

# AUDIT ENERGETIQUE - CUFR COMMUNE DE DEMBENI - MAYOTTE



Juillet 2017

vice-rectorat  
Mayotte


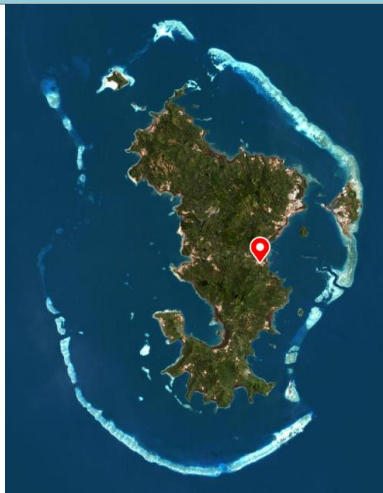

ministère  
éducation  
nationale



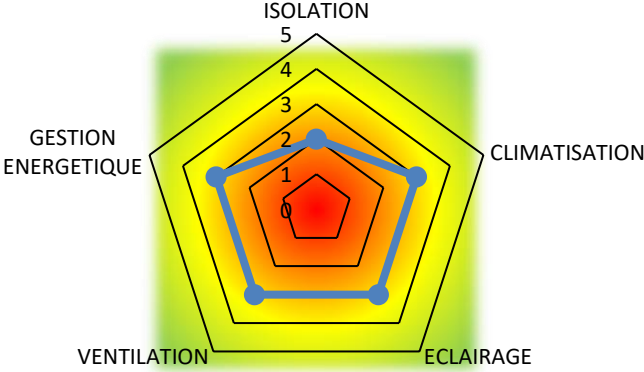
## Sommaire

---

<b>1. Résumé .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Etat des lieux .....</b>	<b>6</b>
2.1 Informations générales .....	6
2.2 Description du site .....	7
Description du bâti .....	9
2.3 Description des équipements .....	29
<b>3. Analyse des données .....</b>	<b>36</b>
3.1 Consommations et émissions .....	36
Consommations d'électricité .....	36
<b>4. Recommandations d'économies d'énergie .....</b>	<b>37</b>
4.1 Aides à l'investissement .....	37
4.2 Récapitulatif des préconisations .....	38
4.3 Détails des préconisations .....	39
4.4 Récapitulatif des actions par bâtiments .....	54
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>58</b>

CUFR			
	Adresse	CUFR Route nationale 3 BP 53 97660 DEMBENI, Mayotte	
	Année de construction	2000	
	Dernière rénovation	-	
	Surface	3 577 m²	
	Catégorie ERP	3 <sup>ème</sup> catégorie	
	Effectif (Septembre 2017)	1320 élèves et 70 personnels	
	Nombre de niveaux	1 à 3	
Niveau d'isolation du bâti			
Murs	Non isolé	Ouvrants	Moyen
Toiture	Non isolé	Plancher bas	Non isolé
Renouvellement d'air	Moyenne à Performante	Inertie thermique	Moyenne
Performance des usages énergétiques			
Refroidissement	Production	PAC Split Mono-split	Moyen à Correcte
	Réseaux de distribution	Calorifuge	Moyen
	Emetteurs	Cassette murale et plafonnière	Correcte
	Régulation	Régulation manuelle sur télécommande	Moyen
ECS	Cumulus électrique		Correcte
Ventilation	Naturelle		Moyenne à Performante (Selon les orientations)
	Mécanique		A l'arrêt
Eclairage	Tubes fluorescents T8 Tubes fluorescents T5 Ampoules fluocompactes		Moyenne Correcte Correcte
Bilan des consommations d'énergie – Année 2016			
Energie	Consommation	Facture annuelle	
Electricité	-	-	
Situation géographique			
			

# 1. Résumé

Analyse des performances énergétiques du bâtiment	
	<p>Notation</p> <p>1 : Très mauvais état</p> <p>2 : Faiblement performant</p> <p>3 : Performance moyenne</p> <p>4 : Performance correcte</p> <p>5 : Très performant</p>
Analyse du bâti et du renouvellement d'air	
<p>L'université de Mayotte est située sur la commune de Dombéni. Elle a ouvert ses portes en 2002. Cet établissement accueille environ 1320 étudiants et 70 personnels.</p> <p>Le bâtiment principal date des années 2000. Plusieurs bâtiments ont vu le jour afin d'accueillir les étudiants de plus en plus nombreux chaque année. Le site comprend aujourd'hui 5 bâtiments dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le pôle universitaire composé de salles de classe, de bureaux administratifs</li> <li>- Un amphithéâtre</li> <li>- Un modulaire qui accueille 6 salles de cours</li> <li>- Une cafétéria</li> <li>- Un bâtiment de vestiaires prêt du terrain de sport</li> </ul> <p>Les salles de classe sont majoritairement traversantes ce qui procure un flux d'air non négligeable pour le confort thermique des occupants.</p> <p>La quasi-totalité des salles sont climatisées et sont munies de menuiseries de type « Naco » (fenêtre à lames) et coulissante. Les nacos présentent l'avantage de pouvoir générer une bonne ventilation naturelle mais ils sont assez fragile d'utilisation et beaucoup ont été repérés comme détériorés et inutilisables. De plus, l'installation de fenêtre type naco n'est pas cohérent avec la mise en place de climatiseur. Les nacos, même fermés, présentent l'inconvénient d'être très peu étanche à l'air. Ainsi pour une salle climatisée cela entraîne une surconsommation liée à la mauvaise étanchéité des menuiseries (fuites d'air).</p> <p>Le pôle universitaire dispose de plusieurs groupes de ventilation mécanique dont certains sont hors service.</p>	
Analyse des installations de climatisation et de production d'ECS	
<p>Les installations de climatisation sont généralement performantes avec un EER (Energy Efficiency Ratio) supérieur à 3 et un calorifugeage généralement en bon état.</p> <p>La gestion des climatisations se fait à l'aide de télécommande. Ce mode de régulation est peu performant car des abus peuvent avoir lieu (température de refroidissement beaucoup trop basse, portes et/ou fenêtres ouvertes, oubli d'extinction...) induisant un fonctionnement continu même en inoccupation.</p> <p>La production d'ECS sur le site est considérée comme faible, on recense des cumulus électriques.</p>	
Analyse des autres équipements consommateurs d'énergie	
<p>L'éclairage est principalement composé de systèmes avec tubes fluorescents T8 et ampoules fluocompactes. On retrouve quelques luminaires de type fluorescent T5.</p> <p>Certains sanitaires sont équipés de système de détection de présence. L'éclairage extérieur est quant à lui régulé à l'aide d'une horloge (18H-6H).</p> <p>Les consommations liées à la bureautique et aux équipements électroménagers restent faibles à l'échelle du site.</p>	



### Analyse de la gestion énergétique

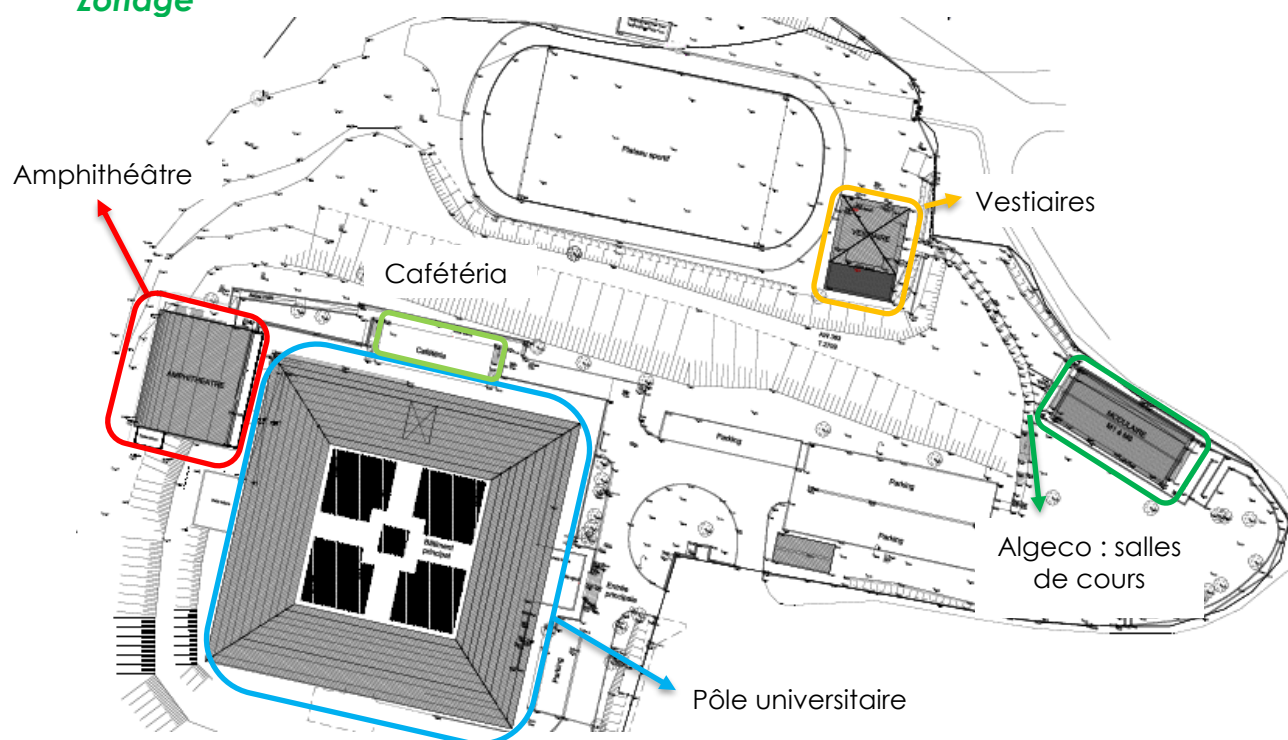
Le réglage de la régulation de la climatisation est assuré individuellement par les occupants via des télécommandes. Il existe un suivi énergétique permettant de contrôler l'évolution des consommations d'énergie à l'échelle globale du site.



### Ressenti des occupants

Le confort thermique dans les bâtiments est globalement bon, les pièces sont toutes climatisées et certaines sont équipées de brasseurs d'air ce qui limite considérablement les surchauffes.

### Zonage



Le pôle universitaire a été découpé en 5 zones pour l'étude :



Propositions d'améliorations					
Actions préconisées		Investissement [€ HT]	CEE [€ HT]	Gain moyen sur la surchauffe [°C]	Gain énergétique [%]
1	Isolation des toitures	0 €	0 €	-	-
2	Protection solaire des baies	7 950 €	68 €	0,068	-
3	Peinture claire sur les façades	0 €	-	-	-
4	Peinture thermo réfléchissante sur les toitures	9 177 €	-	1,651	-
5	Remplacement des jalousies	128 865 €	-	-	-
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	39 432 €	-	4,511	-
7a	Eclairage performant T5	100 563 €	0	-	51%
7b	Eclairage performant LED	65 595 €	2210,4	-	64%
7c	Gradateur (salles de cours)	10 000 €	3868,2	-	21%
7d	Détecteur de présence (sanitaires)	4 725 €	207,9	-	2%
8	Amélioration du calorifuge des canalisations de climatisation				
9	Installation de compteurs divisionnaires	0 €	-	-	-




**Les surchauffes ont été calculées pour un débit d'air dans les bâtiments de 10 vol/h**



## 2. Etat des lieux

### 2.1 Informations générales

CUFR	
Adresse	CUFR Route nationale 3 BP 53 97660 DEMBENI, Mayotte
Année de construction	2000
Dernière rénovation	-
Surface	3 577 m <sup>2</sup>
Effectif	1320
Données générales	
	
Grande Terre, Dembéné	
<b>Vice-Rectorat de Mayotte</b> BP16 97600 Mamoudzou  <u>Site diagnostiqué</u> : CUFR Commune de Dembéné 976600 Mayotte  <u>Personne contactée</u> : Blaise TRICON Chef de la Division Constructions Scolaires	<u>Mission</u> : Audit énergétique  <u>Prestataire</u> : ad'3e 2 rue du Docteur Lombard 92130 Issy les Moulineaux Tél. 06 29 35 84 19  Site internet : <a href="http://www.ad3e.fr">www.ad3e.fr</a> Consultant : Ary RALAHY Courriel : <a href="mailto:a.ralahy@ad3e.fr">a.ralahy@ad3e.fr</a>

## 2.2 Description du site

Le site audité est l'université CUFR de Mayotte situé sur la commune de Dombeni à Grande Terre. L'université se compose au total de 5 bâtiments :

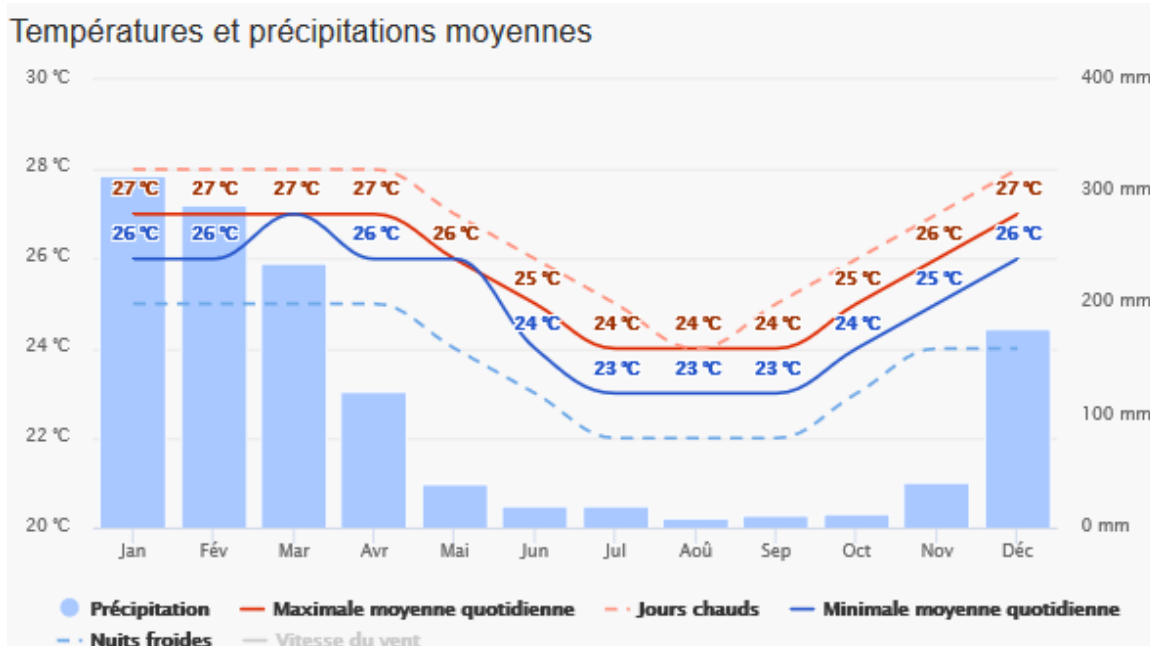
- Pôle universitaire (salles de cours et administration)
- Amphithéâtre
- Modulaire (salle de cours)
- Cafétéria
- Vestiaire

