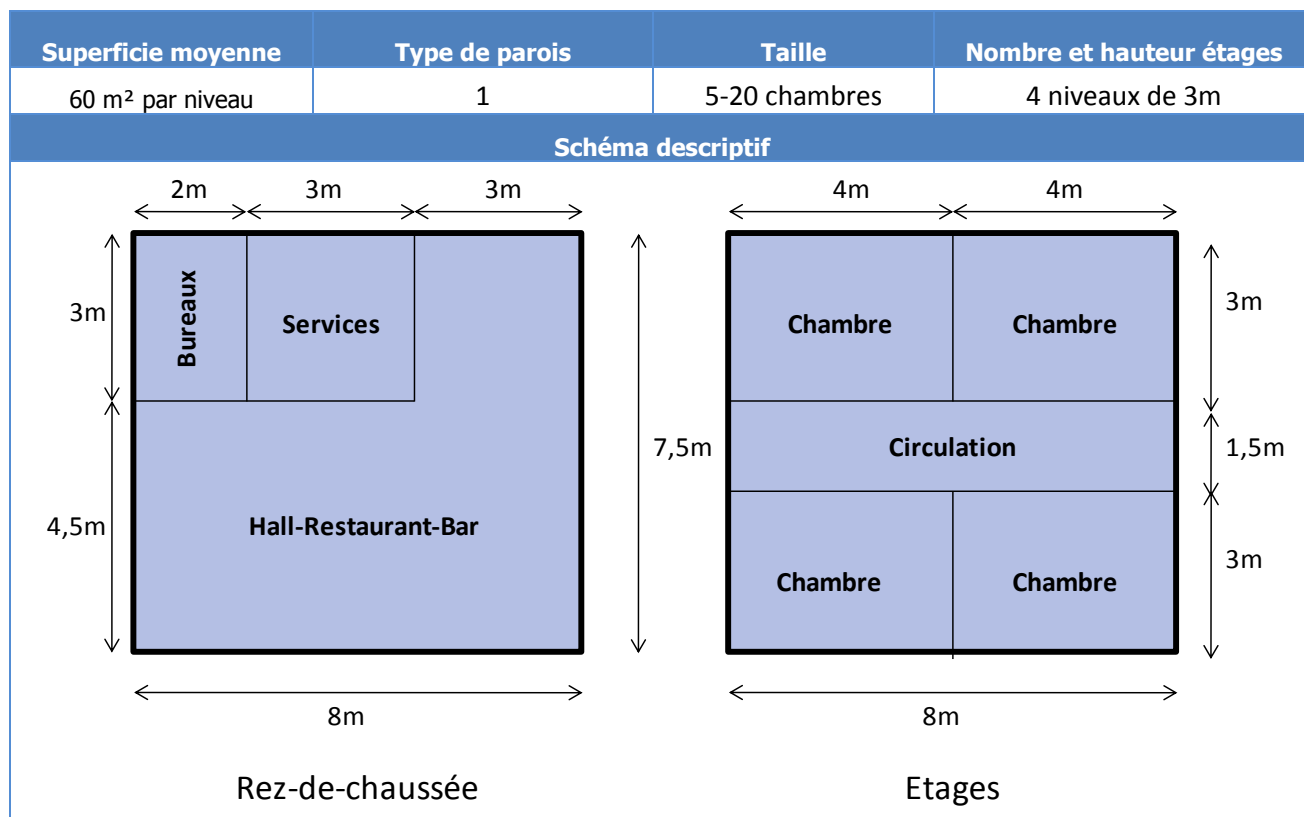


Hôtels de grande taille

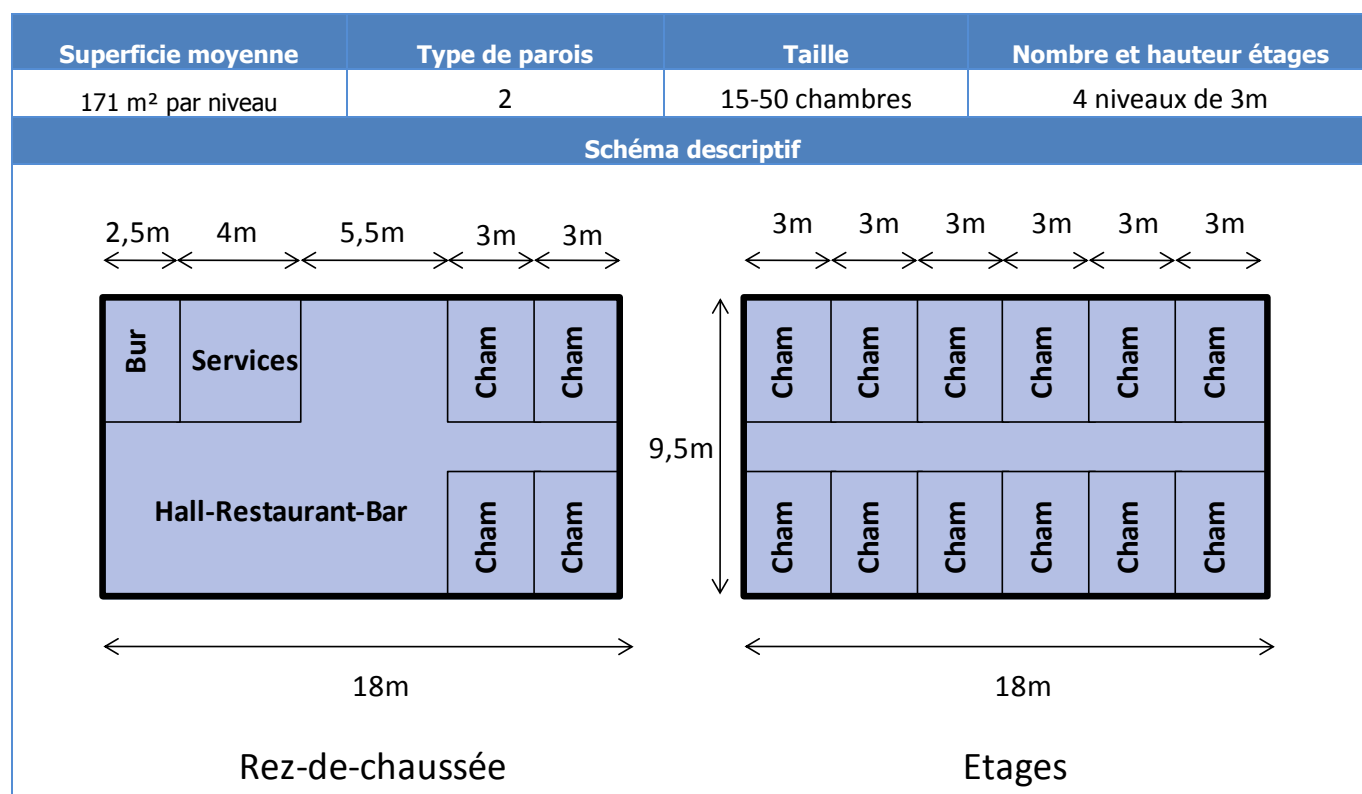


► Hôtels moyennement classés

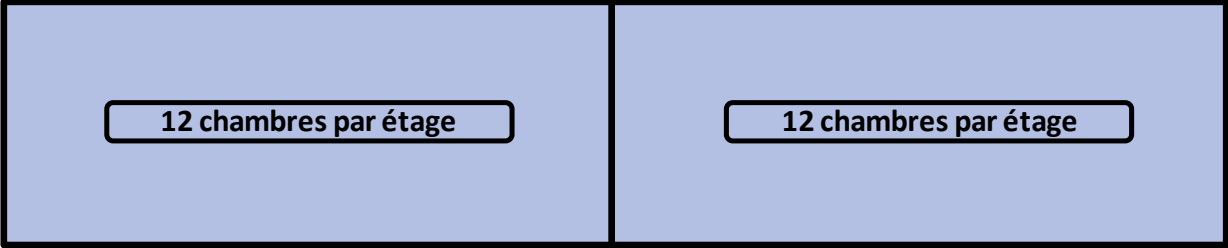
Hôtels de petite taille



Hôtels de taille moyenne

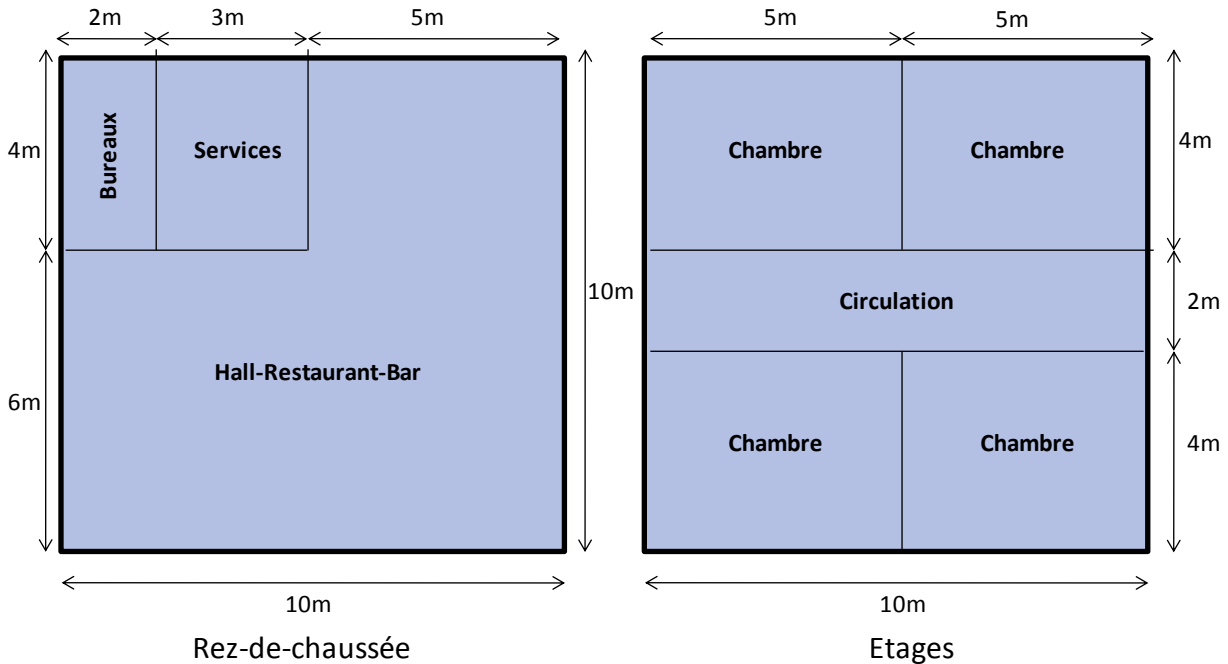


Hôtels de grande taille

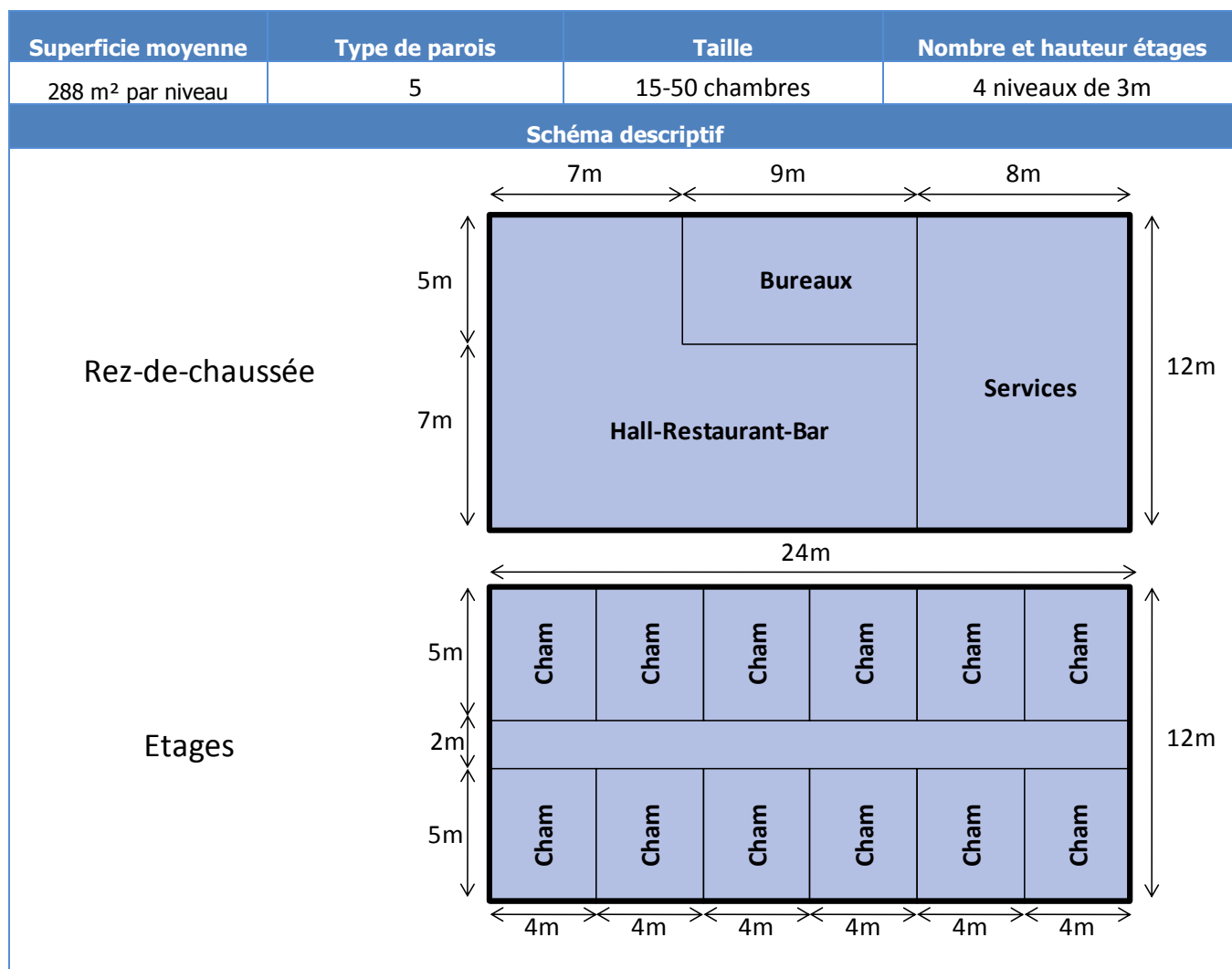
Type de parois	Taille	Nombre et hauteur étages
3/4	50-100 chambres /supérieur à 100 chambres	4 niveaux de 3m
Schéma descriptif		
		

► Hôtels de luxe

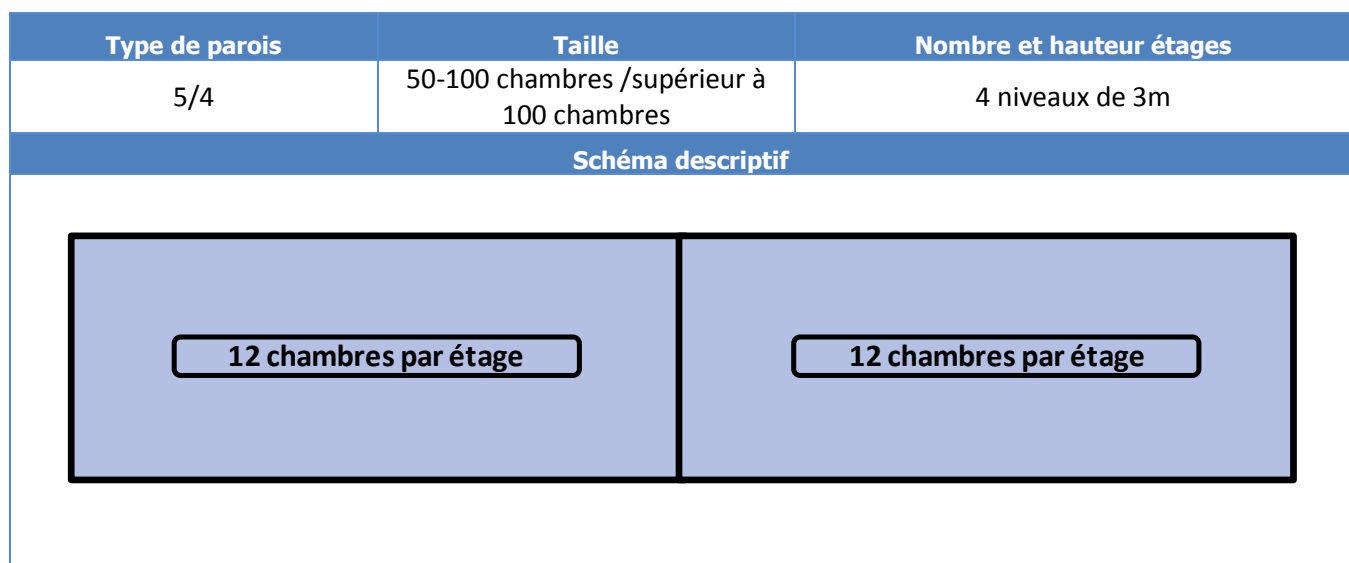
Hôtels de petite taille

Superficie moyenne	Type de parois	Taille	Nombre et hauteur étages
100 m ² par niveau	5	5-20 chambres	4 niveaux de 3m
Schéma descriptif			
			

Hôtels de taille moyenne



Hôtels de grande taille



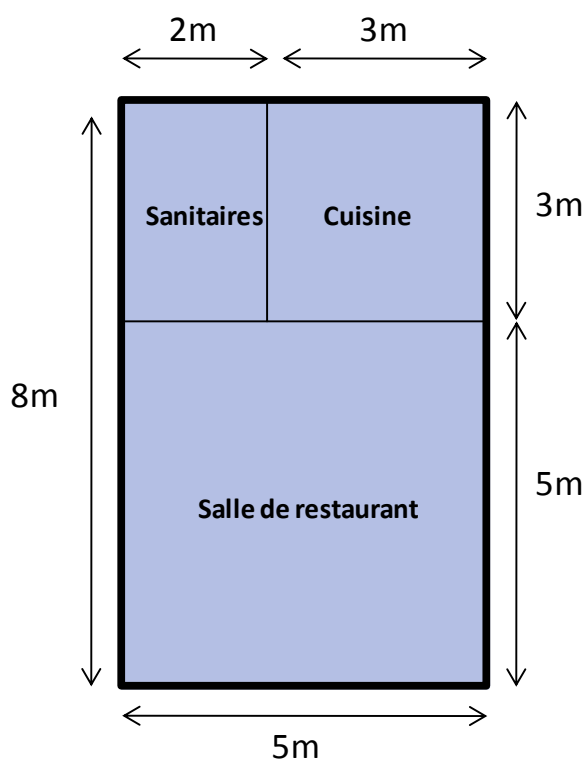
► Restauration

Restaurants de petite taille

Ce type de bâtiment est considéré comme faisant partie intégrante d'un immeuble, seule la paroi avant du restaurant, ainsi que le plancher, sont considérées comme déperditifs.

