



Préfecture de la Réunion

Rapport d'Audit technique

Audit Energie

01S03 Palais de justice champ fleuri



Présentation du bien

5 rue André Malraux
97494 Sainte Clotilde

Accords cadres : Audits techniques Ile de la Réunion

Date d'émission du document : 06/06/2011

Version 2

SOMMAIRE

1	OBJET ET CONTEXTE	3
2	ANALYSE DU SITE	3
2.1	Caractéristiques des locaux	3
2.2	Examen du bâti	5
2.3	Méthode climatisation	7
2.4	Analyse du bâti	9
2.5	Détermination des déperditions	12
2.6	Inventaire des installations	14
3	ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE	17
3.1	Consommation d'eau	17
3.2	Consommation de gaz	17
3.3	Consommation d'électricité	17
3.4	« DPE »	18
4	CONSOMMATION THEORIQUE	20
4.1	Consommation chauffage	20
4.2	Consommation climatisation	20
4.3	Consommation eau chaude sanitaire	21
4.4	Consommation éclairage	21
4.5	Consommation bureautique	22
4.6	Ventilation	22
4.7	Consommation électroménager	22
4.8	Consommation autres	23
4.9	Bilan et synthèse	23
5	COMPARAISON CONSOMMATION THEORIQUE / REELLE	24
6	LISTES DES ACTIONS A MENER	25
6.1	Piste d'amélioration 1	25
6.2	Piste d'amélioration 2	25
6.3	Piste d'amélioration 3	26
6.4	Piste d'amélioration 4	28
6.5	Piste d'amélioration 5	28
6.6	Piste d'amélioration 6	28
6.7	Actions d'économies diverses	28
7	CALCULS DES SYSTEMES PROPOSES	30
7.1	Action 1	30
7.2	Action 2	31
7.3	Action 3	32
7.4	Action 4	33
7.5	Action 5	33
7.6	Action 6	34
8	SYNTHESE	35

1-OBJET ET CONTEXTE

Le contexte de cette présente étude est de permettre l'obtention d'éléments d'aide à la décision pour l'élaboration d'une stratégie immobilière.

L'objet de cette étude est de réaliser un état des lieux de l'existant et de déterminer les actions à mener afin de proposer des scénarios d'améliorations.

On utilisera la réglementation PERENE 2009 pour cette étude du bâtiment.

2-ANALYSE DU SITE

2.1 Caractéristiques des locaux

Information sur le site	Information sur la visite
Type de bâtiment : administratif Adresse : 5 rue André Malraux 97494 Sainte Clotilde Coordonnées géographiques : Latitude : 20,53° Longitude : 55,27° Altitude : 10m Usage principal : administratif Année de construction : N.C. Surface SHON : 13128m² S_{SHON} = 13128m², Palais de justice N°Compteur : Palais de justice : N.C. Zone PERENE du site : Zone2	Date de la visite : 04/04/2011 Personne accompagnante : M. GOMES Fonction : Greffier en chef Intervenant GINGER : DOYARD / FEUILLET 

Normes et réglementations utilisées :

Outil bâtiment de performance énergétique : PERENE Réunion paru en 2009

Guide CPC de l'AICVF, Grenelle de l'environnement

Récapitulatif du Palais de justice :

Parois extérieures	Béton armé
Couleur	Blanc
Isolation	Non (sauf couverture bac acier)
Menuiserie	Aluminium
Vitrage	Simple vitrage
Toiture	Toiture rampant et toiture terrasse
Orientation	-20° par rapport au Nord
Comble	Oui
Ventilation	Oui
Climatisation	Oui
ECS	Oui

Les relevés du bâti se font sans sondages destructifs.

Les relevés ne peuvent se faire en hauteur sur échelles ou escabeau.

Les informations non accessibles sur place feront l'objet d'une demande au client ou de l'estimation du mode constructif.

Concernant les matériels en l'absence d'étiquette d'identification, il nous sera fourni le contrat d'entretien ou de maintenance. Dans le cas contraire une hypothèse théorique sera prise en compte en fonction du type d'équipement.

2.2 Méthode du bâti

Nous estimons les paramètres suivants :

- résistance thermique des **parois opaques (Rmoy)** à partir des conductivités thermiques et épaisseurs des matériaux.

$$R_{moy} = \sum \frac{e_k}{\lambda_k} \quad \text{en m}^2\text{K/W}$$

ek : épaisseur des composants de la paroi en m

λk : conductivité thermique des composants de la paroi en W/m.K

- coefficient de déperdition thermique de **la paroi opaque (Umoy)**

$$U_{moy} = \frac{1}{R_{moy} + 0.2} \quad \text{en W/m}^2\text{.K}$$

0.2 est la somme des coefficients d'échange surfaciques intérieur et extérieur

- facteur solaire (**S**) des parois opaques à partir du coefficient d'ensoleillement, coefficient d'absorption de la paroi, coefficient de déperdition thermique de la paroi et le coefficient surfacique extérieur

$$S = \frac{0.074 \times C_m \times \alpha}{R_{moy} + 0.2} \quad \text{sans dimension}$$

Cm : coefficient d'ensoleillement qui tient compte des pare soleil et dont les valeurs sont référencées dans les tableaux suivants qui sont issus de perene 2009.

Cm parois horizontales

valeurs de Cm pour une paroi horizontable

Parois horizontales	Avec pare soleil ventilé	Autre cas
	Cm=0.3	Cm=1

Cm paroi verticales avec protection de type débord

on définit la protection de type débord par le ratio d/h, avec:

d: dimension de débord

h: hauteur de la paroi

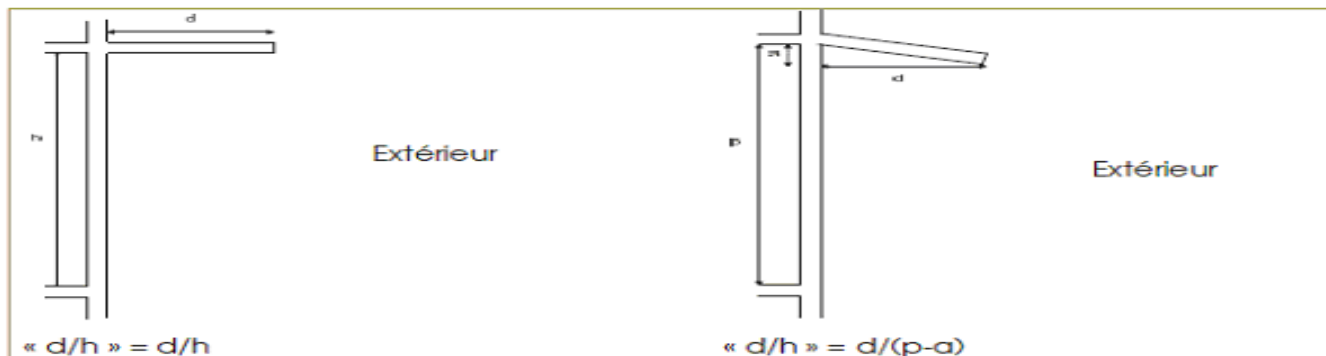


Figure : definition du rapport <d/h> dans le cas d'une paroi opaque verticale

Parois verticales		1	0,75	0,5	0,25	0,1	0
Cm	NORD	0,12	0,18	0,36	0,68	0,87	1
	SUD	0,14	0,18	0,22	0,32	0,48	1

Tableau : coefficients cm des parois verticales pour des orientations NORD et SUD pour une protection de type débord

α : coefficient d'absorption de la paroi

R_{moy} : résistance thermique moyenne de la paroi

0.074 : coefficient d'échange surfacique extérieur

0.2 : somme des coefficients d'échange surfaciques intérieur et extérieur

• facteur solaire (**S**) des parois vitrées à partir du coefficient d'ensoleillement, coefficient d'absorption de la paroi, coefficient de déperdition thermique de la paroi et le coefficient surfacique extérieur.

$$S = Cm \times S_0 \quad \text{sans dimension}$$

S₀ : facteur solaire du vitrage, dépendant du type de vitrage

Cm : coefficient d'ensoleillement, dépendant de la protection solaire et de l'orientation.

Ensuite, le facteur solaire et le coefficient de transmission thermique des parois opaques et vitrées vont être comparés aux exigences réglementaires indiquées dans l'outil de PERFORMANCE ENERgétique : PERENE. Les objectifs de l'outil bâtiment PERENE Réunion sont de définir les exigences qualitatives minimum des équipements techniques mis en œuvre dans les bâtiments à usages de logement ou tertiaire de l'île de la Réunion, nous utiliserons dans cette étude la réglementation tertiaire de PERENE.

2.3 Méthode climatisation

Afin de calculer les besoins en climatisation, il faut prendre en compte les 5 principaux apports Thermiques d'un bâtiment.



La climatisation fonctionne sur la période humide (octobre à avril) lorsque la température extérieure est supérieure à la température de consigne ($T_i=26^\circ\text{C}$).