### Tableau des surfaces

	Surface	Hauteur moyenne	Volume
CUFR	3 577 m <sup>2</sup>	2,8 m	10 230 m <sup>3</sup>

### Données climatiques

Données climatiques	
Station météo	Dzaoudzi
Département	976



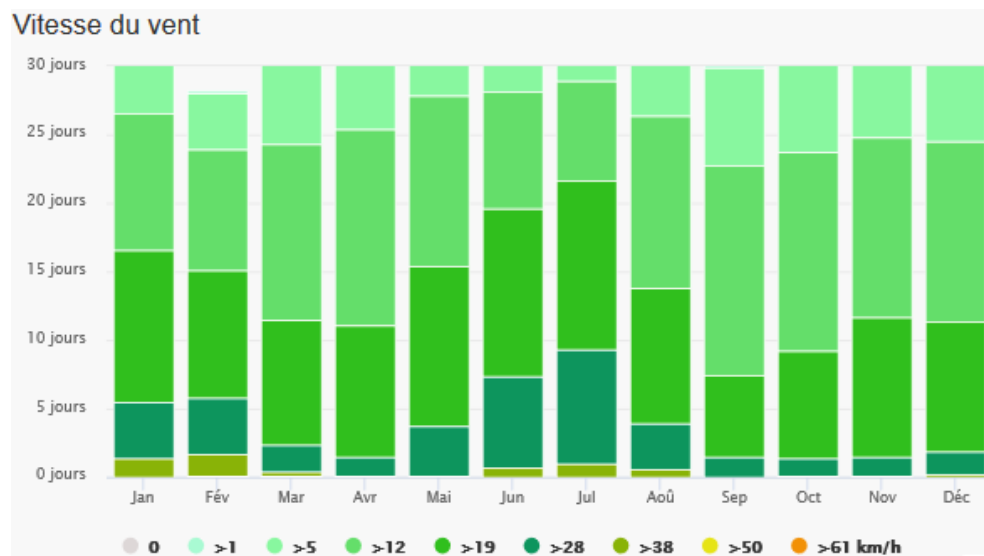
La « maximale moyenne quotidienne » (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois à Mayotte.

De même, « minimale moyenne quotidienne » (ligne bleue continue) montre la moyenne de la température minimale.

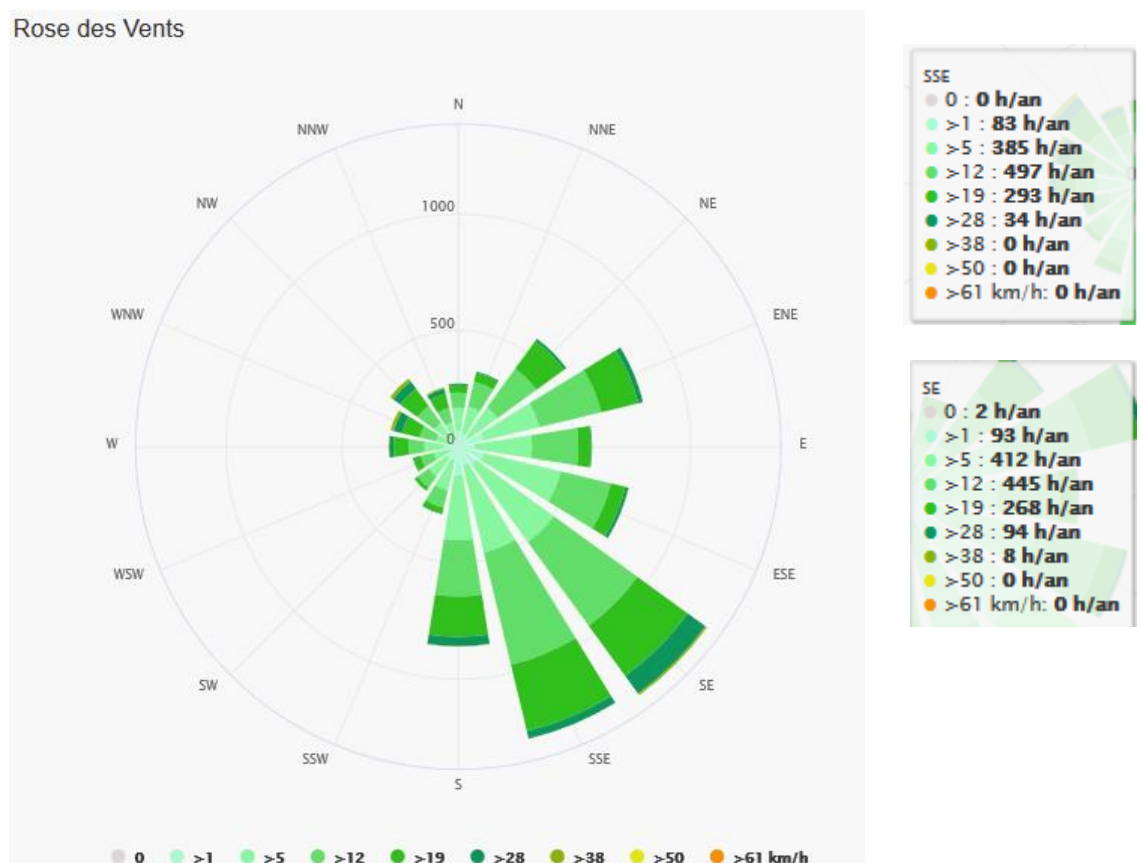
Les jours chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

La période d'étude considérée pour cet audit est l'année 2015. Sur cette période, la rigueur climatique a été inférieure à la moyenne des dix dernières années.





Le diagramme de « vitesse du vent » montre combien de jours dans un mois peut être attendu pour atteindre une certaine vitesse de vent. Il se trouve que les mois ayant le plus de jours avec vents dominants sont les mois de Janvier, Février, Juin et Juillet.



Les vents dominants à Mayotte sont principalement ceux provenant du Sud-Est et Sud-Sud-Est avec une moyenne enregistrée à plus de 445 h/an pour des vents de 12 à 19 km/h. **Ces données sont issues des relevés météorologiques de la station de Dzaoudzi sur les 30 dernières années (hors périodes cycloniques).**

## Occupation du site

Les bâtiments scolaires sont occupés toute la semaine hors weekend de 7h à 18h. Les cours magistraux finissent généralement à 16h30. Des agents sont parfois présents avant 6h le matin.

Utilisation	
Nombre de jours	182
Heures d'occupation	1638 h/an

## Description du bâti

### • Les murs et planchers

Pour le pôle universitaire et la cafétéria, les murs sont en béton et non isolés. De même pour la toiture, elle est en béton et non isolée, cependant, une seconde toiture en bac acier vient limiter les apports solaires. La seconde toiture est suffisamment haute pour qu'un flux d'air circule au-dessus des plafonds en béton ce qui permet de réduire considérablement les surchauffes. De plus la toiture en bac acier vient déborder sur le bâtiment amenant une protection solaire aux parois et menuiseries exposées. Le plancher bas repose sur un vide sanitaire et est non isolé.

L'amphithéâtre est plus récent. Les murs sont composés de 20cm de béton non isolé. Le bâtiment repose sur terre-plein et n'est pas isolé. Dans l'amphithéâtre un faux plafond est présent en dalle minérale. La toiture est en bac acier et possède des aérations sur son pourtour ainsi qu'un grand volume en comble permettant une bonne ventilation.

Les murs du modulaire sont isolés avec une fine couche de laine de verre qui limite les surchauffes. Les salles de cours sont munies de faux plafond avec des dalles faiblement isolées limitant également les surchauffes. Les salles de cours sont climatisées. La toiture présente des débords permettant d'avoir une protection solaire supplémentaire.

Les vestiaires se composent de mur en béton non isolés, d'un plancher en béton et d'une toiture en bac acier sur charpente bois avec de grande hauteur sous plafond afin de bien ventiler naturellement.

### • Les menuiseries

Les ouvrant du pôle universitaire sont vétustes et une grande partie est détériorée. Les nacos possèdent l'avantage de permettre une bonne ventilation naturelle mais sont fragiles au niveau du système d'ouverture et fermeture. A première vue, les performances des nacos sont corrects avec des joints d'étanchéité entre les lames vitrées et des balais jointés sur le pourtour du châssis pour venir améliorer cet étanchéité. Cependant, avec le temps, le système d'ouverture et fermeture prend du jeu et provoque de mauvaise fermeture des lames vitrées voir l'incapacité total de les ouvrir. Ce type de menuiserie n'est pas en adéquation avec des salles climatisées qui demandent une bonne étanchéité pour limiter les surconsommations.

Les ouvrants de l'amphithéâtre sont sur toutes les façades protégées par des protections solaires fixes.

Les ouvrant du modulaire sont des menuiseries de type naco accompagnées de store intérieure, le tout en bon état

Les vestiaires sont équipés d'ouvertures tout autour du bâtiment afin d'améliorer la ventilation.

### Batiment 1, 2, 3, 4 et 5 – Pôle Universitaire



#### Pôle universitaire : Partie 4

Cette partie du bâtiment dispose d'une toiture terrasse de couleur sombre propice au surchauffe



#### Pôle universitaire : Partie 3

Similaire aux parties 1, 2, 3 et 5. Ces parties du bâtiment disposent de débord de toiture et de protection solaire fixe réduisant les apports solaires



#### Protections solaires intérieures

La majorité des salles disposent de rideaux ou stores intérieurs



#### Toiture terrasse

La toiture du pôle universitaire est une toiture terrasse est une toiture terrasse protégées par une seconde toiture en tôle. Cette disposition permet un ventilation optimal et limite les surchauffe en toiture



#### Menuiseries du pôle universitaire

Ces menuiseries sont plus vétustes que celles de l'administration et présente également des défauts de fermeture et d'ouverture. Elles sont composées en partie de Naco et de fenêtres coulissantes



#### Naco de l'administration

Ces Naco sont plus récents mais présentent des défauts de fermeture

### Batiment 6 - Amphithéâtre



#### Toiture

Système de climatisation et aération de la toiture



#### Protection solaire fixe

Les protection solaires de l'amphithéâtre limitent les apports solaire direct sans nuire à l'éclairage naturel



### Bâtiment 7 - Cafétéria



#### Débord de toiture

*Protégeant les façades de la cafétéria*



#### Faux plafond de la cafétéria

*Les dalles de faux-plafond sont composées d'une faible couche de laine de verre limitant les surchauffes de la toiture*

### Bâtiment – 8 Modulaire



#### Façades protégées par le débord de toiture



#### Stores intérieurs

### Bâtiment 9 - Vestiaires



#### Façades des vestiaires

*Protégées par les débord de toiture*



#### Aérations

*Présentent sur toutes les façades du bâtiment permettant une ventilation permanente*

## Récapitulatif du bâti

### Bâtiments scolaires

	Paroi	Structure	Isolation	Résistance thermique (m².K/W)
<b>Murs</b>	<u>Murs extérieurs</u>	Béton plein	<b>Non isolé</b>	$R = 0.25$
<b>Planchers haut</b>	<u>Toitures protégées</u>	Béton + Faux plafond	<b>Correct</b>	$R = 0.97$
	<u>Toitures terrasses</u>	Béton	<b>Non isolé</b>	$R = 0.22$
<b>Planchers bas</b>	<u>Plancher bas sur terre-plein</u>	Dalle Béton plein	<b>Non isolé</b>	$R = 0.21$

	Type	Structure	Isolation	Facteur solaire Baies (FS)
<b>Ouvrants</b>	<u>Jalousie Aluminium</u>	Menuiserie Alu Simple vitrage	<b>Moyen</b> Problèmes de fermeture	$FS = 0.428$
	<u>Jalousie Métallique</u>	Menuiserie Métal Simple vitrage (Mauvaise étanchéité)	<b>Peu performant</b> Problèmes de fermeture	$FS = 0.428$
	<u>Simple vitrage coulissant</u>	Menuiserie PVC Simple vitrage	<b>Correct</b>	$FS = 0.428$
	<u>Jalousie non protégée</u>	Menuiserie Alu Simple vitrage	<b>Correct</b>	$FS = 0.832$



La résistance thermique  $R$ , informe sur la capacité de l'isolant thermique à résister au froid et à la chaleur : plus la résistance thermique est élevée, plus l'isolant est efficace. Pour obtenir la donnée  $R$ , il faut diviser l'épaisseur de l'isolant thermique par la conductivité thermique du matériau.



Le facteur solaire (FS) est le rapport entre l'énergie entrant dans la pièce (par transmission et diffusion) et l'énergie totale reçue sur le vitrage. Plus le FS est bas, plus le vitrage sera performant pour « filtrer » la chaleur du soleil.

Ce facteur est fonction du type de vitrage, du type de châssis, de son exposition au soleil et des masques proches. Il est donc propre pour un type de menuiserie, pour une orientation et des masques environnants donnés.

Les facteurs solaires indiquée ci-dessus sont des exemples tirés de l'étude.



**Niveau d'état des menuiseries par bâtiments :**

Bâtiment	Zone	Type	Priorité	Niveau d'état
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
4 - Pôle Universitaire Administration	4 - Pôle Universitaire Administration	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
Amphithéâtre	Amphithéâtre	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant
Cafétéria	Cafétéria	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
Modulaire	Modulaire	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant

Priorité	Niveau d'état
0 à 2 ans	M : Mauvais
2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
5 à 10 ans	S : Satisfaisant
+ 10 ans	TS : très satisfaisant



- Conductivité des matériaux utilisée (données issues de l'outil « Batipei »)

Laine minérales	$\lambda$ (W/m.K)	Métaux	$\lambda$ (W/m.K)
Laines de roches (15< $\rho$ <25)	0.05	Aluminium	230
Laines de roches (25< $\rho$ <40)	0.044	Alliages d'aluminium	160
Laines de roches (40< $\rho$ <100)	0.042	Bronze	65
Laines de roches (100< $\rho$ <125)	0.044	Laiton	120
Laines de roches (125< $\rho$ <150)	0.046	Cuivre	380
Laines de roches (150< $\rho$ <175)	0.047	Fer pur	72
Laines de roches (175< $\rho$ <200)	0.48	Fer, fonte	50
Laines de verres (7< $\rho$ <10)	0.055	Plomb	35
Laines de verres (10< $\rho$ <15)	0.047	Acier	50
Laines de verres (15< $\rho$ <20)	0.044	Acier inoxydable	17
Laines de verres (20< $\rho$ <30)	0.041	Zinc	110
Laines de verres (30< $\rho$ <40)	0.039		
Laines de verres (40< $\rho$ <80)	0.038		
Laines de verres (80< $\rho$ <120)	0.039		
Laines de verres (120< $\rho$ <150)	0.04		
Laine de laitier/roche/hydraulique appliquées (140< $\rho$ <200)	0.045		
Laine de laitier/roche/hydraulique appliquées (200< $\rho$ <300)	0.05		
Laine de laitier/roche/hydraulique appliquées (300< $\rho$ <500)	0.07		

Béton plein	$\lambda$ (W/m.K)
Masse volumique (2300< $\rho$ <2600)	2
Masse volumique (2000< $\rho$ <2300)	1.65
Avec sable de rivière ou de carrière	1.4
Avec laitier granulé	0.8

Les matériaux principalement renseignés dans l'outil sont le béton plein pour les murs et les planchers (2 W/m.K). Lorsque les toitures sont en acier, nous utilisons la conductivité de l'acier inoxydable (17 W/m.K). Les isolants sont précisés par résistance thermique en fonction de leurs épaisseurs et non par leurs conductivités.