Type de bâtiment	Type de parois	Particularité occupation	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
Petit restaurant traditionnel	7	70% d'ouverture midi et soir 30% d'ouverture le midi	40 m ²	1 niveau de 3m
Petit restaurant rapide				
Petite cantine		100% d'ouverture uniquement le midi		

Schéma descriptif

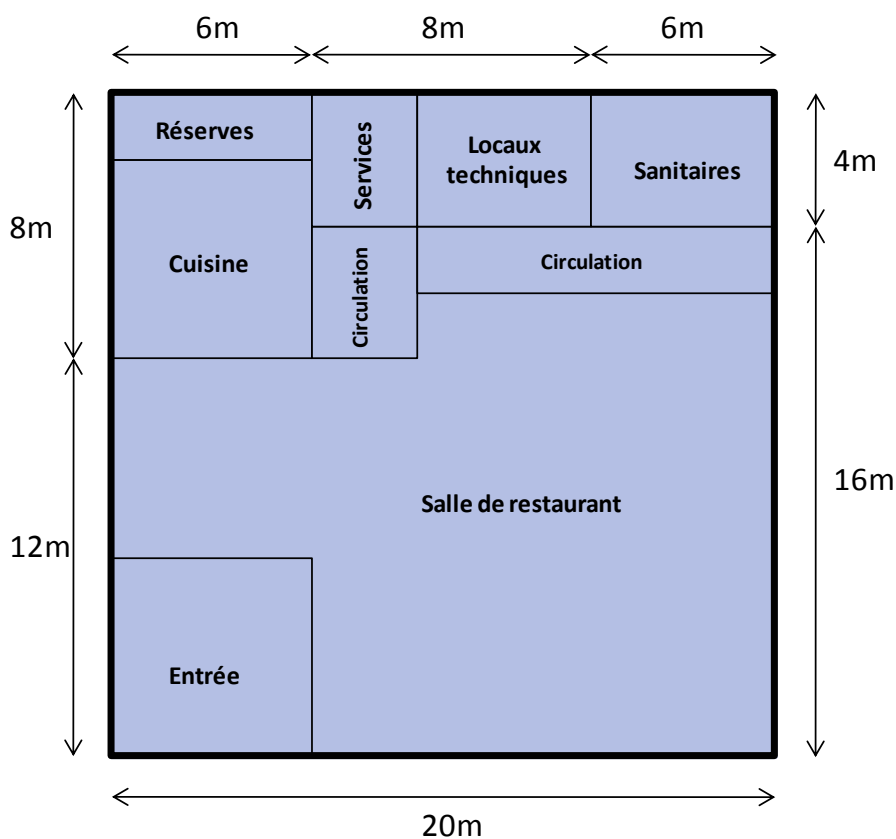


Restaurants de grande taille

Dans le cas où il s'agit d'un restaurant traditionnel, ce type de bâtiment est considéré comme faisant partie d'un immeuble d'habitation. Afin de représenter un bâtiment moyen, la paroi arrière (celle donnant sur les locaux techniques) ainsi qu'une des parois latérales sont considérées comme non déperditives, en plus du plafond. Dans le cas où il s'agit d'un restaurant de type fast-food, toutes les parois sont déperditives, cela représentant un bâtiment situé en zone d'activité commerciale.