Pour les charges externes, on utilise les fichiers météo de plusieurs stations de l'île de la Réunion pour les calculs. Le fichier météo est constitué des paramètres suivants:

- Température air (T_{air}) - Hygrométrie ($H\%$) - Rayonnement normal direct (E) - Hauteur (H) - Azimut solaire ϕ (Le pas de temps est horaire)

Le flux solaire reçu par une façade suivant son orientation et inclinaison se calcule de la manière suivante :

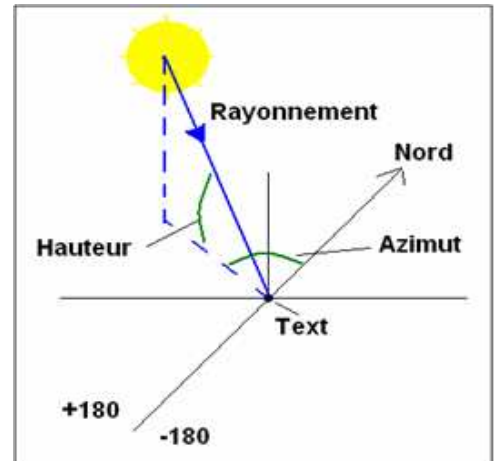
$$P_{sol} = E \times f_{cor}$$

(f_{cor}) étant le facteur de correction dû à l'orientation (α) et l'inclinaison (h) de la paroi :

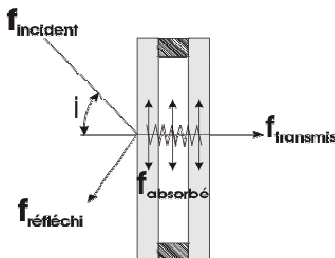
$$f_{cor} = \sin(h) \times \cos(H) \times \cos(\alpha - \phi) + \cos(h) \times \sin(H)$$

Ce facteur permet de déterminer l'orientation de la paroi par rapport au soleil ($h=0$ verticale / $h=90^\circ$ horizontale).

L'énergie solaire reçue par la paroi (kWh/an.m^2) est la somme des flux totaux horaires.



• Les charges thermiques par les baies vitrées



Elles sont dues à la transmission solaire (flux traversant la fenêtre) et à l'apport calorifique provoqué par la différence de température.

$$Q_v = S \times f \times P_{sol} + U \times S \times (T_e - T_i)$$

Avec S la surface de baie vitrée en m^2 , f le facteur solaire, U le coefficient de transmission thermique en $\text{W/m}^2.\text{K}$, T_e la température extérieure en $^\circ\text{C}$, T_i la température intérieure de consigne en $^\circ\text{C}$. Les charges thermiques sont calculées pour chaque heure puis additionnées.

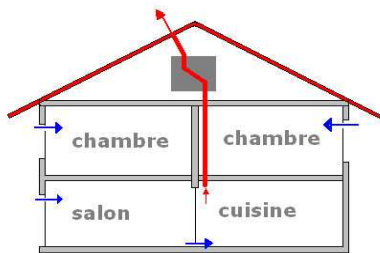
• Les charges thermiques par les parois opaques

Elles sont dues à la transmission solaire (flux traversant la paroi opaque) et à l'apport calorifique provoqué par la différence de température.

$$Q_p = S \times f \times P_{sol} + U \times S \times (T_e - T_i) \quad (\text{kW})$$

Avec S la surface de baie vitrée en m^2 , f le facteur solaire, U le coefficient de transmission thermique en $\text{W/m}^2.\text{K}$, T_e la température extérieure en $^\circ\text{C}$, T_i la température intérieure de consigne en $^\circ\text{C}$.

• Les charges thermiques dues au renouvellement d'air



Pour calculer ces charges, il existe plusieurs formules préétablies qui font intervenir l'hygrométrie souhaitée (H%) et le débit volumique minimum (V) du bâtiment.

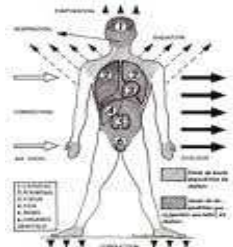
$$Q_{ra} = 0.827 \times V \times (r_{ext} - r_{int}) \quad (\text{kW})$$

r : humidité absolue

$$r = 0.6221 \times \frac{P_v}{(P_o - P_v)} \quad (\text{Kge/Kgas})$$

Avec P_v calculé en fonction de la pression de vapeur saturante et l'hygrométrie.

• Les charges thermiques dues aux occupants



Chaque personne émet une puissance sous forme de chaleur en fonction de son activité. Ici, pour des bureaux ou des logements, un occupant dégage une puissance ($P_{dissipée}$) de l'ordre de 90 à 120W par personne. En fonction de la durée d'occupation des locaux, on pourra obtenir l'apport thermique des occupants.

$$Q_{occ} = n_{occ} \times P_{dissipée} \times t_{occupation} \quad (\text{kWh/an})$$

Avec n_{occ} : nombre d'occupants

• Les charges thermiques dues aux éclairages et aux appareils électroménagers.



Chaque appareil électroménager ou éclairage utilise une partie de son énergie pour la fonction pour laquelle il a été conçu. Parallèlement, une autre partie de son énergie est transformée en chaleur, c'est l'effet joule. En fonction de l'appareil ou de

Une puissance calorifique moyenne est ensuite calculée. En fonction du temps d'occupation des locaux, on peut en déduire l'apport thermique dû aux appareils électroménagers

Appareils	Puissance en W
Téléviseur	175
Ordinateur	100
Aspirateur	1200
Four	3000
Plaque de cuisson	3000
Fer à repasser	1000
Grille-pain	500
Lave linge	6000
Lave vaisselle	5000
Réfrigérateur	200
Robot	1000

$$Q_{ec} = P_{ec} \times t_{fonctionnement} \quad (\text{kWh/an}) \quad P_{ec} : \text{Puissance de l'appareil (W)}$$

→ Besoin en climatisation : $Q_{c \text{ lim}} = Q_{ec} + Q_{occ} + Q_{ra} + Q_p + Q_v \quad (\text{kWh/an})$

→ Consommation en climatisation : $C_{c \text{ lim}} = \frac{Q_{c \text{ lim}}}{EER} \quad (\text{kWh/an}), \text{ avec COP : Coefficient d'efficacité}$

2.4 Analyse du bâti

• Parois opaques

Palais de justice										
Types de parois	Composition	Epaisseur (cm)	Conductivité (W/m.K)	Rmoy (m².K/W)	Umoy (W/m².K)	Orientation	S	Smax	Conformité	Ecart (%)
Murs extérieurs	Béton armé	31,5	2,5	0,13	3,07	Nord	0,091	0,05	Non	82
Murs extérieurs	Béton armé	31,5	2,5	0,13	3,07	Est	0,091	0,05	Non	82
Murs extérieurs	Béton armé	31,5	2,5	0,13	3,07	Sud	0,091	0,05	Non	82
Murs extérieurs	Béton armé	31,5	2,5	0,13	3,07	Ouest	0,091	0,05	Non	82
Plancher bas, sur parking	Béton armé	20	2,5	0,08	2,38					
Toiture terrasse	Asphalte	1	0,7	0,01	4,67		0,138	0,02	Non	>100
Toiture rampant	Faux plafond	8	0,57	3,89	0,24		0,007	0,02	Oui	
	laine de roche	15	0,04							
	Acier	1	50							

Les informations sur les parois opaques sont issues des relevés effectués sur site.

Remarque:

Pour le sol, il n'y a pas de calcul de facteur solaire car l'outil PERENE mentionne bien que le facteur solaire est déterminé seulement pour les parois horizontales et verticales en contact avec l'extérieur.

Pour le calcul, nous avons pris un coefficient d'absorption égal à 0.4, référence pour une paroi claire, valeur issue de l'outil PERENE et un coefficient Cm variable en fonction de l'orientation. Nous pouvons noter que les murs extérieurs sont non conformes. En revanche le facteur solaire de la toiture rampante est conforme.

• Baies vitrées

■ Palais de justice :

Baies Vitrées														
N°	Type	L (m)	H (m)	Surface (m²)	Nbre	Protection	Type de menuiserie	Type de vitrage	Uw (w/m²K)	S0	S	Smax	Conformité	Ecart (%)
Ouest														
1	Châssis	1,8	1,8	32,4	10	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
2	Porte fenêtre	1,23	2,15	26,44	10	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,3	0,78	0,78	0,25	Non	>100
3	Châssis	1,06	1,08	11,45	10	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
4	Fenêtre	1,06	1,34	14,2	10	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
5	Châssis	6,4	2,35	15,04	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,25	Non	>100
6	Châssis	1,5	2,79	4,18	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,25	Non	>100
7	Porte fenêtre	1,6	1,32	2,11	1		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,86	0,25	Non	>100
8	Châssis	2	2	4	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,25	Non	>100
9	Châssis	1,06	1,08	14,88	13	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
10	Fenêtre	1,06	1,34	18,46	13	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
11	Châssis	1,5	2,53	3,8	1	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
12	Châssis	2,2	2,53	5,57	1	Volet	ALU	Simple Vitrage	5,2	0,78	0,78	0,25	Non	>100
13	Fenêtre	0,6	1,05	24,57	39		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,41	0,25	Non	63,3
14	Châssis	0,6	0,4	9,36	39		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,22	0,25	Oui	12,7
15	Fenêtre	0,65	1	1,3	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,4	0,25	Non	58
16	Châssis	0,65	0,3	0,39	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,18	0,25	Oui	
17	Châssis	1,5	2,53	7,59	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,53	0,25	Non	>100
18	Châssis	6,17	2,07	12,77	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,83	0,25	Non	>100
19	Fenêtre	1,16	1,15	4	3		Bois	Double vitrage a lame d'air	3,2	0,76	0,76	0,25	Non	>100
20	Fenêtre	1,1	1,45	9,57	6		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,38	0,25	Non	50
21	Fenêtre	1,1	1,45	9,57	6		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,38	0,25	Non	50
22	Châssis	0,9	0,7	3,78	6		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,24	0,25	Oui	3
23	Fenêtre	1,1	1,45	3,19	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,38	0,25	Non	50
Sud														
1	Fenêtre	0,8	0,7	2,8	5		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,83	0,4	Non	>100
2	Jalousie	1	0,45	3,15	7		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,31	0,4	Oui	
3	Châssis	1,5	2,79	4,18	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
4	Châssis	1,03	1,07	16,53	15		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
5	Fenêtre	1,03	1,34	20,7	15		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
6	Châssis	2	2	4	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
7	Porte fenêtre	1,44	2,36	3,4	1		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,86	0,4	Non	>100
8	Châssis	2,2	2,2	4,84	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
9	Fenêtre	0,85	1,3	1,1	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
10	Porte fenêtre	0,8	2,35	1,88	1		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,86	0,4	Non	>100
11	Porte	0,95	2,05	5,84	3		Bois	-	3,5	0,14	0,14	0,4	Oui	
12	Châssis	1,5	2,53	3,8	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
13	Fenêtre	1,03	1,34	20,7	15		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
14	Châssis	1,03	1,72	26,57	15		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,4	Non	>100
15	Châssis	1,5	2,53	7,59	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,54	0,4	Non	35,3
16	Fenêtre	0,6	1,05	23,31	37		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,55	0,4	Non	36,7
17	Châssis	0,6	0,4	8,88	37		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,36	0,4	Oui	
18	Fenêtre	1,03	1,34	4,14	3		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,5	0,4	Non	24,3
19	Châssis	1,03	1,72	5,32	3		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,54	0,4	Non	34,9
20	Châssis	1,5	2,16	3,24	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,83	0,52	0,4	Non	29,1
21	Châssis	6,17	2,07	12,77	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,73	0,73	0,4	Non	82,5
22	Châssis	2,54	2,54	6,45	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,73	0,73	0,4	Non	82,5
23	Fenêtre	1,16	1,15	4	3		Bois	Double vitrage a lame d'air	3,2	0,76	0,76	0,4	Non	90
24	Fenêtre	1,1	1,45	12,76	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,52	0,4	Non	29,4
25	Châssis	0,9	0,7	5,04	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,41	0,4	Non	2,3
26	Fenêtre	1,1	1,45	12,76	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,52	0,4	Non	29,4
Est														