- Facteur d'absorption des parois (données issues de l'outil « Batipei »)

S = 80 %	Teinte (T)																
	360	340	320	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40
L = 70 %	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4
L = 50 %	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4
L = 30 %	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
L = 70 %	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
L = 50 %	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
L = 30 %	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
L = 70 %	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
L = 50 %	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
L = 30 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Le facteur d'absorption des parois dépend de la colorimétrie de chacune d'elle. Plus la paroi aura une teinte foncée plus son facteur d'absorption sera élevé, elle accumulera ainsi donc plus de chaleur. La colorimétrie des parois a un rôle très important dans la gestion des surchauffes.

## Evaluation des surchauffes – Bâtiment 1 - Pôle Universitaire Nord



Cette partie du bâtiment est composée sur deux niveaux de salles de cours et laboratoires. Des bureaux et sanitaires sont présents à l'étage.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

e Universitaire Nord	Orientation (°)	Surface (m <sup>2</sup> )		Conductance (W/m <sup>2</sup> .K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m <sup>2</sup> )	Surchauffe (°C)		Baie Baie opaque
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
terrasse protégée		239		1,027		0,005		5621	0,1		
Murs Nord	-180	118	72	3,947	5,63	0,037	0,506	2853	0,8	1,0	
Murs Sud		70	15	3,947	5,63	0,025	0,428	1779	0,2	0,1	
Murs Ouest	-90	8	35	3,947	5,63	0,037	0,506	2800	0,1	0,5	
Murs protégés	90	86		3,947		0,005		2372	0,1		
Murs mitoyens		83		3,947				1779			
Plancher bas		239		0,276							
Total (°C)									1,3	1,5	

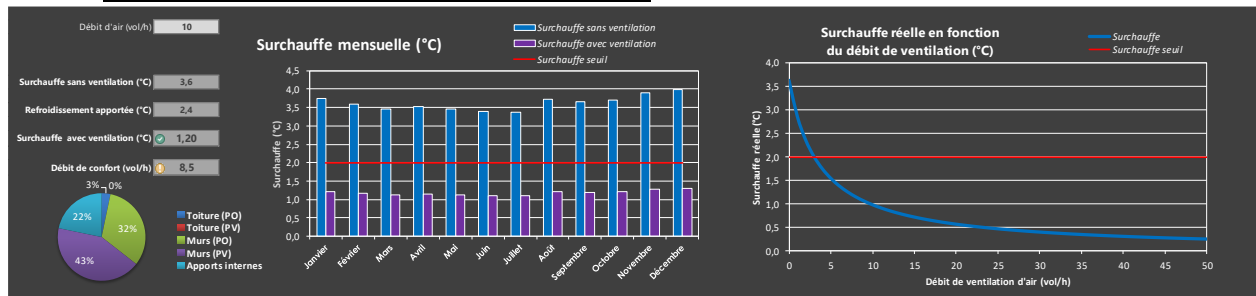
Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que les façades sont moins exposées du fait du vis-à-vis entre les bâtiments et que les débords de toiture et protections solaires fixes protègent les façades et menuiseries. La ventilation des toitures limite également les surchauffes même sans isolation.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

e Universitaire Nord		Ec (kWh)	Er (kWh)	Surchauffe (°C)		Apport convectif	Apport radiatif
				Convectif	Radiatif		
Occupation		43,09		0,37			
Eclairage			38,5		0,27		
Electroménager		0,85	0,85	0,01	0,01		
Informatique		8,58	8,58	0,07	0,06		
Total (°C)				0,46	0,33		

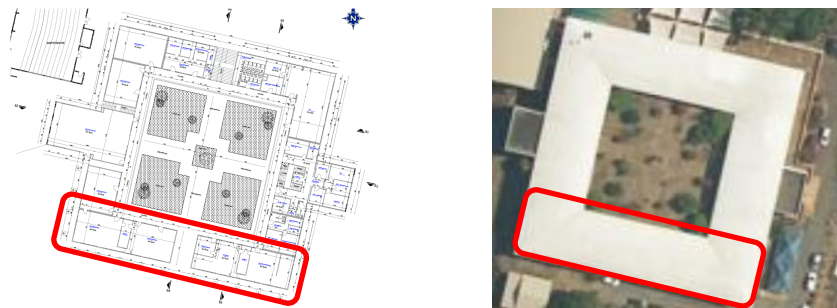
Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. De plus, même sans climatisation les surchauffes restent acceptables, il n'est donc pas indispensable de mettre d'actions en œuvre.

### Evaluation des surchauffes – Bâtiment 2 - Pôle Universitaire Sud



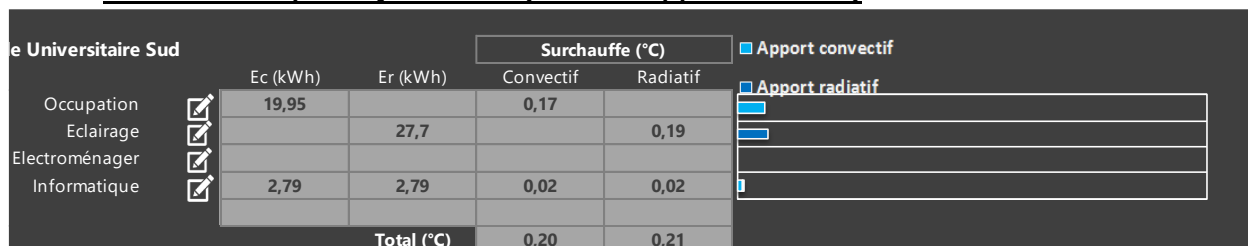
Cette partie du bâtiment est composée sur un niveau de salles de cours, de la scolarité et d'une salle de professeurs.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

le Universitaire Sud	Orientation (°)	Surface (m²)		Conductance (W/m².K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m²)	Surchauffe (°C)		
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
terrasse protégée		333		1,027		0,005		5621	0,2		
Murs Nord	-180	70	15	3,947	5,63	0,025	0,428	2853	0,4	0,2	
Murs Sud		78	51	3,947	5,63	0,025	0,428	1779	0,3	0,5	
Murs Ouest	-90	36	6	3,947	5,63	0,025	0,428	2800	0,2	0,1	
Murs Est	90	36	6	3,947	5,63	0,025	0,428	2372	0,2	0,1	
Murs protégés	90	43		3,947		0,005		2372	0,0		
Murs mitoyens	-180	43		3,947				2853			
Plancher bas		333		0,276							
Total (°C)									1,3	0,9	

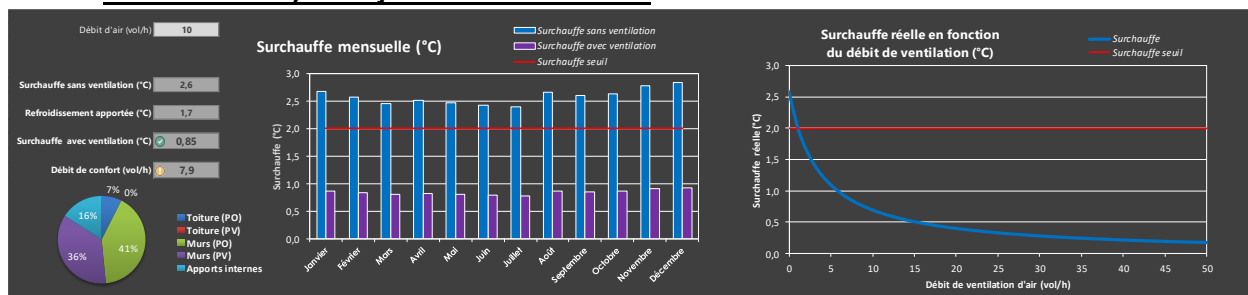
Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que les façades sont moins exposées du fait du vis-à-vis entre les bâtiments et que les débords de toiture protègent les façades et menuiseries. La ventilation des toitures limite également les surchauffes même sans isolation.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)



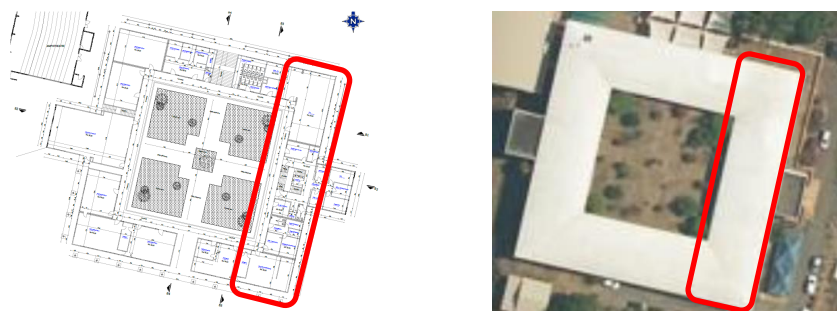
Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. De plus, même sans climatisation les surchauffes restent acceptables, il n'est donc pas indispensable de mettre d'actions en œuvre.

### Evaluation des surchauffes – Bâtiment 3 - Pôle Universitaire Est



Cette partie du bâtiment est composée de bureaux, de l'infirmerie, d'un CDI et d'une salle de projection. Elle possède une ventilation mécanique mais qui est hors service.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

École Universitaire Est

Orientation (°)

Surface (m²)

Paroi

Baies

Conductance (W/m².K)

Paroi

Baies

Facteur solaire paroi

Paroi

Baies

Exposition journalière (W/m²)

Surchauffe (°C)

Paroi

Baies

terrasse protégée

Murs Nord

Murs Ouest

Murs Est

Murs mitoyens

Plancher bas

314

-180

-90

90

90

314

1,027

3,947

3,947

3,947

3,947

0,276

0,005

0,037

0,025

0,037

0,074

5621

2853

2800

2372

1779

Total (°C)

0,2

0,3

0,2

0,3

1,5

1,4

Baie

Paroi opaque

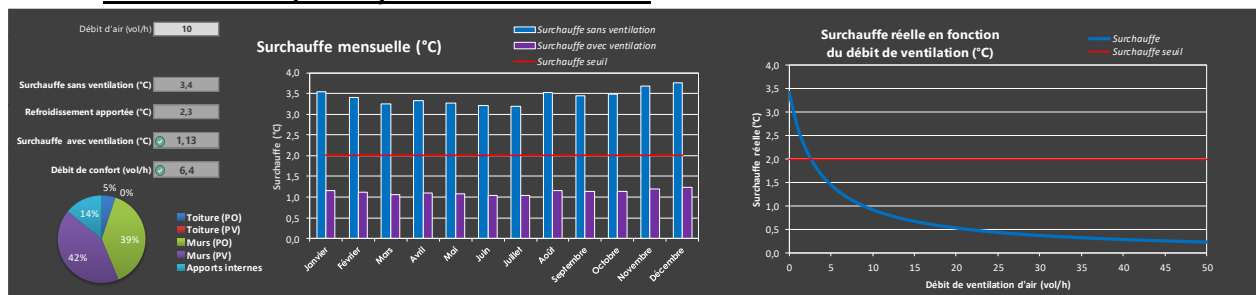
Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que les façades sont moins exposées du fait du vis-à-vis entre les bâtiments et que les débords de toitures et protections solaires fixes protègent les façades et menuiseries. La ventilation des toitures limite également les surchauffes même sans isolation.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Occupation	Ec (kWh)	Er (kWh)	Surchauffe (°C)	
			Convectif	Radiatif
Occupation	27,93		0,24	
Eclairage		18,6		0,13
Electroménager				
Informatique	7,08	7,08	0,06	0,05
Total (°C)			0,30	0,18

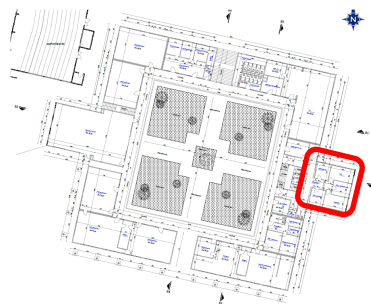
Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes étant donné la forte occupation des salles de classes et espaces de travail. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. De plus, même sans climatisation les surchauffes restent acceptables, il n'est donc pas indispensable de mettre d'actions en œuvre.

## Evaluation des surchauffes – Bâtiment 4 - Pôle Universitaire Administration



Cette partie du bâtiment se situe au R+1. Elle est composée de bureaux.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

Université Administration	Orientation (°)	Surface (m²)		Conductance (W/m².K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m²)	Surchauffe (°C)		
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
Toiture		83		1,027		0,091		5621	2,4		
Murs Nord	-180	13	12	3,947	5,63	0,074	0,832	2853	0,6	0,8	
Murs Sud		13	12	3,947	5,63	0,074	0,832	1779	0,4	0,5	
Murs Ouest mitoyens	-90	28		3,947				2800			
Murs Est	90	14	14	3,947	5,63	0,074	0,832	2372	0,5	0,7	
Plancher bas		83		2,362		0,074					
Total (°C)									3,8	2,0	

Les surchauffes des parois du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait qu'elles sont de couleur claire. En revanche en toiture, une surchauffe peut avoir lieu. La toiture terrasse ne possède pas de sur-toiture comme le reste du bâtiment. De plus la composition et la couleur sombre de la toiture sont propice à l'accumulation de chaleur. Une peinture thermo-réfléchissante permettrait de limiter fortement les apports solaires directs.

Les menuiseries ne présentent qu'une surchauffe maximale de 0,8°C. Cela peut paraître peu, mais à la vue de leur surface, cela est à prendre en considération. De plus, pour s'en protéger, les occupants doivent conserver les stores baissés. Afin d'améliorer le confort et de profiter de l'éclairage naturelle tout en réduisant les consommations liées à l'éclairage et à la climatisation, il conviendrait de mettre des protections solaires de type casquette.