Type de bâtiment	Type de parois	Particularité occupation	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
Grand restaurant traditionnel	6	70% d'ouverture midi et soir 30% d'ouverture le midi	400 m ²	1 niveau de 3m
Grand restaurant rapide	8			
Grande cantine	6	100% d'ouverture uniquement le midi		

Schéma descriptif





Cafés et débits de boisson

Cafés et débits de boisson de petite taille

Ce type de bâtiment est considéré comme faisant partie d'un immeuble d'habitation. Afin de représenter un bâtiment moyen, la paroi arrière (celle donnant sur les locaux techniques) ainsi qu'une des parois latérales sont considérées comme non déperditives, en plus du plafond.

Type de bâtiment	Type de parois	Particularité occupation	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
Petit café et débit de boissons	7	50% d'ouverture la journée 50% d'ouverture en soirée	80 m ²	1 niveau de 3m

Schéma descriptif	

Cafés et débits de boisson de grande taille

Ce type de bâtiment est considéré comme faisant partie d'un immeuble d'habitation. Afin de représenter un bâtiment moyen, la paroi arrière (celle donnant sur les locaux techniques) ainsi qu'une des parois latérales sont considérées comme non déperditives, en plus du plafond.



Typologie d'occupation



Hôtellerie

	Hall sans restaurant	Hall avec restaurant	Services	Bureaux	Circulations occupées	Chambres louées	Chambres non louées	Circulations non occupées
Température d'hiver	18°C	19°C	18°C		18°C	21°C(jour) 19°C(nuit)	10°C	
Horaires de chauffage de jours	-				-	6h-23h	-	
Température d'été si climatisation	23°C				23°C		-	
Ventilation mécanique	2 m3/(m².h)	5 m3/(m².h)	0 m3/(m².h)	2 m3/(m².h)	0 m3/(m².h)	2 m3/(m².h)	2 m3/(m².h)	0 m3/(m².h)
Horaires de ventilation	6h-23h			9h-18h	-	24h/24h	24h/24h	-
Ventilation naturelle	2 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)	
Apports internes	20 W/m²			10 W/m²	0 W/m²	10 W/m²	0 W/m²	0 W/m²
Horaires d'apports internes	6h-23h			9h-18h	-	16h-8h	16h-8h	-
Eclairage	18 W/m²		12 W/m²	6 W/m²	6 W/m²		0 W/m²	
Horaires d'éclairage	6h-23h			9h-18h	6h-23h	16h-23h 6h-8h	-	
Vitrage (hors hôtels d'affaire, 85%)	50%		30%	50%	30%		30%	



Restauration

	Salle de restaurant		Cuisines		Services		Sanitaires	
Horaires d'ouverture	Midi	Midi et soir	Midi	Midi et soir	Midi	Midi et soir	Midi	Midi et soir
Température d'hiver (réduit de nuit -4°C)	19°C		17°C		17°C		17°C	
Horaires de chauffage de jours	9h-15h	9h-23h	9h-15h	9h-23h	9h-15h	9h-23h	9h-15h	9h-23h
Température d'été si climatisation	23°C							
Ventilation mécanique	10 m3/(m².h)		20 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)	
Horaires de ventilation	12h-14h	12h-14h 19h-22h	10h-15h	10h-15h 17h-22h	12h-14h	12h-14h 19h-22h	12h-14h	12h-14h 19h-22h
Ventilation naturelle	2 m3/(m².h)		2 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)		0 m3/(m².h)	
Apports internes	45 W/m²		60 W/m²		20 W/m²		20 W/m²	
Horaires d'apports internes	12h-14h	12h-14h 19h-22h	10h-15h	10h-15h 17h-22h	12h-14h	12h-14h 19h-22h	12h-14h	12h-14h 19h-22h
Eclairage	18 W/m²		12 W/m²		12 W/m²		6 W/m²	
Horaires d'éclairage	10h-15h	10h-15h 17h-22h	10h-15h	10h-15h 17h-22h	10h-15h	10h-15h 17h-22h	10h-15h	10h-15h 17h-22h
Vitrage	50%		30%		30%		30%	



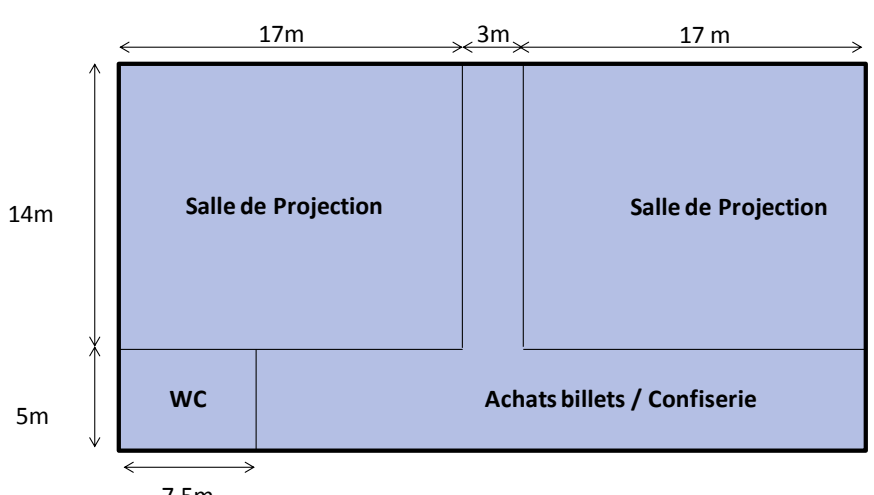
Cafés et débits de boissons

	Salle de café		Services		Sanitaires	
Horaires d'ouverture	Journée	Soirée	Journée	Soirée	Journée	Soirée
Température d'hiver (réduit de nuit -4°C)	19°C		17°C		17°C	
Horaires de chauffage de jours	9h-23h	17h-2h	9h-23h	17h-2h	9h-23h	17h-2h
Température d'été si climatisation	23°C					
Ventilation mécanique	10 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)	
Horaires de ventilation	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h
Ventilation naturelle	0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)	
Apports internes	45 W/m ²		20 W/m ²		20 W/m ²	
Horaires d'apports internes	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h
Eclairage	18 W/m ²		12 W/m ²		6 W/m ²	
Horaires d'éclairage	10h-15h 17h-22h	18h-2h	10h-15h 17h-22h	18h-2h	10h-15h 17h-22h	18h-2h
Vitrage	50%		30%		30%	

BRANCHE SPORT, LOISIR, CULTURE ET EQUIPEMENTS DIVERS

Bâtiments types

► Petit cinéma

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
30 %	1	700 m ²	1 niveau de 5m
Schéma descriptif			
 <p>Le schéma descriptif illustre la disposition d'un petit cinéma. Les dimensions sont indiquées par des flèches : la largeur totale est de 37m (17m + 3m + 17m) et la hauteur totale est de 19m (14m + 5m). La partie supérieure, haute de 14m, est divisée en deux salles de projection de 17m de large chacune, séparées par un passage de 3m. La partie inférieure, haute de 5m, est divisée en un WC de 7,5m de large et une zone pour les achats de billets / confiserie qui s'étend sur le reste de la largeur (37m - 7,5m = 29,5m).</p>			

Propriétés constructives et thermiques des petits cinémas construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, $U=2,3 \text{ W/m}^2.\text{K}$	ITI 8cm d'un isolant avec $R=2,4\text{m}^2.\text{K/W}$ sans pare vapeur	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.\text{K/W}$	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.\text{K/W}$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	comble perdu non isolé, plâtre sur latic U=3W/m ² .K	14cm d'un isolant avec $R=4,4\text{m}^2.\text{K/W}$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.\text{K/W}$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.\text{K/W}$	40	50	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture
Plancher bas	Entrevout en terre cuite sur vide sanitaire, $U=2,15\text{W/m}^2.\text{K}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.\text{K/W}$	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher
Fenêtres	simple vitrage, menuiserie bois- $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.\text{K}$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.\text{K}$	Fenêtre PVC triple vitrage, $U=0,8\text{W/m}^2.\text{K}$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des petits cinémas construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, isolé par l'intérieur par 6cm d'isolant, $U=0,53W/m^2.K$	ITI 8cm d'isolant, type laine minérale, $R=2,4m^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	combles perdus, platre sur lattes isolé par 5cm de laine minérale, $U=0,92W/m^2.K$	20cm d'un isolant avec $R=6m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	10	20	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire, entrevout en terre cuite Isolé avec 5cm d'isolant, $U=0,92W/m^2.K$	—	—	isolation en sous face PB avec 15cm d'un isolant $R=4m^2.K/W$	—	—	/m ² de plancher	—	—	/m ² de plancher	40	60	/m ² de plancher
Fenêtres	Double vitrage 4/6/4, menuiserie bois, $U_w=2,8W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	Triple vitrage, $U_w=0,8W/m^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des petits cinémas construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 8 cm de PSE- U= 0,42 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	–	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, isolée avec 8cm de PSE- U = 0,29 W/m².K	–	–	–	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage- Uw=1,6 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	–	–	/m² fenêtre	–	–	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