1	Fenêtre	1,03	1,34	19,32	14		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,29	0,3	Oui	
2	Châssis	1,03	1,07	15,43	14		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,25	0,3	Oui	
3	Porte	2,14	4,9	10,49	1		ALU	-	5,8	0,3	0,16	0,3	Oui	
4	Châssis	1,2	4,9	11,76	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,53	0,3	Non	75,7
5	Châssis	2,6	4,9	25,48	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,42	0,3	Non	38,2
6	Fenêtre	1,03	1,34	19,32	14		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,29	0,3	Oui	
7	Châssis	1,03	1,72	24,8	14		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,31	0,3	Non	3,8
8	Fenêtre	1,03	1,34	8,28	6		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,29	0,3	Oui	
9	Châssis	1,03	1,72	10,63	6		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,31	0,3	Non	3,8
10	Châssis	1,5	2,16	25,92	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,33	0,3	Non	8,6
11	Châssis	1,5	2,2	6,6	2		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,33	0,3	Non	10,1
12	Châssis	2,14	2,2	4,71	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,29	0,3	Oui	
13	Fenêtre	1,1	1,45	17,55	11		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,36	0,3	Non	19
14	Fenêtre	1,1	1,45	17,55	11		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,36	0,3	Non	19
15	Châssis	0,9	0,7	6,93	11		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,22	0,3	Oui	
16	Fenêtre	1,16	1,15	4	3		Bois	Double vitrage a lame d'air	3,2	0,76	0,76	0,3	Non	>100
Nord														
1	Porte	2,9	2,82	24,53	3		ALU	-	5,8	0,3	0,3	0,3	Non	0,1
2	Fenêtre	1,03	1,34	23,46	17		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
3	Châssis	1,03	1,07	18,74	17		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
4	Châssis	4,2	4,2	17,64	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
5	Porte fenêtre	1,95	2,35	4,58	1		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,86	0,3	Non	>100
6	Porte	0,95	2,05	1,95	1		Bois	-	3,5	0,19	0,19	0,3	Oui	
7	Porte fenêtre	1,03	1,34	23,46	17		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,86	0,3	Non	>100
8	Châssis	1,03	1,72	30,12	17		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
9	Fenêtre	1,03	1,34	4,14	3		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
10	Châssis	1,03	1,72	5,32	3		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,86	0,3	Non	>100
11	Châssis	1,5	2,16	3,24	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,6	0,3	Non	>100
12	Fenêtre	0,6	1,05	24,57	39		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,57	0,3	Non	88,9
13	Châssis	0,6	0,4	9,36	39		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,39	0,3	Non	29,6
14	Châssis	6,17	2,07	12,77	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,5	0,3	Non	65,7
15	Châssis	1,25	2,1	18,38	7		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,62	0,3	Non	>100
16	Fenêtre	1,1	1,45	12,76	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,52	0,3	Non	72,9
17	Fenêtre	1,1	1,45	12,76	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,52	0,3	Non	72,9
18	Châssis	0,9	0,7	5,04	8		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,42	0,3	Non	39,3
19	Porte fenêtre	0,77	2	3,08	2		ALU	Simple Vitrage	5,3	0,86	0,63	0,3	Non	>100
20	Châssis	0,3	2	0,6	1		ALU	Simple Vitrage	5,2	0,86	0,68	0,3	Non	>100
21	Fenêtre	1,16	1,15	4	3		Bois	Double vitrage a lame d'air	3,2	0,76	0,4	0,3	Non	34

Les informations sur les baies vitrées sont issues des relevés effectués sur site.

Remarque :

Le facteur S a été déterminé à partir de l'outil PERENE. Pour les baies vitrées munies de volets, nous avons pris un facteur solaire So égal à 0.78.

Lorsqu'il y a une casquette au dessus des baies vitrées, un coefficient Cm est pris en compte en fonction de l'orientation. Sur certaines fenêtres, il n'y a pas de protection, le coefficient So augmente donc en conséquence.

Nous pouvons noter que les facteurs solaires des fenêtres sont majoritairement non conformes. En revanche, certaines baies vitrées à l'Ouest au Sud et à l'Est sont conformes.



Figure 1 : Palais de justice - Nord



Figure 2 : Palais de justice - Est



Figure 3 : Palais de justice - Sud



Figure 4 : Palais de justice - Ouest

2.5 Détermination des déperditions

2.5.1 Hypothèses

• Bâtiment

Nous allons évaluer les paramètres suivants :

- Déperditions surfaciques de chaque élément constituant le bâti exprimées en W/K et calculées à partir du coefficient de déperdition (U en W/m².K)
- Déperditions linéiques des liaisons thermiques (ponts thermiques) exprimées en W/K
- Déperditions globales du bâtiment
- Part de chaque déperdition thermique d'un élément par rapport aux déperditions globales exprimées en %
- U_{bat} : coefficient moyen de déperdition par transmission à travers les parois déperditives séparant le volume climatisé du bâtiment, de l'extérieur, du sol et des locaux non climatisés. Il s'exprime en W/m².K.

$$U_{bat} = \frac{\sum A_i U_i (b_i) + \sum l_j \psi_j (b_j) + \sum X_k (b_k)}{\sum A_j}$$

A_i est l'aire intérieure de la paroi déperditive i du bâtiment, en m². (les dimensions des fenêtres et des portes doivent être prises égales à celle de l'ouverture dans les parois).

U_i est le coefficient de transmission thermique de la paroi déperditive i du bâtiment déterminé selon les fascicules

l_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique de la liaison j , en m.

i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique de la liaison j , déterminé selon le fascicule « ponts thermiques », en W/(m.K) à l'exception des ponts thermiques intermédiaires des parois en contact avec le sol ou donnant sur un vide sanitaire ou sur un sous-sol non chauffé.

k est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique tridimensionnel k , calculé selon le fascicule « ponts thermiques », en W/K

• Renouvellement d'air

Pour le calcul des déperditions par renouvellement d'air (RNA), nous utilisons la référence de calcul présente dans la RTAA DOM pour tout ce qui est réglementation aération.

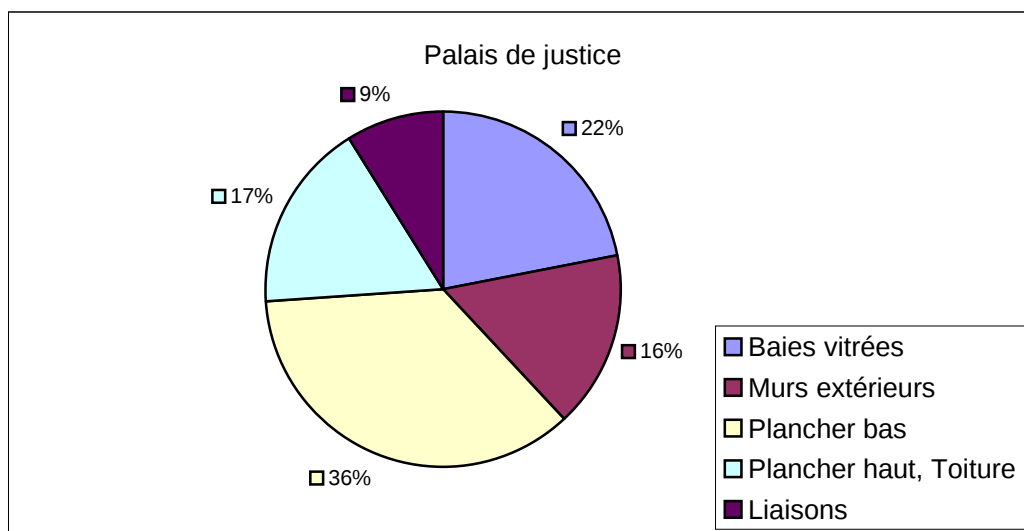
Les débits de renouvellement d'air hygiénique sont issus de l'outil Perene.

Le renouvellement d'air est assuré par des grilles de ventilation naturelle, des CTA et des extracteurs VMC.

2.5.2 Déperditions totales, répartition

Palais de justice				
Analyse par sous-ensemble :	surface / linéique (m ² / m)	performance Élément	déperdition bâti (W/K)	part (%)
Baies vitrées	954	5,18	4942	22
Murs extérieurs	1134	3,07	3481	16
Plancher bas	3364	2,38	8006	36
Plancher haut, Toiture	2964	1,24	3675	17
Liaisons			2010	9
Total			22114	100

UBât	2,63 W/m ² .K
------	--------------------------



2.6 Inventaire des installations

2.6.1 Chauffage

Inexistant dans cette étude.