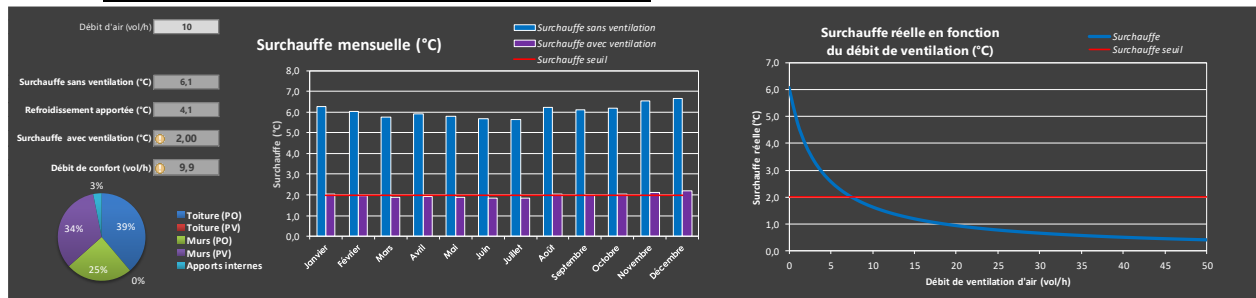
### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Université Administration		Ec (kWh)	Er (kWh)	Surchauffe (°C)		
				Convectif	Radiatif	
Occupation	<input checked="" type="checkbox"/>	3,19		0,03		
Eclairage	<input checked="" type="checkbox"/>		6,6		0,05	
Electroménager	<input checked="" type="checkbox"/>					
Informatique	<input checked="" type="checkbox"/>	7,29	7,29	0,06	0,05	
Total (°C)				0,09	0,10	

Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants et l'éclairage ont un impact faible sur les surchauffes.

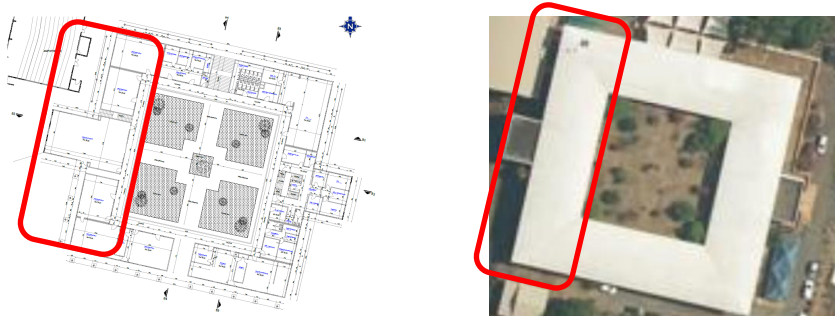


## - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. Une peinture thermo-réfléchissante en toiture terrasse ainsi que des protections solaires sur les menuiseries permettraient de réduire les surchauffes et d'améliorer le confort des occupants.

## Evaluation des surchauffes – Bâtiment 5 - Pôle Universitaire Ouest



Cette partie du bâtiment est composée sur deux niveaux de salles de cours et laboratoires.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

Bâtiment	Orientation (°)	Surface (m²)		Conductance (W/m².K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m²)	Surchauffe (°C)		
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
terrasse protégée		338		1,027		0,005		5621	0,2		
l'ord non protégés	-180	22	8	3,947	5,63	0,074	0,778	2853	0,3	0,2	
Murs Ouest	-90	118	53	3,947	5,63	0,037	0,506	2800	0,8	0,8	
uest non protégés	-90	41	16	3,947	5,63	0,074	0,778	2800	0,6	0,4	
Murs Est	90	86	14	3,947	5,63	0,025	0,428	2372	0,3	0,1	
Sud non protégés		24	5	3,947	5,63	0,074	0,778	1779	0,2	0,1	
Murs mitoyens				3,947				1779			
Toiture terrasse		78		4,478		0,091		5621	3,0		
Plancher bas		338		0,276							
Total (°C)									5,4	1,5	

Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que les façades sont moins exposées du fait du vis-à-vis entre les bâtiments et que les débords de toiture et protections solaires fixes protègent les façades et menuiseries. La ventilation des toitures limite également les surchauffes même sans isolation.

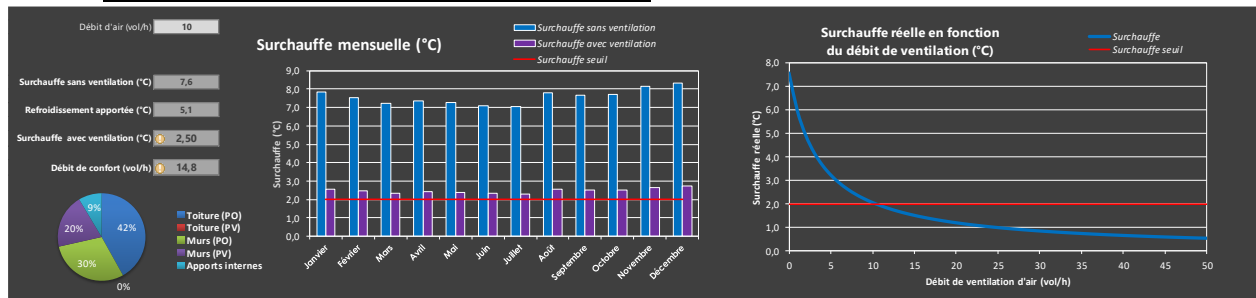
Une partie de la toiture est une toiture terrasse comme la partie 4 précédente. Une peinture thermo-réfléchissante permettrait de limiter les surchauffes sur celle-ci, ainsi que des protections solaires sur les menuiseries exposées.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Bâtiment		Ec (kWh)	Er (kWh)	Surchauffe (°C)		
				Convectif	Radiatif	
Occupation		39,90		0,35		
Eclairage			43,6		0,30	
Electroménager						
Informatique						
Total (°C)				0,35	0,30	

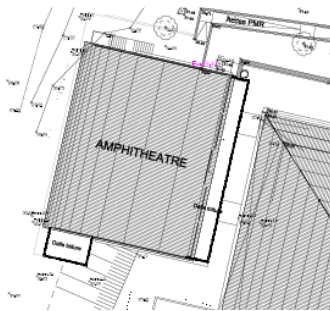
Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. Une peinture thermo-réfléchissante en toiture terrasse ainsi que des protections solaires sur les menuiseries exposées permettraient de réduire les surchauffes et d'améliorer le confort des occupants.

## Evaluation des surchauffes - Amphithéâtre



Le bâtiment est composé au rez-de-chaussée de trois salles de cours. Au R+1 se trouve un amphithéâtre avec une grande hauteur sous-plafond et équipé d'une ventilation mécanique.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

Amphithéâtre	Orientation (°)	Surface (m <sup>2</sup> )		Conductance (W/m <sup>2</sup> .K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m <sup>2</sup> )	Surchauffe (°C)		Baie Baie opaque
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
Toiture		335		1,124		0,010		5621	0,4		
Murs Nord	-180	98	22	3,947	5,63	0,074	0,211	2853	1,4	0,1	
Murs Sud		98	22	3,947	5,63	0,074	0,211	1779	0,9	0,1	
Murs Ouest	-90	134	30	3,947	5,63	0,037	0,211	2800	0,9	0,2	
Murs Est	90	75		3,947		0,048		2372	0,6		
Plancher bas		335		0,276		0,074					
Total (°C)									4,1	0,4	

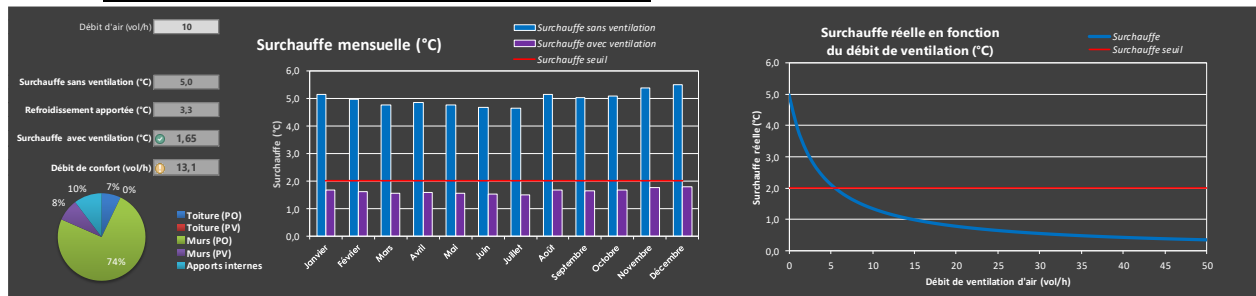
Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que certaines façades sont moins exposées avec la végétation environnante. Les protections solaires des menuiseries empêchent bien les apports solaires directs. La ventilation en toiture limite également les surchauffes même sans isolation.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Amphithéâtre		Surchauffe (°C)		Apport convectif	Apport radiatif
		Ec (kWh)	Er (kWh)		
Occupation		39,90		0,35	
Eclairage			20,3		0,14
Electroménager					
Informatique		1,72	1,72	0,01	0,01
Total (°C)				0,36	0,15

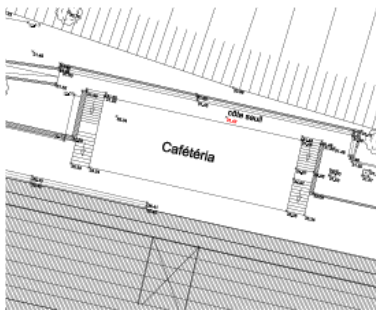
Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes étant donné la forte occupation des salles de classes et espaces de travail. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. De plus, même sans climatisation les surchauffes restent acceptables, il n'est donc pas indispensable de mettre d'actions en œuvre.

## Evaluation des surchauffes - Cafétéria



Le bâtiment est composé d'un niveau et est composé d'une salle d'étude, d'une cafétéria avec son coin cuisine, et d'anciens vestiaires qui servent maintenant de laboratoire.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

Cafétéria		Orientation (°)	Surface (m <sup>2</sup> )		Conductance (W/m <sup>2</sup> .K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m <sup>2</sup> )	Surchauffe (°C)		Baie Baie opaque
			Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
terrasse protégée	<input checked="" type="checkbox"/>		418		1,027		0,037		5621	2,0		
Murs Nord	<input checked="" type="checkbox"/>	-180	98	14	3,947	5,63	0,027	0,632	2853	0,7	0,4	
Murs enterrés	<input checked="" type="checkbox"/>		152		3,947				1779			
Murs Ouest	<input checked="" type="checkbox"/>	-90	13		3,947		0,074		2800	0,2		
Murs Est	<input checked="" type="checkbox"/>	90	52		3,947		0,074		2372	0,8		
Plancher bas	<input checked="" type="checkbox"/>		418		0,276		0,074					
Total (°C)										3,7	0,4	

Les surchauffes du bâtiment restent acceptables, on peut l'expliquer par le fait que qu'une grande partie des façades soient enterrées, et qu'une partie des façades exposée soit protégées par un débord de toiture. La toiture présente une surchauffe de 2°C sans la prise en compte des toiles présentent car nous n'avons aucunes informations quant à leur utilisation.

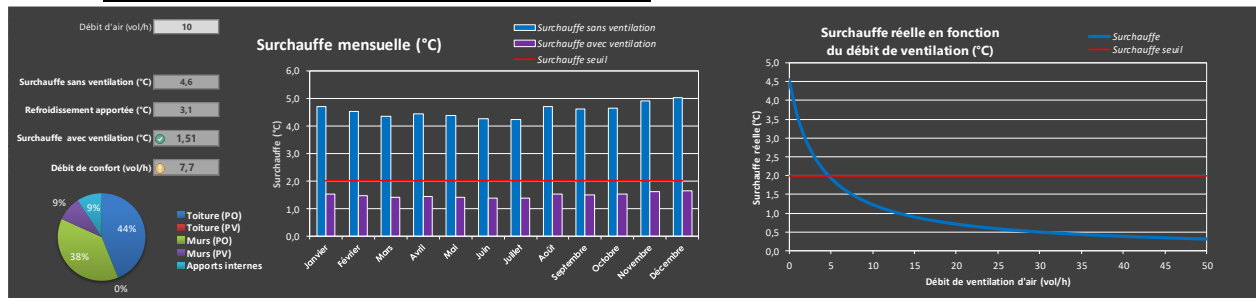
### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Cafétéria		Surchauffe (°C)		Apport convectif	Apport radiatif
		Ec (kWh)	Er (kWh)	Convectif	Radiatif
Occupation	<input checked="" type="checkbox"/>	31,92		0,28	
Eclairage	<input checked="" type="checkbox"/>		8,8		0,06
Electroménager	<input checked="" type="checkbox"/>	0,89	0,89	0,01	0,01
Informatique	<input checked="" type="checkbox"/>	4,29	4,29	0,04	0,03
Total (°C)				0,32	0,10

Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes. L'éclairage contribue peu à l'augmentation des surchauffes.

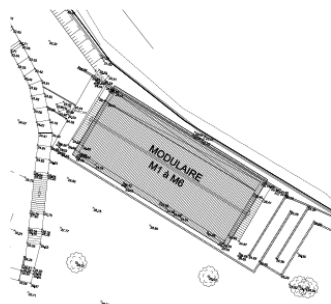


## - Surchauffe moyenne journalière résultante



Le débit de 10 vol/h est un débit par défaut qui ne prend pas en compte les brasseurs d'air et la climatisation. Si on ajoute ces paramètres, cela permettrait une première diminution des surchauffes. De plus, même sans climatisation les surchauffes restent acceptables, il n'est donc pas indispensable de mettre d'actions en œuvre.