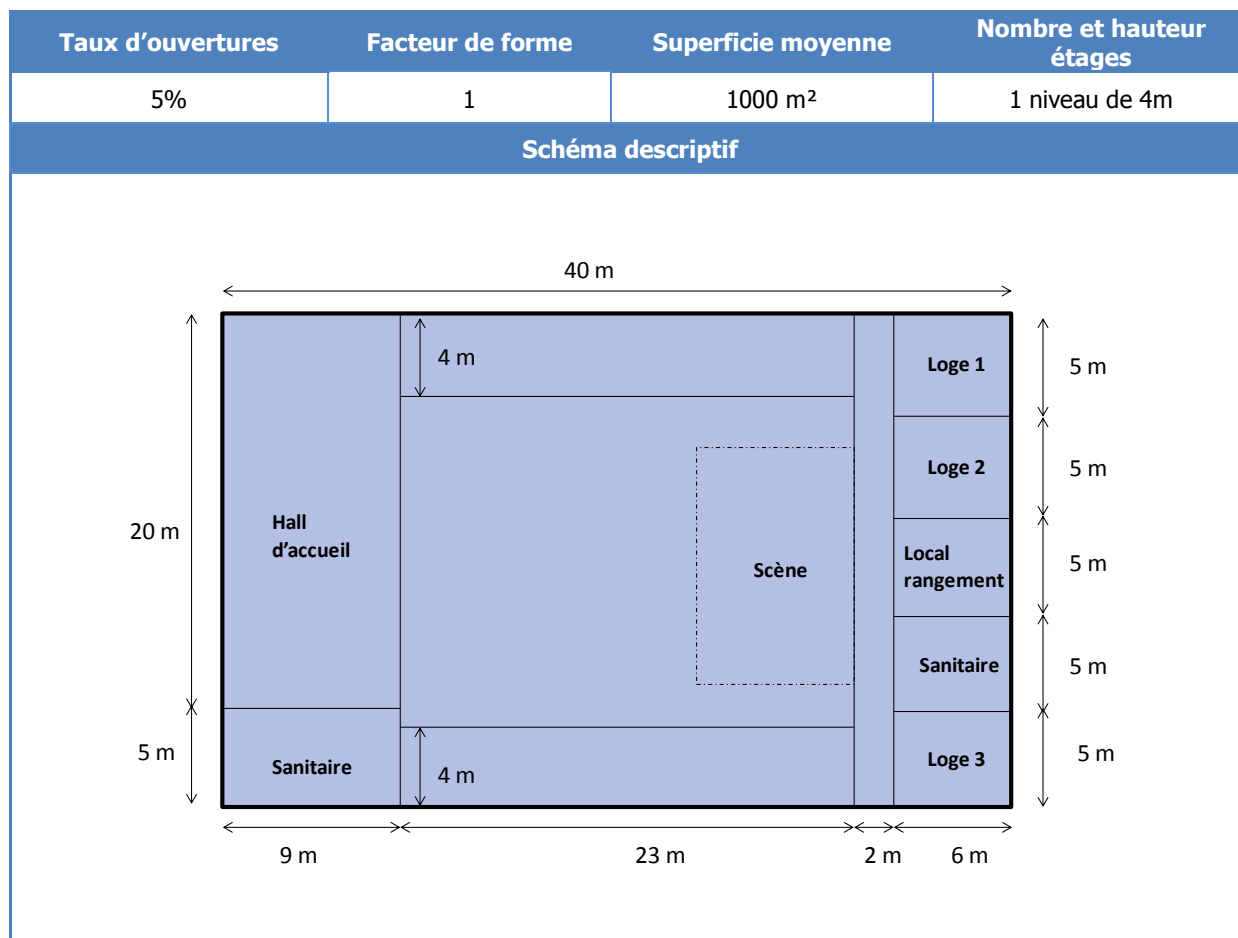
► **Grand cinéma**

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
15 %	1	700 m ² par niveau	2 niveaux de 5m
Schéma descriptif			
<p style="text-align: center;">Rez-de-chaussée</p> <p style="text-align: center;">1^{er} étage</p>			

Propriétés constructives et thermiques des grands cinémas :

	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Structure métallique isolée- U= 0,85 W/m².K	–	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 11 cm d'isolant en laine de verre- R=3,4 m².K/W	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 13 cm d'isolant en laine de verre- R=4,05 m².K/W	Les systèmes double peau avec laine minérale permettent de concilier l'acoustique et la thermique, mais aussi d'avoir un bon comportement au feu de l'isolant. Les procédés de fixation actuels en matériau composite limitent considérablement les ponts thermiques	–	–	–	95	105	/m² de mur	110	120	/m² de mur
Toiture	toiture en bac acier isolée- U=0,58W/m².K	13cm de laine minérale R=3,40 m².K/W	22 cm de laine minérale R= 5,8 m².K/W	26 cm de laine minérale + fixation à rupture thermique R=6,7 m².K/W	Arrachage de l'ancien isolant à prévoir.Faire attention au poids supplémentaire entraîné par l'ajout d'isolant. La laine de verre sera quand même, pour une même performance thermique, deux fois plus léger que la laine de roche	90	100	/m² de toiture	110	120	/m² de toiture	120	130	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée - U= 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	–	–	–	–	–	–	35	45	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K/	-	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au bâtiment, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	–	–	–	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² fenêtre

► **Petite salle de spectacles**



Propriétés constructives et thermiques des petites salles de spectacles construites avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, $U=2,3 \text{ W/m}^2.K$	ITI 8cm d'un isolant avec $R=2,4 \text{ m}^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2 \text{ m}^2.K/W$	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2 \text{ m}^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	comble perdu non isolé, plâtre sur lattie $U=3 \text{ W/m}^2.K$	14cm d'un isolant avec $R=4,4 \text{ m}^2.K/W$	20cm d'un isolant avec $R=6,3 \text{ m}^2.K/W$	20cm d'un isolant avec $R=6,3 \text{ m}^2.K/W$	40	50	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture
Plancher bas	Entrevout en terre cuite sur vide sanitaire, $U=2,15 \text{ W/m}^2.K$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8 \text{ m}^2.K/W$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8 \text{ m}^2.K/W$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8 \text{ m}^2.K/W$	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher
Fenêtres	simple vitrage, menuiserie bois- $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6 \text{ W/m}^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6 \text{ W/m}^2.K$	Fenêtre PVC triple vitrage, $U=0,8 \text{ W/m}^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des petites salles de spectacles construites entre 1981 et 1998 :

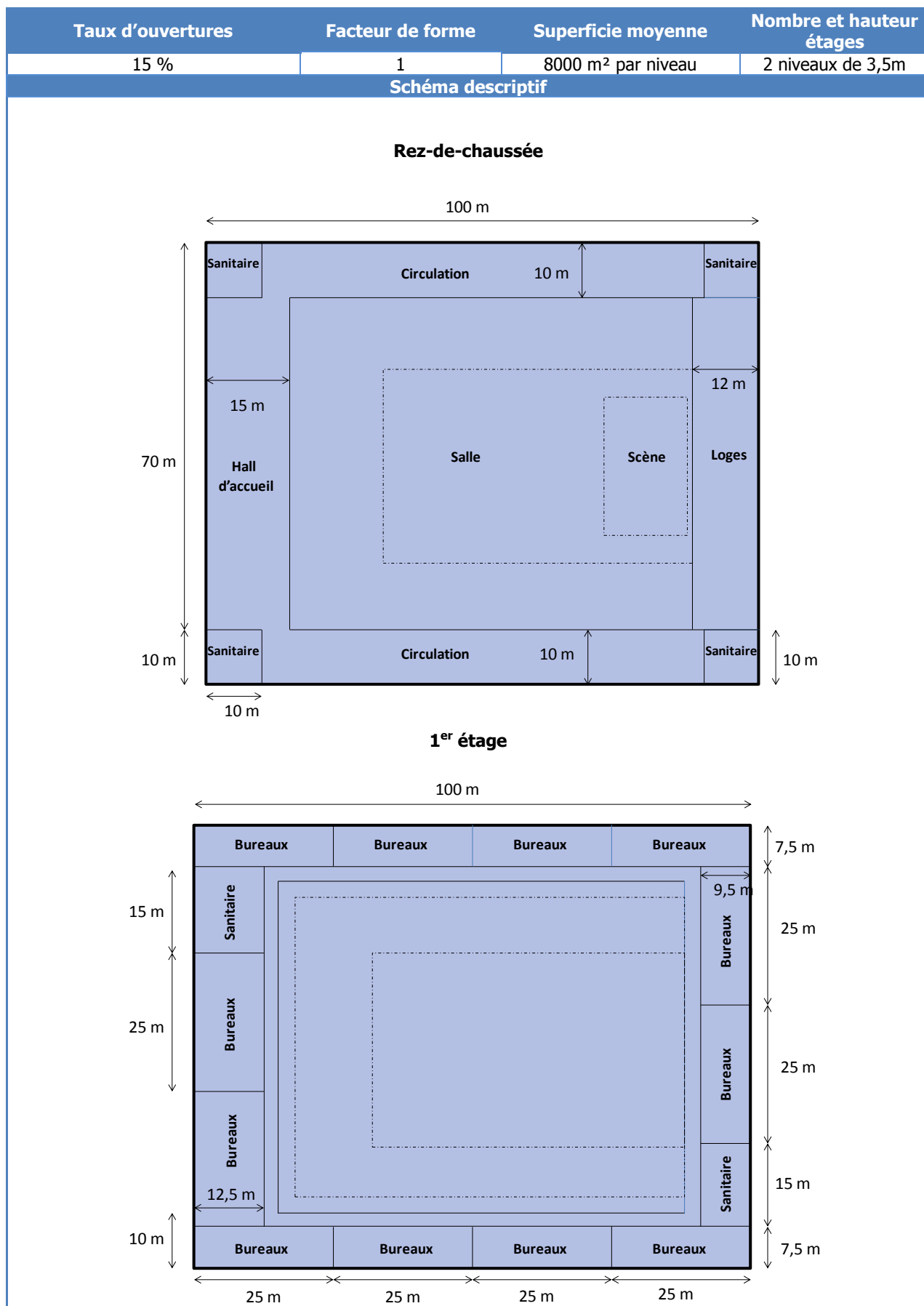
	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, isolé par l'intérieur par 6cm d'isolant, $U=0,53W/m^2.K$	ITI 8cm d'isolant, type laine minérale, $R=2,4m^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	combles perdus, plâtre sur lattes isolé par 5cm de laine minérale, $U=0,92W/m^2.K$	20cm d'un isolant avec $R=6m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	10	20	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire, entrevout en terre cuite Isolé avec 5cm d'isolant, $U=0,92W/m^2.K$	—	—	isolation en sous face PB avec 15cm d'un isolant $R=4m^2.K/W$	—	—	/m ² de plancher	—	—	/m ² de plancher	40	60	/m ² de plancher
Fenêtres	Double vitrage 4/6/4, menuiserie bois, $U_w=2,8W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	Triple vitrage, $U_w=0,8W/m^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des petites salles de spectacles construites entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 8 cm de PSE- U= 0,42 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant $\geq 3,40 \text{ m}^2.\text{K/W}$	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = $5,6 \text{ m}^2.\text{K/W}$	–	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; $R \geq 4,35 \text{ m}^2.\text{K/W}$	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; $R = 6,10 \text{ m}^2.\text{K/W}$	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, isolée avec 8cm de PSE- U = 0,29 W/m².K	–	–	–	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage- Uw=1,6 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	–	–	/m² fenêtre	–	–	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti

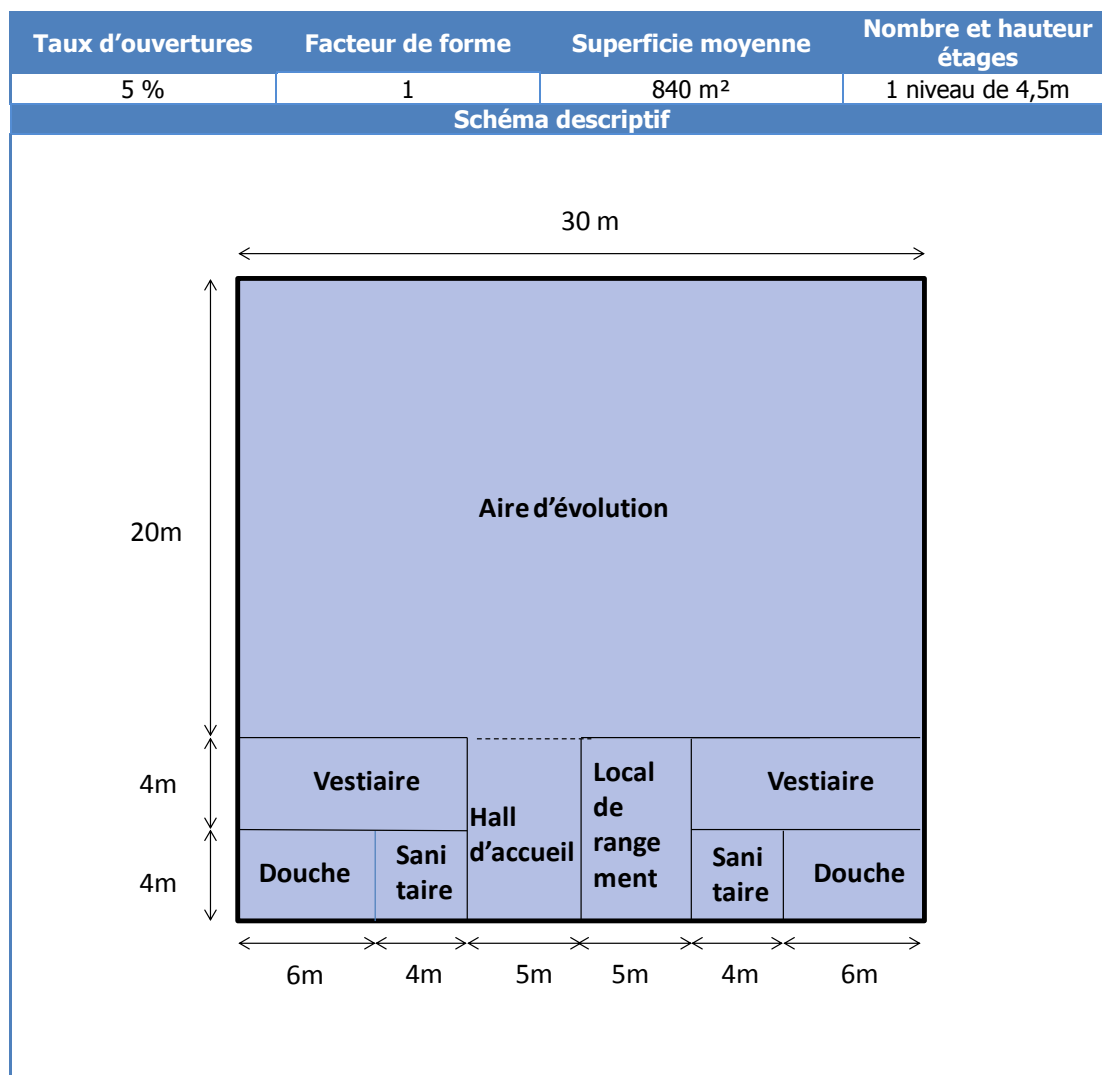
► **Grande salle de spectacles**



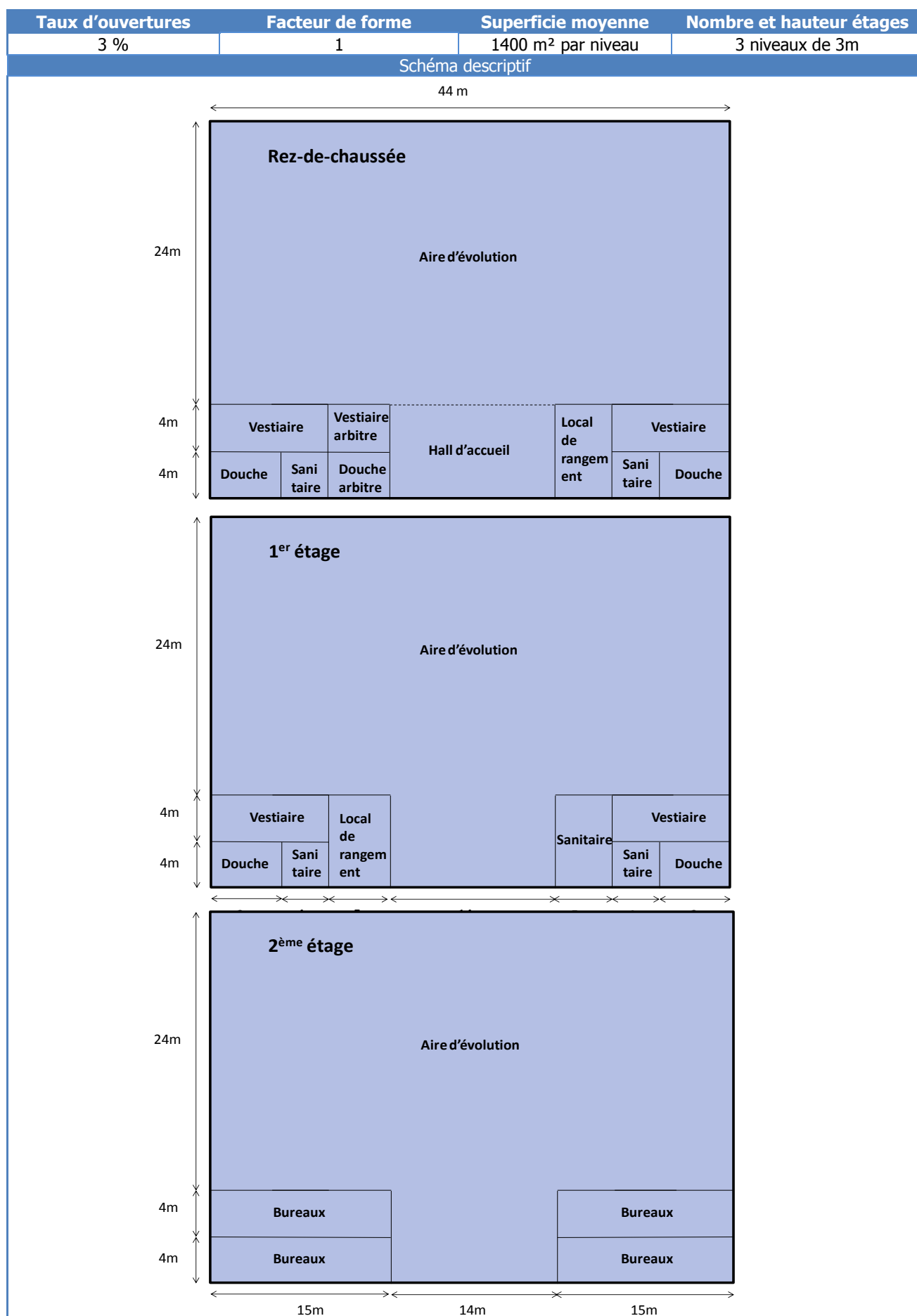
Propriétés constructives et thermiques des grandes salles de spectacles :

	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Structure métallique isolée- U= 0,85 W/m².K	–	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 11 cm d'isolant en laine de verre- R=3,4 m².K/W	Isolation des murs bardage métallique double peau avec 13 cm d'isolant en laine de verre- R=4,05 m².K/W	Les systèmes double peau avec laine minérale permettent de concilier l'acoustique et la thermique, mais aussi d'avoir un bon comportement au feu de l'isolant. Les procédés de fixation actuels en matériau composite limitent considérablement les ponts thermiques	–	–	–	95	105	/m² de mur	110	120	/m² de mur
Toiture	toiture en bac acier isolée- U=0,58W/m².K	13cm de laine minérale R=3,40 m².K/W	22 cm de laine minérale R= 5,8 m².K/W	26 cm de laine minérale + fixation à rupture thermique R=6,7 m².K/W	Arrachage de l'ancien isolant à prévoir.Faire attention au poids supplémentaire entraîné par l'ajout d'isolant. La laine de verre sera quand même, pour une même performance thermique, deux fois plus léger que la laine de roche	90	100	/m² de toiture	110	120	/m² de toiture	120	130	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée - U= 0,85 W/m².K	-	-	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement. L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible	–	–	–	–	–	–	35	45	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K/	-	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au bâtiment, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	–	–	–	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² fenêtre

► **Petite salle multisports**



► Grande salle multisports



Propriétés constructives et thermiques des salles multisports avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Dalle béton sur terre plein U=1,65W/m².K	–	–	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtre	Simple vitrage Uw=6,45 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