2.6.2 climatisation

Palais de justice		
Equipement	Système	Puissance (kW)
airwell	Split	N.C.
daewoo	Split	2,7
Zenith	Split	N.C.
Clim	Split	N.C.
ventilo convecteur	cassette clim	N.C.



Régulation manuelle pour les systèmes split, les occupants allument et éteignent le système de climatisation selon leurs besoins. La température de consigne est réglée par l'occupant. Les ventilo convecteurs dépendent du régime d'eau glacée (pas d'informations sur la régulation).

2.6.3 Eau froide et ECS

Palais de justice			
Equipement	Système	Puissance (kW)	Contenance (litres)
Chauffe eau	Accumulation	2200	200

L'ECS est assurée par un chauffe eau électrique.

2.6.4 Ventilation/Renouvellement d'air

Il existe des systèmes de renouvellement d'air neuf mécanique dans ce bâtiment, (5 CTA et 4 extracteurs VMC). Ce système est obligatoire en zone 2 pour des bâtiments tertiaires climatisés (source : PERENE 2009).

2.6.5 Brasseurs d'air

Il existe des systèmes de brasseurs d'air dans ce bâtiment (7 ventilateurs). Ces équipements ne sont pas obligatoires dans la zone Z2 pour des bâtiments climatisés (source : PERENE 2009).

2.6.6 Eclairage

Palais de justice			
Type du syteme	Nbre	Puissance (W)	Total
Néons simples	116	58	6728
Lampadaire	19	60	1140
Halogènes	7	1000	7000
Lampes incandescentes	11	60	660
Halogènes	16	500	8000
Néons simples	44	36	1584
LBC	562	15	8430
Néons doubles	366	36	26352
Néons doubles	120	58	13920
Lampes incandescentes	92	60	5520
Néons quadruples	46	18	3312
Halogènes	21	300	6300
Néons quadruples	3	55	660
Halogènes	46	100	4600

Remarque : Il n'y a pas de régulation sur l'éclairage.

2.6.7 Autres usages spécifiques de l'électricité

• Auxiliaire

Palais de justice				
Type du syteme	NBRE	Puissance eteint (W)	Puissance Veille (W)	Puissance Actif (W)
Ascenseur	5	0	20550	365

Il existe 5 ascenseurs dans ce bâtiment, 4 de 630 kg et 1 de 1000 kg. Pour les puissances, nous avons pris un ratio de consommation annuelle de 7500 kWh/appareil/an. (Source : guide CPC).

• Bureautique

Palais de justice				
Type du système	Nbre	Puissance éteint (W)	Puissance veille (W)	Puissance actif (W)
Ordinateur	180	5	100	170
TV	6	0	0	175
Imprimante	155	8	25	165
FAX	11	5	25	175
Photocopieuse	21	5	25	1400
Onduleur	126	2	30	280
Scanner	2	5	25	1200

• Electroménager

Palais de justice				
Type du système	Nbre	Puissance éteint (W)	Puissance veille (W)	Puissance actif (W)
Fontaine à eau	5	0	0	20
Four	7	0	5	5000
sèche main	12	0	0	2100
Cafetière	10	0	2	200
distributeur de boisson	1	0	0	30
congélateur	1	0	0	30
plateau chauffant	3	0	5	1000
Réfrigérateur	10	0	0	30

3 ANALYSE DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

Définitions

Consommation en énergie finale : quantité d'énergie disponible pour l'utilisation finale «énergie facturée ».

Consommation en énergie primaire : somme des quantités de toutes les formes d'énergies utilisées pour satisfaire la demande d'énergie finale. Ainsi, il a été décidé de manière officielle que l'électricité a un coefficient de conversion d'énergie finale en énergie primaire de 2,7; ce qui permet de prendre en compte le rendement des centrales thermiques nécessaires à sa production et des pertes de distribution.

Coefficient de conversion 2,7 :

D'après un bilan énergétique 2008 publié en 2009 par l'Agence Régionale Energie Réunion (ARER), le coefficient de conversion est calculé de la façon suivante :

Un rendement de distribution qui sera égal à la consommation finale des utilisateurs (2317 GWh) sur la production sortie de centrale (2546 GWh) soit 0,91. Il faut ensuite faire la conversion en énergie primaire par le rapport des valeurs énergétiques des entrants (649,5 ktep) et de l'électricité produite (218,9 ktep)

Dans l'analyse des consommations, nous raisonnons sur les consommations en énergie finale. En revanche, dans le « DPE » et l'étiquette énergie, ce sont les consommations en énergie primaire qui sont prises en compte.

3.1 Consommation d'eau

Pas de facture d'eau.

3.2 Consommation de gaz

Pour information, il n'y a pas de gaz de ville sur l'île.

Par ailleurs l'utilisation de butane n'a pas été constatée lors de la visite.

3.3 Consommation d'électricité

Palais de justice			
N°de facture	Période	Consommation (kWh)	Coût moyen (€)
1	26/11/2008 - 26/12/2008	56430	6505
2	30/10/2008 - 29/11/2008	51390	6007
3	01/10/2008 - 31/10/2008	52740	4859
4	28/08/2008 - 27/09/2008	38790	3586
5	30/07/2008 - 29/08/2008	39780	3561
6	02/07/2008 - 01/08/2008	55260	4577
7	29/05/2008 - 28/06/2008	54900	4556
8	29/04/2008 - 29/05/2008	75330	8039
9	28/03/2008 - 27/04/2008	64980	7205
10	28/02/2008 - 29/03/2008	70200	7676
11	30/01/2008 - 29/02/2008	61650	6797
12	28/12/2007 - 27/01/2008	63990	6962

Consommation annuelle moyenne : 694960 kWh

Remarque :

La consommation moyenne annuelle du bâtiment est:

- 694960 kWh énergie finale
- $694960 \times 2.7 = 1876392$ kWh Energie primaire

Et donc on obtient un coût d'énergie moyen du bâtiment : 71307 (€/an)

3.4 « DPE »

Le diagnostic de performance énergétique du bâtiment doit être réalisé conformément à l'arrêté du 15 septembre 2006. Dans ce présent rapport, nous allons utiliser une méthode simplifiée du DPE car ce dernier n'est pas applicable hors de la France Métropolitaine. Il sera déterminé par le calcul des paramètres suivants :

- Consommations en énergie finale relevées sur les factures d'énergie.
- Consommations en énergie primaire déterminées à partir des consommations en énergie finale (en prenant en compte un facteur de conversion de **2.7** pour l'électricité).
- Frais annuels d'énergie.
- Ratio des consommations énergétiques par m² (kWhEP/m².an).
- Classe de l'étiquette énergie.
- Emissions de gaz à effet de serre (CO₂) exprimé en kg équivalent de CO₂ déterminées à partir des facteurs de conversion exprimés en kg de CO₂ par kWh d'énergie finale.

Le coefficient de conversion de l'énergie finale en kgeq CO₂ est de **0.084** pour l'électricité.

- Classe de l'étiquette climat.

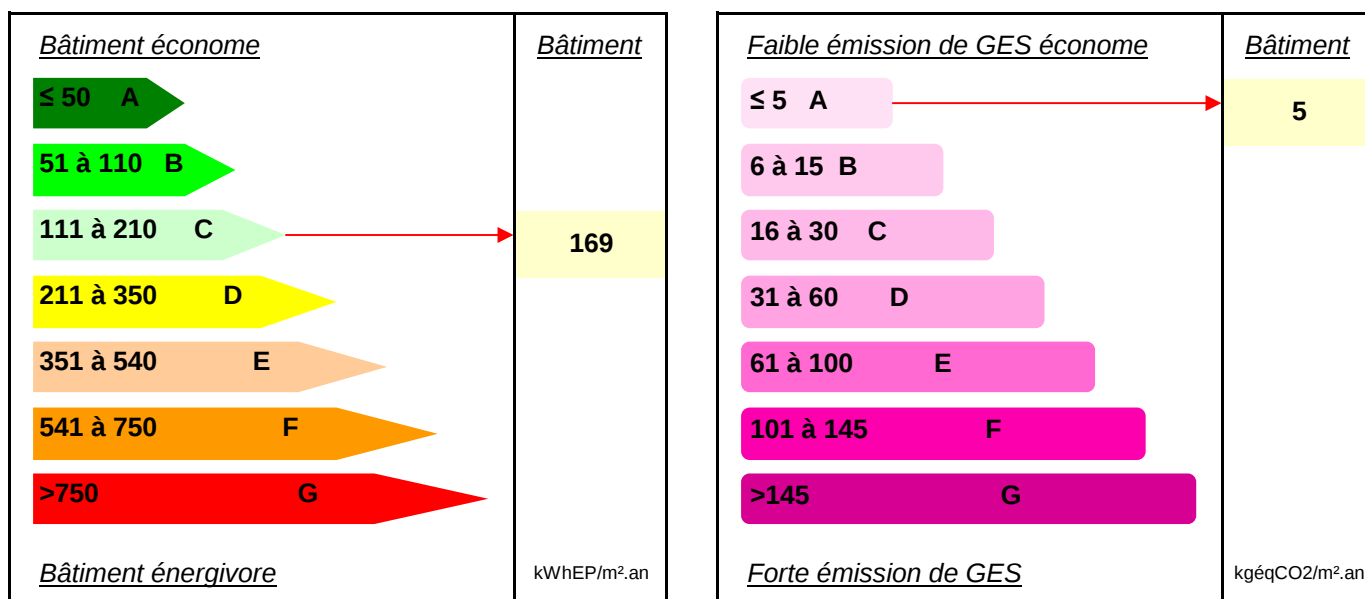
Le document de référence pris en compte pour l'établissement du diagnostic de performance du bâtiment correspond au modèle 6.1 bis c'est-à-dire pour les bâtiments de type public bureaux, administration et enseignement.