## Evaluation des surchauffes – Modulaire



Le modulaire est composé de 6 salles de cours réparties sur deux niveaux.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée à l'enveloppe)

Modulaire	Orientation (°)	Surface (m²)		Conductance (W/m².K)		Facteur solaire paroi		Exposition journalière (W/m²)	Surchauffe (°C)		
		Paroi	Baies	Paroi	Baies	Paroi	Baies		Paroi	Baies	
Toiture		85		1,027		0,037		5621	0,9		
Murs Nord	-180	143	14	1,493	5,63	0,025	0,348	2853	0,7	0,5	
Murs Sud		140	17	1,493	5,63	0,037	0,411	1779	0,7	0,5	
Murs Ouest	-90	47		1,493		0,041		2800	0,4		
Murs Est	90	47		1,493		0,041		2372	0,3		
Plancher bas		85		0,242		0,074					
Total (°C)									3,1	0,9	

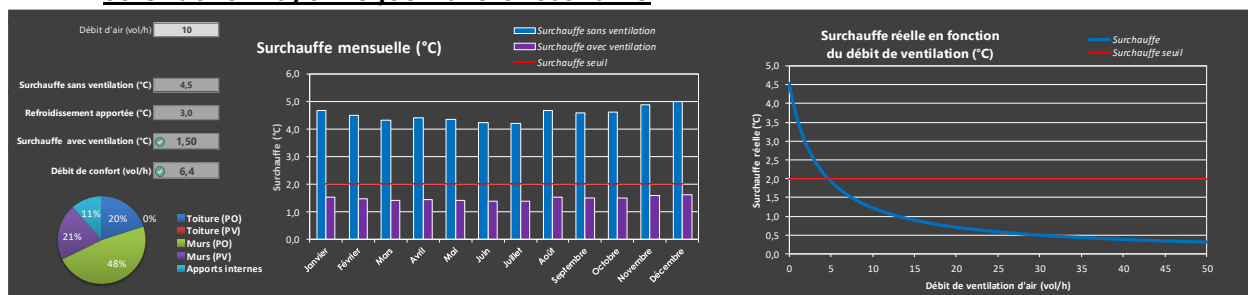
Les surchauffes du bâtiment restent acceptables. La faible isolation des parois permet de limiter les surchauffes. Les menuiseries sont protégées par les débords de toiture et disposent de stores intérieurs.

### - Surchauffe moyenne journalière (liée aux apports internes)

Modulaire		Ec (kWh)	Er (kWh)	Surchauffe (°C)		
				Convectif	Radiatif	
Occupation		47,88		0,42		
Eclairage			14,8		0,10	
Electroménager						
Informatique						
Total (°C)				0,42	0,10	

Le graphique ci-dessus montre les surchauffes liées aux apports internes. On remarque que les occupants ont un impact sur les surchauffes. L'éclairage contribue également à l'augmentation des surchauffes.

### - Surchauffe moyenne journalière résultante





La surchauffe thermique moyenne représente l'écart entre la température moyenne d'ambiance d'un local et la température moyenne extérieure.

La surchauffe est liée à :

- La maîtrise des apports solaires
- La bonne conception thermique (bonne affectation des conductances)
- La maîtrise des apports internes
- L'évacuation de ces apports par le renouvellement d'air

Une faible surchauffe permet de limiter l'augmentation des conditions d'ambiances, l'idéal étant la surchauffe nulle pour retrouver les mêmes conditions d'ambiances qu'à l'extérieur en moyenne journalière.

## 2.3 Description des équipements

### Climatisation

#### Rafrachissement PAC Air/Air

La majorité des salles sont climatisées. La gestion des climatisations se fait manuellement à l'aide d'une télécommande. Ce mode de régulation est peu performant car des abus peuvent avoir lieu (températures de refroidissement beaucoup trop basses, portes et/ou fenêtres ouvertes, oubli d'extinction) induisant un fonctionnement continu même en inoccupation.



Unité intérieure



Unité extérieure

#### Remarque importante :

- Il est important de vérifier régulièrement les calorifuges des réseaux de fluide frigorigène, la fréquence de révision doit être d'une fois par an.
- Les unités extérieures doivent être situées à l'abri du soleil et sans obstacle à une distance de 3 m pour un fonctionnement optimal.
- La règle est la suivante pour une bonne utilisation de la climatisation : régler la température de consigne 3°C en dessous de la température ambiante. Exemple : S'il fait 31°C, il faut régler la température de climatisation à 29°C.

Production	Système à détente directe
Energie	Airwell
Puissance frigorifique	Electricité
Age	Pf = 2.6 kW
Fluide frigorigène	+ ou - 10 ans
Performance	R410A
Emission	Bonne
Performance	Cassettes murales
Régulation	Correcte
Performance	Commandes individuelles sur télécommande
	Moyenne

Il peut être intéressant de prévoir des horloges ou détection de présence pour le fonctionnement des PAC afin de limiter le fonctionnement de celles-ci en inoccupation.



Pour rappel, l'article R.131-29 du code de la construction et de l'habitation précise que " dans les locaux dans lesquels est installé un système de refroidissement, celui-ci ne doit être mis ou maintenu en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux dépasse 26 °C. "

Equipements : Climatisation			
Bâtiment	Localisation	Priorité	Niveau d'état
1 - Pôle Universitaire Nord	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
2 - Pôle Universitaire Sud	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
3 - Pôle Universitaire Est	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
4 - Pôle Universitaire Administration	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
Amphithéâtre	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
Cafétéria	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
Modulaire	Façade et toiture	5 à 10 ans	S : Satisfaisant

Priorité	Niveau d'état
0 à 2 ans	M : Mauvais
2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
5 à 10 ans	S : Satisfaisant
+ 10 ans	TS : très satisfaisant

## Production d'eau chaude sanitaire

ECS électrique	
La production d'ECS est assurée dans certaines salles aux besoins spécifiques (labo, cuisine...).	
<b>Production</b>	Par accumulation
Energie	Electrique
Puissance kW	-
Age	NC
Performance	Correcte
<b>Réseau</b>	Réseaux en cuivre
Performance	Bonne
Emetteurs	Robinetts, mitigeurs
Comptage spécifique	Non



**Rappel réglementaire pour les ERP :** Selon l'arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations d'eau chaude, les responsables des établissements doivent mettre en place un suivi mensuel des températures et un prélèvement annuel sur un certain nombre de points de l'installation (points d'usage à risque accessibles au public). L'ensemble des opérations de surveillance, de maintenance et d'analyse doivent être consignées dans un carnet sanitaire.

## Ventilation naturelle et brasseur d'air

### Ventilation naturelle

Certaines salles informatiques sont équipées de bouche de ventilation à débit fixe. La salle de projection est équipée d'une centrale de traitement de l'air située entre la toiture et le plancher haut. Cette centrale est actuellement à l'arrêt. Les sanitaires sont équipés d'extracteurs simple flux, les bouches d'évacuations d'air vicié sont de type débit fixe. De même pour la cuisine et les sanitaires de la cafétéria qui sont équipés d'un extracteur commun.

L'amphithéâtre possède également une centrale de traitement d'air (non accessible durant la visite).



Bouches d'extraction des salles informatiques



Extraction des salles informatiques



Groupe de traitement d'air de la salle de projection



Bouche de soufflage de la salle de projection



Bouche d'extraction des sanitaires



Groupe d'extraction cuisine et sanitaire (cafétéria)



### Brasseurs d'air

Le bâtiment modulaire composé de salle de classe est équipé de 4 brasseurs d'air par salle. Dans le pôle universitaire, plusieurs salles de cours et bureaux ne sont pas équipés de brasseur d'air.

L'amphithéâtre ne dispose pas de brasseurs d'air.

Les sensations de surchauffes sont affinées par l'intermédiaire de brasseurs d'air. Ces dispositifs permettent de contrôler et d'optimiser le confort thermique en créant une dynamique de brassage de l'ordre de 1m/s.

La commande se fait via des boîtiers à vitesse variable.



Salle de cours du modulaire équipée de brasseurs d'air



Salle de cours du pôle universitaire équipée de brasseurs d'air

Equipements : Brasseur d'air								
Bâtiments		Zone / Pièces			Nombre de brasseurs d'air			
Nom	Niveau	Nom	Surface [m²]	Nombre	Existant / zone	Conseillé (Mayénergie) / zone	Priorité	Niveau de brassage
1 - Pôle Universitaire Nord	R-1	Salle informatique	52	2	0	5	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	RDC	Espace informatique (Salle banalisée 6)	82	1	0	8	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	RDC	Salle de réunion	34	1	0	3	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	RDC	Bureau salle de réunion	11	3	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	RDC	Bureaux CDI	16	1	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	RDC	Assistance Informatique	16	1	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
1 - Pôle Universitaire Nord	R-1	Salle de TP	72	2	6	7	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
2 - Pôle Universitaire Sud	RDC	Salle info prof	23	1	0	2	0 à 2 ans	M : Mauvais
2 - Pôle Universitaire Sud	RDC	Salle des profs	51	1	0	5	0 à 2 ans	M : Mauvais
2 - Pôle Universitaire Sud	RDC	Scolarité	59	1	0	5	0 à 2 ans	M : Mauvais
2 - Pôle Universitaire Sud	RDC	Bureau scolarité	18	1	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
2 - Pôle Universitaire Sud	RDC	Salle de classe	77	3	0	7	0 à 2 ans	M : Mauvais
3 - Pôle Universitaire Est	R-1	Salle de projection	115	1	0	11	0 à 2 ans	M : Mauvais
3 - Pôle Universitaire Est	RDC	CDI	150	1	0	15	0 à 2 ans	M : Mauvais
3 - Pôle Universitaire Est	RDC	Salle formation	16	2	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
4 - Pôle Universitaire Administration	R+1	Bureau	14	7	0	1	0 à 2 ans	M : Mauvais
5 - Pôle Universitaire Ouest	R-1	Salle de TP	72	2	6	7	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	R-1	Salle de musique	89	1	6	8	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
5 - Pôle Universitaire Ouest	RDC	Salle polyvalente	191	1	0	19	0 à 2 ans	M : Mauvais

5 - Pôle Universitaire Ouest	RDC	Salle banalisée 5	39	1	0	3	0 à 2 ans	M : Mauvais
Amphithéâtre	R+1	Amphithéâtre	325	1	0	32	0 à 2 ans	M : Mauvais
Amphithéâtre	RDC	Salle de cours	69	3	0	6	0 à 2 ans	M : Mauvais
Cafétéria	RDC	Cafétéria	147	1	8	14	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
Cafétéria	RDC	Salle d'études	53	1	4	5	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
Modulaire	RDC	Salles de cours	56	3	4	5	5 à 10 ans	S : Satisfaisant
Modulaire	R+1	Salles de cours	56	3	4	5	5 à 10 ans	S : Satisfaisant

Priorité	Niveau d'état
0 à 2 ans	M : Mauvais
2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
5 à 10 ans	S : Satisfaisant
+ 10 ans	TS : très satisfaisant

## Eclairage

### Eclairage

Le pôle universitaire est composé de bureaux, labo et salle de cours dont la plupart sont équipés d'éclairage type fluorescent T8 à commande manuelle. On note la présence de quelques luminaires qui ont été remplacés par des tubes fluorescents T5 plus performant. Les couloirs sont généralement équipés de lampes fluocompactes. Les sanitaires ne sont pas équipés de détection de présence permettant une meilleure gestion des consommations.

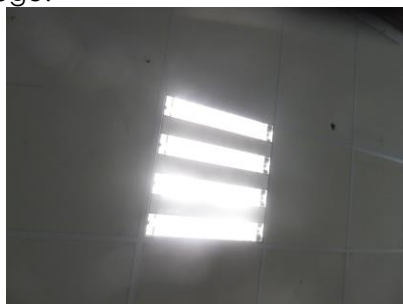
L'amphithéâtre est équipé de luminaire type fluorescent T5 performant sans gestion d'éclairage. Les sanitaires (situé sous l'amphithéâtre) et le couloir d'accès aux classes sont équipés de lampes fluocompactes avec détection de présence.

Le bâtiment modulaire est équipé d'éclairage fluorescent T8.

L'éclairage extérieur est muni de lampes basse consommation type FLC, il est programmé de 18H à 6H du matin via une horloge.



Eclairage T8 des bureaux et salles de cours



Eclairage T5 récents



Eclairage FLC



Eclairage FLC couplé à un détecteur de présence



Eclairage des vestiaires (fluorescent T8)



Horloge de programmation pour l'éclairage extérieur

### Type d'éclairage par zone

Technologie	Zone	Performance
Fluorescent T8 (2X36W, 36W, 4x18W) Ballast ferromagnétique Commande manuelle	Classes Bureaux Labo Vestiaires	Moyenne
Fluorescent T5 (4x14W) Ballast électronique Commande manuelle	Classes Bureaux	Correcte
Ampoules fluocompactes Détection de présence	Sanitaires	Correcte

**Ratio de puissance d'éclairage installée : 9W/m<sup>2</sup>**



La réglementation thermique pour les bâtiments existants fixe à 12 W/m<sup>2</sup> la puissance maximum d'éclairage de référence.

## 3. Analyse des données

---

### 3.1 Consommations et émissions

#### Gestion et suivi énergétique

- Eléments de comptage

N°	Energie	Bâtiments consommateurs	Suivi des consommations
1	Electricité	CUFR	Factures EDM (Electricité de Mayotte)

#### Consommations d'électricité

Aucunes informations transmises.

## 4. Recommandations d'économies d'énergie

### 4.1 Aides à l'investissement

L'île de Mayotte est éligible aux CEE, le volume des certificats d'économies d'énergie (kWh cumac) délivrés pour les actions réalisées dans les zones non interconnectées au réseau métropolitain continental de transport d'électricité est multiplié par 2. La zone climatique à prendre en compte pour le calcul des CEE à Mayotte est la zone H3, excepté lorsque la fiche est renommée « France d'Outre-Mer », le volume des CEE n'est alors pas multiplié.

#### Certificats d'économie d'énergie (CEE)

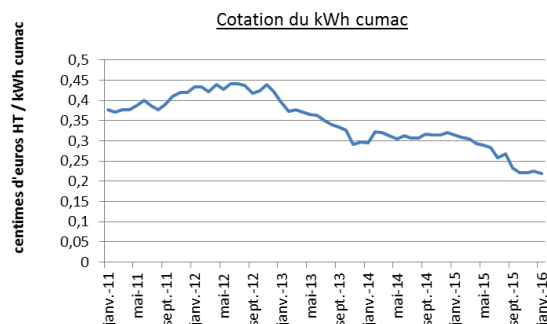
Les certificats d'économie d'énergie est un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire des économies ou directement acheter des certificats obtenus par d'autres opérateurs dits « non obligés ».

Pour les maîtres d'ouvrage, il est ainsi possible lors de la réalisation de travaux d'amélioration énergétique (isolation, remplacement de chaudières, ...) de négocier (sur le marché pour les collectivités locales ou directement) avec un opérateur obligé la cession de certificats d'économie d'énergie.

De nombreuses actions d'améliorations favorisant les économies d'énergie peuvent être valorisées sous forme de « certificats d'économie d'énergie » (cf. fiches standardisées disponibles sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html>). Pour chaque action, il est défini une quantité d'énergie qui sera économisée grâce à cette action et est exprimée en kWh cumac (kWh cumulés et actualisés sur la durée de vie conventionnelle de l'équipement).

Exemple : Pose de 100 m<sup>2</sup> d'isolation par l'intérieur dans une école située en zone climatique H1 : 366 000 kWh cumac soit 733 €.