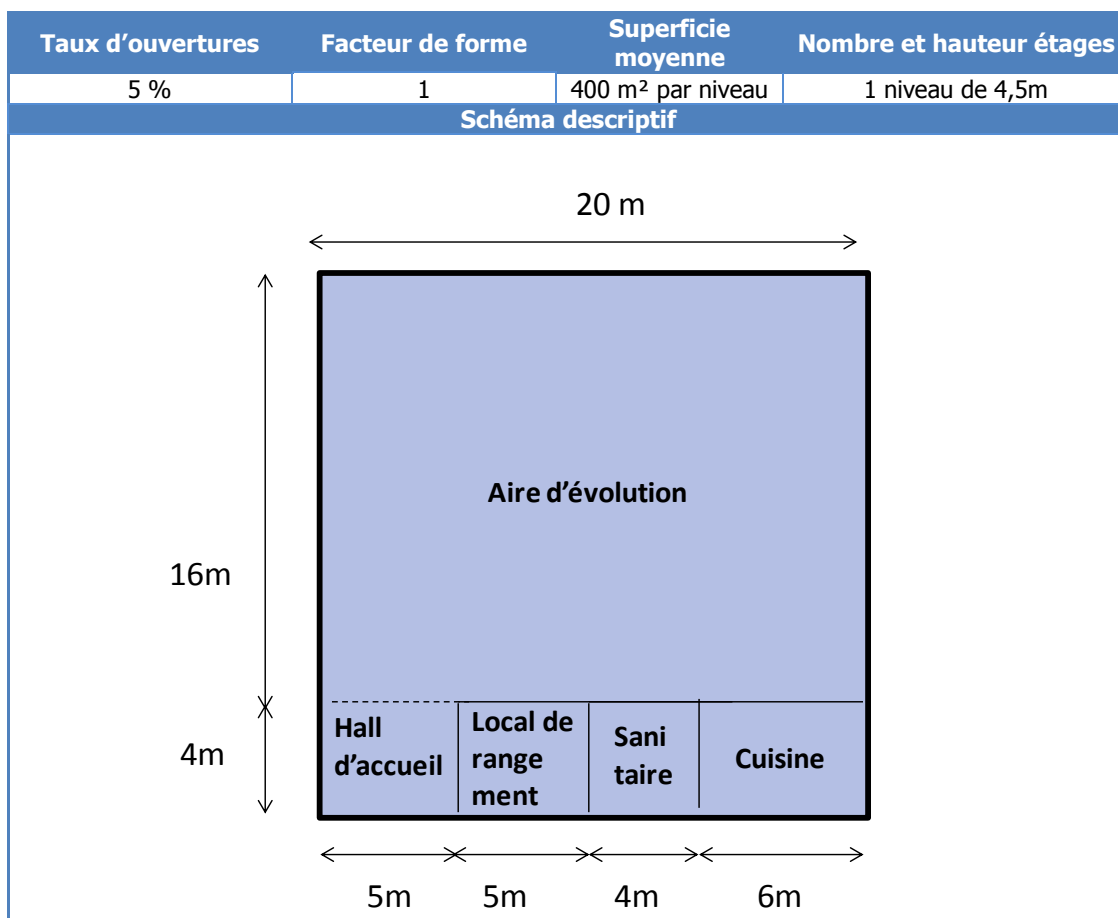
Propriétés constructives et thermiques des salles multisports entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger U= 1,1 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	-	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engendrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher
Fenêtre	Simple vitrage métallique anti-effraction Uw=5,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des salles multisports entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger avec 8 cm de polystyrène expansé U= 0,3 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engendrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtre	Double vitrage métallique avec rupture de ponts thermiques Uw=2,6 W/m².K	–	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

► **Salle non-spécialisée**



Propriétés constructives et thermiques des salles non-spécialisées avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton non isolé U = 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Dalle béton sur terre plein U=1,65W/m².K	–	–	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtre	Simple vitrage Uw=6,45 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des salles non-spécialisées entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger U= 1,1 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évérier parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	-	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engendrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher
Fenêtre	Simple vitrage métallique anti-effraction Uw=5,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des salles non-spécialisées entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger avec 8 cm de polystyrène expansé U= 0,3 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtre	Double vitrage métallique avec rupture de ponts thermiques Uw=2,6 W/m².K	–	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

► **Vestiaire**

Taux d'ouvertures	Facteur de forme	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
0 %	1	70m ²	1 niveau de 2,5m
Schéma descriptif			
<p>Le schéma descriptif illustre la disposition des locaux dans la vestiaire. Les dimensions sont indiquées en mètres :</p> <ul style="list-style-type: none"> Largeur totale : 10 m (3 m + 2 m + 2 m + 3 m) Hauteur totale : 7,5 m (2,5 m + 2,5 m + 2 m) Zones et dimensions : <ul style="list-style-type: none"> Douche : 3 m x 2,5 m Sanitaire : 2 m x 2,5 m Sanitaire : 2 m x 2,5 m Douche : 3 m x 2,5 m Vestiaire : 5 m x 2,5 m Vestiaire : 5 m x 2,5 m Douche - Sanitaire : 2,5 m x 2 m Vestiaire Arbitres : 2 m x 2 m Local Rangement : 4,5 m x 2 m Couloir : 1 m x 7,5 m 			

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton non isolé U= 2,8 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéler parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Terrasse non isolée U = 3,3 W/m².K	Isolation sous étanchéité avec 6 cm de polyuréthane R ≥ 2,5 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R ≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	60	70	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Dalle béton sur terre plein U=1,65W/m².K	–	–	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher

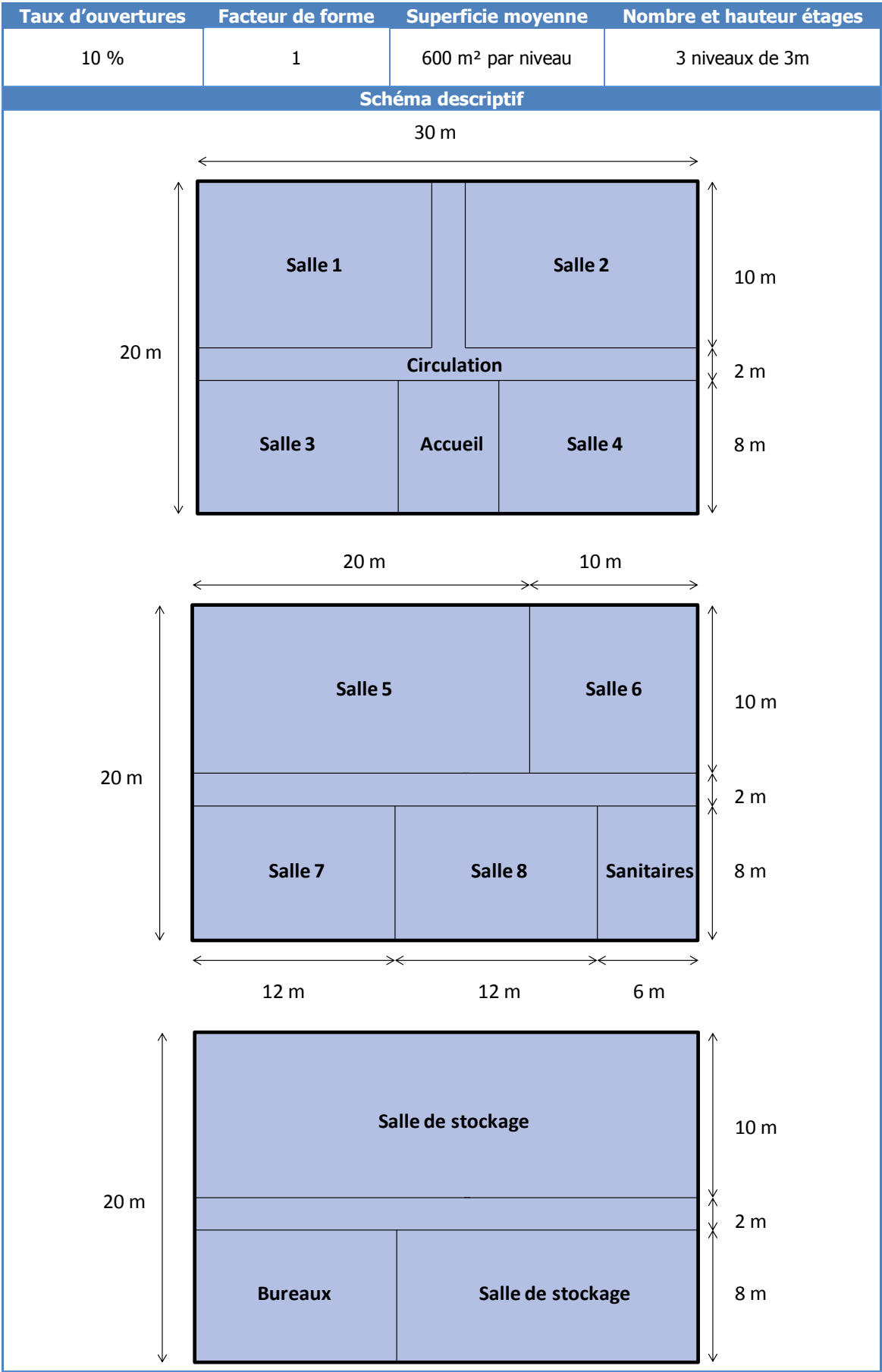
Propriétés constructives et thermiques des vestiaires entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger U= 1,1 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant polystyrène expansé ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	-	-	-	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher	-	-	/m² de plancher

Propriétés constructives et thermiques des vestiaires entre 2000 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Béton léger avec 8 cm de polystyrène expansé U= 0,3 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant PSE ou Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	Dalle béton isolée par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,45 W/m².K	-	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥4,35 m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une continuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	-	-	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	Plancher béton isolé par 6 cm de polystyrène extrudé U = 0,4 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher

► Musée



Propriétés constructives et thermiques des musées construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	Maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, $U=2,3 \text{ W/m}^2.K$	ITI 8cm d'un isolant avec $R=2,4\text{m}^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.K/W$	ITI 14cm d'un isolant avec $R=4,2\text{m}^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	comble perdu non isolé, plâtre sur lattie $U=3\text{W/m}^2.K$	14cm d'un isolant avec $R=4,4\text{m}^2.K/W$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.K/W$	20cm d'un isolant avec $R=6,3\text{m}^2.K/W$	40	50	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture	45	55	/m ² de toiture
Plancher bas	Entrevout en terre cuite sur vide sanitaire, $U=2,15\text{W/m}^2.K$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.K/W$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.K/W$	Isolation en sous face avec 11 cm d'un isolant $R=2,8\text{m}^2.K/W$	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher	–	–	/m ² de plancher
Fenêtres	simple vitrage, menuiserie bois- $U_w = 3,8 \text{ W/m}^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6\text{W/m}^2.K$	Fenêtre PVC triple vitrage, $U=0,8\text{W/m}^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des musées construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie traditionnelle, 40cm de pierre de taille, isolé par l'intérieur par 6cm d'isolant, $U=0,53W/m^2.K$	ITI 8cm d'isolant, type laine minérale, $R=2,4m^2.K/W$ sans pare vapeur	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	ITI 14cm de laine de verre, $R=4,2m^2.K/W$	35	45	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur	40	50	/m ² de mur
Toiture	combles perdus, plâtre sur lattes isolé par 5cm de laine minérale, $U=0,92W/m^2.K$	20cm d'un isolant avec $R=6m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	30cm d'un isolant avec $R=7m^2.K/W$	10	20	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture	15	25	/m ² de toiture
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire, entrevout en terre cuite Isolé avec 5cm d'isolant, $U=0,92W/m^2.K$	—	—	isolation en sous face PB avec 15cm d'un isolant $R=4m^2.K/W$	—	—	/m ² de plancher	—	—	/m ² de plancher	40	60	/m ² de plancher
Fenêtres	Double vitrage 4/6/4, menuiserie bois, $U_w=2,8W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	double vitrage 4/16 (argon)/4 peu émissif, menuiserie bois/ $U_w=1,6W/m^2.K$	Triple vitrage, $U_w=0,8W/m^2.K$	400	600	/m ² fenêtre	400	600	/m ² fenêtre	900	1200	/m ² fenêtre