Remarque :

Les deux étiquettes ci-dessous représentent le classement en énergie et les émissions de CO₂ pour le bâtiment.

Pour l'étiquette énergie le ratio est exprimé en **kWh EP /m²/an.**

Pour l'étiquette climat le ratio est exprimé en **kgeq CO₂/m²/an.**



Remarque :

D'après l'outil PERENE, la consommation moyenne de référence pour les grands immeubles de bureaux climatisés est de 132 kWh Ef/SU/an.

Sachant que nous avons une consommation finale annuelle de 694960 kWh et une surface utile de 11131 m², nous obtenons un ratio de 62 kWh /SU/an. Nous constatons que cette valeur est inférieure à la référence moyenne actuelle.

4 CONSOMMATION THEORIQUE

4.1 Consommation chauffage

Inexistant dans cette étude.

4.2 Consommation climatisation

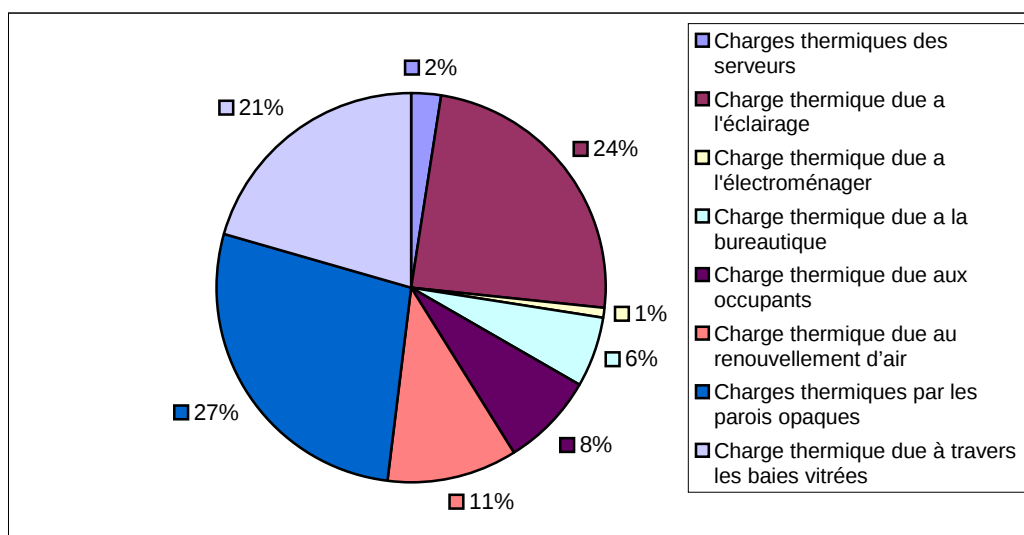
■ Palais de justice :

Le bâtiment possède au total 189 climatiseurs (unité intérieure de type split) permettant de refroidir toutes les pièces occupées.

Pour le calcul théorique de la climatisation, nous avons utilisé les fichiers météo de l'université de la Réunion. Ces fichiers comportent le rayonnement direct du soleil ainsi que sa direction (azimut et hauteur) à chaque heure durant un an. On a pu ainsi en déduire les apports solaires calorifiques sur les baies vitrées en fonction de leur orientation à partir des facteurs solaires, des flux incident et des températures extérieures.

Le système de climatisation ne fonctionne que durant la période humide à la Réunion (Novembre à Avril). La température de consigne est de 25°C.

Climatisation	
Charges thermiques des serveurs	13140 kWh/an
Charge thermique due a l'éclairage	130062 kWh/an
Charge thermique due a l'électroménager	4765 kWh/an
Charge thermique due a la bureautique	30840 kWh/an
Charge thermique due aux occupants	42336 kWh/an
Charge thermique due au renouvellement d'air	56707 kWh/an
Charges thermiques par les parois opaques	148255 kWh/an
Charge thermique due à travers les baies vitrées	110213 kWh/an
Besoin en climatisation	536318 kWh/an
Consommation en électricité	214527 kWh/an



4.3 Consommation eau chaude sanitaire

Nous pouvons déterminer la consommation théorique en eau chaude sanitaire par l'utilisation de formule prise dans le document « guides CPC » de l'AICVF paru en 2000 (applicable uniquement dans les bâtiments non résidentiels) et dans le document « URE Bâtiment : Guide d'audit énergétique » de l'ADEME paru en 1999 (pour les bâtiments résidentiels).

La formule est la suivante :

$$C_{ecs} = \frac{B_{ecs} \cdot (1 - R_{ecup})}{R_{ecs}}$$

Avec B_{ecs} : Besoins d'ECS en kWh/an

R_{ecs} : Rendement moyen de l'installation

Récup : Facteur de récupération moyen annuel (ici, il est nul)

■ Palais de justice :

Le nombre moyen de personnes occupant le bâtiment Palais de justice est de 150 et dans le cas d'un chauffe électrique R_{ecs} = 0.8, l'équivalent énergétique est de C_{ecs} = 12375 kWh/an.

4.4 Consommation éclairage

■ Palais de justice :

Palais de justice							
Type du système	Nbre	Puissance de l'élément (W)	Nb heures	Total	Nb jours ouvrable ou de l'année	Consommation (kWh/an)	Consommation totale (kWh/an)
Néons simples	116	58	8	53824	245	13187	176413
Lampadaire	19	60	6	6840	245	1676	
Halogènes	7	1000	6	42000	245	10290	
Lampes incandescentes	11	60	6	3960	245	970	
Halogènes	16	500	6	48000	245	11760	
Néons simples	44	36	8	12672	245	3105	
LBC	562	15	8	67440	245	16523	
Néons doubles	366	36	8	210816	245	51650	
Néons doubles	120	58	8	111360	245	27283	
Lampes incandescentes	92	60	8	44160	245	10819	
Néons quadruples	46	18	8	26496	245	6492	
Halogènes	21	300	8	50400	245	12348	
Néons quadruples	3	55	8	5280	245	1294	
Halogènes	46	100	8	36800	245	9016	

4.5 Consommation bureautique

■ Palais de justice :

Palais de justice											
Type du système	Nbre	Puissance éteint (W)	Puissance veille (W)	Puissance actif (W)	Nb heures éteints	Nb heures veilles	Nb heure actives	Consommation (kWh/j)	Nb jours ouvrable ou de l'année	Consommation (kWh/an)	Consommation par bâtiment (kWh/an)
Ordinateur	180	5	100	170	14	2	8	293,4	245	71883	144370
TV	6	0	0	175	14	2	8	8,4	245	2058	
Imprimante	155	8	25	165	0	23	1	114,7	245	28102	
FAX	11	5	25	175	0	23,7	0,3	7,1	245	1740	
Photocopieuse	21	5	25	1400	0	22	2	70,35	245	17236	
Onduleur	126	2	30	280	0	23,9	0,1	93,87	245	22998	
Scanner	2	5	25	1200	0	23,9	0,1	1,44	245	353	

4.6 Ventilation

4.7 Consommation électroménager

■ Palais de justice :

Palais de justice											
Type du système	Nbre	Puissance éteint (W)	Puissance veille (W)	Puissance actif (W)	Nb heures éteints	Nb heures veilles	Nb heure actives	Consommation (kWh/j)	Nb jours ouvrable ou de l'année	Consommation (kWh/an)	Consommation par bâtiment (kWh/an)
Fontaine à eau	5	0	0	20	0	0	24	2,4	245	588	77843
Four	7	0	5	5000	0	18	6	210,63	245	51604	
sèche main	12	0	0	2100	0	21	3	75,6	245	18522	
Cafetière	10	0	2	200	0	23	1	2,46	245	603	
distributeur de boisson	1	0	0	30	0	0	24	0,72	245	176	
congélateur	1	0	0	30	0	0	24	0,72	245	176	
plateau chauffant	3	0	5	1000	18	0	6	18	245	4410	
Réfrigérateur	10	0	0	30	0	0	24	7,2	245	1764	

4.8 Consommation autres

■ Palais de justice :

Palais de justice											
Type du système	Nbre	Puissance éteint (W)	Puissance veille (W)	Puissance actif (W)	Nb heures éteints	Nb heures veilles	Nb heure actives	Consommation (kWh/j)	Nb jours ouvrable ou de l'année	Consommation (kWh/an)	Consommation par bâtiment (kWh/an)
Ascenseur	5	0	0	20550	0	23	1	102,75	365	37504	37504

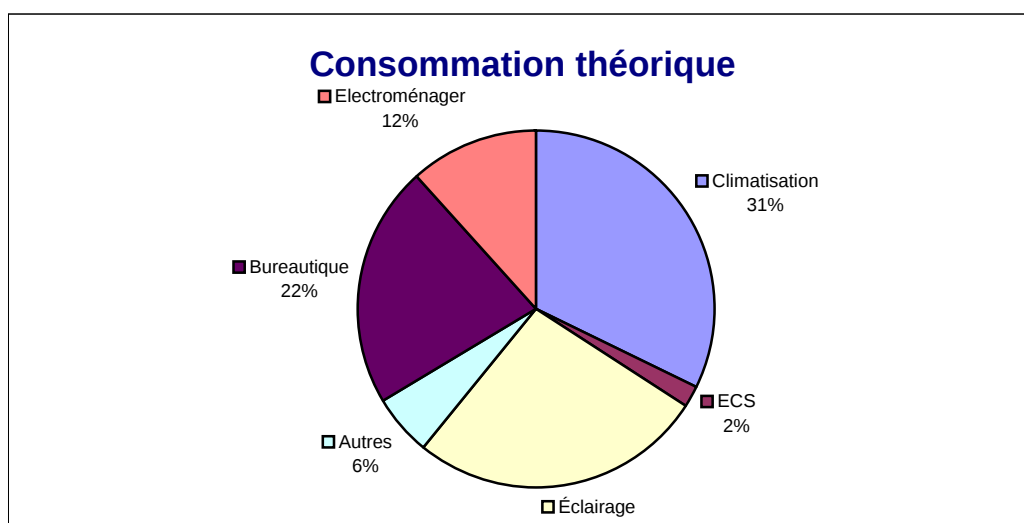
4.9 Bilan et synthèse

■ Palais de justice :