Le prix de vente des certificats d'économie d'énergie est soumis à des variations. Le montant de la valorisation fixé dans cette étude est de 0,4 c€/kWhcumac.



Source : Registre National des certificats d'économie d'énergie

Le dépôt de dossier des CEE doit être réalisé au plus tard un an après la réalisation des travaux. Le registre national des certificats d'économies d'énergie (accessible sur le site internet [emmy.fr](http://emmy.fr)) est la matérialisation des certificats d'économie d'énergie délivrés par le pôle national. Le site internet permet l'accès aux listes des acheteurs et des vendeurs de certificats.

## Aide Electricité de Mayotte (EDM)

EDM propose essentiellement des offres d'aide pour les projets de rénovation de particulier. Pour les grands projets (impliquant des surface importantes et/ou plusieurs équipement performant, il est possible de faire une demande. Pour cela, il faut suivre les étapes suivantes :

1. La maîtrise d'ouvrage doit se rapprocher du service « Cellule Maitrise de la Demande en Energie » (MDE) afin de transmettre les dossiers relatifs aux chantiers pour étude : [mde@electricitedemayotte.com](mailto:mde@electricitedemayotte.com).
2. La cellule MDE déterminera alors le niveau d'aide à accorder en fonction des gains énergétiques qui seront réalisés. L'accompagnement financier pour ce type de projet n'est donc pas sous forme de montant forfaitaire mais prend la forme d'une enveloppe globale qui tient compte des équipements performants et des travaux réalisés sur le bâti (isolation, protection des vitrages, couverture performante, etc.).
3. Si la maîtrise d'ouvrage est intéressée par le montant de la subvention communiqué par le service MDE, une convention de partenariat est alors signée entre les deux parties.
4. Le paiement de l'aide sera effectué sur le compte de la maîtrise d'ouvrage une fois les travaux réceptionnés.

## 4.2 Récapitulatif des préconisations

Le tableau ci-dessous hiérarchise les actions d'améliorations par ordre de priorité décroissante :

Propositions d'améliorations					
Actions préconisées		Investissement [€ HT]	CEE [€ HT]	Gain moyen sur la surchauffe [°C]	Gain énergétique [%]
1	Isolation des toitures	0 €	0 €		-
2	Protection solaire des baies	7 950 €	68 €	0,068	-
3	Peinture claire sur les façades	0 €	-		-
4	Peinture thermo réfléchissante sur les toitures	9 177 €	-	1,651	-
5	Remplacement des jalousies	128 865 €	-	-	-
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	39 432 €	-	4,511	-
7a	Eclairage performant T5	100 563 €	0	-	51%
7b	Eclairage performant LED	65 595 €	2210,4	-	64%
7c	Gradateur (salles de cours)	10 000 €	3868,2	-	21%
7d	Détecteur de présence (sanitaires)	4 725 €	207,9	-	2%
8	Amélioration du calorifuge des canalisations de climatisation				
9	Installation de compteurs divisionnaires	0 €	-	-	-



**Les surchauffes ont été calculées pour un débit d'air dans les bâtiments de 10 vol/h**



### 4.3 Détails des préconisations

Préconisation n°1	CUFR
<b>BATI : Isolation de la toiture</b>	
<b>Description :</b> Cette préconisation n'a été mise en place sur aucuns bâtiments du site.	

## Préconisation n°2

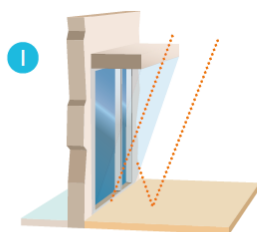
CUFR

**BATI : Protections solaires – casquettes et auvents / Brises soleils**

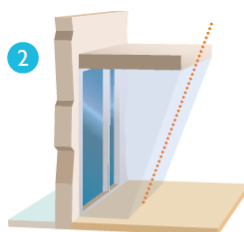
**Description :** Les bâtiments du site sont déjà protégés par les débords de toits ou des brises soleils. Cependant, la protection solaire du bâtiment 4 et 5 du pôle universitaire peuvent être améliorées.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Les menuiseries assurent l'apport d'éclairage extérieur et l'ouverture sur l'environnement proche. Ces menuiseries sont également sources d'apports solaires directs et indirects. Il est recommandé de mettre en place des brise-soleils, casquettes solaires ou film solaire au niveau des menuiseries.



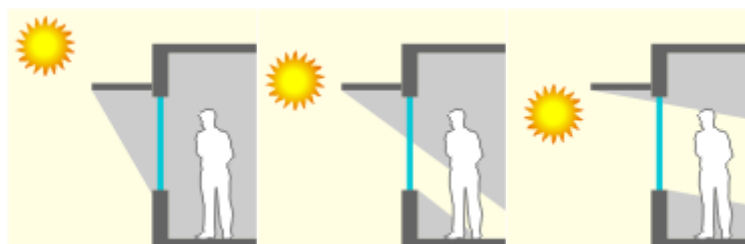
① Un débord de 0,90 m de large protège une vitre de 2,50 m de haut quand le soleil est au zénith. Mais attention aux rayons réfléchis par la terrasse !



② Cet inconvénient disparaît en élargissant le débord.



Ces systèmes permettent d'améliorer le confort thermique annuel avec une suppression des apports solaires directs dans les locaux. Selon la période de l'année, la hauteur du soleil différente permettra de moduler la part d'apport solaire au besoin de la saison.



**Avantages :** Amélioration du confort thermique toute l'année, s'adapte à la façade (pose en casquette ou lames posées sur structure rapportée).

**Inconvénients :** Contraintes d'urbanisme à vérifier. Vérifier les charges admissibles sur les façades.

**Travaux préconisés :**

Fourniture et pose de brise-soleils horizontaux fixes ajourés avec pose en façade perpendiculaire au mur pour les baies exposées (Nord, Est, Ouest).

**Important :** Proscrire : volet pleins, volets coulissants, rideaux et stores intérieurs qui empêchent une bonne ventilation naturelle dans les pièces non climatisées. En revanche, des volets projetables sont bien adaptés pour créer une casquette.

**Résultats globaux**

<b>Protections solaires</b>		<b>Investissement (€ HT)</b>	
Réduction du facteur d'absorption des baies		<b>7 950</b>	
<b>CEE kWh cumac</b>	33 920	<b>Gain moyen sur la surchauffe</b>	<b>0,1 °C</b>
Fiche BAT-EN-110	68 €		

Préconisation N°2 - Protections Solaires						
Bâtiments	Protections solaires			Surchauffe		Gain
	Investissement [€ HT]	Surface (m²)	Orientation (m²)	État initial [°C]	État projeté [°C]	Surchauffe [°C]
4 - Pôle Universitaire Administration	5 250	14	N/E/S	6,07	5,99	0,08
5 - Pôle Universitaire Ouest	2 700	7	N/O/S	7,58	7,52	0,06



Les surchauffes ont été calculées pour un débit d'air dans les bâtiments de 10 vol/h



Les aides EDM pour la protection solaire implique un facteur solaire < 30% pour les baies à protéger.

## Préconisation n°3

CUFR

**BATI : Peinture claire sur les façades et toitures****Description :** Cette préconisation n'a été mise en place sur aucuns bâtiments du site.

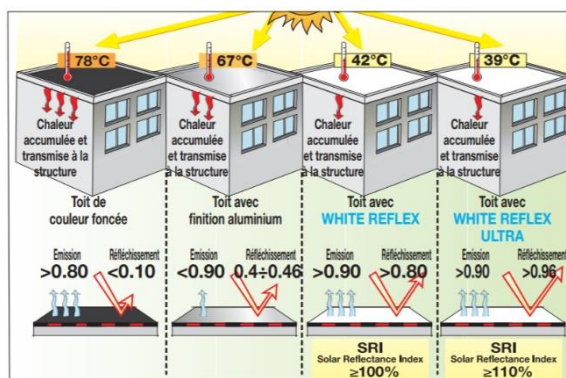
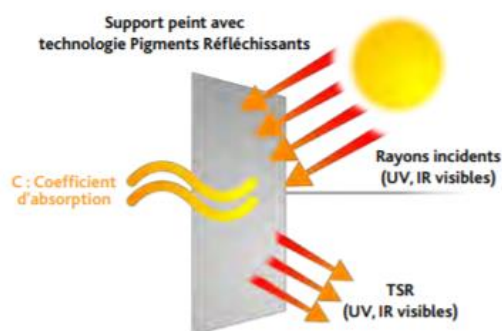
## Préconisation n°4

CUFR

## BATI : peinture thermo-réfléchissante sur les toitures

**Description :** Les façades des bâtiments sont déjà de couleur claire ce qui limite l'augmentation de température dans le bâtiment en réfléchissant les rayons du soleil. Cependant, un traitement avec une peinture spéciale augmente ce pouvoir réfléchissant.

## Objectif et conseils pour la réalisation



## Avantages :

Possibilité de pose sans perte d'espace pour améliorer la performance du bâti.  
 Une meilleure réflexion de la chaleur pour plus de confort dans l'habitat.  
 Evite la surchauffe des matériaux et leur vieillissement prématuré (fissure, effritement).

## Inconvénients :

Prix d'achat élevé : **27 € HT /m² (hors pose et main d'œuvre).**

## Travaux préconisés :

Utiliser une peinture avec un facteur de réflexion ≥ 83,2%.

## Résultats globaux

<b>Protections solaires</b>	<b>Investissement (€ HT)</b>	<b>9 177</b>
Réduction du facteur d'absorption des parois		
<b>Aide EDM</b>	<b>Gain moyen sur la surchauffe</b>	<b>1,7 °C</b>
Action spécifique		

## Préconisation n°4 : Peinture thermo-réfléchissante en toiture

Bâtiments	Peinture en toiture		Surchauffe		Gain Surchauffe [°C]
	Investissement [€ HT]	Surface (m²)	État initial [°C]	État projeté [°C]	
4 - Pôle Universitaire Administration	4 731	83	6,07	4,60	1,47
5 - Pôle Universitaire Ouest	4 446	78	7,58	5,75	1,83



**Les surchauffes ont été calculées pour un débit d'air dans les bâtiments de 10 vol/h**

## Préconisation n°5

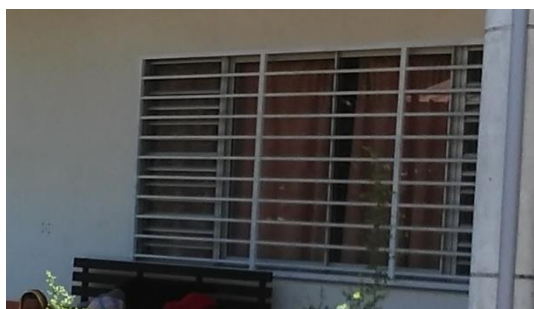
CUFR

**BATI : Remplacement des jalousies peu performantes par des jalousies aluminium**

**Description :** Certaines jalousie de l'université sont peu performantes (métallique et peu étanche), leurs mécanisme d'ouverture/fermeture ne fonctionne pas bien. Pour des raisons de sécurité également, il est nécessaire de les remplacer.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

**Objectif :** Améliorer le confort thermique et la sécurité des salles



Jalousie métallique peu étanche



Jalousie aluminium étanches

Les jalousies métalliques ne fonctionnent pas bien, il est difficile de créer un flux d'air traversant dans les salles lorsque les jalousies ne peuvent pas s'ouvrir. De plus pour des raisons de sécurité et d'étanchéité il est vivement conseillé de remplacer les jalousies (bloc entier) par des jalousies aluminium performantes et robustes.

Les menuiseries génèrent d'importantes déperditions par conduction lorsque le vitrage est peu isolant et par infiltrations d'air extérieur lorsque l'étanchéité est faible.

Il est recommandé de remplacer les jalousies métalliques par des jalousies à châssis aluminium robuste et étanche disposants d'un bon ratio de facteur solaire ( $S_w < 0.3$ ).

Sélectionner de préférence des produits qui présentent une bonne étanchéité ouvrant/dormant (classement A\*E\*V). Lors de la pose, une attention particulière doit être apportée à l'étanchéité, la mise en œuvre de calfeutrement continu par mastic ou mousses doit être demandée. Une bonne étanchéité permettra de réduire les besoins en rafraichissement pour les locaux équipés de climatiseurs.

**Avantages :** Entretien réduit, résistance importante, durabilité importante, matériau recyclable.

**Inconvénients :** Ces menuiseries restent plus chères que les menuiseries PVC pour des performances thermiques plus faibles.

**Travaux préconisés :** Fourniture et pose de fenêtres jalousies en aluminium,

**Remarque :** Le remplacement des menuiseries assure une meilleure performance thermique du vitrage et améliore le confort thermique intérieur. En parallèle du remplacement des ouvrants, il est conseillé de prévoir la mise en place de brises soleil sur les façades les plus exposées (Nord) pour contrôler les apports solaires.

Lorsque les pièces sont climatisées et équipées de fenêtres type jalousie, il est recommandé de remplacer les huisseries par des fenêtres coulissantes performantes ayant une étanchéité à l'air de classe A2 ou A3.

**Résultats globaux**

<b>Surface m² :</b>	<b>234</b>	<b>Investissement (€ HT)</b>	<b>128 865</b>
---------------------	------------	------------------------------	----------------

Bâti : OUVRANTS						
Bâtiment	Zone	Type	Priorité	Niveau d'état	Surface m²	Investissement € HT
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
1 - Pôle Universitaire Nord	1 - Pôle Universitaire Nord	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant	71,04	39 072
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
2 - Pôle Universitaire Sud	2 - Pôle Universitaire Sud	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant	37,60	20 680
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
3 - Pôle Universitaire Est	3 - Pôle Universitaire Est	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant	48,16	26 488
4 - Pôle Universitaire Administration	4 - Pôle Universitaire Administration	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant		
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Fenêtre coulissante Alu + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Fenêtre fixe Aluminium + SV	5 à 10 ans	S : Satisfaisant		
5 - Pôle Universitaire Ouest	5 - Pôle Universitaire Ouest	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant	63,50	34 925
Amphithéâtre	Amphithéâtre	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant		
Cafétéria	Cafétéria	Naco Aluminium + SV	2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant	14,00	7 700
Modulaire	Modulaire	Naco Aluminium + SV	+ 10 ans	TS : très satisfaisant		

SV : Simple vitrage

Priorité	Niveau d'état
0 à 2 ans	M : Mauvais
2 à 5 ans	PS : Peu satisfaisant
5 à 10 ans	S : Satisfaisant
+ 10 ans	TS : très satisfaisant



## Préconisation n°6

CUFR

**BRASSEUR D'AIR : Remplacement / Installation**

**Description :** Des locaux à usages d'enseignement ne sont pas équipés de brasseur d'air ou il y en a trop peu. Il y a également des brasseurs d'air défectueux et en mauvaise état sur le site.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Les brasseurs d'air sont indispensables en milieu tropical pour réduire les consommations d'énergie et améliorer le confort thermique. Leur utilisation est en général peu coûteuse et économe en énergie comparée à un système de climatisation.