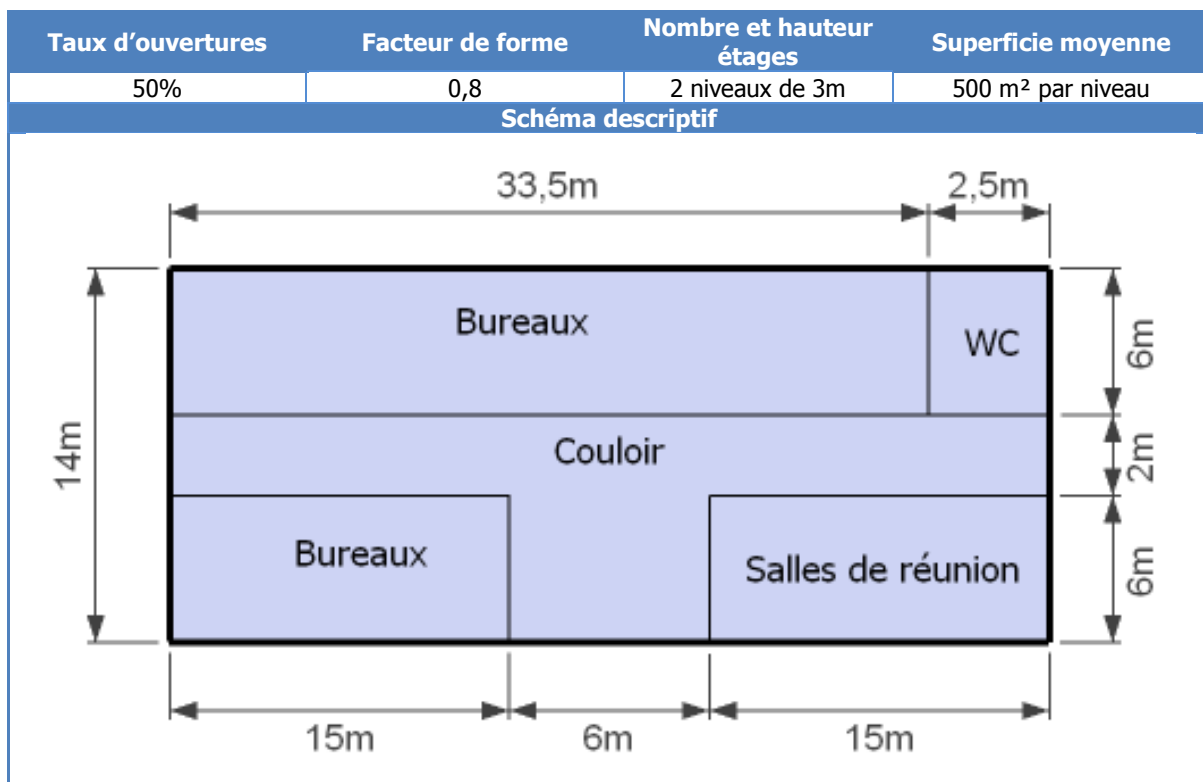
Propriétés constructives et thermiques des musées construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal	Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
					min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	béton isolés avec 8 cm de PSE- U= 0,42 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	–	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 8cm de polyuréthane- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	–	–	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, isolée avec 8cm de PSE- U = 0,29 W/m².K	–	–	–	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	PVC double vitrage- Uw=1,6 W/m².K	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Conserver vitrage/contrôler étanchéité des fenêtres	Fenêtre PVC avec triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	–	–	/m² fenêtre	–	–	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

*aucun scénario d'amélioration modeste n'est proposé au regard des performances thermiques initiales du bâti



Equipements collectifs, immeuble de bureau



Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits avant 1980 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. modeste	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	En briques non isolés- U= 2,26 W/m².K	Isolation des murs par l'extérieur avec 8 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 2,3 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm d'isolant Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI. Les murs en briques doivent être isolés par des isolants perméables à la vapeur d'eau. La laine minérale convient mieux pour ce type de matériau.	100	140	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	combles perdus non isolés- couverture ardoise- U = 3 W/m².K	Isolation sur plancher haut avec 20 cm de laine minérale R ≥ 5 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 26 cm de laine minérale R = 6,50 m².K/W	Isolation sur plancher haut avec 30 cm de laine minérale R = 7 m².K/W	Isolation sur plancher entre solives. Mettre une couche d'isolant entre solive et rajouter une seconde couche croisée pour réduire au maximum les ponts thermiques	20	30	/m² de toiture	25	35	/m² de toiture	30	40	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein, non isolée- U = 0,85 W/m².K	—	—	Isolation sous chape, 10 cm de polystyrène extrudé R = 2,6m².K/W	Le plancher bas donnant sur terre-plein, il déperd peu. Toutefois, lors de travaux de rénovation lourds, il peut être envisagé de réaliser une isolation sous chape. Les coûts indiqués sont la fourniture et la pose de l'isolant uniquement.	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	35	45	/m² de plancher
Fenêtres	bois simple vitrage- Uw = 5 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,4 W/m².K	Fenêtre PVC triple vitrage Uw = 0,8 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux- appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	400	600	/m² fenêtre	400	600	/m² fenêtre	700	1000	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1981 et 1998 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 8cm PSE- U = 0,42W/m².K	—	Isolation des murs par l'extérieur avec 12 cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évéer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	—	—	/m² de mur	110	150	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 6 cm de polyuréthane- U = 0,43 W/m².K	—	Isolation sous étanchéité avec 10 cm de polyuréthane ; R≥ 4,35m².K/W	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	—	—	/m² de toiture	70	80	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 8 cm de PSE- U = 0,31 W/m².K	—	—	—	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher	—	—	/m² de plancher
Fenêtres	métal (sans rupture de pont thermique) double vitrage- Uw = 3,8 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal avec rupture de pont thermique 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	500	700	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre

Propriétés constructives et thermiques des immeubles construits entre 1999 et 2007 :

	Etat initial	recommandations			faisabilité	Coûts unitaires en euros								
		Sc. Modeste*	Sc. intermédiaire	Sc. maximal		Sc. modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	blocs de béton creux isolés par 10cm PSE- U = 0,31 W/m².K	–	Isolation des murs par l'extérieur avec 15cm isolant type PSE ou Laine Minérale ; Risolant ≥ 4,2 m².K/W	Isolation des murs par l'extérieur avec 20 cm isolant type Laine Minérale ; Risolant = 5,6 m².K/W	L'isolation par l'extérieur permet de ne pas occasionner de gêne auprès des occupants, mais l'ITE peut s'évérer parfois compliquée pour certains types d'architectures. Les coûts induits de l'ITE sont faibles comparés à ceux de l'ITI.	–	–	/m² de mur	115	155	/m² de mur	125	160	/m² de mur
Toiture	terrasse isolée avec 10 cm de polyuréthane-U= 0,23 W/m².K	–	–	Isolation sous étanchéité avec 14 cm de polyuréthane ; R = 6,10 m².K/W	L'isolation de la toiture terrasse doit comprendre les remontées d'isolants au niveau des acrotères et si possible assurer une cotinuité avec l'isolation des murs par l'extérieur. D'autre part, les coûts d'isolation et d'étanchéité de la toiture peuvent être considérablement augmentés si la surface de toiture est occupée	–	–	/m² de toiture	–	–	/m² de toiture	80	90	/m² de toiture
Plancher bas	dalle béton sur terre-plein isolée avec 10 cm de PSE- U = 0,25 W/m².K	–	–	–	Un plancher bas sur terre-plein et isolé déperd peu. Une sur-isolation engnedrerait des travaux lourds pour de très faibles gains thermiques.	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher	–	–	/m² de plancher
Fenêtres	métal (avec rupture de pont thermique) double vitrage-Uw=2,6W/m².K	–	Fenêtre métal 4/16argon/4 peu émissif Uw = 1,6 W/m².K	Fenêtre métal triple vitrage Uw = 1 W/m².K	Il est conseillé de coupler le changement des fenêtre à l'isolation par l'extérieur du bâtiment et de placer les menuiseries au nu extérieur en continuité de l'isolant. Si cela n'est pas possible effectuer des retours d'isolants au niveau des tableau linteaux-appuis. Les triples vitrages seront placés pour limiter le recours à la climatisation (apports internes importants)	–	–	/m² fenêtre	500	700	/m² fenêtre	800	1100	/m² fenêtre



Grand équipement de loisir

Type de bâtiment	Particularité occupation	Superficie moyenne	Nombre et hauteur étages
Grand équipement de loisir	50% d'ouverture la journée 50% d'ouverture en soirée	500 m ²	1 niveau de 3m
Schéma descriptif			
<p>The diagram shows a rectangular floor plan with a total width of 25m and a total height of 20m (divided into 9m and 11m sections). The top 4m of the 9m section contains 'Sanitaires' (8m wide) and 'Locaux techniques' (9m wide). Below these is a 'Bar' area. The bottom 11m section is a large 'Salle de restaurant'. Horizontal dimensions at the top are 8m, 9m, and 8m.</p>			

Grand équipement de loisir														
	Etat initial	Recommandations			Faisabilité	Cout unitaire en euros								
		Modeste	Intermédiaire	Maximal		Sc. Modeste			Sc. Intermédiaire			Sc. Maximal		
						min	max	unité	min	max	unité	min	max	unité
Murs	maçonnerie non isolée- U= 3 W/m².K / Très faible surface car la majorité de la façade est vitrée.	–	Isolation des murs par l'intérieur avec 12 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant ≥ 3,40 m².K/W	Isolation des murs par l'intérieur avec 16 cm d'isolant Laine Minérale ou PSE ; Risolant = 4,5 m².K/W	Les murs en pierre doivent être isolés par des isolants comportant un pare-vapeur situé du côté intérieur. Le risque de condensation sera ainsi très limité à condition d'avoir une bonne ventilation.	–	–	/m² de mur	50	80	/m² de mur	60	90	/m² de mur
Toiture	dalle béton-mitoyenne avec un local chauffé au-dessus : PAROI NON DEPERDITIVE	-	-	-	-	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture	-	-	/m² de toiture
Plancher bas	plancher sur local non chauffé non isolé U = 0,85 W/m².K	Isolation en sous face de la dalle, 8 cm panneau rigide LdV R = 2,1 m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Isolation en sous face de la dalle, 12 cm panneau rigide LdV R = 3,10m².K/W	Une isolation en sous face de plancher est réalisable à condition que l'accès au local non chauffé soit possible (complexe en copropriété, avec des caves privatives).L'épaisseur d'isolant à mettre en place est dépendante de la hauteur sous plafond disponible Toutefois,il peut être parfois plus simple de réaliser une isolation sous chape.	40	50	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher	45	55	/m² de plancher
Parties vitrées	metal simple vitrage anti-effraction- Uw = 5,4 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal Ucw = 1,7 W/m².K	Façade rideau type Géode Technal triple vitrage Ucw = 0,9 W/m².K	La pose de triple vitrage implique de traiter correctement les accès au magasin, pour ne pas engendrer des déperditions alors que l'isolation est très performante (mise en place de sas, porte tambour...)Les vitrages de sécurité feuilletés présentent une bonne qualité acoustique.	950	1150	/m² fenêtre	950	1150	/m² fenêtre	1150	1400	/m² façade rideau

Paramètres de simulation

Les paramètres de simulation ont été appliqués indépendamment de la période de construction, mais selon la typologie.