Le tableau suivant est un récapitulatif des consommations théoriques propres au bâtiment :

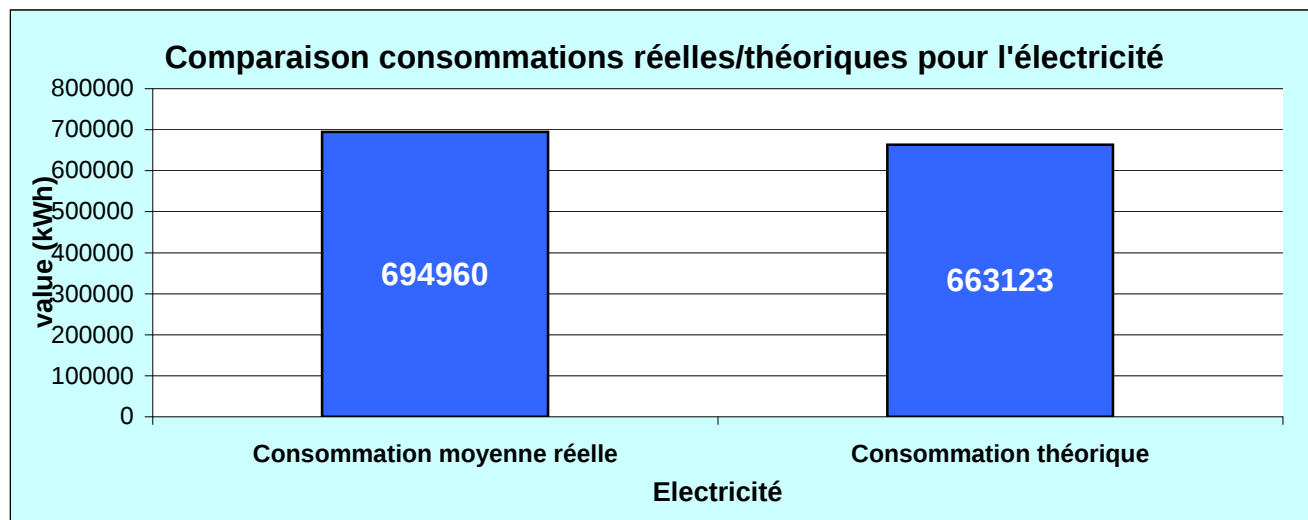
Consommation théorique	
Climatisation	214527 kWh
ECS	12375 kWh
Éclairage	176413 kWh
Autres	37595 kWh
Bureautique	144370 kWh
Electroménager	77843 kWh
Total	663123 kWh

Le graphe suivant nous présente sous forme graphique la répartition des consommations théoriques.



Nous constatons que les pôles de consommation les plus importants sont la bureautique, à l'éclairage et la climatisation.

5 COMPARAISON CONSOMMATION THEORIQUE / REELLE



Remarque : Notre modèle théorique est proche de la réalité (écart de 5%). Cet outil va nous permettre d'effectuer les calculs de gains économiques.

6 LISTES DES ACTIONS A MENER

La grande particularité de la Réunion est son climat divers et varié. En effet, l'île possède deux saisons : une première qu'on appelle hiver (saison fraîche et sèche), qui en général correspond aux mois de mai à novembre où les températures sont plus froides que le reste de l'année (une moyenne de 22°C sauf sur les hauteurs de l'île où les températures peuvent atteindre 4°C). La seconde correspond à l'été (saison chaude et humide), qui correspond aux mois de décembre à avril où les températures peuvent atteindre 35°C.

6.1 Piste d'amélioration 1

Nous pouvons diminuer les consommations d'énergie par l'utilisation de matériels peu énergivores ou de système permettant de réguler la consommation (capteur de présence, mise en place de minuterie,...). D'après l'étude théorique, la consommation de l'éclairage représente à elle seule une partie importante de la consommation totale. Cette consommation peut être fortement diminuée par l'utilisation de matériel suivant une norme de diminution de consommation. L'utilisation de labels spécialisés qui ont pour vocation d'aider les consommateurs à choisir du matériel économe en consommation d'énergie. Nous pouvons également envisager l'utilisation de lampe à économie d'énergie ou basse consommation (LBC). Ce type de matériel consomme de 5 à 10 fois moins que les lampes classiques. Le changement des comportements est également un moyen de faire des économies. Nous pouvons sensibiliser les usagers par des campagnes d'informations et de conseils.

6.2 Piste d'amélioration 2

✓ Présentation

Le flux solaire est très intéressant dans cette région du globe. En effet, l'île peut être divisée en 4 zones d'ensoleillements comme présenté ci-dessous :

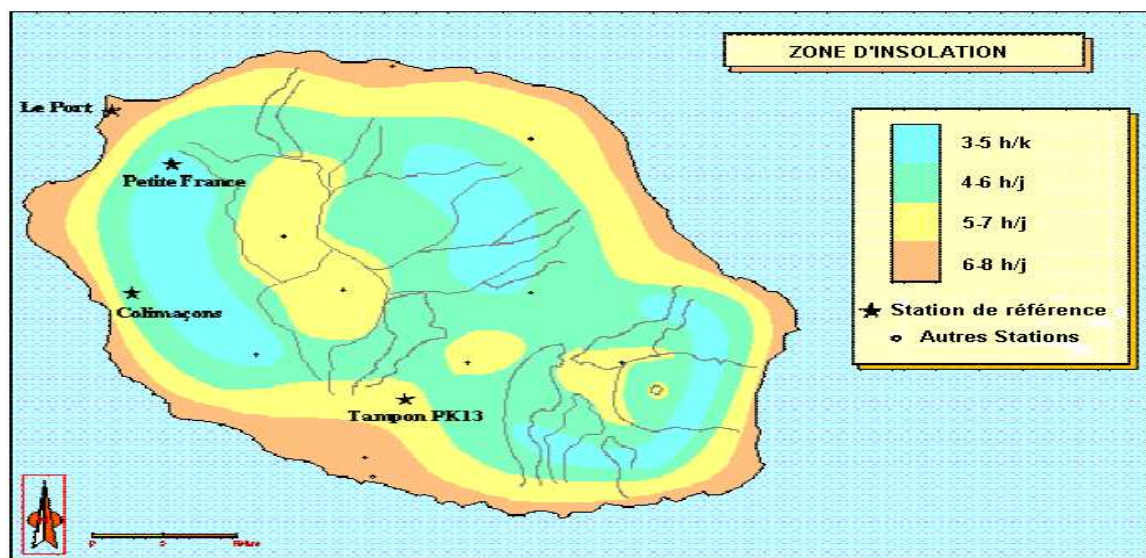


Figure 5 : Zonage d'insolation donnée météo France (source : PERENE Réunion)

La première solution d'amélioration est l'installation d'un chauffe-eau solaire sur le toit de ce bâtiment.

✓ Partie opérationnelle

Ce type de procédé est simple de fonctionnement. Pour commencer on capte l'énergie solaire par l'intermédiaire des capteurs qui comprennent une plaque, des tubes métalliques (l'absorbeur) et d'un coffre rigide, thermiquement isolé. L'absorbeur reçoit les rayons du soleil et s'échauffe. Ensuite, cette chaleur est transportée par le circuit primaire, qui est étanche et calorifugé et qui peut contenir de l'eau additionnée d'antigel (uniquement utilisé dans les endroits à très faible température). Ce liquide s'échauffe au contact des tubes du capteur, puis se dirige vers un ballon de stockage. Grâce à un échangeur thermique, ce liquide cède ses calories solaires à l'eau sanitaire présente dans le ballon. Le liquide primaire alors refroidi repart vers les capteurs pour se chauffer, le ballon stocke ainsi de l'eau chaude. Cette eau chaude qui sera utilisée pour les besoins du bâtiment sera alors remplacée par de l'eau froide du réseau, réchauffée sur le même principe.

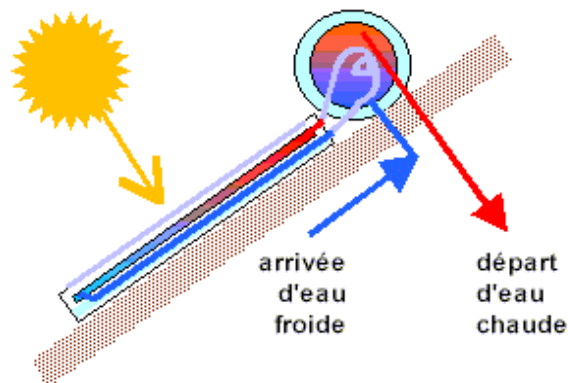


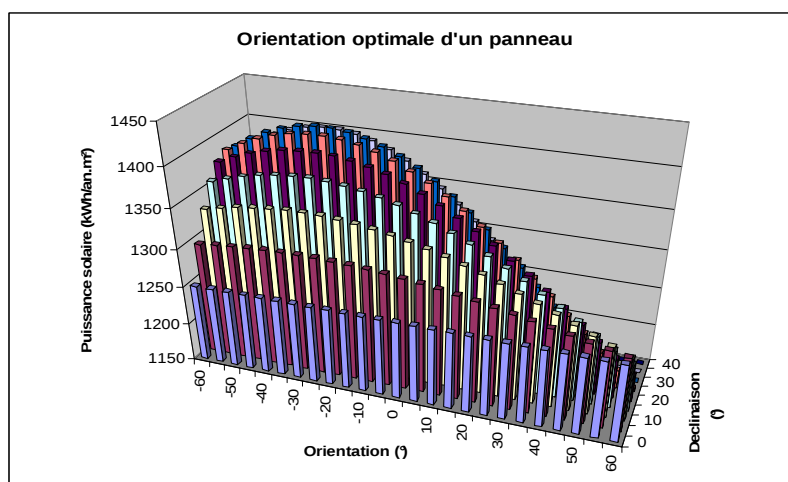
Figure 6 : Schéma du principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

Remarque : La consommation d'ECS est de 583l/j (théorique). Cette piste d'amélioration sera envisagée.