Usage	Consommation annuelle (kWh électrique/m².an)
Climatisation centralisée	100
Climatisation centralisée couplée à un brasseur d'air	50
Brasseur d'air uniquement	3

**Avantages :**

Les brasseurs d'air permettent d'améliorer le confort thermique lorsque la ventilation naturelle est insuffisante. De plus, ces équipements limitent l'usage de système de climatisation en saison sèche et augmente la température de consigne de climatisation jusqu'à 29°C lorsque les deux systèmes sont couplés.

**Inconvénients :**

- Dans les bureaux ou salles de cours, il faut faire attention aux vitesses d'air dans les pièces dû aux brassages d'air et à la ventilation naturelle pour éviter l'envol de document papier. La vitesse d'air autorisées dans ces salles est de 1 m/s.
- Dans les logements, cette vitesse peut être augmentée jusqu'à 2 m/s. Au-delà, il est possible d'avoir des risques d'inconfort.
- Utilisé à grande vitesse, ils peuvent être une source de gêne acoustique.
- Attention à l'effet stroboscopique avec le mouvement des pâles devant des luminaires.

**Travaux préconisés :**

Fourniture et pose dans les locaux non équipés de brasseur d'air et remplacement des équipements défectueux. Il est recommandé de choisir des équipements avec des moteurs garantie à vie avec un grand diamètre (>120 cm), équipé d'une commande manuelle à 3 vitesses (petite, moyenne et grande). La hauteur minimale de mise en œuvre recommandée est de 2,3 m espacé de 30 cm par rapport au plafond. Choisir un équipement labelisé Energy Star pour garantir une bonne performance énergétique.

**Remarques importantes :**

- L'installation nécessite une étude préalable pour bien choisir les caractéristiques des brasseurs d'air à installer et l'emplacement de la pose (position par rapport à l'éclairage et au mobilier).
- Un entretien doit être prévu tous les 10 ans et un dépoussiérage tous les ans.

**Note :** La mise en œuvre de brasseur d'air est obligatoire dans toutes les pièces de vie (varangue incluse) et pièce à occupation prolongée.

Les bâtiments tertiaires climatisés doivent être obligatoirement équipés de brasseurs d'air.

BRASSEUR D'AIR – Préconisation N°6								
Bâtiments	Situation initiale			Situation projetée				
	Nombre brasseur s	Volume de brassag e	Surchauff e	Nombre de brasseur s	Surchauff e	Volume de brassag e	Investissement brasseurs supplémentaire s	Gains surchauff e
	existant	[Vol/h]	[°C]	à ajouter	[°C]	[Vol/h]	[€ HT]	[°C]
1 - Pôle Universitaire Nord - R-1	12	141	0,1	12	0,1	283	2 544	0
1 - Pôle Universitaire Nord - RDC	0	0	3,6	16	0,1	137	3 392	3,57
2 - Pôle Universitaire Sud - RDC	0	0	2,6	34	0,0	238	7 208	2,54
3 - Pôle Universitaire Est - R-1	0	0	3,4	11	0,1	205	2 332	3,37
3 - Pôle Universitaire Est - RDC	0	0	3,4	17	0,1	111	3 604	3,37
4 - Pôle Universitaire Administratio n - R+1	0	0	6,1	7	0,1	211	1 484	5,97
5 - Pôle Universitaire Ouest - R-1	18	239	0,1	4	0,1	293	848	0
5 - Pôle Universitaire Ouest - RDC	0	0	7,6	22	0,1	139	4 664	7,46
Amphithéâtre - RDC	0	0	5,0	18	0,1	188	3 816	4,91
Amphithéâtre - R+1	0	0	5,0	32	0,1	173	6 784	4,91
Cafétéria - RDC	12	130	0,1	7	0,1	206	1 484	0
Modulaire - RDC	12	152	0,1	3	0,1	189	636	0
Modulaire - R+1	12	152	0,1	3	0,1	189	636	0

## Préconisation n°7

CUFR

**ECLAIRAGE : Luminaires économes**

**Description :** Dans les bâtiments scolaires on recense en majorité des luminaires peu économes de type fluorescent T8. Certains sanitaires sont équipés de détection de présence.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

**Objectif :** Remplacement des luminaires existants par des luminaires plus performants.

Il est conseillé de remplacer les luminaires des salles de classe par des équipements avec tubes fluorescents T5 d'efficacité lumineuse identique.

- Les tubes fluorescents de 2x58W, 58W et 4x18W sont remplacés respectivement par des tubes T5 de 2x35W, 35W et 4x14W.
- Des solutions LED peuvent également être installées mais il est préférable de prévoir l'installation de luminaires LED avec éclairage indirect notamment en présence d'enfants (solution non retenue).

Les tubes LED peuvent en revanche être installés dans les circulations et les sanitaires où l'exposition des occupations est limitée.

- Les tubes fluorescents de 2x58W, 58W sont remplacés respectivement par des tubes LED de 2x24W, 24W.

Les tubes LED présentent l'avantage de se substituer aux tubes existant sans remise en cause du luminaire, seuls les ballasts et les starters sont à retirer. Cette technologie présente de nombreux avantages :

- Rendement lumineux important (80-130lm/W)
- Durée de vie jusqu'à 30 000 h
- Pas de dégradation des performances
- Rendement lumineux maximal dès l'allumage

Les ampoules halogène sont remplacées par des ampoules LED 8W.

Il est conseillé d'installer des détecteurs de présences commandant l'allumage des luminaires dans les sanitaires et circulations communes.

Afin d'augmenter la rentabilité de cette préconisation, il est conseillé de ne changer les luminaires que lorsqu'ils atteignent leur fin de vie.

**Travaux préconisés :**

- a) Fourniture et pose de luminaires plafonniers encastrés pour éclairage intérieur avec tubes T5, compris ballast électronique lampes, fixations.
- b) Fourniture et pose de tubes LED en substitution des tubes T8.
- c) Installation de gradateur dans les salles de cours.
- d) Installation de détecteurs de présence dans les sanitaires et couloir.

**Note :** Lors du remplacement des luminaires, il est recommandé de revoir les raccordements électriques des luminaires et ainsi d'optimiser le zonage d'éclairage des pièces.

Remarque : Les pourcentage de gains énergétiques sont exprimés sur les consommations d'éclairage.



Résultats globaux		
<b>Remplacement luminaires fluorescent T8</b> Passage en T5	Investissement (€ HT)	<b>100 563 €</b>
<b>CEE kWh cumac :</b> € HT :	Gain énergétique	<b>51%</b>

Résultats globaux		
<b>Remplacement luminaires fluorescent T8</b> Passage en LED	Investissement (€ HT)	<b>65 595 €</b>
<b>CEE kWh cumac :</b> € HT :	Gain énergétique	<b>64%</b>
	491200 2210 *	

\* Aide possible pour le passage en LED sans dispositif automatique de gestion

Résultats globaux		
<b>Gestion des luminaires T8 (salle de cours)</b> Gradateur	Investissement (€ HT)	<b>10 000 €</b>
<b>CEE kWh cumac :</b> € HT :	Gain énergétique	<b>21%</b>
	859600 3868 **	

\*\* Aide possible avec des gradateurs ET avec le passage en LED

Résultats globaux		
<b>Gestion des luminaires (sanitaire + vestiaire)</b> Détecteur de présence	Investissement (€ HT)	<b>4 725 €</b>
<b>CEE kWh cumac :</b> € HT :	Gain énergétique	<b>2%</b>
	46200 208 ***	

\*\*\* Aide possible avec des détecteurs de présence ET avec le passage en LED

Passage en luminaire T5 – Préconisation N°7a									
Bât.	Zones/	Situation initiale			Situation projetée		Investissement	Gain énergétique	Gain économique
	Pièces	Equipements		Puissance installée (W)	Equipements		Puissance installée (W)	(€HT)	(kWh/ef)
1 - Pôle Universitaire Nord	Salles de cours	Néons_T8	2x58	5336	Néons_T5 en 2x35 W	3220	20 212 €	1884	599 €
1 - Pôle Universitaire Nord	Bureaux	Néons_T8	4x18	720	Néons_T5 en 3x14 W	420			
1 - Pôle Universitaire Nord	Sanitaire	Néons_T8	2x58	348	Néons_T5 en 2x35 W	210			
1 - Pôle Universitaire Nord	Dépôts	Néons_T8	2x58	348	Néons_T5 en 2x35 W	210			
2 - Pôle Universitaire Sud	Salles de cours	Néons_T8	2x58	3480	Néons_T5 en 2x35 W	2100	12 008 €	3567	1 138 €
2 - Pôle Universitaire Sud	Scolarité	Néons_T8	2x58	696	Néons_T5 en 2x35 W	420			

2 - Pôle Universitaire Sud	Dépôts	Néons_T8	2x58	232	Néons_T5 en 2x35 W	140			
3 - Pôle Universitaire Est	CDI	Néons_T8	2x58	2088	Néons_T5 en 2x35 W	1260			
3 - Pôle Universitaire Est	Dépôts	Néons_T8	2x58	116	Néons_T5 en 2x35 W	70	7 268 €	2159	689 €
3 - Pôle Universitaire Est	Bureaux	Néons_T8	2x58	464	Néons_T5 en 2x35 W	280			
4 - Pôle Universitaire Administration	Bureaux	Néons_T8	2x58	1160	Néons_T5 en 2x35 W	700	3 160 €	939	300 €
5 - Pôle Universitaire Ouest	Salles de cours	Néons_T8	2x58	7656	Néons_T5 en 2x35 W	4620	20 856 €	6196	1 977 €
Amphithéâtre	Amphithéâtre	Néons_T8	2x58	2088	Néons_T5 en 2x35 W	840	10 596 €	3307	986 €
Amphithéâtre	Salles de cours	Néons_T8	4x18	1296	Néons_T5 en 3x14 W	756			
Cafétéria	Cafétéria	Néons_T8	4x18	864	Néons_T5 en 3x14 W	504	9 063 €	1159	381 €
Cafétéria	Salle d'études	Néons_T8	38	684	Néons_T5 en 28 W	504			
Modulaire	Salles de cours	Néons_T8	4x18	2592	Néons_T5 en 3x14 W	1512	13 608 €	2164	682 €
Vestiaires	Vestiaires	Néons_T8	2x58	1392	Néons_T5 en 2x35 W	840	3 792 €	1126	359 €

#### Passage en luminaire LED – Préconisation N°7b

Bât.	Zones/	Situation initiale		Situation projetée		Investissement	Gain énergétique	Gain économique
	Pièces	Equipements	Puissance installée (W)	Equipements	Puissance installée (W)	(€HT)	(kWhef)	(€ HT)
1 - Pôle Universitaire Nord	Salles de cours	Néons_T8	2x58	LED Tub en 2x24 W	2208	14500	2357	689 €
1 - Pôle Universitaire Nord	Bureaux	Néons_T8	4x18	LED Tub en 4x10 W	400			
1 - Pôle Universitaire Nord	Sanitaire	Néons_T8	2x58	LED Tub en 2x24 W	144			
1 - Pôle Universitaire Nord	Dépôts	Néons_T8	2x58	LED Tub en 2x24 W	144			

2 - Pôle Universitaire Sud	Salles de cours	Néons_T8	2x58	3480	LED Tub en 2x24 W	1440	9500	4744	1 366 €
2 - Pôle Universitaire Sud	Scolarité	Néons_T8	2x58	696	LED Tub en 2x24 W	288			
2 - Pôle Universitaire Sud	Dépôts	Néons_T8	2x58	232	LED Tub en 2x24 W	96			
3 - Pôle Universitaire Est	CDI	Néons_T8	2x58	2088	LED Tub en 2x24 W	864	5750	2871	827 €
3 - Pôle Universitaire Est	Dépôts	Néons_T8	2x58	116	LED Tub en 2x24 W	48			
3 - Pôle Universitaire Est	Bureaux	Néons_T8	2x58	464	LED Tub en 2x24 W	192			
4 - Pôle Universitaire Administration	Bureaux	Néons_T8	2x58	1160	LED Tub en 2x24 W	480	2500	1248	359 €
5 - Pôle Universitaire Ouest	Salles de cours	Néons_T8	2x58	7656	LED Tub en 2x24 W	3168	16500	8239	2 372 €
Amphithéâtre	Amphithéâtre	Néons_T8	2x58	2088	LED Tub en 2x24 W	576	5700	3769	1 074 €
Amphithéâtre	Salles de cours	Néons_T8	4x18	1296	LED Tub en 4x10 W	720			
Cafétéria	Cafétéria	Néons_T8	4x18	864	LED Tub en 4x10 W	480	2745	1446	435 €
Cafétéria	Salle d'études	Néons_T8	38	684	LED Tub en 19 W	342			
Modulaire	Salles de cours	Néons_T8	4x18	2592	LED Tub en 4x10 W	1440	5400	2343	714 €
Vestiaires	Vestiaires	Néons_T8	2x58	1392	LED Tub en 2x24 W	576	3000	1498	431 €

#### Gradateur dans les salles de cours – Préconisation N°7c

Bât.	Zones/	Situation initiale			Investissement	Gain énergétique	Gain économique
	Pièces	Equipements		Puissance installée (W)	(€HT)	(kWh/ef)	(€ HT)
1 - Pôle Universitaire Nord	Salles de cours	Néons_T8	2x58	5336	2750	762	114 €
2 - Pôle Universitaire Sud	Salles de cours	Néons_T8	2x58	3480	750	1820	273 €

3 - Pôle Universitaire Est	CDI	Néons_T8	2x58	2088	1500	423	64 €
4 - Pôle Universitaire Administration	Bureaux	Néons_T8	2x58	1160	1250	549	82 €
5 - Pôle Universitaire Ouest	Salles de cours	Néons_T8	2x58	7656	1250	3626	544 €
Amphithéâtre	Amphithéâtre	Néons_T8	2x58	2088	750	614	92 €
Cafétéria	Cafétéria	Néons_T8	4x18	864	250	324	49 €
Modulaire	Salles de cours	Néons_T8	4x18	2592	1500	1228	184 €

Détecteur de présence dans les parties commune et sanitaire Préconisation N°7d							
Bât.	Zones/	Situation initiale		Investissement		Gain énergétique	Gain économique
	Pièces	Equipements		Puissance installée (W)	(€HT)	(kWhef)	(€ HT)
1 - Pôle Universitaire Nord	Sanitaire	Néons_T8	2x58	348	675	440	66 €
3 - Pôle Universitaire Est	Sanitaire	Fluocompacte	9	54	1350	13	2 €
Vestiaires	Vestiaires	Néons_T8	2x58	1392	2700	440	66 €



## Préconisation n°8

CUFR

## REFROIDISSEMENT : Calorifuge du réseau de climatisation

**Description :**

Outre la performance des équipements de production, l'efficacité globale d'une installation de climatisation dépend également de la performance des équipements de distribution du fluide frigorigène. Le calorifugeage des canalisations peut être amélioré sur certaines PAC.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

**Objectif :** Limiter les pertes et optimiser le fonctionnement du réseau de climatisation.

Certains réseaux de distribution de climatisation sont à changer.