► Petit cinéma

Paramètres	Salles de projections	WC	Couloirs	Entrée
Occupation	12 m ² par personne	3 m ² par personne	6 m ² par personne	-
Horaires de chauffage et climatisation	Tous les jours : 13h-24h			
Ventilation	15m ³ /h.m ²	15m ³ /h.m ²	-	-
Horaires de ventilation	Tous les jours : 12h-24h			
Besoin ECS	21 kWh/m ²			
Apports internes	26,5 W/m ²	0,5 W/m ²	3 W/m ²	7,5 W/m ²
Apports internes inoccupation	1 W/m ²	-	-	1 W/m ²
Horaires d'apports internes	Tous les jours: 12h-24h			
Température chauffage jour/nuit	18°C/16°C			
Température climatisation	21°C			
	Existant			
Eclairage	10 w/m ²			
Horaires d'éclairage	Tous les jours: 12h-24h			
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission			
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur			

► Grand cinéma

Paramètres	Salles de projections	WC	Couloirs	Entrée
Occupation	12 m ² par personne	3 m ² par personne	6 m ² par personne	-
Horaires de chauffage et climatisation	Tous les jours : 13h-24h			
Ventilation	15m ³ /h.m ²	15m ³ /h.m ²	-	-
Horaires de ventilation	Tous les jours : 12h-24h			
ECS	12 kWh/m ²			
Apports internes	26,5 W/m ²	0,5 W/m ²	3 W/m ²	7,5 W/m ²
Apports internes inoccupation	1 W/m ²	0	0	1 W/m ²
Horaires d'apports internes	Tous les jours: 12h-24h			
Température chauffage jour/nuit	18°C/16°C			
Température climatisation	21°C			
	Existant			
Eclairage	10 w/m ²			
Horaires d'éclairage	Tous les jours: 12h-24h			
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission			
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur			

► **Petite salle de spectacle**

Paramètres	Hall d'accueil	Sanitaire	Scène	Loge	Couloir
Occupation	3,5 m²/p	2 m²/p	4 m²/p	-	-
Horaires de chauffage et climatisation	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 13h-24h / dimanche: 13h-21h				
Ventilation	-	15m³/h.m²	15m³/h.m²	12m³/h.m²	-
Horaires de ventilation	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 13h-24h / dimanche: 13h-21h				
ECS	18 kWh/m²				
Apports internes	14 W/m²	15 W/m²	31 W/m²	7 W/m²	15 W/m²
Apports internes inoccupation	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 14h-24h / dimanche: 14h-21h				
Température chauffage jour/nuit	18°C/16°C				
Température climatisation	21°C				
Existant					
Eclairage	10 w/m²				
Horaires d'éclairage	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 14h-24h / dimanche: 14h-21h				
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission				
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur				

► **Grande salle de spectacle**

Paramètres	Hall d'accueil	Sanitaire	Scène	Loge	Couloir
Occupation	3,5 m²/p	2 m²/p	4 m²/p	-	-
Horaires de chauffage et climatisation	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 13h-24h / dimanche: 13h-21h				
Ventilation	-	15m³/h.m²	15m³/h.m²	12m³/h.m²	-
Horaires de ventilation	mardi ,jeudi ,vendredi ,samedi: 13h-24h / dimanche: 13h-21h				
ECS	15 kWh/m²				
Apports internes	14 W/m²	15 W/m²	31 W/m²	7 W/m²	15 W/m²
Apports internes inoccupation	0	0	0	0	0
Horaires d'apports internes	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 14h-24h / dimanche: 14h-21h				
Température chauffage jour/nuit	18°C/16°C				
Température climatisation	21°C				
	Existant				
Eclairage	10 w/m²				
Horaires d'éclairage	mardi, jeudi, vendredi, samedi: 14h-24h / dimanche: 14h-21h				
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission				
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur				

Petite salle multisports

Paramètres	Hall d'accueil	Aire évolution	Vestiaire	Douche	Sanitaire	Local rangement
Occupation	3,5 m²/p	2 m²/p	4 m²/p	-	-	
Horaires de chauffage et climatisation	lundi à vendredi 9h-22h					
Ventilation	-	3m³/h.m²	15m³/h.m²	165m³/h	-	-
Horaires de ventilation	lundi à samedi 8h-22h					
ECS	53 kWh/m²					
Apports internes	14 W/m²					
Apports internes inoccupation	0					
Horaires d'apports internes	lundi à samedi 8h-22h					
Température chauffage jour/nuite	19°C/10°C					
Température climatisation	21°C					
	Existant					
Eclairage	10 w/m²					
Horaires d'éclairage	lundi à samedi 8h-12h et 15h-22h					
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission					
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur					

Grande salle multisports

[illegible]



Salle non-spécialisée

Paramètres	Hall d'accueil	Aire évolution	Local rangement	Sanitaire	Cuisine
Occupation	3,5 m ² /p	2 m ² /p	-	-	-
Horaires de chauffage et climatisation	lundi à samedi 9h-11h et 15h-23h				
Ventilation	-	12m ³ /h.m ²	2m ³ /h.m ²	15m ³ /h.m ²	165m ³ /h
Horaires de ventilation	lundi à samedi 10h-12h et 15h-22h				
ECS	32 kWh/m ²				
Apports internes	14 W/m ²				
Apports internes inoccupation	0				
Horaires d'apports internes	lundi à samedi 10h-12h et 15h-22h				
Température chauffage jour/nuit	18°C/10°C				
Température climatisation	21°C				
	Existant				
Eclairage	10 w/m ²				
Horaires d'éclairage	lundi à samedi 10h-12h et 15h-22h				
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission				
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur				



Vestiaire

Paramètres	Douche	Vestiaire	Local rangement	Sanitaire	Circulation
Occupation	-	4 m ² /p	-	-	-
Horaires de chauffage et climatisation	Tous les jours sauf mercredi de 10h-12h et 15h-22h				
Ventilation	165m ³ /h	15m ³ /h.m ²	-	15m ³ /h.m ²	-
Horaires de ventilation	Tous les jours sauf mercredi de 10h-12h et 15h-22h				
ECS	233 kWh/m ²				
Apports internes	14 W/m ²				
Apports internes inoccupation	-				
Horaires d'apports internes	Tous les jours sauf mercredi de 10h-12h et 15h-22h				
Température chauffage jour/nuit	18°C/10°C				
Température climatisation	21°C				
	Existant				
Eclairage	10 w/m ²				
Horaires d'éclairage	Tous les jours sauf mercredi de 10h-12h et 15h-22h				
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission				
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur				

► **Musée**

Paramètres	Hall d'accueil	Salle	Stockage	Sanitaire	Circulation
Occupation	12 personnes/h	12 personnes/h	-	-	12 personnes/h
Horaires de chauffage et climatisation	mardi à dimanche 9h-21h				
Ventilation	-	12m³/h.m²	12m³/h.m²	15m³/h.m²	-
Horaires de ventilation	mardi à dimanche 9h-12h et 14h-21h				
ECS	7 kWh/m²				
Apports internes	7 W/m²				
Apports internes inoccupation	-				
Horaires d'apports internes	mardi à dimanche 9h-12h et 14h-21h				
Température chauffage jour/nuit	18°C/18°C				
Température climatisation	21°C				
Existant					
Eclairage	10 w/m²				
Horaires d'éclairage	mardi à dimanche 9h-21h				
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission				
Type d'éclairage et mode de régulation	Classique - Interrupteur				

► **Equipement collectif divers, immeuble de bureau**

Paramètres	Bureau cloisonné	Salle de réunion	Sanitaires	Circulation
Occupation	12 m² par personne	3,5 m² par personne	-	-
Taux d'occupation	80%	50%		
Horaires fonctionnement chauffage	Pas de réduit de nuit			
Horaires fonctionnement climatisation	Lundi: 2h-20h Mardi à Vendredi: 6h à 20h			
Ventilation	25m³/h/personne	30m³/h/personne	25m³/h/personne	25m³/h/personne
Horaires ventilation	Lundi à Vendredi: 8h-20h			
ECS	5,54 kWh/m²			
Apports internes	18 W/m²	12 W/m²	1 W/m²	1 W/m²
Apports internes inoccupation	3 W/m²	0 W/m²		
Horaires apports internes	Lundi à Vendredi: 8h-18h	Lundi à Vendredi: 9h-11h 12h-18h	Lundi à Vendredi: 8h-18h	
Température consigne chauffage	21°C			
Température consigne climatisation	21°C			
Eclairage	18 w/m²	18 w/m²	6 w/m²	12 w/m²
Horaires éclairage	Lundi à Vendredi: 8h-18h	Lundi à Vendredi: 9h-11h 12h-18h	Lundi à Vendredi: 8h-18h	
Classe d'émetteur et mode de régulation	Classe B - Emetteurs ne permettant pas un arrêt total de l'émission			



Grand équipement de loisir

	Salle		Services		Sanitaires	
Horaires d'ouverture	Journée	Soirée	Journée	Soirée	Journée	Soirée
Température d'hiver (réduit de nuit -4°C)	19°C		17°C		17°C	
Horaires de chauffage de jours	9h-23h	17h-2h	9h-23h	17h-2h	9h-23h	17h-2h
Température d'été si climatisation	23°C					
Ventilation mécanique	10 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)	
Horaires de ventilation	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h
Ventilation naturelle	0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)		0 m ³ /(m ² .h)	
Apports internes	45 W/m ²		20 W/m ²		20 W/m ²	
Horaires d'apports internes	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h	12h-14h 19h-22h	18h-2h
Eclairage	18 W/m ²		12 W/m ²		6 W/m ²	
Horaires d'éclairage	10h-15h 17h-22h	18h-2h	10h-15h 17h-22h	18h-2h	10h-15h 17h-22h	18h-2h
Vitrage	50%		30%		30%	