6.3 Piste d'amélioration 3

✓ Présentation

Les consommations en électricité peuvent être diminuées par l'utilisation de système photovoltaïque. En effet comme précédemment, l'insolation moyenne journalière est très intéressante pour ce type de système solaires mais il est bon de préciser que les hautes températures ont un effet négatif sur les rendements d'installations photovoltaïques (un module perd 0,4% par °C).



Au vue de ce graphique, l'orientation optimale d'un panneau solaire est de 30° d'inclinaison et de -35° d'orientation (Nord-est), on capte ainsi une puissance de 1416.4 kWh/an.m² (lié au donnée météo de Gillot, zone 1). Il existe deux utilisations des systèmes photovoltaïques (hors système isolé), à savoir :

✓ Partie Opérationnelle

• l'injection des excédents (ou surplus) de la production sur le réseau

Dans ce cas, la production électrique consommée sur place par les appareils en cours de fonctionnement (appelée autoconsommation) n'est pas comptabilisée par le compteur de production, mais vient réduire le décompte de la consommation. Seul le surplus de la production par rapport à vos consommations instantanées est vendu.

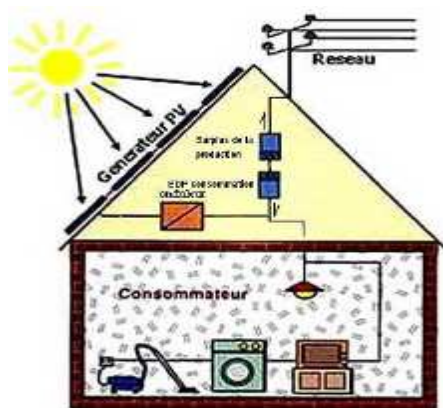


Figure 7 : Présentation d'une installation PV raccordée au réseau par injection de production

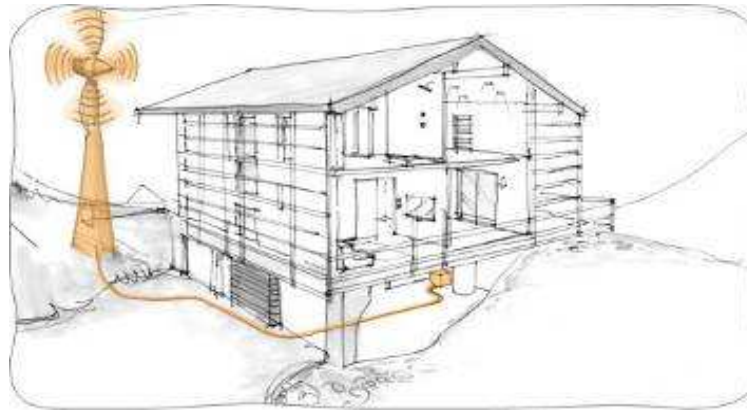
• l'injection de la totalité de la production sur le réseau

Dans ce cas, l'intégralité de la production est vendue au tarif réglementé (voir Arrêté du 12 janvier 2010). Un point de branchement spécifique à la production est alors créé par EDF (ou régie). Toute votre consommation est par ailleurs comptabilisée par votre compteur de consommation existant comme auparavant.



Figure 8 : Présentation d'une installation PV raccordée au réseau en injection totale

6.4 Piste d'amélioration 4



Nous allons étudier le potentiel éolien du site.

Cette étude éolienne a été réalisée par une méthode simplifiée de calcul d'approvisionnement. Le calcul retenu pour cette étude est la formule de **Betz**.

$$P_{\max} = \frac{16}{27} \times P_{\text{CINETIQUE}} = \frac{8}{27} \times \rho \times S \times V^3$$

Avec $P_{\text{CINETIQUE}} = \frac{1}{2} \times \rho \times S \times V^3$ lorsque $V_{\text{AVAL}} = \frac{1}{3} V_{\text{AMONT}}$

L'objectif de cette étude est de montrer la capacité d'approvisionnement d'une installation éolienne en milieu urbain. De nombreuses contraintes sont cependant à noter. Au-delà de 12m de hauteur (comptée entre sol et partie supérieure de la nacelle), un permis de construire est nécessaire pour implanter une éolienne. Il existe plusieurs types d'éolienne, de forme et de puissance différente. Comme pour le photovoltaïque, la revente de la production totale de l'éolienne est conseillé du fait du haut prix de rachat de l'électricité par EDF.

Remarque: Le bâtiment étant localisé en pleine ville, l'installation d'une éolienne n'est pas envisageable. Contraintes environnementales.

6.5 Piste d'amélioration 5

Certaines parois opaques ont des facteurs solaires qui ne sont pas conformes à la réglementation PERENE, cette non-conformité est due principalement à la composition du mur et la protection solaire. La mise en place d'une isolation sur le bâtiment permettra de réduire les apports solaires.

Une isolation sous la toiture est obligatoire aux vues de sa composition (perte de la toiture très importante).

6.6 Piste d'amélioration 6

Certaines baies vitrées ont des facteurs solaires qui ne sont pas conformes à la réglementation imposée. Le changement des fenêtres par du double vitrage ou triple vitrage, l'augmentation de la longueur du pare-soleil ou la mise en place de protection solaire telle que des stores ou des volets permettrait de respecter la réglementation. En revanche, le faible pourcentage de baies non-conformes à changer ne permettrait pas de faire des économies viables.

6.7 Actions d'économies diverses

6.7.1 Diminution consommation Eau Chaude Sanitaire

- Des mitigeurs peuvent être installés dans les pièces d'eau afin de limiter la consommation d'eau.

6.7.2 Diminution consommation Bureautique

- Opter pour la mise en veille automatique des écrans d'ordinateurs et pour le mode économie d'énergie lors d'une inactivité prolongée (extinction de l'écran et non une mise en veille de ce dernier).
- Opter pour le regroupement des moyens d'impression par exemple, en utilisant une imprimante centralisée pour plusieurs bureaux.

6.7.3 Diminution consommation climatisation

- Sensibiliser le personnel pour la fermeture des volets ou des stores des baies vitrées.

6.7.4 Sensibilisation des occupants et du personnel

- Sensibiliser le personnel à la détection de fuites d'eau.
- Sensibiliser les utilisateurs de « petit électroménager » : extinction des appareils après usage (bouilloires, cafetières,...), dégivrer régulièrement les réfrigérateurs et congélateurs afin d'améliorer leurs efficacité, l'achat prioritaire d'appareils de classe A ou supérieure.
- Veiller au nettoyage régulier des lampes et luminaires et à leur remplacement en cas de dysfonctionnement.

7 CALCULS DES SYSTEMES PROPOSES

Les économies d'énergie présentées sont calculées à partir des valeurs théoriques. Toute réalisation doit faire l'objet d'une étude détaillée par un bureau d'étude spécialisé et l'installation par une équipe de maîtrise d'œuvre qualifiée. Les économies d'énergies sont calculées sur la base du prix unitaire du MWh d'électricité de 103 € (prise en compte de la consommation et de l'abonnement).

7.1 Action 1 : Eclairage

Nous allons remplacer les néons, les lampes incandescentes et les halogènes par des équivalences lampes basses consommations. L'élément permettant la comparaison des lampes est le rapport quantité de luminosité sur puissance lampe exprimé en lumen/W.

Tableau d'équivalence en Watts

LAMPE BASSE CONSOMMATION / LAMPE CLASSIQUE	
9 Watts	30 Watts
11 Watts	40 Watts
15 Watts	60 Watts
20 Watts	75 Watts
23 Watts	100 Watts

■ Palais de justice :

Avant			
Type du système	Nombre	Puissance de l'élément (W)	Puissance totale (W)
Néons simples	116	58	6728
Lampadaire	19	60	1140
Halogènes	7	1000	7000
Lampes incandescentes	11	60	660
Halogènes	16	500	8000
Néons simples	44	36	1584
LBC	562	15	8430
Néons doubles	366	36	26352
Néons doubles	120	58	13920
Lampes incandescentes	92	60	5520
Néons quadruples	46	18	3312
Halogènes	21	300	6300
Néons quadruples	3	55	660
Halogènes	46	100	4600

Après			
Type du système	Nombre	Puissance de l'élément (W)	Puissance totale (W)
Néons simples	146	35	5110
LBC	19	15	285
Lampes à iodeure	1	50	50
LBC	11	15	165
Lampes à iodeure	16	50	800
Néons simples	42	28	1176
LBC	562	15	8430
Néons doubles	353	28	19768
Néons doubles	152	35	10640
LBC	92	15	1380
Néons quadruples	40	14	2240
Lampes à iodeure	21	50	1050
Néons quadruples	1	28	112
Lampes à iodeure	46	50	2300

Remarque :

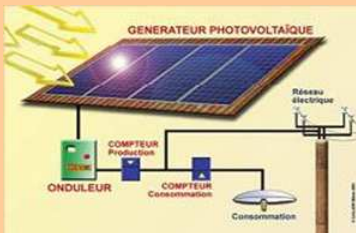
Après changement, le gain de consommation électrique sera de 71540 kWh. Ceci fera économiser 41 % de la consommation d'éclairage du bâtiment, équivalent à 7369 € par an. L'investissement est de 22280 €, le temps de retour sur investissement est inférieur à 3 ans.