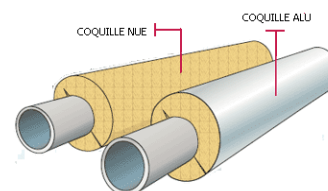
Le remplacement de l'isolation des canalisations permet de limiter les déperditions de chaleur à travers les conduites de fluide frigorigène.

Il est ainsi conseillé de remplacer le calorifuge des canalisations et notamment s'il est endommagé. Les réseaux de distribution de chaleur doivent être équipés d'une isolation de classe au minimum 2 (entre 20 et 30 mm de laine minérale et d'une coquille protectrice).

**Travaux préconisés :**

Fourniture et pose de coquilles cylindriques en fibre de verre, épaisseur 30 mm, pour calorifugeage des tuyauteries, compris fixations.

**Remarque :** Les coquilles surfacées sont adaptées aux lieux où les réseaux sont disposés en hauteur et à l'abri des chocs. A l'extérieur, il est préférable de réaliser un revêtement mécanique de protection.

**Résultats globaux**

Calorifuge des réseaux de distribution de climatisation	Investissement (€ HT)	75€/mL
---	-----------------------	--------

Préconisation n°9	CUFR
<b>GESTION ENERGETIQUE : Comptage divisionnaires</b>	
<b>Description :</b> Cette préconisation n'a été mise en place sur aucuns bâtiments du site.	

#### 4.4 Récapitulatif des actions par bâtiments

Bâtiment 1 - Pôle Universitaire Nord		
Préconisations Surchauffe		Investissement (€ HT)
5	Remplacement des jalousies	39 072
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	5 936
<b>TOTAL</b>		<b>45 008</b>
Préconisations Energie		Investissement (€ HT)
		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)
7a	Eclairage performant T5	20 212 €
7b	Eclairage performant LED	14 500 €
7c	Gradateur (salles de cours)	2 750 €
7d	Détecteur de présence (sanitaires)	675 €

Bâtiment 2 - Pôle Universitaire Sud		
Préconisations Surchauffe		Investissement (€ HT)
5	Remplacement des jalousies	20 680
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	7 208
<b>TOTAL</b>		<b>27 888</b>
Préconisations Energie		Investissement (€ HT)
		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)
7a	Eclairage performant T5	12 008 €
7b	Eclairage performant LED	9 500 €
7c	Gradateur (salles de cours)	750 €

Bâtiment 3 - Pôle Universitaire Est		
Préconisations Surchauffe		Investissement (€ HT)
5	Remplacement des jalousies	26 488
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	5 936
<b>TOTAL</b>		<b>32 424</b>
Préconisations Energie		Investissement (€ HT)
		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)
7a	Eclairage performant T5	7 268 €
7b	Eclairage performant LED	5 750 €
7c	Gradateur (salles de cours)	1 500 €
7d	Détecteur de présence (sanitaires)	1 350 €

Bâtiment 4 - Pôle Universitaire Administration			
Préconisations Surchauffe		Gain surchauffe (°C)	Investissement (€ HT)
2	Protection solaire des baies	0,075144924	5 250
4	Peinture thermo réfléchissante sur les toitures	1,467718993	4 731
		-	
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	5,97	1 484
TOTAL			11 465
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	51%	3 160 €
7b	Eclairage performant LED	68%	2 500 €
7c	Gradateur (salles de cours)	30%	1 250 €

Bâtiment 5 - Pôle Universitaire Ouest			
Préconisations Surchauffe		Gain surchauffe (°C)	Investissement (€ HT)
2	Protection solaire des baies	0,1	2 700
4	Peinture thermo réfléchissante sur les toitures	1,8	4 446
5	Remplacement des jalousies	-	34 925
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	3,73	5 512
TOTAL			47 583
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	51%	20 856 €
7b	Eclairage performant LED	68%	16 500 €
7c	Gradateur (salles de cours)	30%	1 250 €

Bâtiment Amphithéâtre			
Préconisations Surchauffe		Gain surchauffe (°C)	Investissement (€ HT)
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	4,91	10 600
TOTAL			10 600
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	61%	10 596 €
7b	Eclairage performant LED	69%	5 700 €
7c	Gradateur (salles de cours)	11%	750 €

Bâtiment Cafétéria			
Préconisations Surchauffe		Gain surchauffe (°C)	Investissement (€ HT)
5	Remplacement des jalousies	-	7 700
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	0,00	1 484
<b>TOTAL</b>			<b>9 184</b>
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	47%	9 063 €
7b	Eclairage performant LED	59%	2 745 €
7c	Gradateur (salles de cours)	13%	250 €

Bâtiment Modulaire			
Préconisations Surchauffe		Gain surchauffe (°C)	Investissement (€ HT)
6	Remplacement et installation de brasseur d'air	0,00	1 272
<b>TOTAL</b>			<b>1 272</b>
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	53%	13 608 €
7b	Eclairage performant LED	57%	5 400 €
7c	Gradateur (salles de cours)	30%	1 500 €

Bâtiment Vestiaires			
Préconisations Energie		Gain énergétique (sur conso. Éclairage)	Investissement (€ HT)
7a	Eclairage performant T5	51%	3 792 €
7b	Eclairage performant LED	68%	3 000 €
7d	Détecteur de présence (sanitaires)	20%	2 700 €

Synthèse Globale			
Bâtiments	Investissement (€ HT)	Gain Surchauffe (°C)	Gain Énergétique (%)
<b>1 - Pôle Universitaire Nord</b>	62 933 €	<b>1,43</b>	<b>65%</b>
<b>2 - Pôle Universitaire Sud</b>	38 138 €	<b>1,52</b>	<b>63%</b>
<b>3 - Pôle Universitaire Est</b>	41 024 €	<b>2,02</b>	<b>58%</b>
<b>4 - Pôle Universitaire Administration</b>	15 215 €	<b>4,51</b>	<b>68%</b>
<b>5 - Pôle Universitaire Ouest</b>	65 333 €	<b>4,50</b>	<b>68%</b>
<b>Amphithéâtre</b>	17 050 €	<b>2,94</b>	<b>69%</b>
<b>Cafétéria</b>	12 179 €	<b>0,00</b>	<b>59%</b>
<b>Modulaire</b>	8 172 €	<b>0,00</b>	<b>57%</b>
<b>Vestiaires</b>	5 700 €	-	<b>68%</b>
<b>Total</b>	<b>265 744 €</b>		<b>64</b>

## 5. Conclusion

---

Le CUFR présente un potentiel pour l'amélioration du confort dans les bâtiments.

Dans sa conception bioclimatique, le pôle universitaire présente des atouts indéniables pour assurer un confort thermique correct. Les grands débords de toiture ainsi que les protections solaires limitent fortement les apports solaires directs sur les façades et menuiseries du pôle universitaire. Seul deux toitures terrasses ne présentent pas de protection et peuvent être sujettes à des surchauffes.

Les salles disposant de fenêtres de type Naco permettent de créer un flux d'air traversant, la sensation de rafraîchissement est ressentie. En revanche lorsque le vent tombe en dessous des 2m/s, les occupants peuvent ressentir une sensation d'inconfort d'où l'installation ou le rajout de brasseurs d'air dans certaines salles.

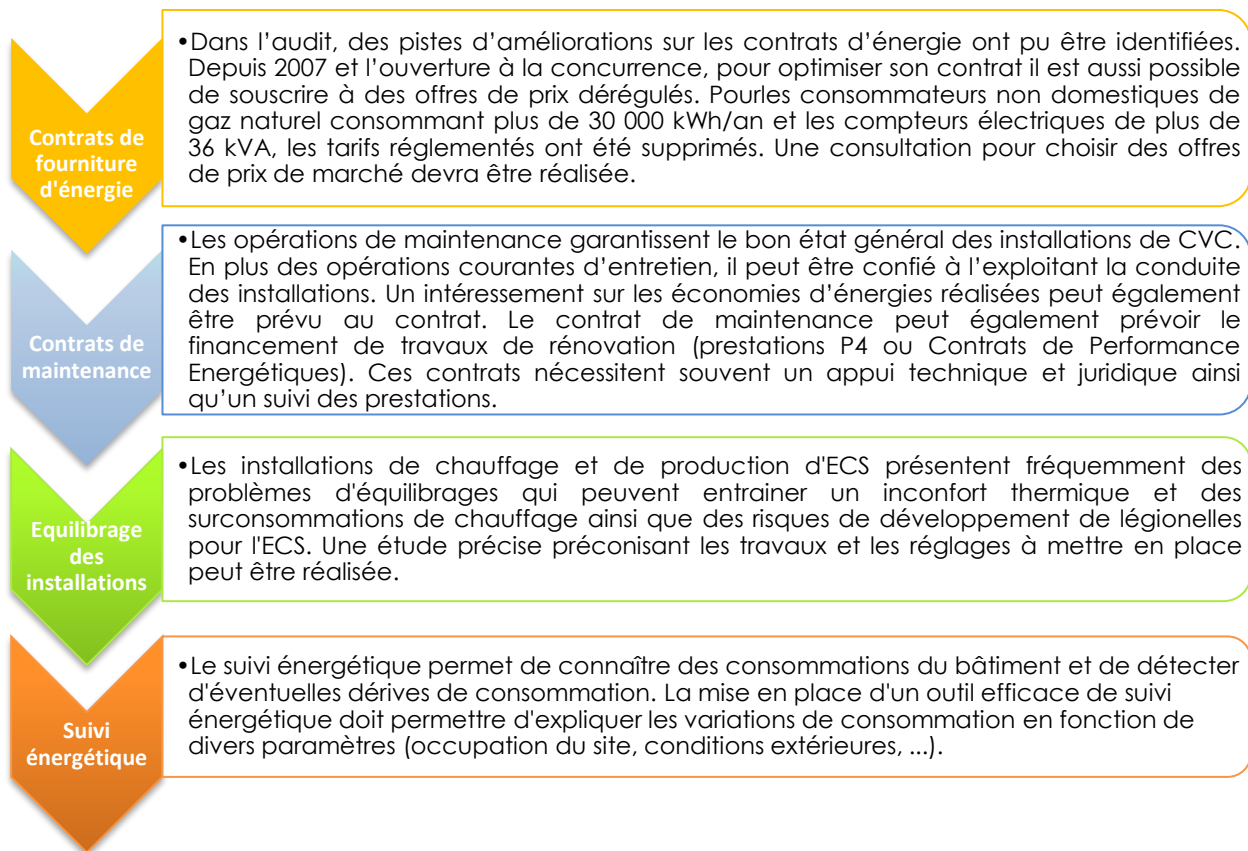
Les améliorations passent également par la réduction du facteur solaire des baies en les protégeant des gains solaire (auvent, brises soleil).

La modernisation de l'éclairage dans les salles de classes et circulations permettra de réduire considérablement les dépenses énergétiques.

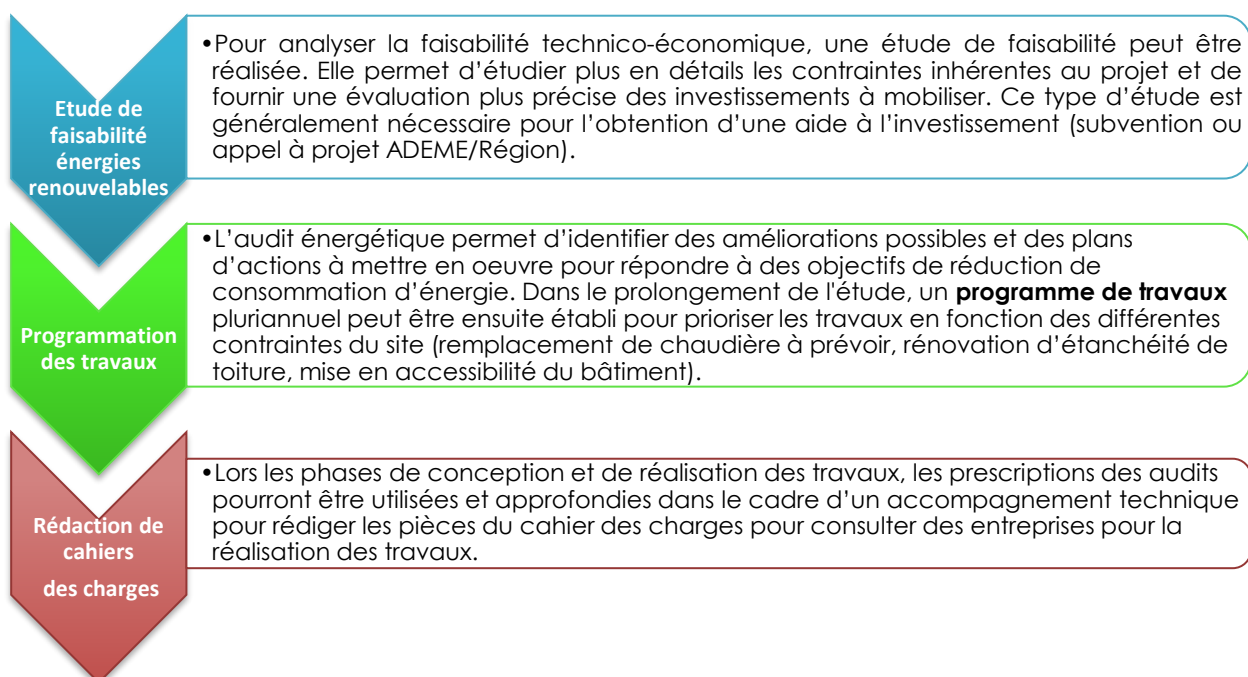
Enfin un contrôle des réseaux de distribution de climatisation permettra de conserver un bon rendement des systèmes de rafraîchissement.

## Quelles suites à donner à un audit énergétique ?

### Optimiser l'exploitation des bâtiments



### Réaliser des travaux



Pour tout renseignement (exemple de cahier des charges, ...) concernant l'ensemble de ces thématiques n'hésitez pas à vous adresser à votre interlocuteur AD3E.