7.2 Action 2 : Photovoltaïque

Pour l'installation photovoltaïque, nous allons utiliser le logiciel RetScreen. C'est un outil d'aide à la décision qui a été développé en collaboration avec de nombreux experts de l'industrie, du gouvernement et du milieu académique.

L'orientation du bâtiment est de 160° par rapport au sud. L'installation photovoltaïque se fera sur des châssis fixes non intégrés au bâti, avec une inclinaison de 25°.

■ Palais de justice :

Etude d'approvisionnement pour une installation photovoltaïque			
Infomation sur le projet			
Nom du projet			
Lieu du projet			
Condition de référence du site			
Lieu de données climatiques		Gillot	
Données du bâtiment			
Surface du bâtiment hors œuvre nette		13128 m²	
Inclinaison		25 °	
Azimut		160 °	
(0° étant le Sud)			
Evaluation des ressources			
Système de positionnement solaire		Fixe intégré au bâti	
Type d'installation non intégré en Corse, DOM, Saint Pierre			
Type de technologie		mono-Si	
Rendement		14%	
Capacité électrique		51,52 kW	
Surface de capteurs solaires		368 m²	
Production d'énergie du système			
Emission de gaz à effet de serre			
Coût d'investissement		310120 .€	
Coût annuel d'exploitation		7360 .€	
Maintenance			
Changement de l'onduleur		20608 .€	tous les 10 ans
Total des économies et des revenus annuels		27300 .€	
Temps de retour sur investissement		18 ans	
Taux de rentabilité interne (TRI)			

7.3 Action 3 : Isolation

L'isolation des murs extérieurs et de la toiture est étudiée. Cette amélioration permettra la conformité des facteurs solaires des parois opaques et de réduire les consommations liées à la climatisation.

■ Palais de justice :

Isolation			Isolation		
Isolation plancher haut, toiture	10 cm de laine de verre à 0,04 W/mK		Isolation Murs extérieurs	10 cm de laine de verre à 0,04 W/mK	
Gain	21221	kWh/an	Gain	9201	kWh/an
Prix du kWh	0,103	€/kWh	Prix du kWh	0,103	€/kWh
Gain économique	2186	€/an	Gain économique	948	€/an
Prix de l'isolation	30	€/m²	Prix de l'isolation	100	€/m²
Surface à traiter	2964	m²	Surface à traiter	1134	m²
Prix total	88920	€	Prix total	113400	€
Retour sur investissement	>20	ans	Retour sur investissement	>20	ans

7.4 Action 4 : Climatisation

On remplace les 3 climatiseurs vétustes par un système VRV de 3 nouvelles unités de 2kW (dans les bureaux). L'utilisation du fluide frigorigène R410A, respectueux de la couche d'ozone aura pour but d'optimiser les performances énergétiques de l'installation.

Le COP (Coefficient d'efficacité du climatiseur) est de 2.5 pour les systèmes déjà installés. Les climatiseurs les plus récents peuvent atteindre un COP de 4.5, on va donc utiliser ce nouveau coefficient pour calculer les économies d'énergies.

	Economie (kWh/an)	Economie financière (€)	Système d'installation	Prix de L'installation (€)	Prix total (€)	Temps de retour sur investissement (ans)	Temps de retour sur investissement (ans)
Palais de justice	93009 kWh/an	9580 €	VRV	6618 €	6618 €	1	1

7.5 Action 5 : Imprimantes

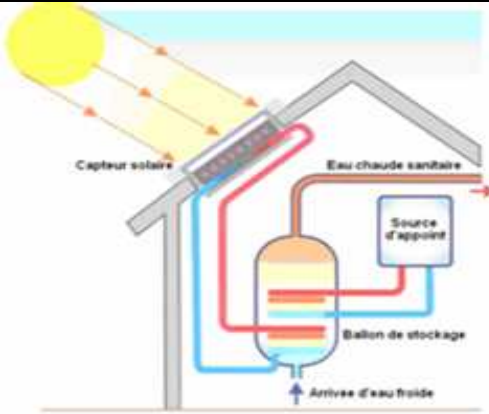
Afin de diminuer la consommation propre à la bureautique, nous préconisons le retrait des imprimantes, FAX, scanners et de laisser en place 6 photocopieurs par étage soit 18 pour le bâtiment

L'économie d'énergie globale de la bureautique sera de : 32654 kWh/an

Il n'y a pas d'investissement, ni de temps de retour sur investissement. Cela permettra par la suite d'économiser 3363 € par an.

7.6 Action 6 : Chauffe eau solaire

■ Palais de justice :

Chauffe eau solaire			
Station	Gillot		
Type de système	Capteur ballon		
Type de capteur	Ritter solar 45 Star azzuro		
Inclinaison (°)	25 °		
Orientation (°)	-20 °		
Surface totale (m²)	9 m²		
Déperditions de la boucle de captage (W/m².K)	2 W/m².K		
Efficacité de la bouche de captage	0,70		
Type de ballon	vertical		
Déperdition thermqique du ballon (W/m².K)	5,10		
Besoin journalier moyen en eau chaude (L/j)	583 L/j		
Température de référence moyenne (°C)	50 °C		
Surface Hors d'Oeuvre Nette (m²)	13128 m²		
Production d'énergie du système	0,730		
	9034 kWh/an		
Coût annuel pour la maintenance du système	200 €		
Coût moyens de l'investissement (ingénierie + travaux)	1500 €/m²	Soit un investissement	13500 €
Consommation d'électricité par an pour ECS	12375 kWh/an	Soit une économie	931 €
Gain sur la consommation réalisée	9034 kWh/an		
Taux de Rentabilité Interne (calculé sur 20 ans)	1		
Temps de Retour sur Investissement	15		

8 SYNTHESE

Priorité	Intitule		Investissement		Autres couts	Economie annuelle			Retour sur investissement (an)	Estimation tps de travaux (jour)	
			unitaire	Total	entretien	Financière	Energie (KWh/an)	CO2 (kgCO2)			
Action 1 : Changement éclairage											
	Palais de justice		15 €	22280 €	0 €	7369 €	71540 kWh/an	11 %	6009 kg	3	20
	Total		15 €	22280 €	0 €	7369 €	71540 kWh/an	11%	6009 kg	3	20
Action 2 : installation photovoltaïque											
	Palais de justice		310120 €	310120 €	7360 €	27300 €	77600 kWh/an	-	-	16	45
	Total		310120 €	310120 €	7360 €	27300 €	77600 kWh/an	-	-	16	45
Action 3 : Isolation											
	Palais de justice	Murs extérieurs	100 €	113400 €	0 €	948 €	9201 kWh/an	1 %	773 kg	>20	90
		Toiture	30 €	88920 €	0 €	2186 €	21221 kWh/an	3 %	1783 kg	>20	90
	Total	Murs extérieurs	100 €	113400 €	0 €	948 €	9201 kWh/an	1 %	773 kg	>20	90
		Toiture	30 €	88920 €	0 €	2186 €	21221 kWh/an	3 %	1783 kg	>20	90
		Total	130 €	202320 €	0 €	3134 €	30422 kWh/an	4 %	2556 kg	>20	180
Action 4 : Changement des climatiseurs											
	Palais de justice		6618 €	6618 €	0 €	9580 €	93009 kWh/an	14 %	7813 kg	1	25
	Total		6618 €	6618 €	0 €	9580 €	93009 kWh/an	14%	7813 kg	1	25
Action 5 : Centralisation des imprimantes											
	Palais de justice		0 €	0 €	0 €	3363 €	32654 kWh/an	5 %	2743 kg	0	3
	Total		0 €	0 €	0 €	3363 €	32654 kWh/an	5%	2743 kg	0	3
Action 6 : Chauffe eau solaire											
	Palais de justice		1500 €	13500 €	200 €	931 €	9034 kWh/an	1 %	759 kg	15	25
	Total		1500 €	13500 €	200 €	931 €	9034 kWh/an	1%	759 kg	15	25

* % Economie annuelle évaluée par rapport à la consommation totale annuelle

Légende		Action avec temps de retour sur investissement faible
		Action avec temps de retour sur investissement moyen
		Action avec temps de retour sur investissement fort

■ Scénario 1 :

Priorité	Intitule	Investissement	Autres couts	Economie annuelle				Retour sur investissement (an)	Estimation tps de travaux (jour)
		Total	entretien	Financière	Energie	CO2			
Scénario 1: Action 1 + 5									
	Eclairage et Imprimantes	22280 €	0 €	10732 €	104194 kWh/an	16 %	8752 kg	2	23

■ Scénario 2 :

Priorité	Intitule	Investissement	Autres couts	Economie annuelle				Retour sur investissement (an)	Estimation tps de travaux (jour)
		Total	entretien	Financière	Energie	CO2			
Scénario 2: Action 1 + 3 + 4 + 5 + 6									
	Eclairage et Isolation et Climatisation et Imprimantes et Chauffe eau solaire	244718 €	200 €	24377 €	236659 kWh/an	34 %	19848 kg	10	253

Ce scénario répond à une économie d'énergie de 34 % et une réduction des GES de 34 %, il n' atteint donc pas le Grenelle de l'environnement

<u>Bâtiment économe</u>	<u>Bâtiment</u>
≤ 50 A	
51 à 110 B	112
111 à 210 C	169
211 à 350 D	
351 à 540 E	
541 à 750 F	
>750 G	
<u>Bâtiment énergivore</u>	kWhEP/m².an

<u>Faible émission de GES économe</u>	<u>Bâtiment</u>
≤ 5 A	3
6 à 15 B	5
16 à 30 C	
31 à 60 D	
61 à 100 E	
101 à 145 F	
>145 G	
<u>Forte émission de GES</u>	kgéqCO2/m².an

Louis DE LA MONNERAYE Autre Service Thermique	Philippe EXCOFFIER Chef de Division Enveloppe du Bâtiment
---	---